



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA ÚNICO DE ESPECIALIZACIONES DE INGENIERÍA

CAMPO DE CONOCIMIENTO: INGENIERÍA CIVIL

**Reordenamiento urbano y de
movilidad urbano-ferroviaria en la
zona metropolitana de San Luis
Potosí**

TESINA

Que para obtener el título de

Especialista en Vías Terrestres

P R E S E N T A

I.C. Alfonso Rojas Delgado

DIRECTOR DE TESINA

M. en C. Alejandro Álvarez Reyes Retana



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., agosto 2021

Agradecimientos

Quisiera comenzar agradeciendo a mi familia: Alfonso, Cecilia, Cecilia, Alejandra y Mariana por el apoyo, amor, consejos e impulso de aspirar a lo más alto y siempre estar preparado para ello.

A CONACYT, por darme el apoyo económico para llevar a cabo el estudio de esta especialidad y la investigación de esta tesina.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, así como a mis profesores, por darme la oportunidad y herramientas para estudiar y prepararme para ser un especialista en vías terrestres.

Quiero agradecer a mi director de tesina el M. en C. Alejandro Álvarez Reyes Retana por las enseñanzas, experiencias compartidas y pasión transmitida en el área de ferrocarriles.

Especialmente a ROJILLO: Fernando y Alfonso, por abrirme las puertas para realizar mis prácticas profesionales. Y donde pude comenzar la idea de este proyecto de investigación.

A Ma. Dolores por el apoyo y consejos para la realización de esta tesina.

¡Muchas Gracias a todos!

Alfonso Rojas Delgado.

Contenido

Tabla de Figuras	4
INTRODUCCIÓN	6
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	8
Objetivo general.....	8
Objetivos específicos.....	8
JUSTIFICACIÓN	9
MARCO TEÓRICO.....	10
Planteamiento del problema	10
Antecedentes	10
Hipótesis.....	12
Bases teóricas.....	12
CAPÍTULO I: Historia de las vías férreas	14
Historia del surgimiento de las vías férreas en el mundo	14
Las primeras redes ferroviarias en Europa.....	17
Inicios del ferrocarril en América	19
Inicios del ferrocarril en México.....	20
Importancia del ferrocarril en San Luis Potosí	26
CAPÍTULO II: Antecedentes de la ciudad de San Luis Potosí.....	29
Geografía e historia de San Luis Potosí	29
Antecedentes de urbanización de San Luis Potosí.....	34
CAPÍTULO III: Análisis de la movilidad de la Zona Metropolitana de San Luis Potosí- Soledad de Graciano Sánchez.	50
Movilidad urbana y problemática	50
Panorama de la movilidad en la Zona Metropolitana de SLP-SGS.....	53
CAPÍTULO IV: Una solución a la movilidad de la Zona Metropolitana de San Luis Potosí- Soledad de Graciano Sánchez.	61
Proyecto Modernización Urbana- Ferroviaria ZM SLP-SGS.....	61
CONCLUSIÓN	73
BIBLIOGRAFÍA.....	74

Tabla de Figuras

Figura 1. Mapa de México con la localización del estado de San Luis Potosí.	11
Figura 2. Mapa de Líneas Ferroviarias concesionadas a Kansas City Southern de México.	12
Figura 3. Líneas Ferroviarias actuales en el mundo (El Sol (Argentina), 2014).....	17
Figura 4. Mapa Ferrocarril Mexicano (1877).....	21
Figura 5. Mapa Sistema Ferroviario Mexicano (Ferrocarriles Nacionales de México, 1959).	24
Figura 6. Mapa Sistema Ferroviario Mexicano, ARTF (2020).....	25
Figura 7. Carta del Ferrocarril de S.L.P. a Rio Verde, línea L (Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas, 1910).	27
Figura 8. Mapa vías férreas en San Luis Potosí en 1910 (Francisco J. Gorostiza, 2010). 29	
Figura 9. Mapa del Estado de San Luis Potosí.	30
Figura 10. Mapa de la Ciudad de San Luis Potosí, y sus cuerpos de agua en el siglo XIX. (Betancourt A 1990).....	32
Figura 11. Mapa Zona Metropolitana de San Luis Potosí (INEGI, 2021).	33
Figura 12. Extensión territorial de la ciudad de S.L.P. en 1982 (Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población S.L.P., 2021).	37
Figura 13. Extensión territorial de la ciudad de S.L.P. en 1990 (Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población S.L.P., 2021).	39
Figura 14. Extensión territorial de la ciudad de S.L.P. en 2000 (Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población S.L.P., 2021).	41
Figura 15. Extensión territorial de la ciudad de S.L.P. en 2005 (Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población S.L.P., 2021).	42
Figura 16. Extensión territorial de la ciudad de S.L.P. en 2010 (Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población S.L.P., 2021).	44
Figura 17. Extensión territorial de la ciudad de S.L.P. en 2015 (Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población S.L.P., 2021).	46
Figura 18. Ubicación del personal ocupado en la industria manufacturera (Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población S.L.P., 2021).	48
Figura 19. Desarrollo urbano de San Luis Potosí (Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población S.L.P., 2021).	49
Figura 20. Escenarios de incidentes por manejo de sustancias peligrosas en S.L.P. (Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población S.L.P., 2021).....	52
Figura 21. Municipio de San Luis Potosí y municipio conurbados (Programa municipal de ordenamiento territorial S.L.P., 2021).	54
Figura 22. Estructura vial Estatal y Federal en el año 2018 (Programa municipal de ordenamiento territorial S.L.P., 2021).	56
Figura 23. Corredores económicos en la Zona Metropolitana de S.L.P.-S.G.S. (Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población S.L.P., 2021).....	59
Figura 24. Principales vías carreteras y vías férreas de la Zona Metropolitana SLP-SGS (Elaboración propia,2021).....	62
Figura 25. Fase 1 del proyecto Modernización Urbana ZMSLP-SGS. (Elaboración propia, 2021).	63

Figura 26. Segunda fase del Proyecto Modernización urbana de la ZMSLP-SGS (Elaboración propia,2021).....	64
Figura 27. Sección tipo del corredor vial en prolongación 20 de noviembre y avenida Eucaliptos (Elaboración propia, 2021).	65
Figura 28. Fase tres del proyecto de modernización urbana (Elaboración propia, 2021). 66	
Figura 29. Sección tipo del corredor estratégico Norte-Sur (Elaboración propia, 2021). ..	67
Figura 30. Cuarta fase del proyecto modernización urbana (Elaboración propia, 2021)...	67
Figura 31. Sección corredor periférico sur a Zona Industrial (Elaboración propia, 2021). 68	
Figura 32. Corredores viales y sistema de transporte masivo (Elaboración propia, 2021).	68
Figura 33. Liberación de terreno en la zona centro de la ciudad y propuesta de usos de suelo (Elaboración propia, 2021).	69
Figura 34. Render proyecto modernización urbana-ferroviaria SLP (Elaboración propia, 2021).	71
Figura 35. Render zona centro SLP. (Elaboración propia, 2021).	72
Figura 36. Render cruce a nivel debajo de viaducto elevado (Elaboración propia, 2021).72	

INTRODUCCIÓN

La movilidad se retoma a lo largo de la historia y ha sido muy importante para el entorno en el que vive los seres humanos, porque es la forma en que se desplazan (en costo y en tiempo) hacia los centros de productividad como es el trabajo, educación. La movilidad urbana es un concepto que toma una mayor relevancia cada que las ciudades van creciendo y se convierte en un problema o una solución dependiendo como se planifique los modos de transporte dentro de la ciudad. Los modos de transporte se han ido perfeccionando con el propósito de hacer el servicio más eficiente logrando reducir costo y tiempo en el traslado.

Este proyecto está basado en los orígenes del mejoramiento de la movilidad de una ciudad implementando un conjunto de proyectos de ingeniería que pueden considerarse en un plan de desarrollo en un plazo mayor a 15 años con el propósito de ordenar el crecimiento de una ciudad en el futuro. El conjunto de proyectos de ingeniería se centra en un método para mejorar la operación de las vías del ferrocarril que cruzan la ciudad.

En México el ferrocarril, data del año 1837 cuando el presidente en ese entonces, Anastasio Bustamante, ordenó la construcción de la primera línea ferroviaria para conectar el puerto de Veracruz con la capital del país. Desde ese entonces las líneas férreas crecieron de manera muy rápida a lo largo de todo el país hasta llegar al día de hoy con un Sistema Ferroviario Mexicano de más de 26 mil kilómetros. Durante esa época de crecimiento, se veían las necesidades que se tenían en ese momento y un poco más en el futuro. Estas necesidades eran mover mercancías y personas de una ciudad a otra, por lo que entre más cerca del centro de la ciudad pasara el ferrocarril era mejor. Sin embargo, hoy en día representa un gran problema para aquellas ciudades que siguen teniendo el paso de las vías férreas por el centro de la ciudad, dificultando la movilidad de vehículos y personas, disminuyendo la seguridad vial, entre otros.

En este sentido, surge la pregunta de investigación ¿existen alternativas de solución viables para mejorar e incrementar la movilidad de vehículos y personas en la zona metropolitana de San Luis Potosí? Una posible solución es un proyecto de ingeniería global incluyendo el derecho de vía de las vías férreas que atraviesan la ciudad de San Luis Potosí y con un reordenamiento de la ciudad facilitara la movilidad de vehículos y personas.

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo general

El objetivo general de esta tesina es proponer una solución al tráfico urbano y ferroviario de la zona metropolitana de San Luis Potosí para mejorar la movilidad en la ciudad y beneficiar a los habitantes de la zona.

Objetivos específicos

Para el desarrollo de esta tesina se plantean los siguientes objetivos específicos con el fin de entender más a fondo el problema planteado y la solución propuesta:

1. Conocer el surgimiento histórico de las vías férreas hasta un entorno actual del sistema ferroviario.
2. Identificar los problemas que se presentan en las ciudades que tienen una convivencia urbana con el ferrocarril.
3. Conocer el estado actual del sistema ferroviario en la zona metropolitana de San Luis Potosí.
4. Conocer la importancia de movilidad urbana en una ciudad.

JUSTIFICACIÓN

Con el gran crecimiento que se ha tenido en la ciudad de San Luis Potosí en los últimos años, debido a la llegada de muchas empresas del sector automotriz, y que la población en la zona metropolitana también ha ido en aumento, ha provocado que los habitantes y trabajadores en las empresas pierdan tiempo y dinero cuando ocurren retrasos debido al exceso de tráfico en las vialidades existentes.

En este contexto, tanto los habitantes de la zona metropolitana como las industrias demandan soluciones de movilidad para reducir el tiempo de traslado a su trabajo, ya sea con soluciones de transporte masivo o alternativas de nuevas vialidades donde el flujo sea más constante. Esta última solución es algo difícil de ejecutar ya que gran parte del crecimiento de la ciudad se planeó hacia la zona Sur-Oriente y no existen derechos de vía amplios o nuevos por liberar porque ya está todo construido.

Por este motivo, esta tesina propone conocer y analizar las causas que provocan este problema de movilidad en la ciudad de San Luis Potosí y proponer un proyecto que le dé solución.

MARCO TEÓRICO

Planteamiento del problema

En el siglo XIX, la ciudad San Luis Potosí, era uno de los principales puntos geográficos donde se establecían espacios de servicios del ferrocarril, ya que se encuentra localizada a la mitad del camino de la ruta México a Nuevo Laredo, generando beneficios económicos para los habitantes de esta ciudad.

Con el paso de los años, la ciudad ha ido aumentando su tamaño a tal punto de juntarse con municipios conurbados y formar una zona metropolitana de mayor tamaño. Por lo que lleva a que las vías férreas que cruzan la ciudad, que en algún tiempo fueron de mucho beneficio para la sociedad, ahora presentan un gran problema de movilidad para los usuarios, causando accidentes y pérdidas de tiempo, ya que éstas dividen la ciudad y, solo se cuenta con algunos y peligrosos puntos para cruzar de oriente a poniente.

Con la tecnología avanzando y con el crecimiento de otras ciudades metropolitanas en México, donde se ha presentado este mismo problema se han presentado diferentes proyectos para solucionar este gran problema social, pudiéndose tomar como ejemplo. En este caso se busca una solución de convivencia Urbano-Ferroviaria para el beneficio de más de un millón de habitantes en la Zona Metropolitana de San Luis Potosí. Frente a lo anterior surge la pregunta, **¿Cuál es el mejor proyecto-solución para la Modernización Urbano-Ferroviaria en la ciudad de San Luis Potosí?**

Antecedentes

La ciudad de San Luis Potosí fue en su momento un punto estratégico para Ferrocarriles Nacionales de México y donde se encontraban los talleres de mantenimiento de las locomotoras e instalaciones de gran importancia para la logística ferroviaria, ya que se encuentra en el punto medio de una de sus principales líneas ferroviarias para el transporte de carga y pasajeros hacia y desde

los Estados Unidos de América. Ver figura 1. La línea B, Ciudad de México a Nuevo Laredo, para el transporte de mercancías desde Estados Unidos de América hacia el centro y sur de México y la exportación hacia E.U.A. Igualmente la línea férrea L, desde el puerto de Tampico hasta Aguascalientes pasando por San Luis Potosí, por donde ingresaba una gran cantidad de productos de Europa, hacia el centro del país.



Figura 1. Mapa de México con la localización del estado de San Luis Potosí.

Actualmente la zona metropolitana de San Luis Potosí se encuentra, desde hace varios años, en una fase de crecimiento comercial e industrial por encontrarse en una zona geográfica ideal (como se presenta en la figura 1) para distribuir productos hacia el norte y centro del país. Para la concesionaria de esta línea B, Kansas City Southern de México, San Luis Potosí representa, en su línea más significativa, una zona de comercio ferroviario importante. Sin embargo, es un punto de conflicto también, tanto de seguridad como de contratiempo para los trenes que solamente pasan por la ciudad sin paradas con un destino diferente a San Luis Potosí (marcada con un círculo color azul). Véase figura 2.



Figura 2. Mapa de Líneas Ferroviarias concesionadas a Kansas City Southern de México.

Hipótesis

Mejorar el sistema de movilidad ferroviaria en la zona metropolitana de San Luis Potosí, conlleva mayor seguridad y productividad vial, además de un incremento en la calidad de vida de los habitantes. Y el sistema ferroviario de carga puede seguir operando con una mayor eficiencia, sumando a esto la posibilidad de implementar un sistema de transporte público masivo en la ciudad.

Bases teóricas

Se debe investigar y entender, desde el principio, que este problema existe en muchas ciudades del mundo en donde se han propuesto diferentes tipos de proyectos solución para mitigar el problema y lograr una convivencia Urbano-Ferroviaria de forma que los involucrados salgan beneficiados. Por esta razón, la

investigación de éste proyecto de ingeniería se basó en diferentes criterios y soluciones recopiladas por expertos en la materia de la ingeniería ferroviaria, así como datos y experiencias de la concesionaria para proponer el proyecto que sea más rentable socialmente y en su costo-beneficio.

CAPÍTULO I: Historia de las vías férreas

Historia del surgimiento de las vías férreas en el mundo

Es importante conocer la reseña histórica de las vías férreas para poder entender la actualidad del sistema de transporte ferroviario. Desde los inicios de la humanidad, aproximadamente más de 2,600 años atrás, surgía la necesidad a los seres humanos de desplazarse de un punto a otro por supervivencia para buscar agua, comida, vivienda en un ambiente cómodo y para esto lo único que tenían era a sí mismos, por lo tanto, debían caminar. Al momento de que el ser humano empieza a poseer objetos, que tenían que llevar consigo mismo, surge la idea de llevar a cabo la acción de arrastrar un carro o trineo, lo que suponía menos esfuerzo para ellos, fue aquí donde se determinó a esa acción como “transportar”.

Con el tiempo se fue evolucionando hasta construir un camino guiado con paralelas de madera por un terreno natural cubierto de piedra, uno de los más famosos caminos que actualmente se conserva es el de “Diolkos” en Grecia que data del siglo VII antes de Cristo. Un camino con una calzada variable de 3.0 a 6.0 metros de ancho, pavimentada con bloques de piedra caliza y con una separación de 1.50 metros de distancia entre los surcos que se utilizaban para la circulación guiada. Guerrero Fernández (2017).

Este nuevo medio de transporte se sumaba al ya existente transporte marítimo que surge aproximadamente en el año 2,000 A.C. Estos dos medios de transporte complementados aumentaron la capacidad de transporte de mercancías y pasajeros en aquellos tiempos, surgiendo ahí el multimodalismo.

Para el año 1550 se empezó a utilizar un mecanismo de vías de madera en algunas minas, debido a la necesidad de sacar el material de la mina con menor esfuerzo. Fue aquí donde se empezó a circular sobre tablones de madera separados entre sí unos centímetros, ya que de la parte inferior del carro donde se transportaba el material, sobresale un perno que servía como guía para no salirse del camino. En estas mismas minas, en el año 1630 comenzó a utilizarse un par de guías de madera más delgada (para economizar su uso) de forma paralela, unidas

entre si a cierta distancia por otros de madera delgada llamados “durmientes”. Éstos tienen el objetivo de asegurar el ancho de la vía establecido sin sufrir aberturas. Igualmente, las ruedas de madera de los carros fueron desgastándose con su uso sobre la vía, esto dio pie al diseño que se tiene actualmente de las ruedas con ceja, que se adecuan a la forma de las guías.

Fue en el año 1768 cuando se dio un avance tecnológico importante en la vía férrea, se creó propiamente el riel, un elemento de madera recubierto en una plancha de hierro, aumentando la duración de este elemento al reducir el desgaste por fricción de forma significativa. A partir de ahí empezaron a aparecer diferentes modelos y diseños de rieles, cada uno adecuándose a las necesidades de la mina donde se instalaban, algunos ya empezaron a ser completamente de hierro.

Dos décadas más tarde el ingeniero civil inglés William Jessop diseñó el sistema de riel con borde y rueda con pestaña, todo elaborado de hierro fundido. Un año más tarde Jessop junto con sus socios Benjamín Outram, Francis Beresford y John Wright fundaron la empresa *Butterley Iron Works* para fabricar rieles de hierro fundido, siendo la base de lo que se utiliza hasta nuestros días.

De igual manera, paralelamente a la evolución de la vía, se empezó a innovar en la fuerza motriz que movía los carros, si bien antes se utilizaba la fuerza de los humanos o animales, principalmente los caballos. Con el inicio de la era de la Revolución Industrial, donde se pasó de una vida basada en la ganadería y agricultura, a una vida más mecanizada con producción industrial, un elemento que surgió que cambio la historia de la humanidad fue la invención de la máquina de vapor.

En el año 1712, Thomas Newcomen fue el primero que inventó exitosamente una máquina de vapor, el principio estaba basado en que cuando el vapor se enfría y se condensa, su volumen se reduce. La máquina producía vapor de agua llenando un cilindro cerrado cuando se calentaba el agua mediante la combustión de carbón, era entonces que invadía el cilindro un chorro de agua fría, con el fin de condensar el vapor y crear un vacío, momento en que actuaba sobre la cara superior del pistón la presión del aire, jalándolo hacia abajo y este jalando una rueda para bombear el

agua fuera de las minas. Su principal defecto fue que el vapor se enfriaba demasiado rápido por lo que no se generaba la energía suficiente y requería mucha más cantidad de combustible o carbón.

