



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DEL HÁBITAT
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

Tema: ***“Rehabilitación de Ríos urbanos a través de la Infraestructura Verde.
Caso de estudio Río Santiago, San Luis Potosí, S. L. P.”***

TESIS
QUE PARA OBTENER
EL TÍTULO DE MAESTRA EN CIENCIAS DEL HÁBITAT
LÍNEA DE GENERACIÓN Y APLICACIÓN DEL CONOCIMIENTO:
ADMINISTRACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN Y GERENCIA DE PROYECTOS

PRESENTA:
ARQ. REBECA HERNÁNDEZ VERA

ASESOR:
DRA. LOURDES MARCELA LÓPEZ MARES

SINODALES:
MTRO. JUAN MANUEL LOZANO DE POO
MTRO. MANUEL VILDOSOLA DÁVILA

FECHA: ENERO 2017

Contenido

Introducción.

Propósito y antecedentes.....	4
Objetivos y preguntas de investigación.....	6
Conceptos y teorías para la proyección del marco teórico.....	7
El argumento para el tipo de intervenciones.....	8
El diseño y los métodos de investigación.....	9
Revisión de capítulos.....	11

Capítulo 1.- Antecedentes

1.1.- Rehabilitación de Ríos urbanos.....	13
1.2.- Rehabilitación de Ríos en la práctica: Tres casos internacionales.....	17

Capítulo 2.- Marco Teórico: Soporte de la investigación.

2.1.- La sustentabilidad de las ciudades.....	28
2.1.1.- Planeación sustentable.....	29
2.1.2.- Indicadores.....	35
2.2.- Principios en la Rehabilitación de Ríos urbanos.....	37
2.3.- Infraestructura Verde (IV).....	43

Capítulo 3.- Marco metodológico.

3.1.- Marco analítico.....	51
3.2.- La estrategia metodológica.....	54
3.3.- El enfoque metodológico.....	57
3.4.- Delimitación del caso de estudio.....	59
3.5.- Desarrollo de la estrategia metodológica.....	64
3.5.1.- Identificación y selección de indicadores.....	65
3.5.2.- Recolección datos.....	67
3.6.- Evaluación de datos (SML)	70

3.7.- Prueba piloto de encuestas..... 73

Capítulo 4.- El Río Santiago y su contexto regional: Problemáticas ambientales de la ZMSLP

4.1.- La dinámica del Río Santiago..... 76
4.2.- Situación ambiental en la ZMSLP..... 76
4.3.- Descripción geográfica general del Estado..... 85

Capítulo 5.- Caso de estudio: Río Santiago, San Luis Potosí, S. L. P.

5.1.- Descripción del área de estudio 91
5.2.- Población delimitada..... 92
5.3.- Análisis de áreas verdes..... 96
5.4.- Infraestructura vial..... 99
5.5.- Resultado de encuestas..... 102
5.6.- Infraestructura, equipamiento y servicios..... 107
5.7.- Riesgos..... 108
5.8.- Antecedentes..... 119
5.9.- Conclusión del área de estudio y análisis..... 123
5.10.- Análisis, Sistema de Marco Lógico (SML)..... 126
 5.10.1.- Análisis de problemas..... 127
 5.10.2.- Análisis de objetivos..... 128
 5.10.3.- Análisis de alternativas de acción..... 129
 5.10.4.- Matriz de Marco lógico..... 130

6.- Discusión: Caso de estudio y teoría.

6.1.- El enfoque en la Rehabilitación de Ríos y la opción de la Infraestructura Verde..... 131
6.2.- Las estrategias de planeación..... 133

7.- Conclusiones.

7.1.- Respuestas a las preguntas de investigación..... 142
7.2.- Recomendaciones..... 145
7.3.- Limitantes y propuestas a futuro..... 146

Referencias..... 147

Rehabilitación de Ríos urbanos a través de la Infraestructura Verde. Caso Río Santiago, San Luis Potosí, S. L. P.

Introducción

Propósito y antecedentes

La presente investigación aborda la rehabilitación de los ríos urbanos a través del enfoque que brinda la Infraestructura Verde (IV), reconocida a través del Programa Ambiental de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Este programa propone una oportunidad para abordar los sistemas naturales o semi-naturales que ofrecen el suministro de una infraestructura de servicios primarios, como drenaje y saneamiento para a su vez ampliar el rango de co-beneficios secundarios abordándolo como una infraestructura para la creación de espacios verdes.

En México, la característica principal de los ríos que se encuentran dentro de la mancha urbana, es que se han transformado a través de las dinámicas urbanas hacia infraestructuras viales. Esto, debido a que los ríos urbanos anteriormente eran considerados un peligro para la salud pública, ya que regularmente se vertían en ellos desechos urbanos o industriales. Del mismo modo, suponían un peligro que provocaba inundaciones en época de lluvia.

Esta investigación presenta como caso de estudio el Río Santiago en la Zona Metropolitana de San Luis Potosí (ZMSLP).