Fue en 1776 que el ingeniero mecánico escocés, James Watt desarrolló y mejoró por completo el modelo basado en la máquina de vapor de Thomas Newcomen. Después de más de una década de trabajar en ella, la solución de James fue equipar el motor con una cámara de condensación separada, provocando eliminar la pérdida de calor que se producía cuando el vapor se condensaba en el cilindro del motor de la máquina de Newcomen. Esto resultó en una mejor eficiencia en el motor de Watt, reduciendo la cantidad de carbón consumido mientras se realizaba la misma cantidad de trabajo en ambas máquinas.

Con este invento revolucionario se obtuvieron consecuencias directas en los ferrocarriles. Se dieron cuenta que complementando la vía férrea con una máquina de vapor como fuerza motriz se podría constituir un sistema de transporte terrestre que pudiera mover cantidades pesadas de material sin la necesidad de utilizar animales para el arrastre. El ingeniero inglés especialista en minas R. Trevithick en 1802, fue el que construyó este sistema de transporte terrestre implementando la máquina de vapor sobre rieles de hierro, a la que se le llamó locomotora, tenía una capacidad de arrastrar diez toneladas de hierro en la minas y setenta personas a una velocidad de ocho kilómetros por hora.

Con el paso de los años, la locomotora fue evolucionando con los nuevos diseños que proponían los ingenieros: aumentando la velocidad de desplazamiento, y reduciendo su peso para dañar menos los rieles, pero se debía de tomar en cuenta que con un menor peso de la locomotora la adherencia disminuía por lo que se patinaban las ruedas y no se conseguía mover la carga. En 1812, Matthew Murray diseñó y fabricó una locomotora que tenía un sistema de cremallera, que patentó el año anterior el ingeniero inglés John Blenkinsop, solucionando el problema del patine de las ruedas, contando con dos ruedas dentadas que engranaban con los dientes de la vía.

Dos años después el ingeniero inglés George Stephenson diseñó una locomotora que llegó a alcanzar una velocidad promedio de veinticuatro kilómetros por hora, siendo ésta la primera locomotora eficiente construida, aunque el sistema de transitar de la locomotora por la vía seguía siendo peligroso, sobre todo en las curvas porque existía el peligro de que las ruedas se montaran en el riel. Este problema se solucionó muchos años después diseñando una rueda con holguras sobre los rieles de tal forma que quedaran las ruedas guiadas, éste es la base del sistema que hoy en día se sigue utilizando.

La figura 3 muestra un mapa con las vías férreas en todo el mundo actualmente.

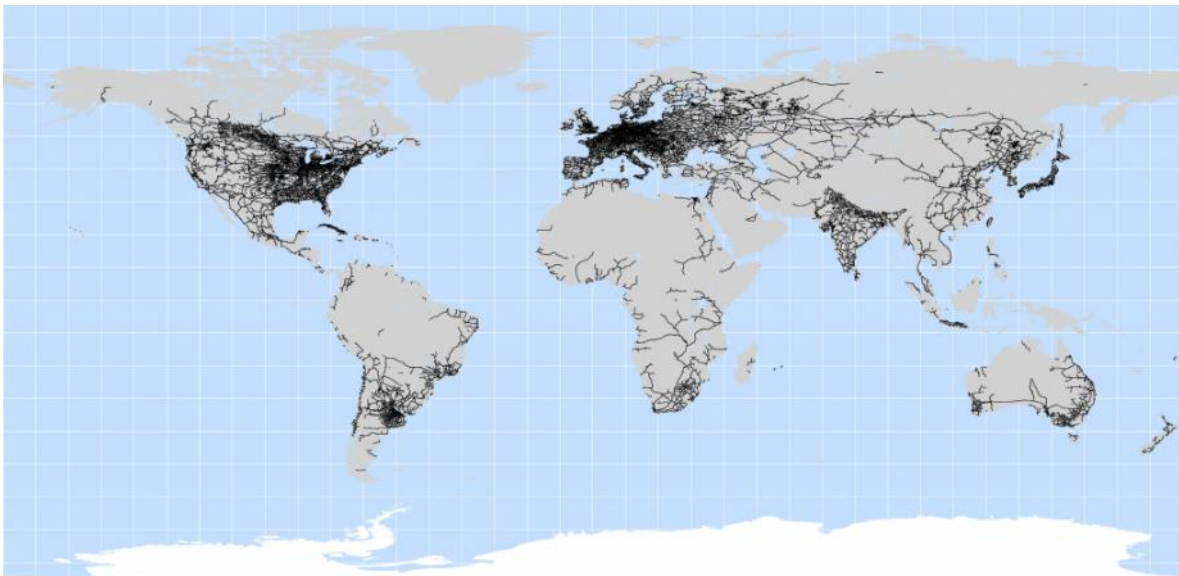


Figura 3. Líneas Ferroviarias actuales en el mundo (El Sol (Argentina), 2014)

Las primeras redes ferroviarias en Europa

El movimiento de material en las minas fue todo un éxito gracias a la vía férrea, por lo que muchos empresarios comenzaron a idear la forma de aplicar la movilización de transporte y pasajeros entre diferentes centros poblacionales y de comercio.

En 1825, al noreste Inglaterra se inauguró la primera línea férrea pública del mundo, que unía las ciudades de Stockton y Darlington teniendo un recorrido de aproximadamente veinte kilómetros. Durante los primeros años solo se transportaba

carga sobre esa vía, se utilizaba la locomotora de vapor y en algunas ocasiones también se utilizaba caballos como fuerza motora.

Cinco años después, en 1825, se inauguró la línea que une las ciudades de Manchester y Liverpool en el oeste de Inglaterra, cubriendo un recorrido de sesenta kilómetros viajando a una velocidad de veintiocho kilómetros por hora, en esta línea circulaban exclusivamente locomotoras de vapor, por lo que adquirió un gran éxito comercial, económico y técnico, transformando el concepto de vías férreas y eliminando los obstáculos que se opusieron al desarrollo de un nuevo modo de transporte. El problema principal que se tenía en el sistema ferroviario era la fragilidad de los rieles al circular cargas muy pesadas, que se solucionó primeramente con la mejora en el proceso de manufactura de los rieles y posteriormente con el uso de acero.

En 1830, Rusia ya contaba con la línea férrea que unía San Petersburgo con villa de los Zares de aproximadamente 17 kilómetros; en 1842 comenzó la construcción de la línea ferroviaria entre las ciudades de San Petersburgo y Moscú, con una longitud de aproximadamente 720 kilómetros, ésta fue inaugurada con su primer recorrido hasta 1851.

En Alemania que había inaugurado su primera línea pública en 1835 entre Nuremberg y Fürth, con un recorrido de diez kilómetros. En 1850 ya tenía más de 5,000 kilómetros de vías férreas que conectaban sus ciudades, incluyendo un corredor de 640 kilómetros que iba desde la capital Berlín hasta la frontera con Bélgica. Este último país también inauguró el mismo año (1835) su primera línea pública entre las ciudades de Bruselas y Malinas, con 32 kilómetros de longitud.

En 1837 tanto como Francia como España inauguraban sus primeras líneas ferroviarias, la línea francesa conectaba las ciudades de Paris con Saint Germain. Por otro lado, España en una de sus colonias en América, en el preciso país de Cuba, inauguraba su línea La Habana, Bejucal con 28 kilómetros de longitud. Fue hasta 1840 que se construyó la primera línea férrea en territorio de la península ibérica, uniendo la ciudad de Barcelona con Mataró, con un recorrido de 32 kilómetros aproximadamente. (Guerrero Fernández, 2017).

Las tecnologías de todas índoles, que se desarrollaban primero en Europa, se propagaban por el resto del mundo, adoptándolas y adaptándolas para su aplicación. Las vías férreas como beneficio para el transporte entre centros poblacionales para el transporte de mercancías y pasajeros no fue la excepción.

Inicios del ferrocarril en América

Estados Unidos de América, en 1827, fue el primer país en iniciar las vías de ferrocarril en el continente americano debido al gran intercambio cultural y económico con Inglaterra. Fueron veinticinco años después cuando fue concluida completamente la primera línea férrea en este país, en donde se uniría la ciudad de Baltimore en Maryland, con Parkersburg en Ohio, cubriendo 515 kilómetros de longitud entre estas dos ciudades. Aunque durante estos años se fueron inaugurando ramales con recorridos más cortos. Se continuó con la construcción de vías a lo largo de todo el país y a mediados del siglo XIX ya existían 14,000 kilómetros de vías férreas en los Estados Unidos.

En el año 1850, se inició la construcción de la primera línea férrea intercontinental en América: una vía de aproximadamente 75 kilómetros que unía el océano Atlántico con el océano Pacífico, en Panamá. Esta zona desde la época colonizadora llamó mucho la atención como un estrecho geográfico para dar continuidad a trayectos marítimos entre Europa y Asia. Esta vía férrea incrementó el comercio mundial, ya que se consideraba un puente terrestre a las principales rutas marítimas que tenían origen en los principales puertos de Europa y el Este de Estados Unidos hacia Australia, Asia y la costa Oeste de Estados Unidos, cabe señalar que éste último era el más interesado en este proyecto.

En la década de 1860, se planteó y se construyó la primera línea intercontinental de los Estados Unidos, uniendo a las redes ferroviarias existentes con el estado de California en la costa del océano pacífico. Esta línea tiene una

longitud de aproximada de 3,070 kilómetros, cuya construcción se realizó en dos frentes de trabajo a la vez.

Durante esa misma década, en el año 1867, también Canadá ya contaba con algunas líneas ferroviarias que unían poblaciones en los estados de Ontario y Quebec, conectando también con diferentes estados de Estados Unidos como Michigan, Massachusetts y Connecticut. (Guerrero Fernández, 2017).

Inicios del ferrocarril en México

El ferrocarril en México se retoma unos 14 años después de la fundación como país. Fue en el año 1837, que el presidente Anastasio Bustamante otorga un privilegio para construir y explotar la primera línea ferroviaria desde el puerto de Veracruz hasta la Ciudad de México, un tramo que recorre 424 kilómetros de longitud. Sin embargo, debido a diferentes acontecimientos cruciales en el país, (la primera y segunda intervención francesa, la guerra de Reforma, la guerra contra Estados Unidos, entre otros), los recursos económicos se utilizaban para atender estos eventos, y la inauguración del proyecto ferroviario se fue retrasando, a tal punto que 30 años después del inicio de la construcción, solo se habían concluido 215 kilómetros del total. Dos años después se inauguró un ramal en esta misma línea que iba de Apizaco en Tlaxcala a la ciudad de Puebla. Finalmente, en el año 1872 el presidente en turno, Sebastián Lerdo de Tejada, inauguró en su totalidad el tramo México-Veracruz, integrándose así el Ferrocarril Mexicano con su vía troncal México-Veracruz y sus ramales: Apizaco-Puebla y Veracruz-Jalapa, como se muestra en la figura 4.



Figura 4. Mapa Ferrocarril Mexicano (1877).

Al terminar el periodo presidencial de Lerdo de Tejada, el sistema del Ferrocarril Mexicano contaba ya con 631 kilómetros construidos, sumándose al anteriormente descrito, la vía Mérida-Progreso y la vía de Ciudad de México-Cuautitlán (Navarro Leal, 2015).

El Sistema Ferroviario Mexicano tuvo un gran avance durante el mandato de Porfirio Díaz, fue en los dos primeros periodos presidenciales donde se registró mayor actividad de construcción, a continuación, se muestran de manera cronológica las siguientes concesiones otorgadas:

- Año 1877, tramo México-Toluca
- 1877, tramo Celaya-León
- 1878, tramo Ciudad de México-Cuautla
- 1878, tramo Zacatecas-Aguascalientes-Lagos
- 1878, tramo Mérida-Peto
- 1878, tramo Mérida-Progreso

- 1878, tramo Veracruz-Alvarado
- 1879, tramo San Miguel Ometusco-Pachuca.

En 1880, al terminar el primer mandato de Porfirio Díaz como presidente, México contaba con poco más de 1,000 kilómetros de vías férreas en operación.

Con la entrada del nuevo presidente Manuel González Flores se otorgaron dos concesiones a empresas norteamericanas para realizar tres grandes proyectos ferroviarios. El primero fue en 1880 se le otorga la concesión para construir y explotar una línea entre México y Ciudad Juárez a la empresa Ferrocarril Central Mexicano una empresa con sede en Boston. Ese mismo año se autoriza la concesión a la empresa Compañía Constructora Nacional (compañía de Denver, posteriormente llamada Compañía del Ferrocarril Nacional Mexicano) la construcción y explotación de las líneas ferroviarias de México a Manzanillo y la vía para unir la Ciudad de México con Nuevo Laredo. Actualmente éstas son las tres líneas con mayor movilidad de carga en el país.

Una vez iniciado el segundo periodo del presidente Porfirio Díaz que fue de 1884 a 1911, se continuó con la construcción de nuevos tramos ferroviarios donde la mayoría de éstos eran administrados por empresas extranjeras. Por esta razón, en 1898 se propuso regular el sistema de concesiones a empresas ferrocarrileras, y en 1900 se publicó la Primera Ley General de Ferrocarriles, donde se estableció que solamente se otorgarían concesiones de construcción y explotación de líneas férreas cuando éstas satisficieran las necesidades económicas del país y unieran el interior de la república con los puertos comerciales de mayor importancia.

En el año 1908, se firmó un convenio entre las empresas Compañía del Ferrocarril Nacional Mexicano, Ferrocarril Central Mexicano y el Gobierno Federal, para crear la compañía de los Ferrocarriles Nacionales de México (N. de M.) en el cual el gobierno participaba con un 58%.

Dos años más tarde antes de terminar el tercer período presidencial de Porfirio Díaz, en 1910, México tenía 24,700 kilómetros de vías férreas, todos administrados por Ferrocarriles Nacionales de México.

Este sistema ferroviario tuvo un gran deterioro debido al abandono que sufrió durante el periodo entre 1910 y 1929 donde se presentaron la Revolución Mexicana y la guerra de Los Cristeros, fue hasta el año 1937, siendo presidente Lázaro Cárdenas, quien expropió en su casi en su totalidad las vías en manos de empresas extranjeras para ser administradas por N. de M solamente quedando El Ferrocarril de Sonora-Baja California privatizados en 1987, los ferrocarriles Unido de Yucatán que es 1975 paso a llamarse Ferrocarriles Unidos del Sureste y con la privatización en 1999 paso a convertirse en Ferrocarriles Chiapas-Mayab. En la figura 5 se muestran las vías propiedad de Ferrocarriles Nacionales de México.



Figura 5. Mapa Sistema Ferroviario Mexicano (Ferrocarriles Nacionales de México, 1959).

Durante un periodo de 30 años, entre 1937 a 1967 solo se construyeron aproximadamente 1,150 nuevos kilómetros de vías debido a atrasos generados, producto de la Segunda Guerra Mundial.

Guerrero Fernández (2017) señala que, en 1987, el gobierno mexicano bajo el mando del presidente Miguel de la Madrid fusionó a los diversos ferrocarriles en una sola entidad, a la cual se le denominó Ferrocarriles Nacional de México (FNM) que estaría supervisada por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).

Debido a la deuda que tenían los ferrocarriles, y a la baja eficiencia del servicio que proporcionaba FNM a los clientes y a la población, en el año 1995, durante la presidencia de Ernesto Zedillo, se anuncia la privatización de todas las divisiones de FNM y, finalmente, a partir de 1996 se otorga mediante el mecanismo de

concesiones a empresas privadas las líneas ferroviarias de México para dar el servicio de transporte ferroviario, conservando el Estado Mexicano la propiedad de la infraestructura. Las empresas concesionarias (ver Figura 6) que operan desde entonces hasta la actualidad (2021), se describen a continuación:



Figura 6. Mapa Sistema Ferroviario Mexicano, ARTF (2020)

Kansas City Southern de México (KCSM), sus líneas principales de color rojo en el centro y noreste del país.

Ferrocarril Mexicano (FERROMEX), sus líneas concesionadas principales son las de color azul. Da servicio en el centro y todo el noroeste del país.

Ferrosur, sus principales líneas concesionadas se muestran en color verde, principalmente en el centro-sur de México.

Ferrocarril y Terminal del Valle de México (FERROVALLE), sus líneas se encuentran en el Valle de México, en el centro del país, se representan en color amarillo.

Línea Coahuila Durango, representada de color naranja, presta servicio en los estados de la zona Nor-central de México.

Ferrocarril del Istmo de Tehuantepec (Ferroistmo), sus líneas se encuentran al sureste del país y están representadas en el mapa de color café, actualmente se encuentra en construcción el Tren Maya, un tren turístico en esta zona que será administrado por Fonatur.

Ferrocarril Tijuana-Tecate, se encuentra en el estado de Baja California representada con una línea corta de color azul.

Todas estas empresas son reguladas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) mediante la Dirección General de Desarrollo Ferroviario y Multimodal (DGDFM) y la Agencia Reguladora del Transporte Ferroviario (ARTF).

Importancia del ferrocarril en San Luis Potosí

El proyecto ferroviario de San Luis Potosí tuvo sus orígenes alrededor de los años 1877, cuando creció el interés de comunicar la ciudad de San Luis Potosí con el Golfo de México, mediante una vía de comunicación eficaz y segura, a pesar de ya estar en construcción una carretera desde la capital del Estado hasta el puerto de Tampico. El interés se incrementó después de ver el éxito que tuvo la línea que se abrió de México a Veracruz, queriendo replicar algo similar en la capital potosina, ya que por su posición geográfica era ideal para distribuir el comercio que llegaba del puerto de Tampico hacia el centro-bajío del país.

Fue el día 12 de abril de 1878 que se firma el contrato donde el gobierno federal le otorga la concesión del ferrocarril al gobierno del estado de San Luis Potosí, donde autorizaba la construcción del ferrocarril hacia Tampico. Dos años más tarde, el 4 de marzo de 1880 se logró formar la compañía constructora, con capital en su mayoría potosino, para la construcción de esta línea. Sin embargo,

dicha compañía se vio imposibilitada para concluir la empresa y en 1880 declinó su derecho sobre la concesión de construcción y operación del ferrocarril San Luis-Tampico.

En octubre de ese año se publicó en el periódico oficial la nueva licitación para el otorgamiento la concesión. Así pues, el 30 de noviembre de 1880, se adjudica la concesión a la Compañía del Ferrocarril Central Mexicano, junto con ello el privilegio de recibir gratuitamente todos los terrenos propiedad del municipio y del estado para establecer sus vías, estaciones, oficinas y demás inmuebles necesarios para llevar a cabo el establecimiento del ferrocarril.

El proyecto de la empresa Ferrocarril Central Mexicano continuó y, en el año 1881, la empresa adquirió el contrato que el Ejecutivo Federal había firmado con los gobiernos de Aguascalientes y San Luis Potosí, y de este modo la empresa se adjudicó el proyecto completo para unir Aguascalientes, San Luis Potosí y Tampico. Véase Figura 7. La compañía quedó obligada a concluir sus diversos proyectos entre 1893 y 1895.