La evolución del Río Santiago en San Luis Potosí, no ha sido muy diferente a la de los ríos del resto del país. A partir de los años 80's y bajo el mandato del Gobernador Carlos Jongitud Barrios (1983-1989) inicia su transformación hacia una gran vía

rápida, que respondería a las afectaciones sanitarias que el río causaba y a la necesidad de dotar de infraestructura vial a la ciudad que se expandía.

La intención de intervenir un río urbano va ligada a que potencialmente puede inferir directa o indirectamente en el manejo del agua de la ciudad y que como veremos más adelante, puede traer consigo beneficios ecosistémicos a las urbes.

La infraestructura hidráulica en la ciudad de San Luis Potosí cumple casi en su totalidad con la dotación de servicios básicos como el abasto de agua potable y drenaje y avanza por cubrir en mayor porcentaje el tratamiento de sus aguas negras al proyectar y ejecutar plantas de mayor capacidad. Pero se han dejado a un lado los aspectos secundarios de la infraestructura como la separación final de las aguas pluviales y las negras, la implementación de pozos de absorción y el manejo de las aguas de lluvia en las zonas altas de la ciudad, las cuales generan inundaciones en las partes bajas.

El abasto de agua en la ZMSLP proviene principalmente de la extracción del acuífero profundo el cuál se encuentra sobreexplotado, de tal manera que pone en entredicho hasta qué punto será sostenible el desarrollo de la ciudad si no se comienzan a tomar medidas para su recuperación y conservación.

El objetivo de rehabilitar el Río Santiago va encaminado a que forme parte de un sistema dinámico que cumpla con las expectativas de una infraestructura básica y que por medio del enfoque que brinda la IV ofrezca los co-beneficios en materia de recarga, regulación y creación de espacios verdes, entre otros, revalorando así la relación urbano-ambiental de la ciudad.

Objetivos y preguntas de Investigación.

A partir de lo anterior y para la delimitación del estudio se plantea como objetivo general la formulación de estrategias de intervención para el Río Santiago mediante el enfoque de la IV a fin de mejorar las expectativas urbanas del área y restablecer algunas funciones ecológicas.

Como parte de los objetivos específicos, primero se analizará la situación actual en torno al Río Santiago para identificar los tipos de intervenciones en escala de prioridades urbano-ambientales y consecuentemente se evaluarán las condiciones o estados mediante el uso de indicadores urbano-ambientales.

Las preguntas que se plantean para la presente son:

- ¿Qué características y situaciones entorno al Río Santiago se necesitan analizar para realizar un diagnóstico de “funcionamiento” del Río?
- ¿Qué conceptos e indicadores de sustentabilidad urbana se requieren evaluar para establecer las posibilidades y beneficios de la rehabilitación del Río Santiago?
- ¿Qué estrategias de intervención de la IV se pueden aplicar en la planeación para la rehabilitación del Río Santiago?

A partir de lo anterior se plantea la siguiente hipótesis:

La rehabilitación del Río Santiago como parte de una IV podría generar beneficios ecosistémicos al proveer servicios ambientales en la ciudad tales como la disminución de escorrentías, el incremento en la infiltración del agua de lluvia y la

mitigación del efecto isla de calor urbano, además de plantear una nueva relación con el Río al promover la creación de espacios para servicios culturales, recreativos y una movilidad sostenible.

Conceptos y teorías para la proyección del Marco teórico

La investigación gira en torno al desarrollo sustentable y su enfoque hacia la sustentabilidad urbana con énfasis en lo ambiental dentro del desarrollo del ser humano y su calidad de vida.

En la actualidad surgen algunas tendencias encaminadas a recuperar espacios de calidad en las ciudades por medio de nuevas prácticas urbanísticas y de planeación las cuales buscan la sustentabilidad en los medios urbanos. Así mismo, emergen los proyectos encaminados a recuperar los ríos inmersos y olvidados bajo el pavimento para el beneficio de los ecosistemas urbanos y de los habitantes de las ciudades.

La rehabilitación de ríos enfatiza la mejora de un ecosistema al recuperar ciertos elementos biofísicos de gran importancia para los medios urbanos, tales como la preservación de bienes y servicios ambientales, así como la incorporación armónica del río al paisaje de la ciudad, la cual busca reparar las funciones ecológicas de los cursos de agua, creando sistemas verdes que mejoren las expectativas urbanas.

Esta investigación versará sobre intervenciones estratégicas de rehabilitación que se puedan generar por medio de la IV. Este tipo de infraestructura pretende dejar sitio a la naturaleza por medio de un enfoque más integrado del uso de suelo. La Comisión Europea propone técnicas para crear IV como:

- Mejorar la **conectividad** entre las zonas naturales existentes.

- Aumentar la **permeabilidad el paisaje** para favorecer la movilidad de especies.
- Identificar **zonas multifuncionales** que favorezcan usos de suelo compatibles que apoyen ecosistemas sanos.

La IV propone como posibles componentes algunos elementos urbanos como parques verdes, muros verdes o techos que alberguen biodiversidad y permitan a los ecosistemas prestar servicios mediante la conexión de zonas urbanas.

De este modo, se puede definir a la IV como un instrumento multifuncional que aporta servicios ecológicos, económicos y sociales, mediante la creación de una red interconectada de espacios esenciales para el funcionamiento de los recursos naturales como un elemento normalizado en la planeación del territorio, (*Cantó, 2014*).