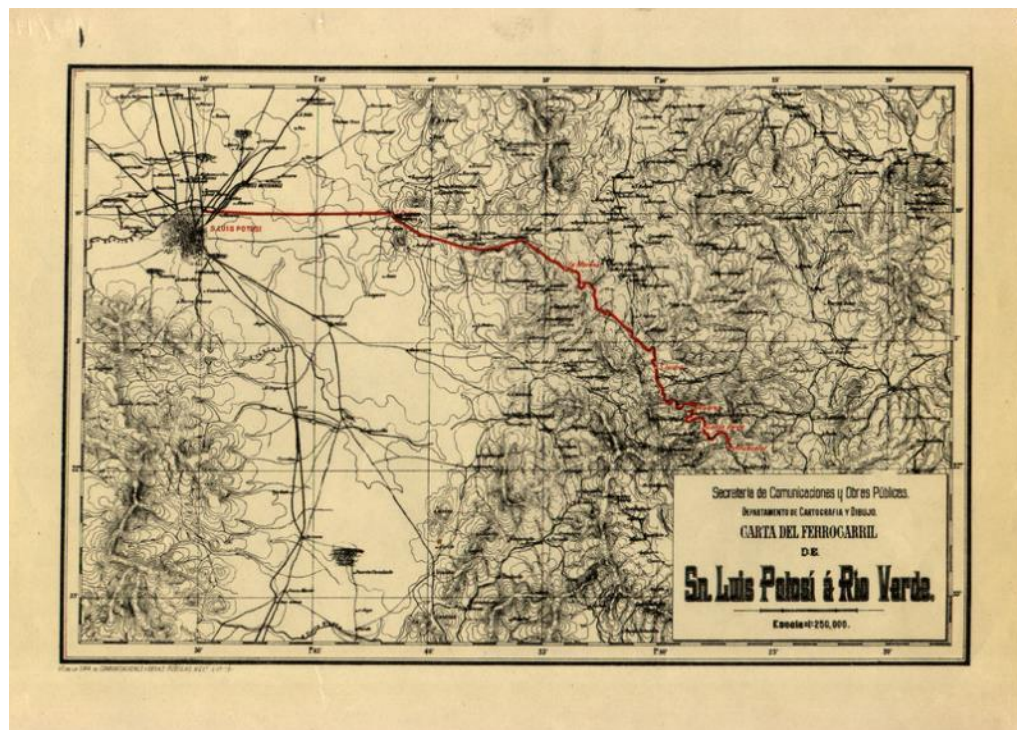


Figura 7. Carta del Ferrocarril de S.L.P. a Río Verde, línea L (Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas, 1910).

El proyecto para establecer la vía hacia el puerto de Tampico fue el que involucraría capital potosino y fue mucho más tortuoso que el proyecto del Ferrocarril Nacional Mexicano. Esta última concesión se desarrolló por el gobierno federal mediante concesión otorgada a finales de 1880 a James Sullivan, que la traspaso al Ferrocarril Nacional Mexicano el 23 de mayo de 1883, la cual constaba de construir y operar la primera línea ferroviaria que conectara la capital del país (Ciudad de México) con los Estados Unidos (Laredo), viéndose beneficiada la ciudad de San Luis Potosí, ya que el trazo ferroviario pasaría por ésta. El impacto de este ferrocarril fue el que más trascendió en el ámbito económico para los potosinos por que fue el primero que tocó la ciudad de San Luis Potosí, en 1888. Causó tanta euforia que ya no se logró captar a los medios periodísticos con la llegada del Ferrocarril Central Mexicano con la línea San Luis Potosí-Tampico en el año 1889. Otra de las razones fue que la línea completa del ferrocarril de Laredo se inauguró en San Luis Potosí, punto intermedio que unía los trabajos entre México y Laredo; por ello acudió a la inauguración el propio presidente Porfirio Díaz, lo que causó aun mayor revuelo.

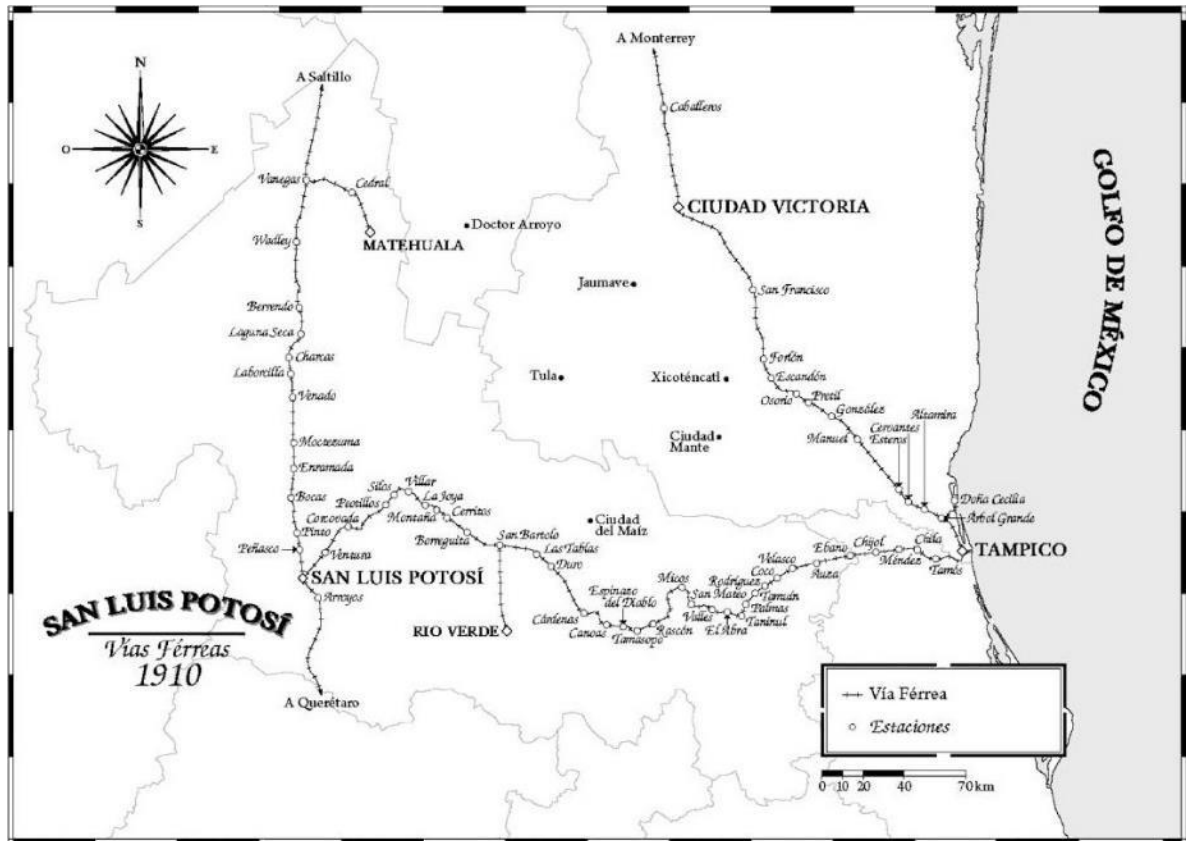


Figura 8. Mapa vías férreas en San Luis Potosí en 1910 (Francisco J. Gorostiza, 2010).

CAPÍTULO II: Antecedentes de la ciudad de San Luis Potosí

Geografía e historia de San Luis Potosí

El estado de San Luis Potosí se ubica en el centro-norte del país, limitando con Nuevo León y Tamaulipas al norte, Veracruz al este, Hidalgo, Querétaro y Guanajuato al sur, y Zacatecas al oeste. Fue establecido el 3 de noviembre de 1592. Forma parte de la alianza Bajío-Occidente. Véase Figura 9.



Figura 9. Mapa del Estado de San Luis Potosí.

El estado de San Luis Potosí cuenta con 58 municipios, los cuales se encuentran distribuidos en 4 regiones principales: Región Huasteca, Región Media, Región Centro y Altiplano Potosino. De los cuales destacan algunos municipios importantes como San Luis Potosí, Soledad de Graciano Sánchez, Matehuala, Tamasopo, Río Verde, Tamuín, Ciudad Valles, Tamazunchale, Cerro de San Pedro, Vanegas, Cerritos, San Vicente Tancuayalab, Salinas, Real de Catorce, Charcas.

La superficie total del estado es de 60 546.79 km² y representa aproximadamente el tres por ciento de la superficie total del país. Cuenta con una población total de 2,822,255 habitantes (2020) colocándolo en el lugar 19 a nivel nacional como entidad federativa más poblada.

San Luis Potosí (SLP) es la ciudad y municipio mexicano del estado de San Luis Potosí, es la capital y la ciudad más poblada. La ciudad está ubicada en la zona centro norte del estado y es la sede de los poderes ejecutivo, legislativo y judicial del estado. Su altitud promedio es de 1.860 metros sobre el nivel del mar.

De acuerdo a datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) el municipio cuenta con una población de 911,908 de habitantes al año 2020.

El nombre de la ciudad se deriva de su santo patrono San Luis, Rey de Francia (Luis IX de Francia) y en referencia similar a la región de las ricas minas del Potosí en Bolivia, ya que la ciudad de San Luis Potosí era una ciudad minera.

En el siglo XVI y durante la época en que la Nueva España ganó el poder imperial, fue considerada uno de los centros más importantes de minería, agricultura, ganadería, comercio, cultura, religión, administración y política. Famosa por participar en la lucha por la independencia de México (ambos bandos), durante el siglo XIX y principios del XX fue un activo centro político, militar, ideológico y religioso. Es considerada la cuna de la llamada Revolución Mexicana, porque en el estado se redactó el "Plan San Luis" (1910), que fue un llamado general a un levantamiento armado y el fin del movimiento Porfiriato.

La mancha urbana de la ciudad colinda con el municipio de Soledad de Graciano Sánchez (SGS) siendo así, desde 2005, es considerado como la Zona Metropolitana de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez (ZM SLP-SGS) con una población de 1,243,980 habitantes según el censo del INEGI en el año 2020. La zona metropolitana abarca una superficie aproximada de 263 kilómetros cuadrados de extensión. En términos orográficos, la zona metropolitana se encuentra asentada en su mayoría en el valle Tangamanga desde la Sierra de San Miguelito hasta la Sierra de Álvarez, ambas declaradas áreas naturales protegidas y pertenecientes a la Sierra Madre Oriental, colindando con los municipios de Mexquitic de Carmona, Cerro de San Pedro, Villa de Reyes y Villa de Zaragoza.

Hidrográficamente, existen dos ríos de gran importancia que cruzan la ciudad, el primero es el Río Santiago el cual se forma en la Sierra de San Miguelito. Al oeste de la ciudad sobre el cauce del río se encuentra la Presa de San José la cual abastece a una parte de la ciudad de agua, dejando seco el cauce del río y el cual, actualmente es utilizado como un boulevard rápido vial desde el oeste de la zona metropolitana hacia el este hasta el municipio de Soledad de Graciano Sánchez. Regularmente en temporadas de lluvias, unos 15 días al año, se cierra

este boulevard para desfogar el exceso de agua de la presa. Por otro lado, el segundo rio que cruza la zona metropolitana es el Rio Españita este también surge en la Sierra de San Miguelito, pero desde el sur de la ciudad hacia el norte, sobre el cauce del rio se encuentra la presa Cañada del Lobo. Al igual que el rio Santiago, el rio Españita en su parcialidad es utilizado como un boulevard vial dentro de la zona central de la metrópoli. Finalmente, los dos cauces desembocan al noreste de la ciudad en terrenos permeables que conforman los puntos de drenaje de la subcuenca. Ver Figura 10.

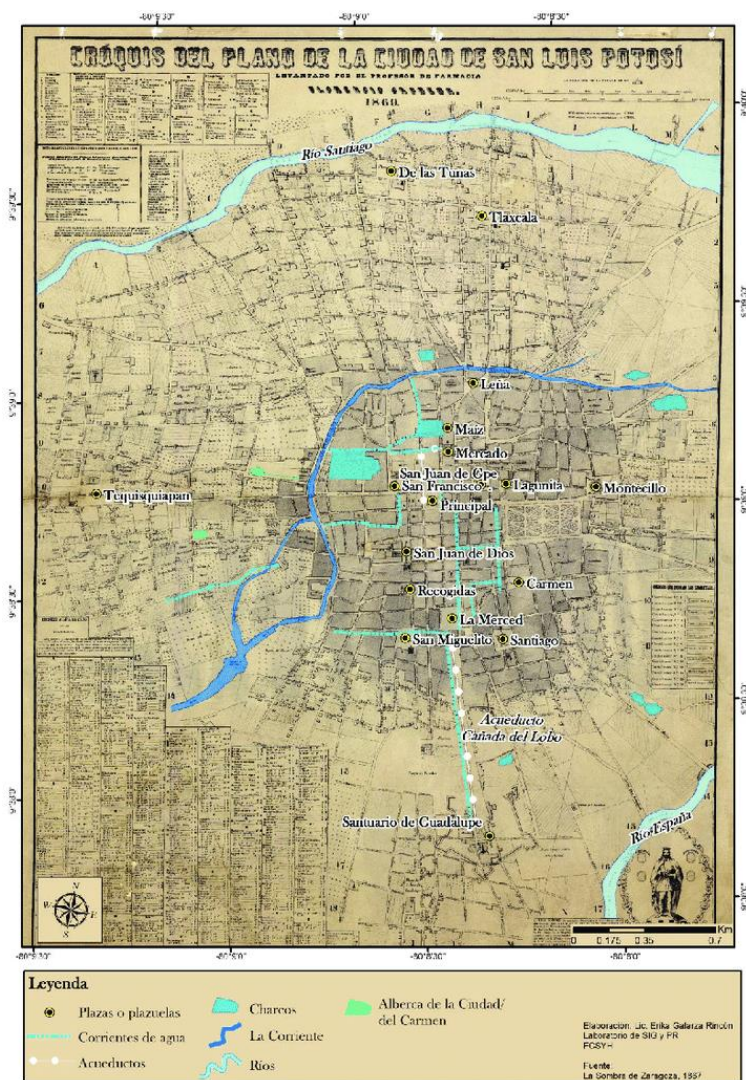


Figura 10. Mapa de la Ciudad de San Luis Potosí, y sus cuerpos de agua en el siglo XIX. (Betancourt A 1990)

Climatológicamente, la zona metropolitana de San Luis Potosí- Soledad de Graciano Sánchez se encuentra en una zona desértica por lo que presenta un clima semiseco templado con pocas lluvias en el verano y una temperatura media de entre 16 y 18 grados centígrados, siendo las tardes más calurosas y en las noches una temperatura más baja.

Para esta investigación es importante destacar que la ciudad se consideró como una zona conurbada, es decir, una zona urbanizada que rebasa los límites administrativos de un solo municipio; englobando al área metropolitana con zonas agrícolas y localidades menores que se encuentran dentro de los municipios que la conforman. El estudio requiere abarcar una escala regional más que urbana, por lo que la investigación no solo se centra en el área urbana de la ciudad de San Luis Potosí, sino que se debe proponer una solución que incluya las localidades de los municipios de San Luis Potosí, Soledad de Graciano Sánchez, Mexquitic de Carmona, Cerro de San Pedro y Villa de Reyes. Ver figura 11.



Figura 11. Mapa Zona Metropolitana de San Luis Potosí (INEGI, 2021).

Antecedentes de urbanización de San Luis Potosí.

Antes de 1888, el medio de transporte de los habitantes de San Luis Potosí lo constituían mulas, burros y carretas. Sin embargo, con muchos esfuerzos del gobierno, se concluyó la vía férrea que conectaría México con Estados Unidos: la vía Ciudad de México-Laredo. Ese mismo año se terminó de construir la estación Mitzel que fue elogiada por su belleza arquitectónica, que mezclaba elementos franceses e ingleses; contaba con una estación de carga separada de la de pasajeros para no entorpecer los movimientos. Esta vía, a cargo de la empresa Ferrocarril Nacional Mexicano, comenzó su construcción en Laredo y en Ciudad de México, pero fue en San Luis Potosí donde se fijaron los últimos rieles para su conexión continua (1888). A pesar de no ser considerada una vía próspera y generadora de cuantiosas ganancias, se buscó estar apegada a las políticas del momento de modernidad y prosperidad para poder reactivar la economía y comercio, convirtiéndose así la capital potosina en el corazón del transporte en el siglo XIX, así fue la máquina con el número 113, la primera en pasar por San Luis Potosí. Un mes después de su paso, llegó el tren de pasajeros con la llegada del tren presidencial tripulado por Porfirio Díaz. El primer recorrido de 21 horas de duración fue de México a San Luis Potosí, en el que hubo un accidente en el camino. Estableciéndose ahí los talleres de ferrocarril más grandes de su tiempo y de la región, gracias a su posición geográfica y logística para el transporte de mercancía hacia Estados Unidos y de pasajeros hacia la capital de México. El tren de pasajeros dejó de funcionar en 1994 con la desaparición de la empresa Ferrocarriles Nacionales de México.

En una primera etapa de un urbanismo naciente entre los años 1900 a 1940, la población de la ciudad de San Luis Potosí creció apenas un 33%, en un periodo de cuarenta años marcado por el crecimiento natural de la población iniciando con 300,000 habitantes hasta en 1940 llegar a 450,000 habitantes.

La segunda etapa teniendo un crecimiento rápido entre los años 1940 y 1980, la población de la ciudad, casi se triplicó respecto al periodo anterior y el grado de la urbanización aumentó dos veces y media más teniendo un crecimiento del 242%

de la población hasta llegar a 1,090,000 habitantes, comenzando el proceso de metropolización en la zona.

En la última etapa (del año 1980 al 2020) donde se considera como una consolidación urbana, la población aumento en un 15% respecto al año 1980, teniendo una población según el último censo (2020) poblacional del INEGI, 1,250,000 de habitantes en la zona metropolitana.

La compañía Ferrocarril Central Mexicano contaba con una vía desde Guadalajara hasta Tampico, esta vía también pasando por el centro de la ciudad de San Luis Potosí. Sin embargo, fue hasta el año 1980 que la conexión San Luis Potosí con el puerto de Tampico cobro gran importancia mercantil para el estado potosino, debido a una política nacional establecida en el Plan Nacional de Desarrollo 1976-1982 para impulsar el desarrollo de nuevos polos industriales, siendo favorecidas principalmente ciudades medias.

La ciudad de San Luis Potosí presenta tendencias al crecimiento rápido por ser una de las ciudades que comenzaron con el proceso de metropolización en México y por pertenecer al grupo de ciudades manufactureras, que son las presentaron mayores tendencias de crecimiento en México. De igual manera, San Luis Potosí refleja los efectos de la apertura comercial al orientar su crecimiento hacia su área industrial, automotriz y logística desde los años 1980 hasta la fecha (2021).