El argumento para el tipo de intervenciones

Es necesario resaltar que este tipo de intervenciones en la ciudad se hacen cada día más necesarias, ya que se tiene en entredicho hasta que momento será sostenible su desarrollo. En las últimas cuatro décadas se ha experimentado un crecimiento importante en la ciudad, el cual ha provocado fuertes cambios en la urbanización, acrecentando los problemas ambientales, vehiculares, la calidad y dotación de espacios verdes. Por lo tanto se plantea como primera necesidad la revaloración urbano-ambiental en términos de sustentabilidad.

La IV propone una serie de criterios para la planificación de las ciudades. Usada como instrumento para la Rehabilitación del río Santiago estos criterios podrían generar pautas para la implementación de las estrategias necesarias en su intervención, a fin de modificar su dinámica actual y mejorar sus condiciones de

sustentabilidad. Mediante el enfoque de la IV el río podría brindar los beneficios ecosistémicos que mejoren las expectativas urbanas y ecológicas del entorno.

El diseño y los métodos de investigación

Se realizó una estrategia metodológica a fin ofrecer un diagnóstico que permita identificar los tipos de intervenciones en escalas de prioridades urbanas sustentables que consta de dos etapas fundamentales:

- 1.- Caracterización y diagnóstico.
- 2.- Evaluación para la planeación.

Para el alcance de los objetivos y por la naturaleza del caso, el estudio se abordó como un sistema complejo con la finalidad de identificar sus elementos y partir del análisis de sus partes podamos comprender el funcionamiento del sistema completo una vez relacionadas sus partes entre sí.

Mediante el enfoque sistémico y por medio de la metodología del mejoramiento de sistemas se propone primeramente, la identificación del mismo y sus componentes, la obtención de un diagnóstico del “funcionamiento” para de evaluar los fenómenos o prácticas de la realidad del sistema. Consecuentemente con base en el diagnóstico y la evaluación de los componentes del río, se propone generar estrategias de carácter prospectivo, en donde la sustentabilidad del sitio sea el resultado de las estrategias planteadas.

En el contenido del documento se realizó un análisis de la sustentabilidad como pre-requisito para la planeación, ya que este concepto representa un eje fundamental en la rehabilitación de ríos y la propuesta de IV. A partir de los conceptos de sustentabilidad podemos recurrir al uso de indicadores urbanos como instrumentos

de medición de las condiciones del área. De esta forma, se analizaron los componentes de ambientales, de población, infraestructura, servicios y la movilidad.

En la fase de diagnóstico se realizó una investigación documental para establecer el proceso de vida del río hacia su reconversión a boulevard, sus etapas y obras actuales. La investigación documental también se acompañó de datos de fuentes oficiales y dependencias encargadas del mantenimiento y seguridad del Boulevard.

Para la delimitación de la población se identificaron a dos grupos específicos, el grupo A, corresponde a los sectores de la población al margen del río los cuales se delimitaron por AGEB (Área geoestadística básica), y el grupo B que corresponde al usuario de tipo vehicular que transita por el Río Santiago.

Para el análisis del sitio, se identificaron las áreas situadas al margen del río y su delimitación por AGEB's, de acuerdo con la base de datos del Censo de Población y Vivienda 2010, el Inventario Nacional de Vivienda 2015, y el Plan de Centro de Población Estratégico SLP-SGS 2003, entre otros, se realizaron mapas de datos del área con información específica referente a:

- Población
- Vulnerabilidad
- Usos de suelo
- Infraestructura
- Equipamiento
- Vialidades
- Áreas verdes

Para el análisis de movilidad se realizaron encuestas dirigidas al grupo B, a fin de conocer la problemática que identifican, sus tiempos de recorrido en situaciones adversas al tráfico, así como la identificación de sus vías alternas.

A partir de la identificación de estos datos se retoma la estrategia metodológica para realizar una caracterización y diagnóstico de la unidad de análisis mediante la descripción de sus subsistemas y sus interrelaciones, así como sus restricciones, problemáticas urgentes y valores involucrados. A de ésta información se continúa con la segunda etapa, en la cual se realizó un análisis estratégico en donde se evaluaron los parámetros de los indicadores de sustentabilidad en las áreas urbanas que son potencialmente aplicables a la planificación de IV en el caso de estudio. Para la etapa de evaluación se utilizó como herramienta de análisis el Sistema de Marco Lógico a fin de diseñar las estrategias que puedan ser aplicadas a la intervención del Río Santiago.

Revisión de capítulos

La tesis se compone de siete capítulos, el primer capítulo presenta el Estado de Arte. El capítulo está enfocado en la manera en que se ha abordado la rehabilitación, las estrategias empleadas y los métodos para reparar las funciones ecológicas en los cursos de agua. Así mismo, se presenta la situación de los ríos urbanos, sus dinámicas y cómo sus transformaciones en la ciudad derivan en la mayoría de los casos en su reconversión hacia vías rápidas. De igual manera presenta tres casos análogos, en donde se aborda la restauración del río Cheongyecheon (Corea del Sur) y las consideraciones bajo las cuales se llevó a cabo su rehabilitación, el Parque del Río Medellín (Colombia) y sus componentes en materia ambiental, urbano-arquitectónica, social, de movilidad y técnica, finalmente Madrid Río (Manzanares, España) y el tipo de intervenciones que se llevaron a cabo así como sus líneas estratégicas.

El segundo capítulo desarrolla el marco teórico, partiendo de la sustentabilidad de las ciudades, sus principios y los indicadores que desprenden, así mismo se abordan los principios de la rehabilitación de ríos urbanos y la IV como estrategia hacia la rehabilitación, de tal forma, que a partir de lo anterior se puedan elaborar

estrategias puntuales para abordar los problemas complejos para el tipo de intervenciones en la ciudad.

En el capítulo tercero se desarrolló la estrategia metodológica. Este capítulo incluye el enfoque, la delimitación del caso de estudio, los componentes que se utilizarán para el diagnóstico del caso así como la selección e identificación de los indicadores que se usarán para la evaluación. También se determinaron las herramientas para la recolección de datos a partir de su identificación y análisis.

El capítulo cuarto el contexto regional del caso de la investigación abordando la dinámica actual de los ríos urbanos y la situación ambiental previa de la ZMSLP.

Dentro del capítulo quinto se desarrolla el caso de estudio mediante la información relevante recolectada, iniciando con una descripción geográfica general del estado, los antecedentes históricos de la evolución del Río, la descripción del área de estudio y las conclusiones del caso.

El capítulo seis se enfoca en la discusión entre el apartado teórico y los resultados del caso de estudio para dar paso al análisis y la proposición de estrategias.

Finalmente el último capítulo concluye con los hallazgos encontrados en la investigación, las respuestas a las preguntas de investigación planteadas, recomendaciones y limitantes de la investigación.

Capítulo 1.- Antecedentes

1.1.- Rehabilitación de Río Urbanos

Según la SER Internacional (Sociedad Internacional para la restauración ecológica) la rehabilitación y la restauración de ríos comparten un enfoque fundamental en los ecosistemas, pero difieren en sus metas y estrategias. La rehabilitación enfatiza la reparación de los procesos, la productividad y los servicios de un ecosistema, mientras que la restauración incluye el restablecimiento de la integridad biótica preexistente en términos de especies y estructura de las comunidades donde se aplica. En contraste, la rehabilitación describe una condición a lo largo del río donde los sistemas bióticos naturales sean devueltos, pero no todos, y a cambio se promueva la mejora en términos de aumento de funciones de los ecosistemas (*Findlay, Taylor, 2006*).

En este caso, el término rehabilitación se usa para describir la mejora de un ecosistema, en lugar de la recuperación completa del sistema y de esta manera solo recuperar ciertos elementos biofísicos de gran importancia para el ecosistema en el área urbana, así como la incorporación armónica del río al paisaje de la ciudad.

A nivel mundial, recientemente se han implementado estrategias y métodos para la rehabilitación ecológica y mejoramiento de los ríos urbanos, los cuales buscan reparar las funciones ecológicas de los cursos de agua, creando sistemas verdes que mejoren las expectativas urbanas y del paisaje que brinda la infraestructura.

El desarrollo urbano en las ciudades de nuestro país no ha valorado los ríos que las atraviesan ni se han integrado de manera armónica a sus dinámicas, debido a que se han convertido en focos de contaminación y fuentes de enfermedades, además de ser, en algunos casos causa de severas inundaciones.

El enfoque higienista¹ y de protección del siglo XIX consideraba a los ríos como un peligro que provocaban inundaciones en época de lluvias y representaba riesgos para la salud pública, ya que regularmente los desechos urbanos e industriales eran vertidos en sus cauces, lo que favoreció las intervenciones radicales como entubamientos o su reconversión a vialidades como una solución encaminada a mejorar las condiciones de salubridad de la ciudad. Sin embargo, a partir del siglo XX la forma de percibirlos ha cambiado. Hoy en día existe una revaloración sobre el papel que pueden cumplir los ríos al unificar la ciudad en términos espaciales y sociales, y también se les percibe como un eje de desarrollo urbanístico y de inversión inmobiliaria (*Perló, 2010*).

Las intervenciones de los ríos urbanos proponen una nueva relación urbana con los recursos naturales ya que los cauces sostienen los ecosistemas riparios², y llevan a las áreas urbanizadas los beneficios de la naturaleza que incluyen el oxígeno, la fauna y los valores estéticos de los entornos naturales, que mejoran la calidad de los entornos urbanos (*Michel, Graizbord. 2002*).

Se podría afirmar que la significación de un espacio articulado por el cauce de un río en la trama urbana marca nuevas formas de valoración de la ciudad, además de crear beneficios que van ligados a las nuevas tendencias de hacer ciudad de un modo sustentable y suponen estrategias de carácter estructural, ya que los ríos por naturaleza han actuado como corredores que se han ido transformando en vialidades, y han actuado, por lo tanto, como directrices de urbanización. La recuperación de estos espacios lineales puede constituir una oportunidad de “vertebración” del territorio (*De la Cal, Pellicer, 2002*).