A continuación, se muestra un mapa de la ciudad de San Luis Potosí en el año 1982, como se puede observar en la Figura 12, la mayor parte de la población y zona habitacional está concentrada en un radio de cuatro kilómetros entre los ejes viales Avenida Doctor Salvador Nava Martínez y el Boulevard Rio Santiago.

Apenas se iniciaba con la plantación y construcción del parque Tangamanga I hasta su inauguración en 1983, considerado en la actualidad (2021) como el segundo parque urbano más grande de México con más de cuatrocientas hectáreas de superficie, tan solo después del Bosque de Chapultepec en la Ciudad de México.

El anillo periférico de la ciudad, el Boulevard Antonio Rocha Cordero, como se le conoce actualmente, funcionaba como un periférico para el transporte que iba de paso de la ciudad con otro destino, ya que este se encontraba fuera de la ciudad al igual que la cabecera municipal de Soledad de Graciano Sánchez, estaba aislada del resto de la población.

Respecto al comercio industrial, al Sur- Sureste de la ciudad se iniciaba con el establecimiento de algunas plantas industriales sin llegar a poblar terrenos de la delegación La Pila, para estos años la delegación Pozos se encontraba en terrenos agrícolas. Ver figura 12.

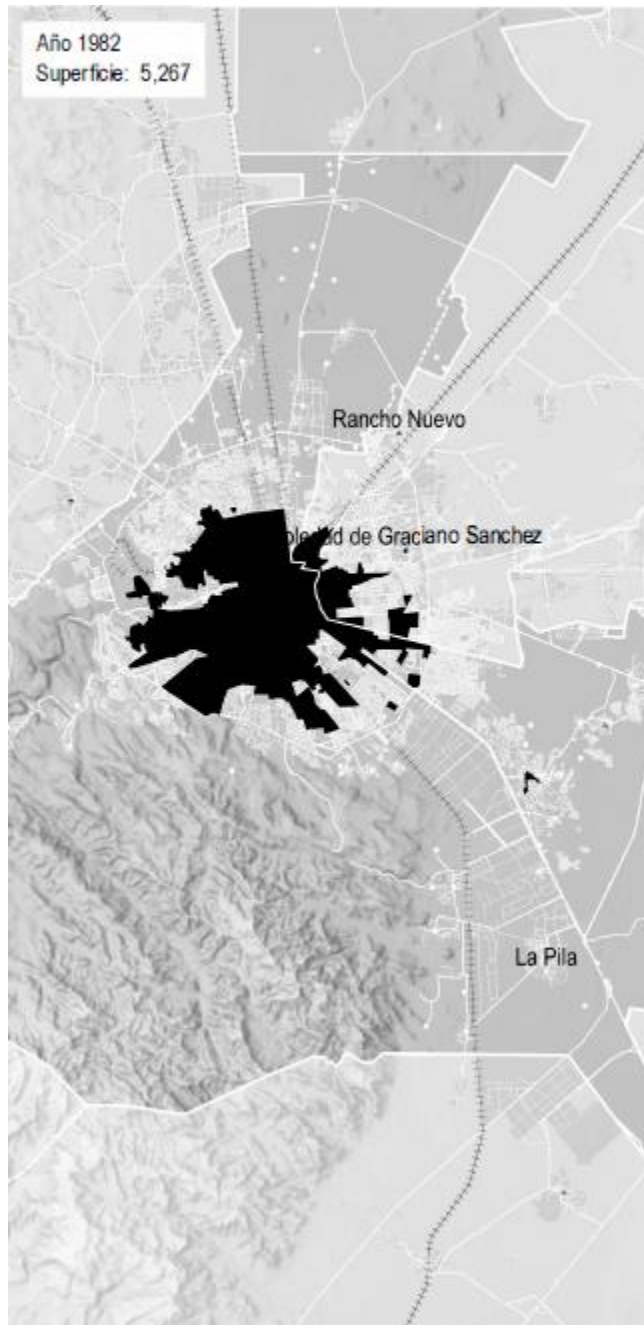


Figura 12. Extensión territorial de la ciudad de S.L.P. en 1982 (Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población S.L.P., 2021).

Durante la siguiente década, la población potosina aumentó a 1,253,500 habitantes por lo que la extensión de la ciudad creció a un aproximado de cinco kilómetros de radio.

Debido al gran éxito deportivo, recreativo y comercial del parque Tangamanga I, se inicia con la reforestación y construcción del parque Tangamanga

II en las periferias de la ciudad al noreste, en la carretera de salida hacia Zacatecas, donde antiguamente se localizaba el aeropuerto nacional de San Luis Potosí, en la lejanía de la mancha urbana.

La zona industrial al sur-sureste de la ciudad sigue creciendo, teniendo como atractivo la carretera que lleva hacia la capital del País, así como el paso de una de las dos líneas ferroviarias más importantes de México, y el gasoducto desde la refinería de Tula hasta Guadalajara, pasando por el municipio de Villa de Reyes (municipio conurbado al sur de la ciudad). Debido a este crecimiento industrial al sur, se tuvo un crecimiento habitacional sobrepasando la Avenida Doctor Salvador Nava Martínez. Algunas pocas industrias se establecen en un nuevo desarrollo al norte de la ciudad en la carretera rumbo a Nuevo Laredo.

Al poniente de la ciudad, en la carretera rumbo a la ciudad de Guadalajara continua el crecimiento habitacional con las colonias Lomas. Como se puede observar en la figura 13.

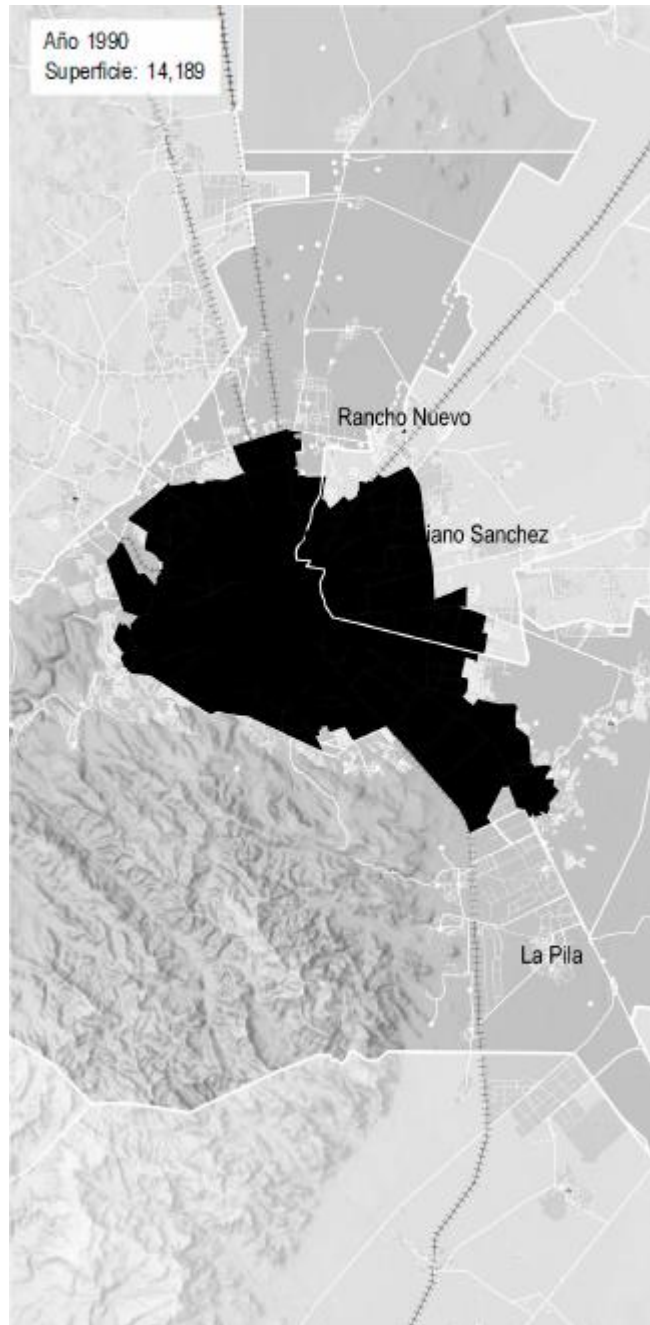


Figura 13. Extensión territorial de la ciudad de S.L.P. en 1990 (Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población S.L.P., 2021).

Entre los años 2000 y 2010 el crecimiento de la ciudad se realizó de una manera exponencial debido a la inversión en el sector industrial en San Luis Potosí. En el año 2001 entró en operación la terminal intermodal Interpuerto en la zona industrial de S.L.P. Así como el inicio de la construcción de un complejo automotriz por la instalación de una armadora de vehículos estadounidense en el 2008, en una

superficie de 347 hectáreas, detonó que diversos proveedores de esta empresa también se establecieran en el Sur-Sureste de la ciudad. La zona industrial, con diversos parques industriales, llegaron a establecerse en los terrenos de la delegación La Pila.

Al oriente de la ciudad las zonas habitacionales ya cruzaban el Anillo Periférico Boulevard Antonio Rocha Cordero de la ciudad, así como en el Este de la ciudad. la ciudad de San Luis Potosí ya colindaba con el municipio de Soledad de Graciano Sánchez, comenzándose a considerar una pequeña Metrópoli. Ver figura 14.

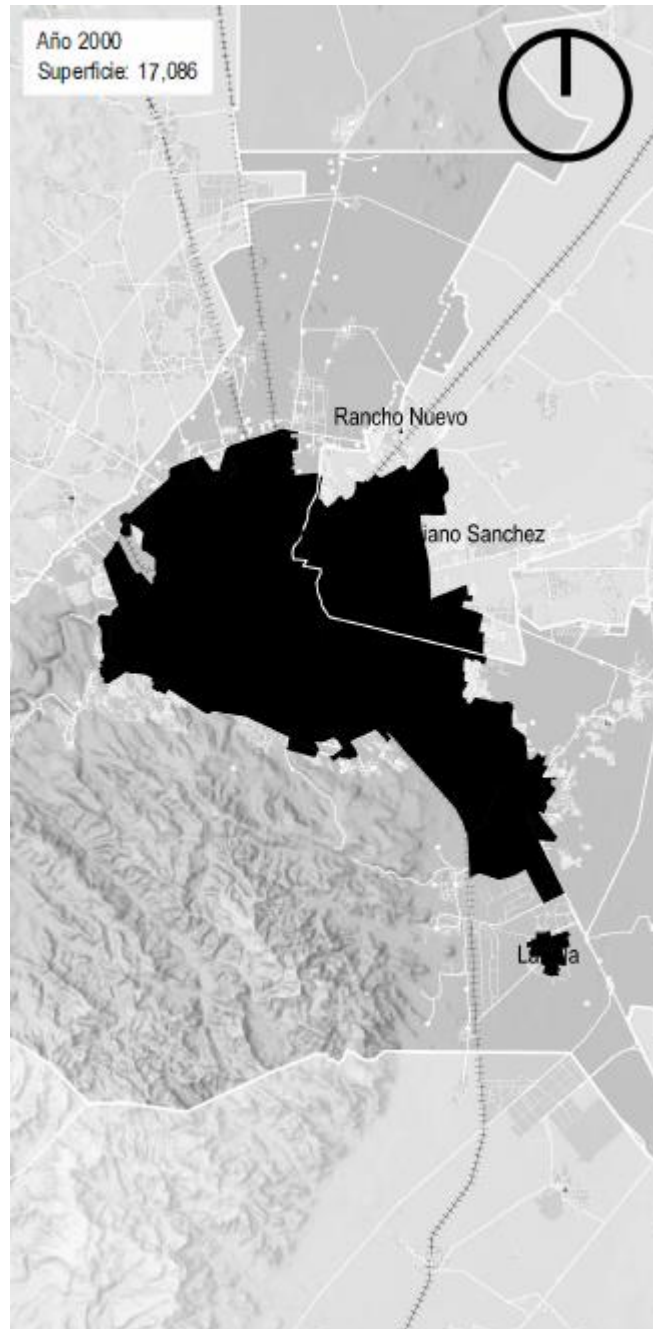


Figura 14. Extensión territorial de la ciudad de S.L.P. en 2000 (Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población S.L.P., 2021).

A inicio de la década de 2010, se confirma el cierre de la planta de cobre Industrial Minera México en San Luis Potosí de Grupo México que durante 100 años estuvo operando a las afueras de la ciudad, pero por el crecimiento de la ciudad quedo dentro de ella, no cumpliendo las nuevas medidas de cuidado ambiental, así como por conveniencia de la empresa. En esta zona poniente se construyeron y

actualmente siguen en construcción privadas habitacionales con más de 5,000 casas. También en la zona poniente se construyeron privadas residenciales hasta llegar a la delegación de Escalerillas en la antigua carretera libre hacia la ciudad de Guadalajara. Véase figura 15.

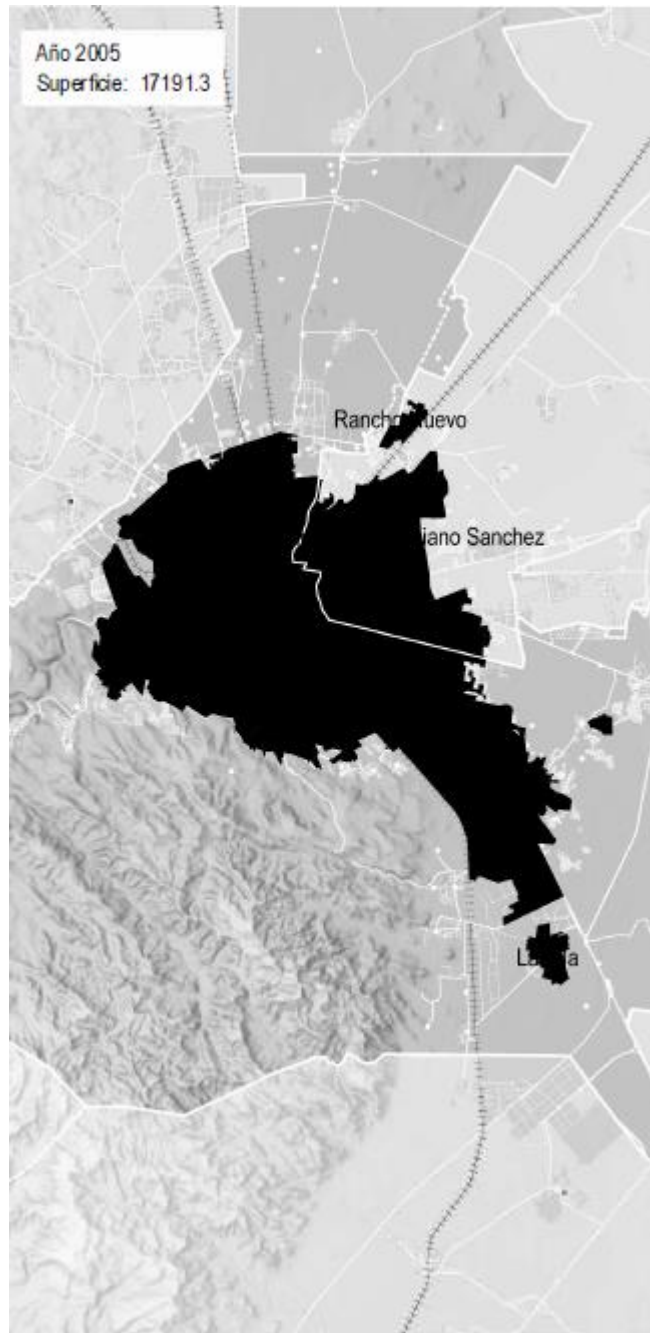


Figura 15. Extensión territorial de la ciudad de S.L.P. en 2005 (Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población S.L.P., 2021).

Después del año 2010, la zona industrial siguió su auge en crecimiento del sector industrial. Fue en el año 2014 que inicio la construcción de otro complejo automotriz en la zona Sur-Sureste de la zona metropolitana, ahora de una armadora automotriz alemana, que al igual que su competencia atrae a cientos de proveedores a establecerse en la misma zona, estando a tan solo 3 kilómetros de distancia una de la otra. Aunque estas dos armadoras de automóviles están en el municipio de Villa de Reyes, actualmente estas se encuentran más cerca de la capital del estado que de la cabecera municipal de su municipio. Detonando varios desarrollos habitacionales en el municipio de San Luis Potosí, exactamente en su delegación de Pozos, por lo que las delegaciones de Pozos y La Pila ya son consideradas para estos años como parte de la Zona Metropolitana.

A mediados de esta década, hacia el Norte de la metrópoli, y debido a la demanda de población existente se construyeron diferentes zonas habitacionales hasta llegar al Periférico Norte y pocas empresas industriales se establecieron al norte en la carretera salida a la ciudad de Monterrey. Ver figura 16.

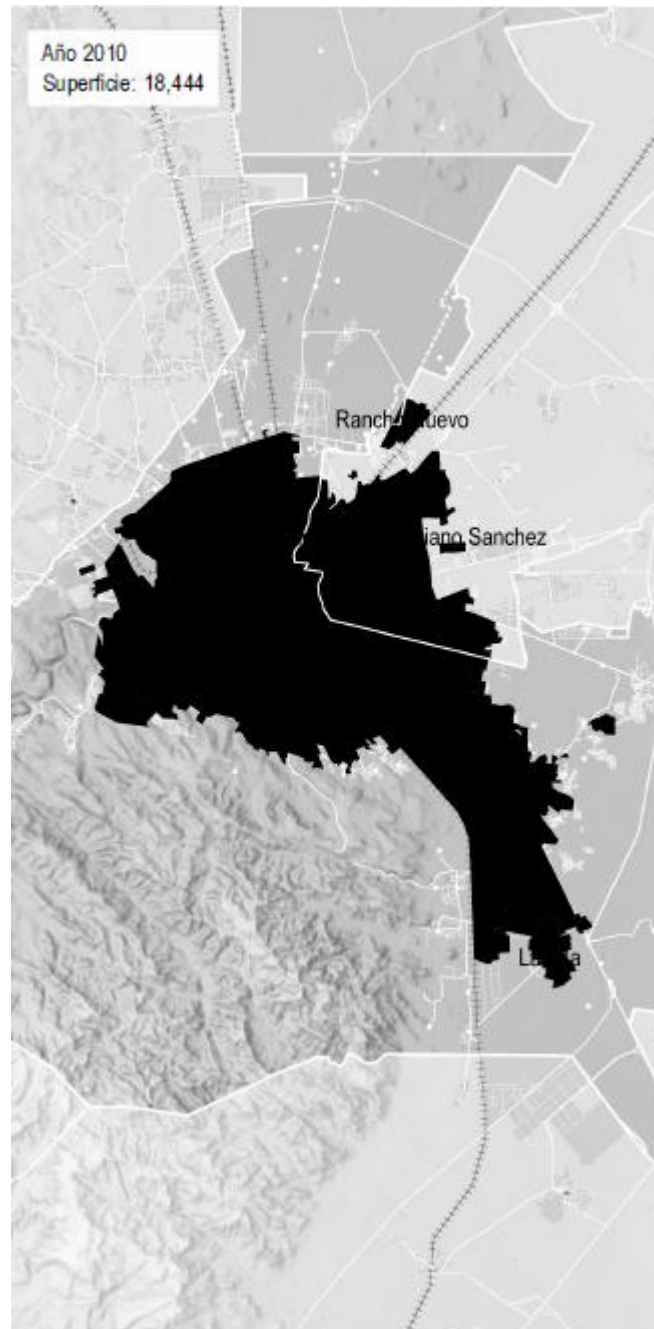


Figura 16. Extensión territorial de la ciudad de S.L.P. en 2010 (Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población S.L.P., 2021).

Actualmente, iniciando la década de 2020, la ciudad de San Luis Potosí, debido a su localización geográfica, ha sido punto estratégico para las actividades industriales, logísticas y ferroviarias. Desde finales del siglo XIX hasta la actualidad ha atraído a inversionistas europeos y estadounidenses, como punto estratégico para comercializar y trasladar sus productos.

El desarrollo industrial ha generado un crecimiento urbano importante, en la actualidad, es considerada dentro de las zonas metropolitanas más grandes de México con una población superior al millón de habitantes.

El crecimiento urbano ha generado conurbación con la Delegación de Pozos, y los municipios de Villa de Reyes, Soledad de Graciano Sánchez y Mexquitic de Carmona.

Las avenidas principales de la ciudad son la Avenida Venustiano Carranza (antes llamada «Centenario» está recorren de este a oeste la ciudad, al oeste desemboca a la colonia Lomas, Parque Morales y Ciudad Universitaria y al este hacia el Centro Histórico de la capital. La Avenida Himno Nacional, se comunica a la Zona Universitaria, y la principal vía de la ciudad, la Avenida Doctor Salvador Nava Martínez y el Boulevard Río Santiago. Ver figura 17.

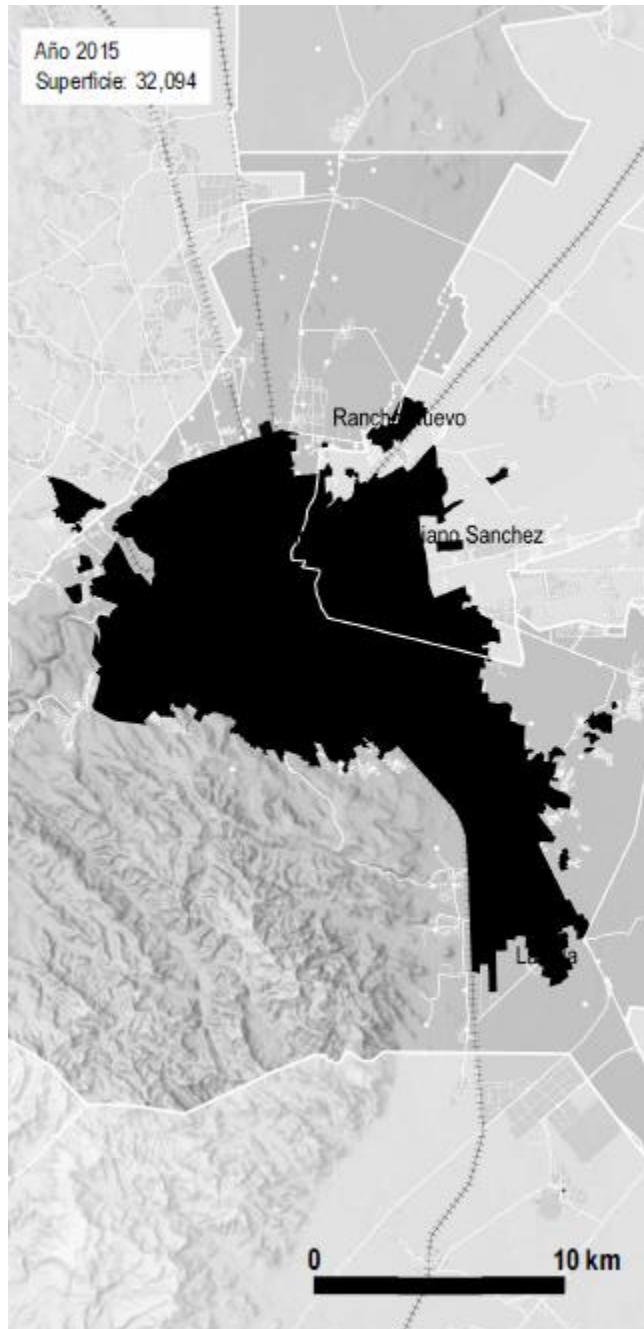


Figura 17. Extensión territorial de la ciudad de S.L.P. en 2015 (Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población S.L.P., 2021).

La falta de un plan de desarrollo estratégico durante muchos años en la ciudad, ha provocado un crecimiento industrial desbalanceado hacia el sureste de la zona metropolitana, provocando que los habitantes de esta ciudad sufran de pérdida de tiempo y de recursos económicos al tomarse de tres a cuatro horas diarias en promedio para el traslado de ida y vuelta a su trabajo, por la falta de vías

rápidas alternas a la Carretera Federal 57, que está siendo la única vía de acceso a la zona industrial. La Carretera 57, de San Luis Potosí hacia Querétaro, dentro de la zona metropolitana es un camino tipo A6 (tres carriles por sentido de circulación) pero al cruzar la zona industrial se convierte en un camino A4 (dos carriles por sentido de circulación), siendo insuficiente la movilidad de 400,000 personas (2018) desde el centro de la ciudad hacia las 600 empresas, ubicadas en la zona industrial, a lo largo del día, y teniendo como consecuencia horas pico desde las 7:00 am hasta las 9:00 am para el ingreso a las industrias y al regreso desde las 3:00 pm hasta las 8:00 pm. Ver Figura 18.

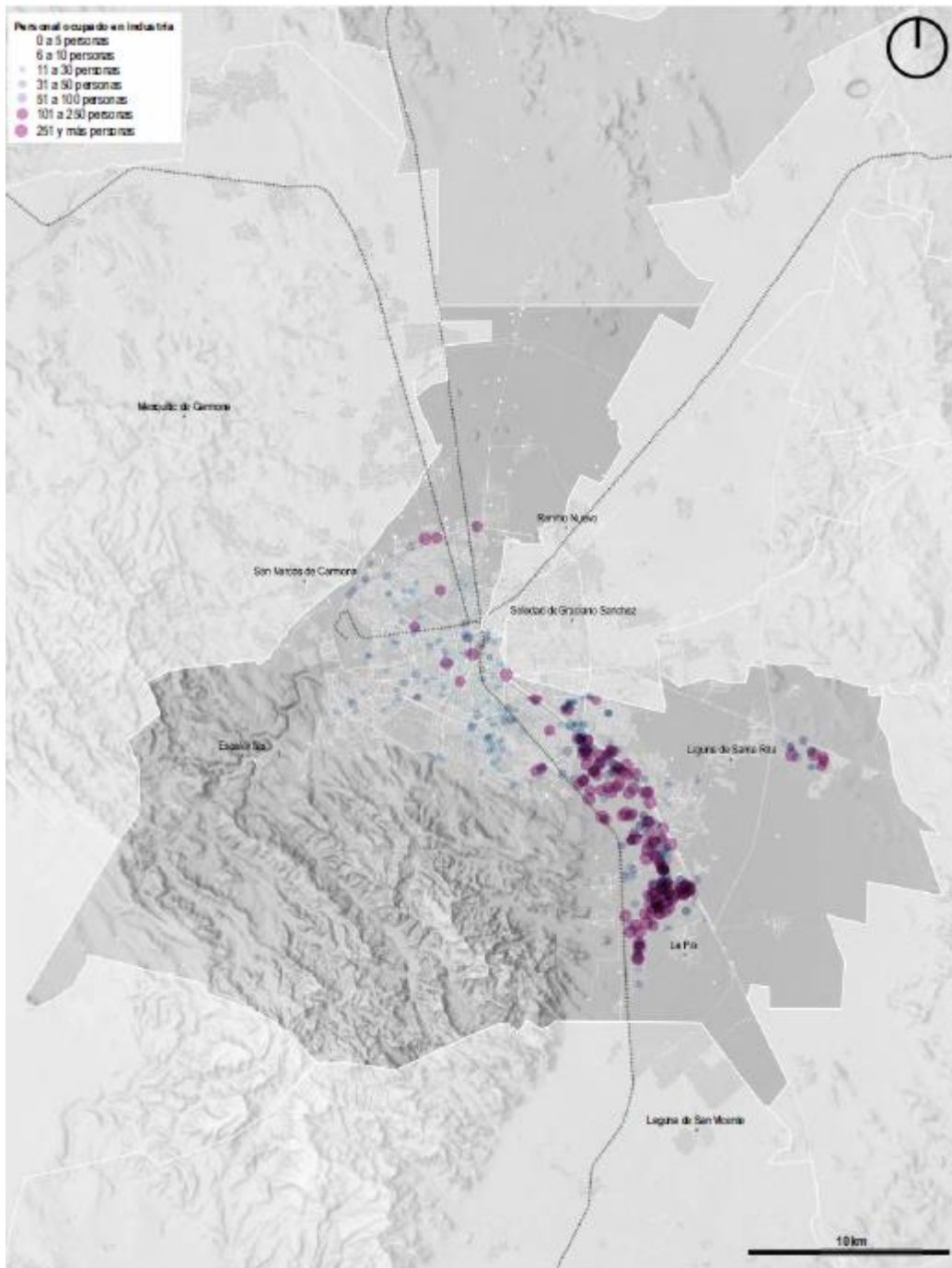


Figura 18. Ubicación del personal ocupado en la industria manufacturera (Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población S.L.P., 2021).

Recientemente, el día 27 de abril de 2021, se publicó en el Periodo Oficial del Estado “Plan de San Luis”, el programa municipal de ordenamiento territorial y desarrollo urbano de San Luis Potosí, S.L.P. con un horizonte al año 2050, para establecer límites al crecimiento urbano, identificar áreas de transición hacia áreas

naturales, asegurar una urbanización ecológica y sentar las bases para el diseño de la ciudad. Durante el año 2020, San Luis Potosí se consolidó como una de las principales zonas metropolitanas del país, es la décima ciudad más importante de México y a nivel de la zona metropolitana, concentra dos terceras partes del suelo urbano. Por lo que la situación de planeación urbana y el análisis de movilidad es tan importante para una ciudad en crecimiento como ésta. En la figura 19 se puede observar en color amarillo la extensión territorial de la ciudad al año 2021 y el desarrollo urbano del centro de población que se tiene pronosticado (verde) en el programa de desarrollo urbano de la ciudad de San Luis Potosí.

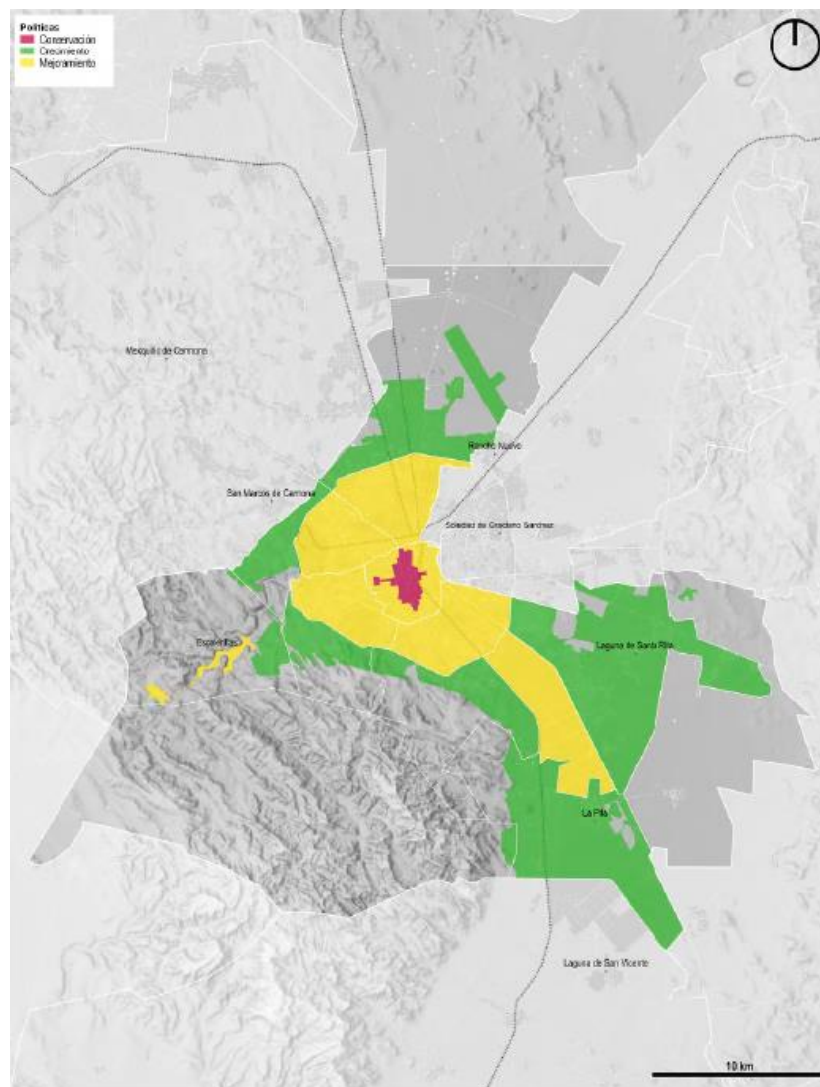


Figura 19. Desarrollo urbano de San Luis Potosí (Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población S.L.P., 2021).

CAPÍTULO III: Análisis de la movilidad de la Zona Metropolitana de San Luis Potosí- Soledad de Graciano Sánchez.

Movilidad urbana y problemática

Las áreas urbanas son lugares de desarrollo económico, tecnológico e innovación industrial, pero también en estas grandes áreas poblacionales comienzan a surgir grandes problemas sociales y ambientales. Hoy en día, la urbanización acelerada y sin planeación ha expuesto la fragilidad ecológica de las ciudades y ha cuestionado su sostenibilidad, lo que provocaría trabajar en la modificación y creación de planes de desarrollo urbano que impulsen una mejor calidad de vida y fomentar la protección al medio ambiente.

El crecimiento poblacional y la expansión territorial en las ciudades son las problemáticas más comunes que existen, un ejemplo de esta problemática se presentó en la ciudad de Celaya teniendo un acelerado crecimiento industrial y habitacional y al no contar con un planteamiento de ordenamiento urbano a futuro, esto provocó que la vía que cruza la ciudad de norte a sur concesionada a Kansas City Southern de México y la vía de oriente a poniente concesionada a Ferromex fueran un foco de problemática y accidentes viales diarios. En el año 2012, se optó por la solución de la construcción de un libramiento ferroviario de 46 kilómetros de longitud para sacar las vías del ferrocarril de la mancha urbana. Al año 2021 aún no se concluye este proyecto por problemas sociales de compra de nuevo derecho de vía para el paso del nuevo trazo ferroviario.

Actualmente se tiene un patrón de crecimiento de dos a tres, esto significa que mientras el número de habitantes se duplica, la cantidad de kilómetros cuadrados de extensión de territorio urbano aumenta tres veces más; esto disminuye la densidad poblacional y promueve la dispersión, lo que afecta a la movilidad urbana, ya que se demanda más en un mayor territorio, teniendo el mismo sistema de movilidad.

Al no existir un plan de ordenamiento territorial en las ciudades industriales, no se tiene un uso de suelo específico y tampoco se tiene una visión futura de cómo deben de operar los sistemas de movilidad, lo que genera retos en el ámbito local como el ruido, seguridad vial y tráfico, así como, la también importante, contaminación atmosférica. Sumando a esto, el ferrocarril en la ciudad representa una línea de riesgo a lo largo de su trayecto, y no porque el sistema ferroviario por si solo sea riesgoso, este sistema es de los que mayores índices de seguridad tiene, pero al combinarlo con otros sistemas de movilidad y urbanos, y no tomar las medidas de convivencia adecuadas, éste puede representar un riesgo muy alto ya que transporta carga peligrosa como gasolinas, cloro, amoníaco, gas, resinas, productos petroquímicos, fertilizantes y más. Por lo que entre más tiempo conviva el ferrocarril con la ciudad y población, existe más riesgo de algún percance. En la figura 20, se puede ver los escenarios de incidentes por manejos de sustancias peligrosas en San Luis Potosí, las vías férreas representan un riesgo de los más altos (color rojo).

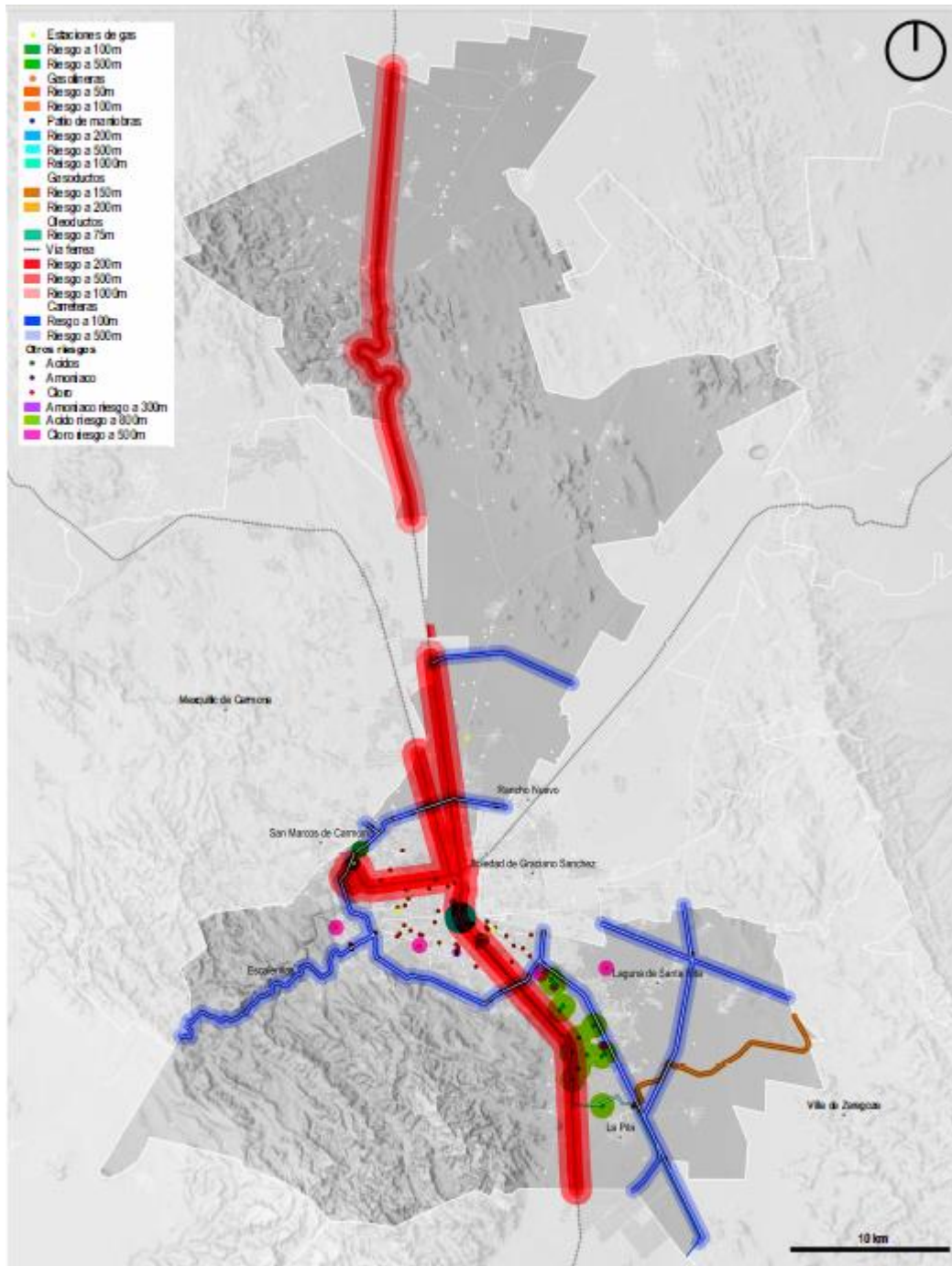


Figura 20. Escenarios de incidentes por manejo de sustancias peligrosas en S.L.P. (Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población S.L.P., 2021).