¹“El higienismo confluye una preocupación genérica por la salud pública, el intento de explicar el origen y mecanismos de determinadas enfermedades endémicas y epidémicas, y una reflexión amplia sobre lo que hoy llamaríamos la «calidad de la vida»” (Urteaga, 1985, p. 417).

² Se refiere a la vegetación y a la fauna que se origina en los ríos y otras corrientes o masas de agua.

“La recuperación de ríos urbanos hacia sistemas fluviales más saludables y resilientes podría generar varias oportunidades para el desarrollo sustentable de México” (Polo, 2014, p.43).

En la rehabilitación de Ríos observamos los enfoques eco-hidrológicos que responden a varios objetivos:

- Control de inundaciones.
- Protección del área de recarga acuífera.
- Creación de corredores ecológicos que conecten a las ciudades con las áreas naturales.
- Mejoramiento y mantenimiento del equilibrio ecológico de un sistema ripario.
- Creación de áreas de recreación y conservación para los ciudadanos.
- Creación de un atractivo para la ciudad.

Las intervenciones estratégicas para la rehabilitación de ríos urbanos podrían producir cambios profundos de índole social, política y cultural encaminados hacia una nueva cultura territorial y ambiental emergente, siendo componentes centrales en el ordenamiento del territorio. A pesar de lo anterior, no se puede garantizar el éxito en la rehabilitación de un río urbano, ya que depende en gran medida de la apropiación de la ciudadanía de estos espacios y de su esquema de gestión, factores clave para evitar la creación de zonas de conflicto o inseguridad.

En el contexto mexicano, Legorreta (2009), nos habla sobre las concepciones urbanísticas “modernas” para construir la ciudad, y menciona que se han fundamentado en utilizar a los ríos y lagos a modo de drenajes. Comenta que así se ha edificado y se sigue edificando la ciudad, y con ello se ha nublado nuestra inteligencia para conservarlos como elementos naturales que brindarían un sólido valor patrimonial e inmobiliario a los espacios urbanos.

Legorreta afirma que nos guió, y nos guía todavía, la falsa modernidad basada en destruir todo vestigio de naturaleza que se opone al predominio del automóvil. La prioridad de “más autos y menos agua” sigue determinando gran parte de las políticas públicas gubernamentales (Legorreta, 2009).

Legorreta propone la posibilidad de evitar que los ríos se conviertan en grandes vialidades simplemente cambiando “*Agua negra por agua limpia*” y no agua por autos, como parte de los nuevos caminos y nuevos paradigmas para fortalecer el equilibrio ecológico y la sustentabilidad de la ciudad. Afirma que para ello sólo habrá que poner un límite a las políticas públicas que continúan encapsulando en rígido concreto los ríos de agua negra para convertirlos en vialidades automotrices.

De este modo, los ríos dentro del entorno urbano se pueden concebir como espacios de oportunidad hacia ciudades más sostenibles. Puesto que el origen de las ciudades ha estado relacionado con las fuentes de agua, resulta evidente que la regeneración de los entornos urbanos debe empezar también por ahí. En particular, cuando los corredores fluviales atraviesan espacios céntricos de las ciudades, afrontar el reto de mejorar la calidad urbana de estos espacios es una prioridad de primer orden (Terraza, 2015).

Terraza, (2015) señala que la rehabilitación de los ríos puede tener un efecto sinérgico y revertir la degradación urbana, mejorando el comportamiento ambiental de la ciudad y su resiliencia frente a desastres naturales, además de que puede generar valor inmobiliario en la propia zona y áreas colindantes.

Así mismo un río urbano puede funcionar como mecanismo de recuperación de fuentes hídricas, de mejora de la calidad del agua y de regeneración de zonas ambientalmente degradadas en las ciudades, pero sus beneficios para la trama urbana van mucho más allá de lo estrictamente ambiental.

Entre las estrategias de uso de los ríos rehabilitados se proponen en algunos casos, la creación de parques lineales que pueden incidir de manera positiva en el tejido urbano que los rodea tanto en los aspectos funcionales (incentivando el uso alternativo de medios de transporte y propiciando la cohesión y conectividad al interior de la ciudad), como en los aspectos sociales (proporcionando espacios para el encuentro y la recreación y contribuyendo a la reducción de la violencia en el espacio público), económicos (incrementando el valor inmobiliario del entorno) y estéticos (generando espacios verdes de gran valor paisajístico junto al agua). Lo que representaría una herramienta en la planeación encaminada hacia las ciudades emergentes y sostenibles.³

1.2.- Rehabilitación de Ríos en la práctica: Tres casos internacionales.

Los ejemplos citados a continuación se enfocan en las consideraciones que se tuvieron en cada caso al momento de la rehabilitación de los cauces, sus componentes así como los tipos de intervenciones que de acuerdo a su escala fueron las adecuadas. Se presentan los casos de tres ríos situados en diferentes continentes, el Río *Cheonggyecheon* en el continente Asiático, *Madrid Río* en Europa y *Parque del Río Medellín* en América.

Uno de los ejemplos más emblemáticos en rehabilitación de ríos ha sido el Río *Cheonggyecheon* en Corea del Sur. En 2003 nace el proyecto para rehabilitar el río como parte de una valoración del gobierno coreano para la restructuración vial de la autopista que estaba construida sobre el río. Motivados por el alto costo del mantenimiento de la vía reformularon la propuesta a partir de la rehabilitación del

³ Según el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), las ciudades emergentes son aquellas que tuvieron un crecimiento poblacional y económico positivo por encima del promedio nacional durante el último período entre censos, y las cuales tenían una población entre 100 mil y 2 millones de habitantes. (México está considerado dentro de estas) Se pretende que estas ciudades puedan planificar su crecimiento, y así evitar los problemas de las megaciudades y asegurar la sostenibilidad urbana y ambiental para todos sus habitantes.

cauce considerando las ventajas y desventajas que traería al área urbana que atravesaba.

El Parque Río Medellín en Colombia, formó parte de un proyecto de intervención y renovación urbana entorno al Río Medellín para conectar la ciudad de forma eficiente interviniendo en la movilidad, el espacio público, el equipamiento y la revaloración ambiental.

Finalmente, el propósito planteado para el proyecto de Madrid Río (Manzanares, España), se centró en la recuperación de espacios para los ciudadanos. Aunque el flujo del río era continuo, la vialidad en los márgenes impedía cualquier otro uso y degradaba el entorno circundante. De esta manera el gobierno español concibe el Plan Especial Madrid Río para revalorar el cauce como un corredor ecológico que estableciera un eje medioambiental, deportivo, lúdico y cultural.



Imagen 1. Río Cheonggyecheon. Fuente: Seoul Development Institute Kee Yeon Hwang, 2003.

Los objetivos en cada rehabilitación van encaminados a mejorar los espacios urbanos existentes por medio de la inclusión de la ciudad a las actividades del Río. Los tres casos expuestos tienen similitudes a considerar por la manera en que fueron planteadas las estrategias para la rehabilitación de los cauces, estas estrategias las podemos plantear de la siguiente manera:

Estrategias ambientales:

El componente ambiental del Parque Medellín fue punto clave en su rehabilitación, de acuerdo con su Plan director “Medellín, Valle de Alburrá”, 2011, su estrategia consistió en armonizar las relaciones entre el río, sus afluentes, la flora, la fauna y demás componentes ambientales del proyecto. Para este fin se realizó un estudio ambiental que reflejara el estado actual del territorio, así como una evaluación junto con la formulación de planes de manejo ambiental en las diferentes etapas del proyecto.

Además del estudio ambiental, el proyecto cuenta con diseños del paisaje donde se implementaron asociaciones de especies, mediante la siembra de más de 140 especies forestales, que a su vez tienen asociadas 70 especies de fauna (Pedraza, 2015).

El Plan Especial Madrid Río (2008), concibe el ámbito recuperado del cauce como un gran eje medioambiental, deportivo, lúdico y cultural. Su uso público se concibe desde una perspectiva fundamentalmente medioambiental predominando las áreas verdes, los parques, los espacios recreo, ocio y estancia, integrándolo con los parques existentes, de modo que conforma en conjunto un corredor ecológico de más de 3,000 hectáreas.

La estrategia ambiental del Río *Cheonngyecheon*, fue en sí misma la recuperación del cauce como forma de restauración ambiental de la ciudad. El Río redescubierto

y el parque lineal permitieron la creación de ecosistemas para la proliferación de especies vegetales y acuáticas. Sus aportes ambientales permitieron que algunos parámetros negativos de contaminación descendieran considerablemente, como la reducción del efecto “isla de calor” con un descenso en la temperatura alrededor de 3.5 grados centígrados respecto a las calles del entorno, (Blasco. 2015).

Estrategias de Movilidad:

Para la planificación de puentes y transporte sobre el Río *Cheonggyecheon*, los márgenes de la corriente se ampliaron 13.5 m para dar cabida a una sola vía de dos carriles, aceras, espacios de carga y descarga con el fin de propiciar un tráfico fluido después de la rehabilitación. Para dar acceso a 17 localidades se plantearon 17 puentes vehiculares y 5 peatonales que cruzan el Río. De igual modo, se analizó el sistema de movilidad que operaba al margen y sobre el río para determinar cuáles eran las zonas que representaban condiciones de tráfico graves.

Al mismo tiempo se mejoró el sistema de transporte a fin de fortalecer las funciones urbanas del área. El transporte centrado en los vehículos, se orientó en el respeto al ambiente y en la mejora de la competitividad de la ciudad. Para ello se introdujo un sistema de transporte masivo a fin de aliviar la congestión del tráfico y la contaminación debida al excesivo uso del automóvil. Además de que se mejoró el entorno peatonal.

La movilidad en el Parque Río Medellín propone varias intervenciones al sistema vial a lo largo el corredor del Río. Estas intervenciones buscaron ofrecer al usuario un recorrido cómodo, seguro y con buen nivel de servicios. Como premisa general en materia de movilidad, se buscó la continuación y conexión de vialidades para lograr fluidez longitudinal y transversal a lo largo del río incluyente con el transporte público, privado y no motorizado.