El concepto de “movilidad urbana” abarca los desplazamientos que realiza la población de forma periódica para acceder a bienes y servicios en la zona determinada, está asociada al sistema socioeconómico que rige a la ciudad y se vincula con la accesibilidad y el transporte.

El gran problema de los sistemas de movilidad urbana se relaciona con el uso de vehículos motorizados, principalmente el automóvil particular, puesto que aumenta el volumen de vehículos, y las consecuencias logísticas y ambientales aumentan exponencialmente. Actualmente, el análisis de movilidad en las ciudades y el desarrollo de proyectos con alternativas sustentables es una prioridad para las políticas públicas, pues a través de una buena gestión, puede impulsar el desarrollo económico de la ciudad y acotar la brecha de desigualdad social, beneficiando directamente a la población.

Panorama de la movilidad en la Zona Metropolitana de SLP-SGS.

La Zona Metropolitana de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez (ZMSLP-SGS) está integrada por el municipio, capital del estado y el municipio colindante de Soledad de Graciano Sánchez, así como siete localidades que integran la mancha urbana, entre las que se encuentran: Villa de Pozos, Laguna de Santa Rita, Escalerillas, La Pila, Rancho Nuevo, San Nicolás de los Jassos y Arroyos. Ver Figura 21.

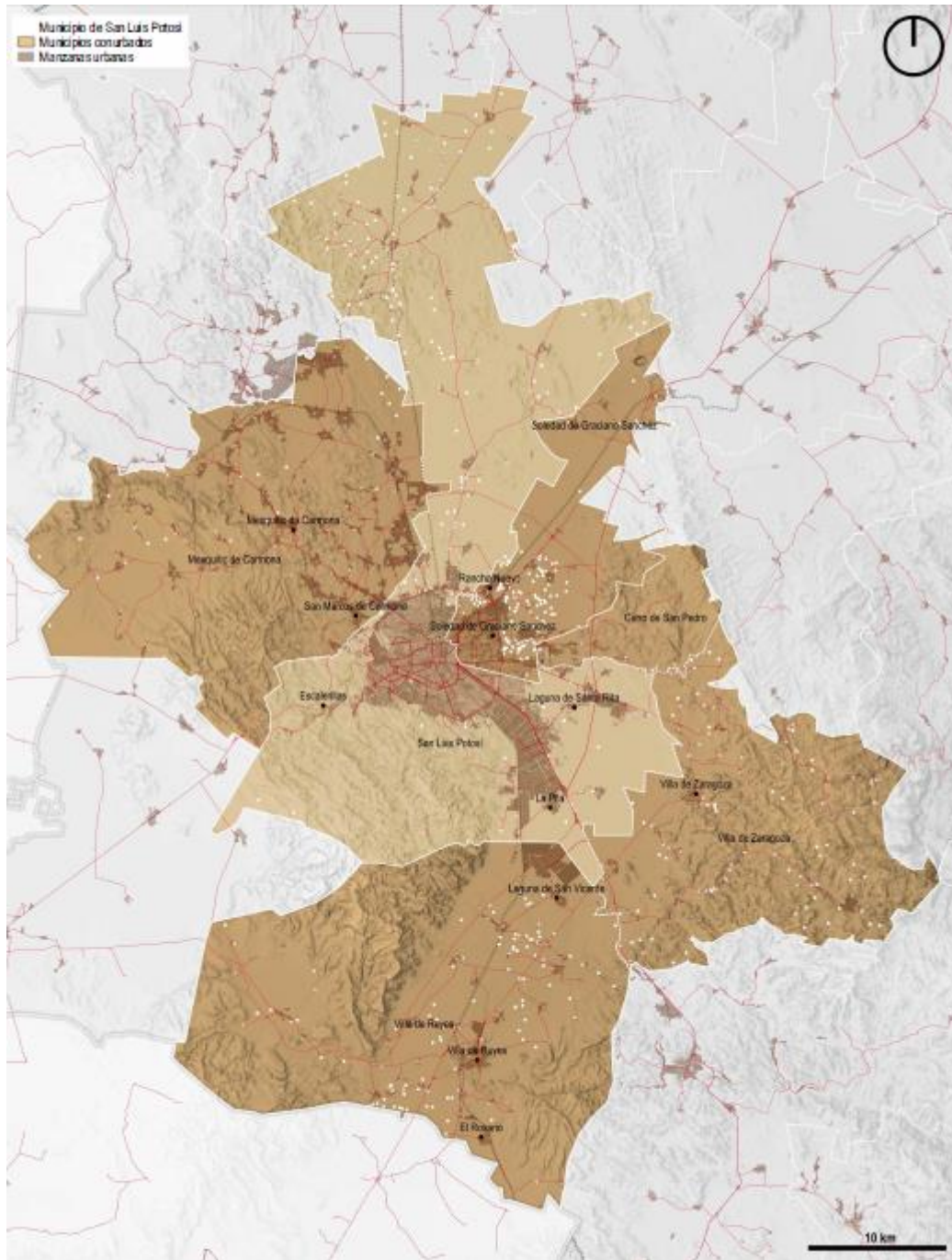


Figura 21. Municipio de San Luis Potosí y municipio conurbados (Programa municipal de ordenamiento territorial S.L.P., 2021).

La Zona Metropolitana de San Luis Potosí, por su posición geográfica privilegiada, infraestructura logística e industrial, oferta de servicios educativos e investigación, se ubica como una de las ciudades con nivel medio alto de competitividad y desarrollo de la región centro del país, por lo que se pronostica un

crecimiento continuo en los años futuros. Es el área de mayor productividad económica del estado y forma parte de uno de los corredores comerciales más importantes de México, la red carretera y ferroviaria que conecta a la Ciudad de México con Nuevo Laredo, la frontera con mayor actividad comercial con Estados Unidos de América.

El área urbana a pesar de tener una buena situación económica se sigue enfrentando a varios retos como: la protección al medio ambiente, deficientes servicios públicos en zonas del área, pero sobre todo un inadecuado desarrollo urbano lo cual afecta directamente a la movilidad de los habitantes. De este último reto existen muy pocos estudios y alternativas para su mejora.

Como se pudo notar en capítulos anteriores el gran problema de la movilidad de la zona urbana es derivado del acelerado crecimiento de la ciudad sin un estudio y planeación previa. La zona industrial, junto con las dos automotrices más grandes de la ciudad, establecidas en la zona Sureste de ciudad sobre la Carretera 57, provocando un crecimiento desbalanceado ya que las zonas habitacionales tuvieron que construirse del lado oeste y norte del área urbana. Como se puede ver en la figura 22 la zona industrial (al sureste) de San Luis Potosí solo cuenta con una carretera federal como vialidad de acceso, siendo una zona de conflicto en el horario laboral.

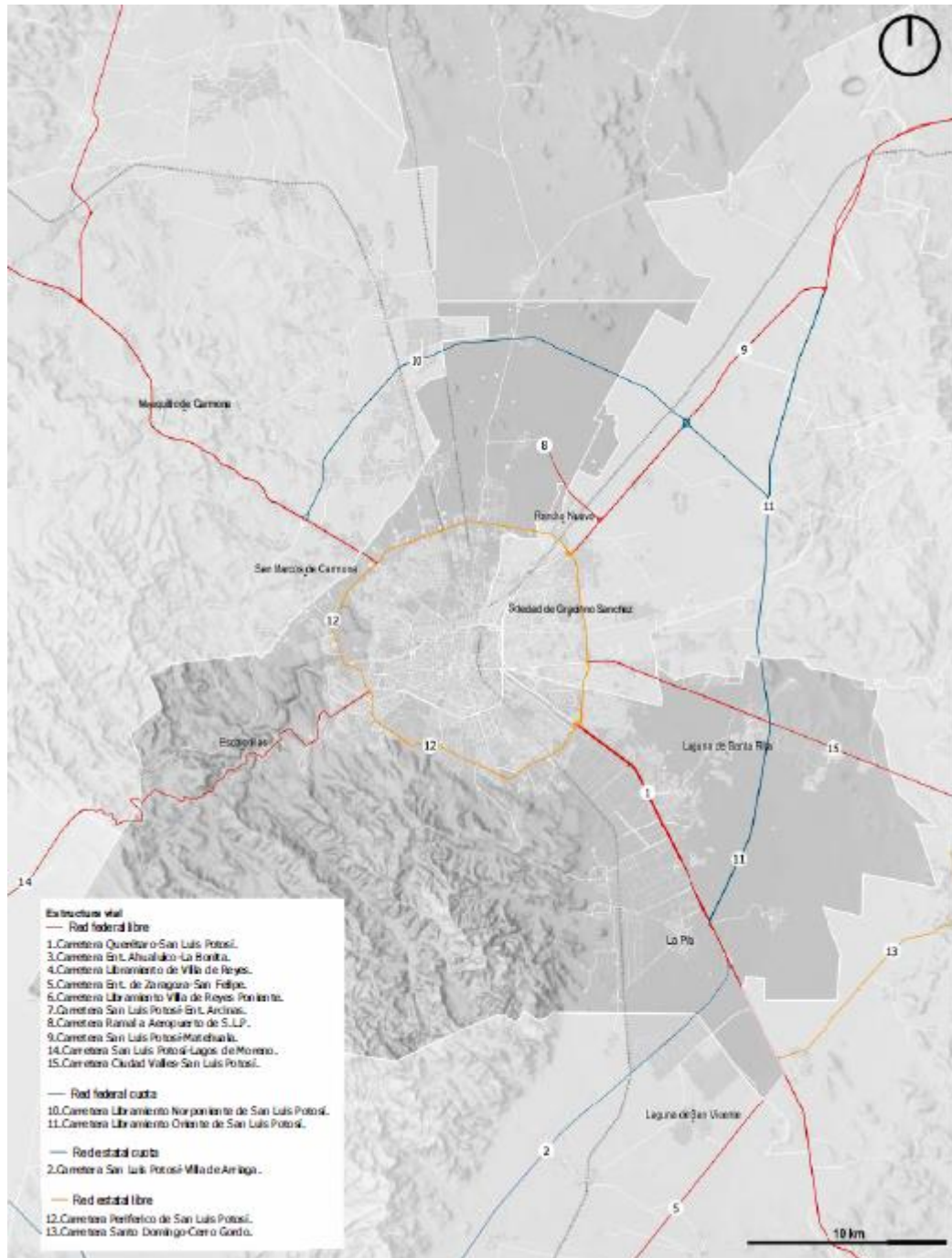


Figura 22. Estructura vial Estatal y Federal en el año 2018 (Programa municipal de ordenamiento territorial S.L.P., 2021).

A esto debe sumarse la falta de accesibilidad y conectividad, ya que las personas deben de hacer viajes innecesarios al centro de la ciudad para llegar a su trabajo o sus hogares, obligando a pasar por el centro histórico para tomar otra ruta ya que el centro de transferencia del transporte público se encuentra en la Alameda,

central donde inician y terminan todas las rutas de autobús de la ciudad. Al igual se dificultan los viajes entre las zonas periféricas, obligando a las personas a realizar dos o tres transbordos de vehículo, alargando los tiempos de traslado, aumentando el consumo de energía, tráfico vehicular, contaminación del aire y disminuyendo la seguridad del usuario.

Algunos autores han analizado la movilidad urbana en la zona metropolitana de San Luis Potosí y coinciden en la problemática que se tiene, éstos concluyen que:

“Estructura urbana que pasó de ser radial concéntrica a adoptar un modelo de crecimiento segregado y fragmentado disperso, es decir, sin continuidad o con áreas poblacionales independientes al sistema urbano”. (Mancilla Jonguitud, 2011).

Y *“Sistema vial conformado por una red de vialidad primaria (principales avenidas), tres anillos periféricos, cinco ejes de penetración regional (carreteras federales), vías radiales que conectan las vialidades primarias, así como diametrales que unen los anillos periféricos, pero que carecen de conectividad y continuidad en la mayoría de los casos”.* (Moreno Mata, 2013).

Por último, el autor López Pérez (2016) destaca que *“El desarrollo de la infraestructura vial orientada al desplazamiento de vehículos motorizados, pues las últimas cifras reportadas por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) señalan que, de un total de 459,457 vehículos registrados, 65 por ciento son automóviles de uso particular, 22 por ciento de carga, 10 por ciento motocicletas y menos de 1 por ciento camiones públicos de pasajeros”.*

La zona Metropolitana ha crecido sin un planteamiento a seguir a futuro, y como coinciden los analistas expertos en movilidad: se tienen vialidades principales en diferentes puntos de la ciudad, pero no se cuenta con una continuidad en las vías para dar fluidez al tráfico vehicular. Parte de esta falta de continuidades en las vialidades tiene que ver con la vía de ferrocarril que cruza por el centro de la ciudad, dividiéndola en dos (Poniente y Oriente) y solo ofrece pocos pasos vehiculares a

desnivel y poco más de 30 peligrosos cruces a nivel entre la vía de ferrocarril y las vialidades.

Con la suspensión del servicio de transporte de pasajeros por ferrocarril en el año 1994 y con el otorgamiento de la concesión en el año 1996 a la empresa Transportación Ferroviaria Mexicana (TFM) propiedad de Transportación Marítima Mexicana y Kansas City Southern, la vía México-Nuevo Laredo (Línea B) se convirtió en la vía más importante de TFM para el transporte de carga, siendo San Luis Potosí un punto logístico muy importante para la empresa, ya que en el centro de la ciudad se cruzan la línea B y la línea L (Aguascalientes-Tampico). Pero, por otra parte, para los habitantes potosinos se convirtió en un muro de durmientes y rieles que divide la ciudad desde hace años sin contar con algún beneficio como lo fue el transporte de pasajeros, además de los múltiples problemas de circulación que se presentan para acceder al centro de la ciudad, limitando su crecimiento y conectividad urbana. Y para ambos (ferrocarril y población) el peligro que pueden generar los accidentes que se provocan en la zona, San Luis Potosí se encuentra como la octava ciudad con más incidentes ferroviarios registrados, siendo 46 de los 873 siniestros en el país, en los cuales en un 35% de los casos se reportaron muertos (SCT, 2019) estas cifras aumentan año con año ya que los municipios conurbanos siguen creciendo.

En la figura 23 se puede observar la Zona Metropolitana de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez, en líneas de color anaranjado las principales avenidas de la ciudad y en líneas de color rojo las líneas ferroviarias L y B que hoy en día están concesionadas a la empresa Kansas City Southern de México.

En el centro de la ciudad se encuentran los patios ferroviarios para almacenamiento y manejo de los vagones que son distribuidos a las diferentes empresas de la zona industrial al sureste de la ciudad. En el lado interior del Anillo Periférico Antonio Rocha Cordero (anaranjado) se encuentran las zonas habitacionales, que son cruzadas por las vías de ferrocarril y donde existen el mayor número de cruces a nivel y por lo tanto el mayor número de accidentes ferroviario-urbano.

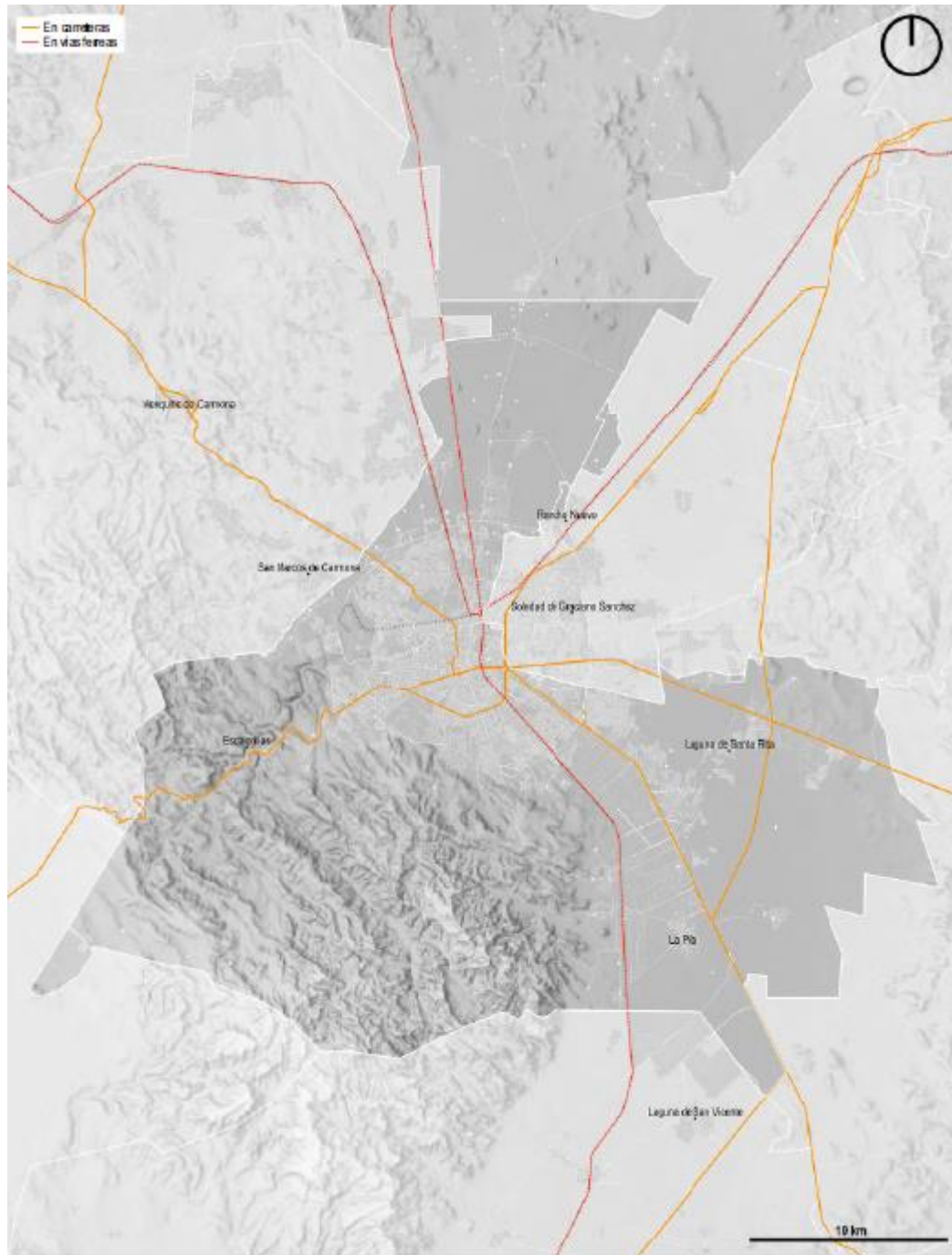


Figura 23. Corredores económicos en la Zona Metropolitana de S.L.P.-S.G.S. (Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población S.L.P., 2021).