Sobre el Río Manzanares, se propuso una intervención de continuidad, que corresponde a las acciones realizadas para facilitar la comunicación y la accesibilidad en forma de rutas peatonales y ciclistas relevantes. De igual modo se intervino la red vial a fin de lograr mayor comunicación y accesibilidad al área.



Imagen 2. Parque del Río Medellín. Fuente: Plan director Medellín, Valle de Aburrá, 2011.

Estrategias de revitalización de barrios.

El caso del Río *Cheonggyecheon* es notable por la revitalización de las funciones urbanas y la estructura industrial para mejorar el estado del centro de Seúl, en particular, se revitalizaron las industrias del área del río y se mejoró la estructura industrial del centro urbano para dar paso a negocios internacionales como la sede multinacional y nacional de instituciones financieras a modo de mejorar la ventaja competitiva del sector para paulatinamente añadir instalaciones y hoteles para apoyar a este sector. Así mismo se reforzó la industria de la moda existente en el sector por medio de programas de apoyo en logística para la distribución de los productos que ahí se producen y venden.

Para logra esto, inicialmente definieron áreas sobre el río de acuerdo a la vocación existente, el área *CBD (Central busines distrit)* que incluía edificios de oficinas, un área denominada *Dongdaemun* que constaba de locales de ventas de electrónicos y prendas de vestir y el área *Northeastern* con comercio diverso y más de 500 puestos callejeros. En este punto también se analizaron los tipos de edificios inmediatos al río y se clasificaron de acuerdo al tipo de construcción y sus niveles.

También se proporcionaron apoyos administrativos y financieros para la reubicación de comercios que así lo requirieran. A la par se llevaron a cabo campañas de concientización y de información acerca de las obras que se proyectarían a lo largo del río, a partir de lo cual surgieron diversos talleres y actividades culturales para que los ciudadanos lograran empatía con las obras de rehabilitación y el proyecto final tuviera la apropiación del espacio por sus habitantes.

En la ciudad de Medellín y de acuerdo con el Plan director “*Medellín, Valle de Aburrá*” (2011) se aplicaron dos estrategias de renovación urbana:

1.- Estrategia urbana-arquitectónica. Se refiere a la integración del urbanismo con el espacio público, el paisajismo del parque y sus conectividades, enmarcada dentro de los procesos de renovación urbana de la ciudad.

2.- Estrategia social. Buscó fortalecer las relaciones socioculturales entre la población y el Parque del Río Medellín a partir de la implementación de estrategias informativas y de interacción con las comunidades, la cuales se implementaron a modo de ejercicios de planeación. Dicha práctica pretendía, que fuese claro y aprehensible para la ciudadanía el beneficio que los nuevos espacios pueden ofrecer y que la población se apropiara de su entorno y se comprometiera con su cuidado, protección y sostenibilidad.



Imagen 3. Madrid Río, Fuente: Gobierno de Urbanismo y Vivienda. Madrid, 2008.

En el caso de Madrid Río, su intervención a modo de eje medioambiental le otorgó un carácter para desarrollar paseos articulándolo a otros ejes culturales e institucionales de la ciudad. Para posibilitar el proceso de apropiación a los ciudadanos, se implementaron foros de participación e información

Diseño de corrientes:

Debido a que es un río intermitentes, el Río *Cheonggyecheon* necesitó elaborar una estrategia para el diseño de sus corrientes, ya que requirió de un flujo adicional para mantener una profundidad máxima de 40 cms de agua durante todo el año. La corriente del río se dotó a partir de tres orígenes, el Río *Hang*, el agua subterránea y las aguas de una PTAR (Planta de tratamiento de aguas residuales).

La correcta gestión de inundaciones en el Río *Choenggyecheon* jugó un papel esencial en el diseño de las corrientes en el cual se consideraron la creciente

incidencia de inundaciones y el gran volumen de lluvia durante el verano, para esto, se construyeron diques que pueden soportar la mayor inundación posible que se espera que ocurra cada 200 años.

Aunado a esto se previeron puentes vehiculares y peatonales con el fin de permitir el flujo máximo de agua de lluvia en el río y se utilizaron estructuras para evitar que el agua sucia fluyera dentro del *Cheonggyecheon* en temporada de lluvias fuertes.

Gestión en la construcción:

Se proyectó la demolición de la estructura de la autopista que cubría en Río *Cheonggyecheon* por etapas, en un lapso de un poco más de un año, modificaron la movilidad de las zonas y redujeron en lo posible las emisiones de ruido y polvo generadas por los trabajos. A la vez se planteó la reutilización de los residuos generados por la demolición, de modo que se recicló el 100% de la chatarra de hierro y acero, y el 95% del concreto y el asfalto.

A fin de reducir los inconvenientes públicos durante la rehabilitación del *Cheonggyecheon* se tomaron diferentes medidas. Para garantizar la actividad comercial durante los trabajos se planearon espacios de carga de trabajo y de descarga y la utilización del estadio *Dongdaemun* como sitio para estacionamiento público.