Por lo que finalmente podríamos hacernos la pregunta ¿Cuál es realmente el problema de movilidad de la Zona Metropolitana de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez?

La principal respuesta a esta pregunta puede ser, una falta de plan de desarrollo y ordenamiento territorial que incluya la convivencia urbana con el ferrocarril, la ciudad se ha expandido de una forma descontrolado y desbalanceada, sin planear nuevas vialidades urbanas que desahoguen el tráfico vehicular en distintas zonas de la ciudad y en este punto, ya no hay espacio suficiente para construir nuevas vías dentro de la mancha urbana para dar un flujo continuo a las ya existentes. Provocando un gran tráfico y pérdida de tiempo, así como contaminación en las horas pico, hacia la zona industrial por la mañana y por la tarde, después del horario laboral, hacia las zonas habitacionales.

Por lo que al plantearse un proyecto de gran magnitud que integre distintos proyectos en distintos ámbitos, puede llegar a ser una primera solución a la movilidad de San Luis Potosí, que beneficie a toda la población potosina, social y económicamente, así como a las empresas que se encuentran en esta metrópoli. Siempre y cuando se realice este gran proyecto basado en un estudio previo de costo-beneficio y así siendo rentable socialmente, no económicamente, para el gobierno.

CAPÍTULO IV: Una solución a la movilidad de la Zona Metropolitana de San Luis Potosí- Soledad de Graciano Sánchez.

Proyecto Modernización Urbana- Ferroviaria ZM SLP-SGS

Para la problemática del congestionamiento vehicular que presenta en la zona centro, sur y este de la zona metropolitana de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez se propone un proyecto integral de conectividad urbana que consiste en la construcción de un viaducto elevado a lo largo de la ciudad para el paso de los trenes de carga en una doble vía férrea. El proyecto que se propone respeta la infraestructura, edificios, derechos de vía de hasta 100 años o más de existencia y atendiendo los principales retos de la zona metropolitana, como son la movilidad urbana y un transporte masivo eficaz y seguro.

Un proyecto con beneficio social para más de 1'243,980 habitantes en la zona metropolitana, incrementando su calidad de vida. Así como impulsar el desarrollo económico y la competitividad de San Luis Potosí, modernizando e integrando la estructura ferroviaria-urbana de la ciudad para atraer más inversión a la zona. Elevar el valor urbano del centro de la ciudad, reutilizando tierra y antiguas edificaciones para espacios públicos y educativos.

Crear un centro de transferencia y una red de transporte masivo para hacer intermodalidad de pasajeros satisfaciendo sus necesidades con distintos medios de transporte para mayor dinamismo urbano.

El proyecto integral busca satisfacer el actual crecimiento poblacional y urbano, así como disminuir la congestión vehicular, disminuyendo tiempos de recorrido y gastos de combustible.

Como se mencionó antes, actualmente dos líneas ferroviarias cruzan la ciudad por lo que se tienen cuatro salidas de vías a distintas ciudades (representadas en el mapa de la figura 24 con líneas punteadas de color rojo): Al noroeste la vía a Aguascalientes, al norte la vía a Nuevo Laredo, al noreste la vía a

Tampico y al sur la vía a México todas ellas concesionada a la empresa Kansas City Southern de México. En el mismo mapa, que se muestra en la figura 24, se representan las principales vialidades de la ciudad, de color anaranjado, con un círculo azul los Talleres del ferrocarril en el centro y con cuadrado verde el centro de la ciudad.



Figura 24. Principales vías carreteras y vías férreas de la Zona Metropolitana SLP-SGS (Elaboración propia,2021).

En una primera fase a corto plazo, el proyecto contempla la construcción de 3.5 kilómetros de vía férrea nueva (línea punteada de color verde) al norte de la ciudad para conectar la vía a Aguascalientes (1) con la vía a Nuevo Laredo (2) pudiendo desmantelar la vía férrea y liberar 5.0 kilómetros de derecho de vía (del kilómetro L-217+500 al L-223+000 sobre el trazo de la vía) sobre la avenida 20 de noviembre entre el periférico norte Antonio Rocha Cordero y la Avenida Juan Sarabia, y construir un corredor estratégico de 30 metros de ancho en la Prolongación 20 de Noviembre, incluyendo la modernización de dos puentes

vehiculares en la Avenida 20 de Noviembre con la Avenida Eje Vial Ponciano Arriaga y el Boulevard Rio Santiago. Véase la figura 25.



Figura 25. Fase 1 del proyecto Modernización Urbana ZMSLP-SGS. (Elaboración propia, 2021).

En una segunda fase, a mediano plazo, se propone realizar una conexión ferroviaria al norte de la ciudad, de 17.5 kilómetros de longitud de vía férrea entre la vía a Tampico (3) y la vía a Nuevo Laredo (2). Logrando desmantelar la vía férrea L del kilómetro L- 226+500 al L-232+500 sobre el trazo de la vía y sobre la avenida Eucaliptos entre el periférico noreste Antonio Rocha Cordero y la avenida Juan Sarabia, liberando 6.2 kilómetros de derecho de vía sobre la avenida Eucaliptos rumbo al municipio de Soledad de Graciano Sánchez, y se propone construir un corredor estratégico sobre esta avenida, ampliando los puentes ferroviarios del boulevard Rio Santiago, avenida Acceso Norte y boulevard Rio Española. Ver figura 26.

Como parte de esta segunda fase, se propone también el proyecto de la reubicación de los patios y talleres ferroviarios (círculo azul) que se encuentran actualmente en el centro de la ciudad junto a la Alameda central. Al construir dos nuevos patios de transferencia ferroviaria (círculos morados), uno al norte entre la vía a Nuevo Laredo y la vía a Tampico donde se proyectaría la conexión de estas dos líneas. Ver figura 27.

Y otro patio de transferencia, clasificación y talleres al Sur sobre la vía hacia la Ciudad de México (4) debido a que la infraestructura ferroviaria e industrial está más desarrollada al sur, en el municipio de Villa de Reyes, para dar servicio a las empresas industriales que están establecidas al sur de la metrópoli, como se muestra en la figura 27.

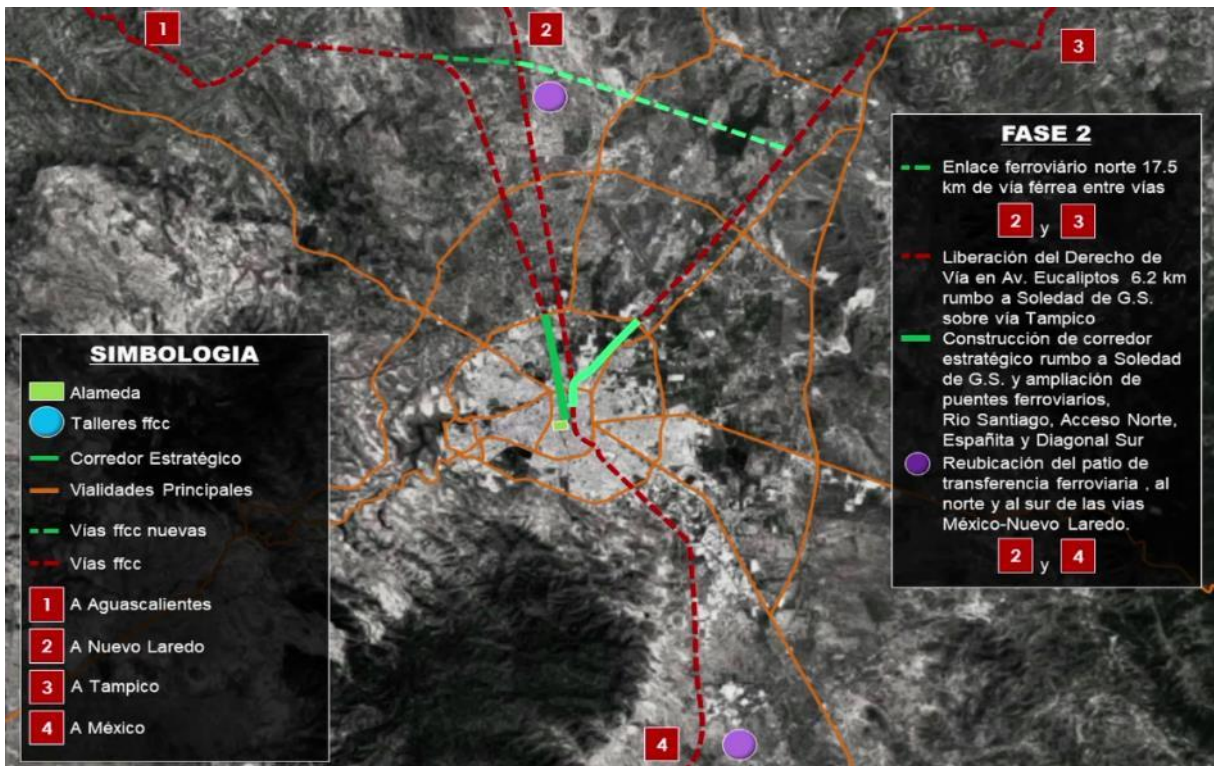


Figura 26. Segunda fase del Proyecto Modernización urbana de la ZMSLP-SGS (Elaboración propia,2021).

Los corredores estratégicos viales sobre prolongación 20 de noviembre y la avenida Eucaliptos rumbo al municipio de Soledad de Graciano Sánchez

contemplan una sección tipo de 30 metros de ancho: dos carriles de 3.50 metros para automóviles privados, un carril para un sistema de transporte masivo ya sea Metrobús o tranvía (un estudio de origen destino lo definiría ya que depende de la demanda): ruta exprés al centro con un camellón central para andenes y movimiento de pasajeros, un carril de 1.50 metros de ancho para ciclovía así como una banqueta de 1.50 metros de ancho para el movilización segura de los peatones. Esto por sentido de circulación, como se muestra en la figura 27.

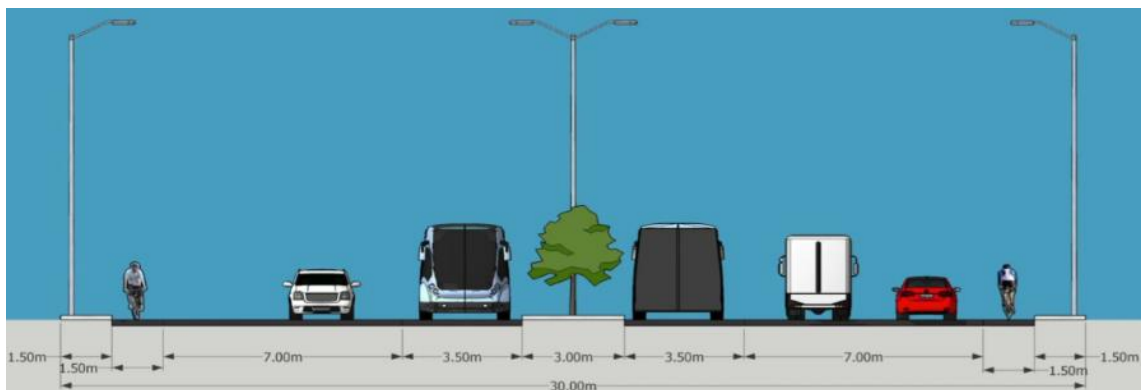


Figura 27. Sección tipo del corredor vial en prolongación 20 de noviembre y avenida Eucaliptos (Elaboración propia, 2021).

La fase tres del proyecto, contempla la construcción de un doble viaducto elevado de 13.0 kilómetros de longitud para el transporte del ferrocarril de carga desde el periférico norte con la vía a Nuevo Laredo (n), hasta el periférico sur con la vía a Ciudad de México (s), concesionada a la empresa Kansas City Southern. Desmantelando las vías existentes y liberando el derecho de vía bajo el viaducto elevado, se propone la construcción de un corredor vial estratégico de norte a sur y debajo del tren de carga, un carril exclusivo para transporte masivo exprés de largo recorrido ya sea un tranvía o un Metrobús (por definir en base a estudios). Ver figura 28.

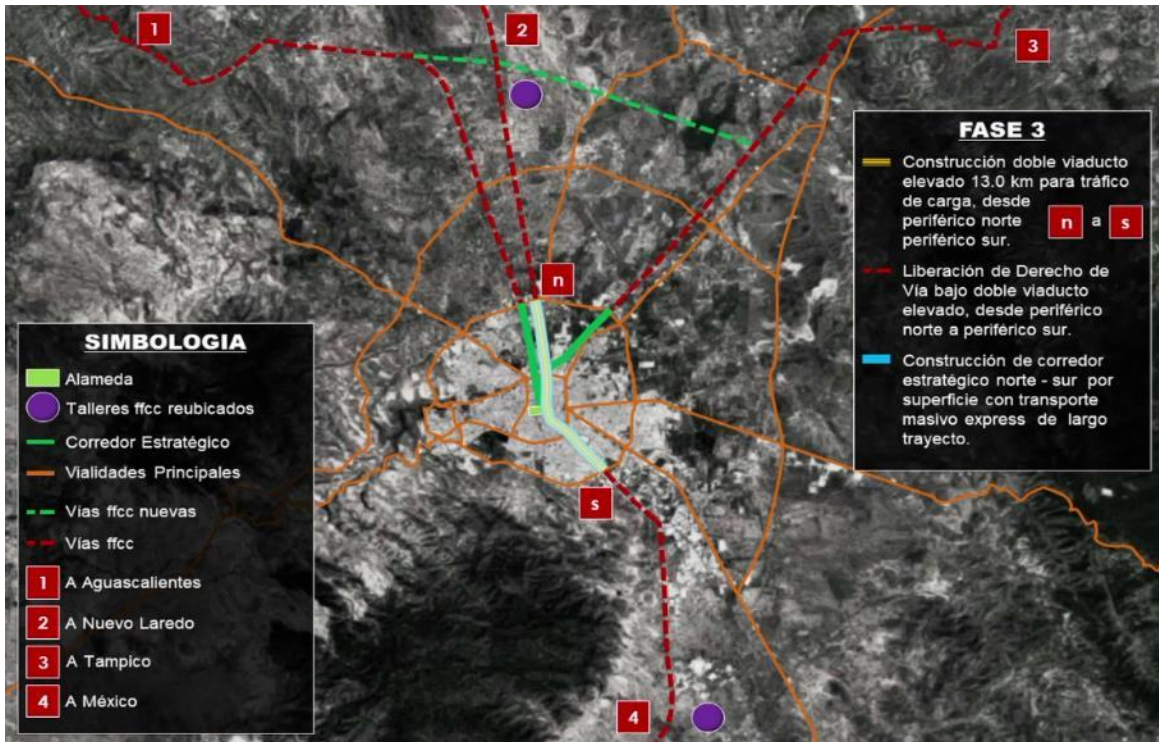


Figura 28. Fase tres del proyecto de modernización urbana (Elaboración propia, 2021).

El corredor estratégico Sur-Norte desde el Periférico Sur hasta Periférico Norte contando con una sección tipo (como se muestra en figura 29): con carriles de ciclovía a los extremos, uno por sentido, un carril por sentido para el transporte público masivo, en la parte central, debajo del viaducto, así como dos carriles de 4.00 metros de ancho por sentido para vehículos privados, el tren de carga se moverá sobre dos vías nuevas en el viaducto elevado. Esto permitirá la integración del nuevo corredor vial con otras vialidades y el uso del derecho de vía excedentes para otras actividades educativas, deportivas o sociales.

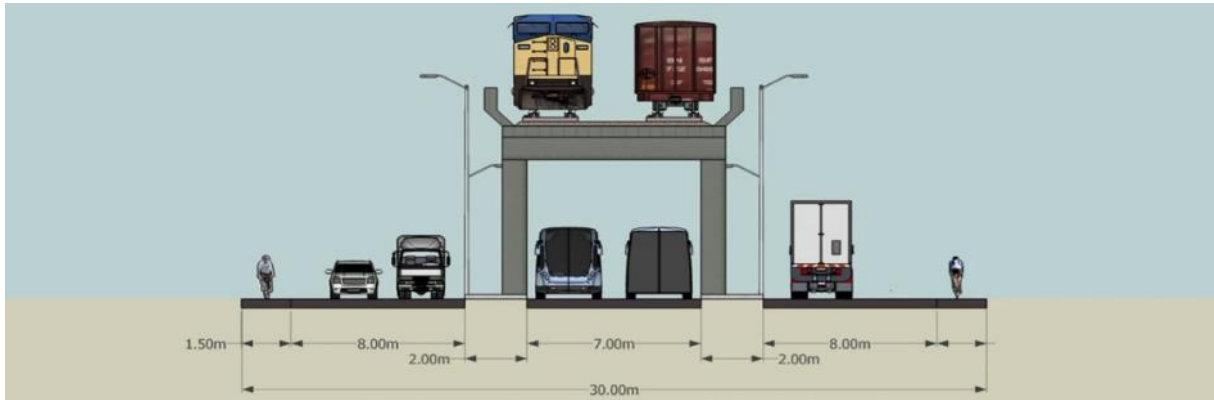


Figura 29. Sección tipo del corredor estratégico Norte-Sur (Elaboración propia, 2021).

La cuarta y última fase del proyecto, se propone la construcción de la continuación del corredor estratégico norte-sur a nivel, desde el Periférico Sur Antonio Rocha Cordero hasta la avenida Comisión Federal de Electricidad esquina con la avenida Ampliación. Ver figura 30.

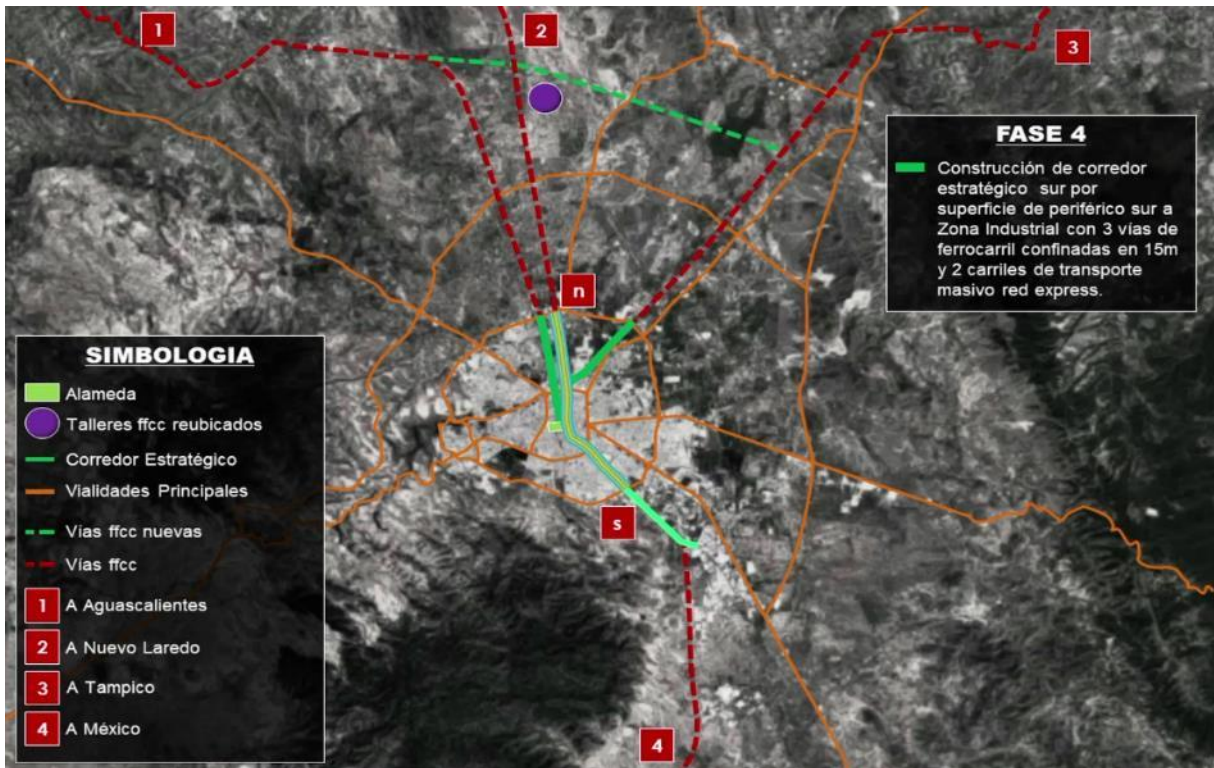


Figura 30. Cuarta fase del proyecto modernización urbana (Elaboración propia, 2021).

La sección cuenta con tres vías de ferrocarril (ya existentes) confinadas para el transporte de carga de KCSM con 15.0 metros de ancho, así como dos carriles de transporte público masivo. Véase figura 31.

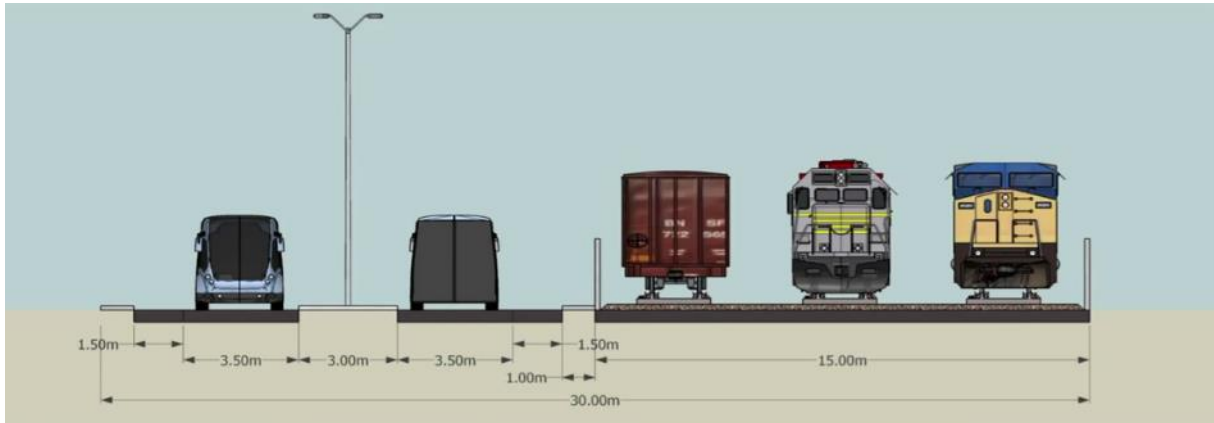


Figura 31. Sección corredor periférico sur a Zona Industrial (Elaboración propia, 2021).

Al combinar corredores viales estratégicos Norte-Sur junto con líneas de transporte masivo se mejoría de una forma fundamental la movilidad en la zona metropolitana de SLP-SGS. Ver figura 32.

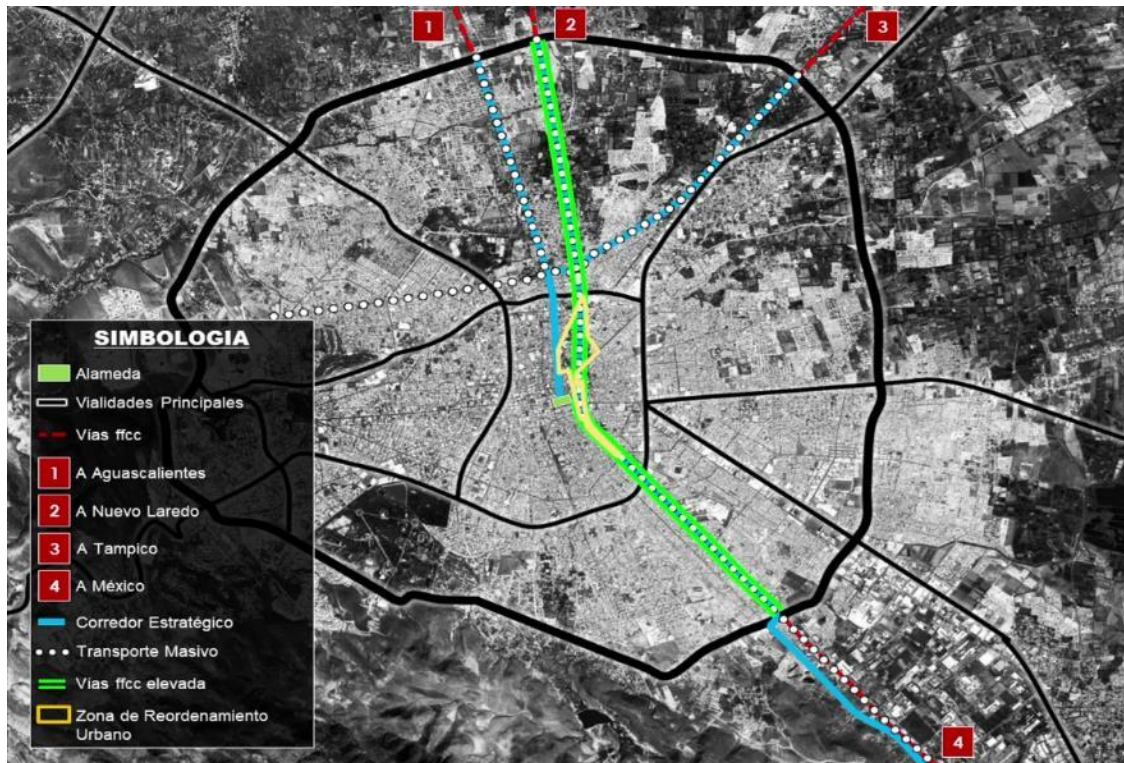


Figura 32. Corredores viales y sistema de transporte masivo (Elaboración propia, 2021).

De modo que, al reubicar el patio de transferencia y talleres ferroviarios que se encuentran en el centro de la ciudad actualmente y al construir un patio al norte y otro al sur de la zona metropolitana, se libera en el centro de la ciudad una superficie, ahora disponible de 690,000 metros cuadrados, donde se proponen diferentes usos de suelos como usos mixtos (comercial, oficinas, residencial), deportivos y recreativos, equipamiento y servicios para las zonas aledañas, y espacios educativos y culturales en edificios catalogados por el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) como monumentos históricos. Esta distribución de usos de suelo es una propuesta conceptual, que podría cambiar dependiendo de las necesidades de la zona, sin llegar a convertirse en un uso de suelo industrial. En la figura 33 se muestra la liberación del derecho de vía de los patios de ferrocarril, así como la propuesta de distribución de usos de suelo.

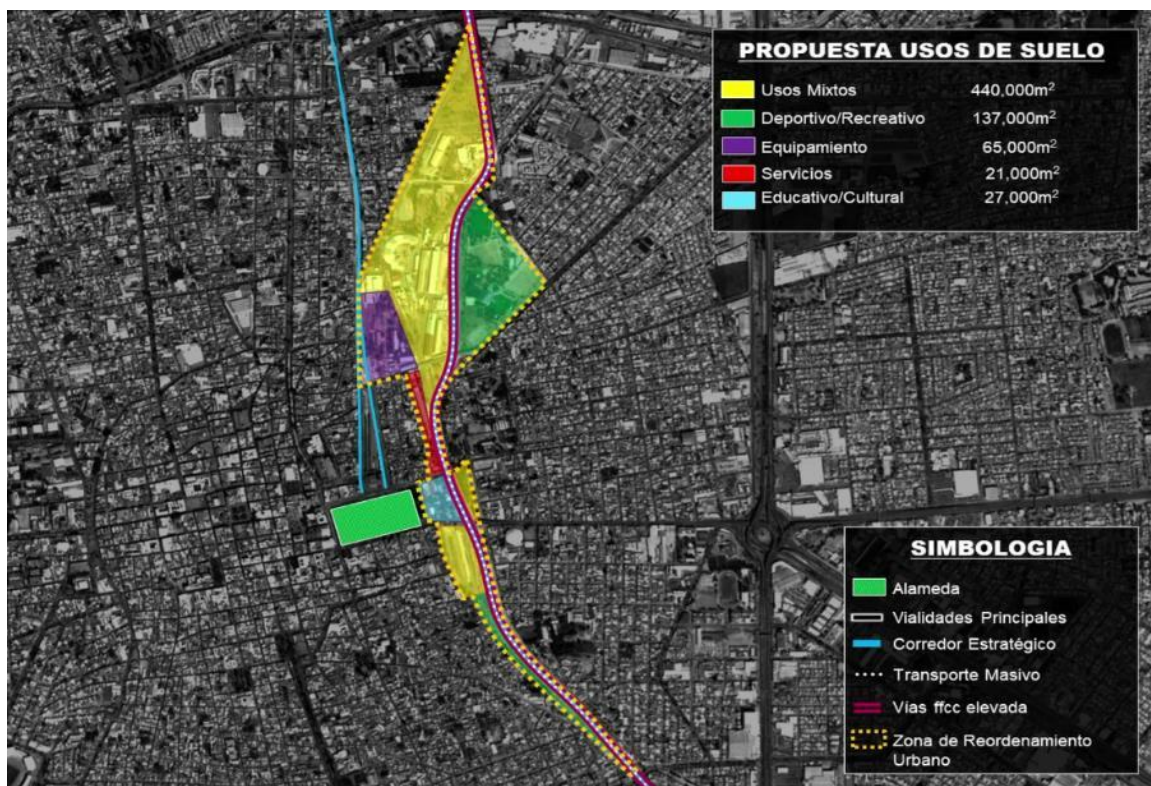


Figura 33. Liberación de terreno en la zona centro de la ciudad y propuesta de usos de suelo (Elaboración propia, 2021).

Como se señala en capítulos anteriores, la Zona Metropolitana de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez, actualmente, se encuentra dividida en oriente y poniente por el cruce de las vías de ferrocarril, creando una barrera, siendo solo posible el cruce en algunos puntos de la ciudad mediante pasos inferiores o superiores vehiculares, reduciendo la movilidad urbana de peatones, vehículos, bicicletas, etc.

Con el proyecto de Modernización Urbano-Ferroviaria, elevando el paso del ferrocarril de carga mediante un viaducto elevado se incrementa de manera sustancial la conectividad urbana, teniendo una zona metropolitana integrada y con una mejor movilidad. Además, la propuesta abarca la construcción de un corredor vial estratégico Norte-Sur que, si se complementa con un transporte masivo, puede atender las necesidades de movilidad urbana de la población.

Como parte del rescate de espacios urbanos se rehabilitará el centro deportivo ferrocarrilero que cuenta con instalaciones de natación, clavados, canchas de futbol, basquetbol, beisbol, auditorio.

Con la reutilización de los espacios del derecho de vía del ferrocarril se prevé construir en la zona centro de la ciudad de SLP un estacionamiento con capacidad para 5,000 vehículos.

También se incluye la rehabilitación de las antiguas edificaciones de la zona como espacios educativos y culturales. Además, se libera espacio para construir áreas comerciales con una superficie de 34,300 metros cuadrados, oficinas con una superficie de 7,600 metros cuadrados, un hotel con 210 habitaciones, incluyendo una superficie libre de 330,000 metros cuadrados para diversos proyectos.

Con este proyecto se logra rescatar y reincorporar toda esta parte de la ciudad a la mancha urbana. El doble viaducto elevado genera una renovación urbana y social de la zona. Además de algunos otros beneficios:

- Se libera la barrera ferroviaria.
- Permite reordenar la zona centro de la ciudad.
- Los pasos peatonales a nivel de piso.

- Se implementa un transporte masivo exprés, confinado y más eficiente.
- El mejoramiento de la imagen urbana.
- Rescate de la superficie del derecho de vía.

En la figura 34 se puede observar la representación gráfica del viaducto elevado por donde cruza el ferrocarril de carga la ciudad sin ningún cruce a nivel peligroso, y por debajo de éste se puede observar la movilidad del transporte masivo confinado en carriles exclusivos, dos carriles para vehículos particulares y banquetas amplias para peatones.



Figura 34. Render proyecto modernización urbana-ferroviaria SLP (Elaboración propia, 2021).

La figura 35 muestra una imagen fotorrealista de la doble vía férrea sobre el viaducto elevado para el paso del ferrocarril de carga sobre la zona centro de la ciudad de San Luis Potosí.



Figura 35. Render zona centro SLP. (Elaboración propia, 2021).

Finalmente, en figura 36 se observa una propuesta de los cruces a nivel debajo del viaducto elevado, para el paso de los vehículos y peatones que cruzan esta vialidad.



Figura 36. Render cruce a nivel debajo de viaducto elevado (Elaboración propia, 2021).

CONCLUSIÓN

Con relación a la propuesta de solución para mitigar el tráfico urbano y ferroviario de la zona metropolitana de San Luis Potosí se puede concluir que las soluciones de ingeniería, a un problema, pueden ser infinitas. En el caso específico para la ciudad de San Luis Potosí, el problema de movilidad por muchos años se ha dejado a un lado priorizando otros sectores, pero ha llegado el momento de actuar, ya que cualquier evento inusitado, como un pequeño accidente o una ligera lluvia, llega a afectar la movilidad de una forma caótica, por lo que en este trabajo se desarrolló un proyecto global que involucra los diferentes modos de transporte como el ferroviario, el urbano, la micro movilidad, así como a la población de todos los niveles económicos, que es afectada sin el proyecto y beneficiada con el proyecto.

Finalmente se cumplió con el objetivo general que se propuso al inicio de la investigación *“Proponer una solución al tráfico urbano y ferroviario de la zona metropolitana de San Luis Potosí para mejorar la movilidad en la ciudad y beneficiar a los habitantes de la zona”*. En este sentido, se determinó que la intermodalidad entre los distintos modos de transporte es muy importante para lograr eficientar el transporte de una persona de un origen a un destino en el menor tiempo y costo posible.

Aunque cuando se puede concluir que el proyecto desarrollado en esta tesina puede ser una solución al problema de movilidad en la zona metropolitana de San Luis Potosí, es meramente un anteproyecto que requiere aun de un estudio de análisis de beneficio-costos para verificar la viabilidad del proyecto. En caso de que resulte positivo el análisis, se debe continuar con la realización de diferentes ingenierías para conformar ahora si un proyecto ejecutivo integral con todas sus especificaciones y posteriormente llevar a cabo la construcción.

BIBLIOGRAFÍA

Aranda, Daniela (2021) “Fusión de Kansas City y Canadian Pacific incrementará competitividad de SLP”. Nota informativa. El sol de San Luis, México.

Fecha de Consulta: marzo 2021

<https://www.elsoldesanluis.com.mx/local/fusion-de-kansas-city-y-canadian-pacific-incrementara-competitividad-de-slp-uuzi-6506765.html>

Agencia Reguladora del Transporte Ferroviario (2020) “Mapa Sistema Ferroviario Mexicano”.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Fecha de Consulta: junio 2021

<http://artf.centrogeo.org.mx/mviewer/sfm#>

Bonilla Chávez, J. Alfonso (2020), “Propuesta de regulación de cruces a nivel ferroviarios mediante la implementación de un sistema de información geográfica integral ferroviario (SIGIF)”. Tesina para grado de especialista en vías terrestres. Universidad Nacional Autónoma de México. México.

Guerrero Fernández, J. Antonio (2017). “Ingeniería de vías férreas”.

López Pérez, Andrés O. (2017). “La movilidad en la Zona Metropolitana de la ciudad de San Luis Potosí: Análisis espacial del transporte público y propuesta por medio de estándares de desarrollo orientado a transporte”. Tesis para maestría en ciencias ambientales. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Ciencias Químicas. México.

Martínez Torres, Yesua (2018) “Crecimiento Urbano en San Luis Potosí”. Investigación para licenciatura en diseño urbano y del paisaje. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad del Hábitat. México.

Molina García, Daniel (2020), “Importancia de la seguridad ferroviaria en el Sistema Mexicano”. Tesina para grado de especialista en vías terrestres. Universidad Nacional Autónoma de México. México.

Moreno Quintero, Eric (1999) “Privatización ferroviaria mexicana”. Notas artículo 1. Instituto Mexicano del Transporte, México.

Fecha de Consulta: enero 2021

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

Navarro López, Ramiro y Leal Reyes, Gabriela (2015). “Los Ferrocarriles en México”.

Pedrero Lozoya, H. A. (2019). “Diseño, construcción y automatización de una máquina de vapor de Newcomen”. Tesis de grado. Universidad Politécnica de Madrid. España.

Quevedo, Liliana (2019) “Vías de ferrocarril, solución a la movilidad en SLP”. Nota informativa. Plano Informativo, México.

Fecha de Consulta: abril 2021

<https://planoinformativo.com/683899/vias-de-ferrocarril-solucion-a-la-movilidad-en-slp>

Reyes Pintor, Antonio (2019). "Ferrocarril y Ciudad: La convivencia de dos sistemas, caso Ciudad de México y Ciudad de Querétaro". Tesis de Maestría en Urbanismo. Universidad Nacional Autónoma de México. México.

Rojas Delgado, Alfonso (2020) "Modernización Urbana Zona Metropolitana de San Luis Potosí: Un proyecto con futuro y de alta rentabilidad social". Proyecto

Torres, José (2020) "Tendría San Luis Potosí un libramiento ferroviario". Nota informativa. El exprés San Luis Potosí, México.

Fecha de Consulta: abril 2021

https://elexpres.com/2015/nota.php?story_id=219452