Por su parte, el componente técnico en el Río *Medellín* tuvo como objetivo conocer las condiciones técnicas del entorno, revisar los análisis técnicos hechos con anterioridad en el ámbito de intervención del río y valorar los parámetros para adelantar los diseños de ingeniería e incluso los diseños del Proyecto Urbanístico, Paisajístico y Arquitectónico. Los diseños de ingeniería se hicieron para desarrollar las diversas alternativas que dieran las soluciones técnicas, evaluando los factores ambientales, estructurales, de tiempo, de seguridad, económicos (Pedraza, 2015).

Dada la amplitud y la complejidad del proyecto Madrid Río, se desarrolló en 78 etapas diferenciadas, de manera que su construcción se realizó por tramos afines a la perspectiva funcional y financiera, priorizando los espacios cuya ejecución resultara más urgente. A partir de esto el proyecto se desarrolló a manera de rompecabezas para por partes cubrir toda la superficie del proyecto (Área de gobierno, urbanismo y vivienda, 2008).

A modo de conclusión podemos observar que entre los ríos mencionados existen grandes semejanzas en su planificación y sus estrategias a pesar de su ubicación en diferentes continentes, ya que abordan sus trabajos de rehabilitación con estrategias similares que mayormente se encausan en los aspectos medioambientales y de movilidad de las áreas. A continuación se muestra una tabla comparativa sobre las estrategias que se llevaron a cabo en cada caso.

ESTRATEGIAS DE REHABILITACIÓN	COREA DEL SUR	COLOMBIA	ESPAÑA
	RÍO CHEONGGYEcheon	PARQUE DEL RÍO MEDELLÍN	MADRID RÍO
AMBIENTAL	- Recuperación del cauce.	- Armonizar las relaciones del Río con en entorno.	- Creación de eje medioambiental.
	- Creación de ecosistemas para especies vegetales y acuáticas.	- Asociaciones de especies.	- Integración a parques existentes conformando un corredor ecológico.
MOVILIDAD	- Planificación de puentes.	- Continuación y conexión de vialidad	- Accesibilidad por medio de rutas ciclistas y peatonales.
	-Inclusión de medios de transporte colectivo, no motorizados y peatonales.	- Integración del urbanismo con el espacio público.	
REVITALIZACIÓN DE BARRIOS	- Revitalización de Industria y Comercio.	- Estrategias informativas y de interacción con las comunidades a modo de ejercicios de planeación.	- Integración con otros ejes culturales e institucionales
	- Creación de centros de negocios Internacionales.		- Implementación de foros de participación.
	- Campañas, talleres y actividades sobre el proyecto.		
DISEÑO DE CORRIENTES	- Aportación de fujo adicional.		
	- Diseño para inundaciones.		
GESTIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN	- Demolición de estructuras.	- Diseños de ingeniería.	- Desarrollo por etapas priorizando necesidades urgentes.
	- Gestión de flujos para continuar con las actividades comerciales del área.		

Tabla 1. Estrategias de rehabilitación. Fuente: Elaboración propia.

Lo casos anteriores ejemplifican cómo en una gran ciudad se pueden modificar los patrones de crecimiento a partir de la recuperación de los ríos al devolverlos a su rol natural y generar con esto, espacios públicos a partir de planes de regeneración sustentables.

Lo proyectos demuestran un cambio considerable en los hábitos de los automovilistas, ya que a partir de la regeneración de estos ríos, muchos optaron por nuevos sistemas de transporte y cambiaron sus prácticas de movilidad, además de que simultáneamente se dotaron de diferentes opciones de transporte público y privado mejorando la movilidad de las áreas circundantes a los proyectos. Con ello, los efectos ambientales en las ciudades intervenidas fueron notables, como por ejemplo la disminución del efecto “isla de calor” demostrada en el Río *Cheonggyecheon*.

También son considerables los impactos en la regeneración urbana de los barrios que bordean los diferentes canales, en el caso de Corea, su conversión hacia un gran centro cultural y de negocios generó además grandes ganancias para la ciudad. En el caso de Madrid Río se pudieron conectar distintos puntos estratégicos de la ciudad y se recuperaron espacios de gran valor cultural para la ciudad, en Medellín fue clave la regeneración urbana y ambiental de la zona, además de que en todos los casos se detonó la dotación de infraestructura y servicios en las zonas que estaban en franco deterioro creando con así un gran valor para los ciudadanos.

Todos los casos responden a una planeación estratégica donde las gestiones más importantes se dieron, como en el caso de Seúl, por medio de los gobernantes y en segundo lugar por medio de la participación ciudadana, al hacerlos formar parte de la gestación y diseño de los mismos.

Capítulo 2.- Marco teórico: Soporte de la investigación

Si bien, la rehabilitación de ríos urbanos gira en torno a procesos bien definidos y como vimos anteriormente aplicados en las diversas circunstancias de los casos análogos, entendemos que en un proyecto de rehabilitación primordialmente buscamos la sustentabilidad de la ciudad y con ello devolverla hacia una dinámica ambiental más saludable para el habitante. A continuación se expondrán los conceptos que nos ayudarán a comprender como podremos llevar a cabo estos procesos en la ciudad.

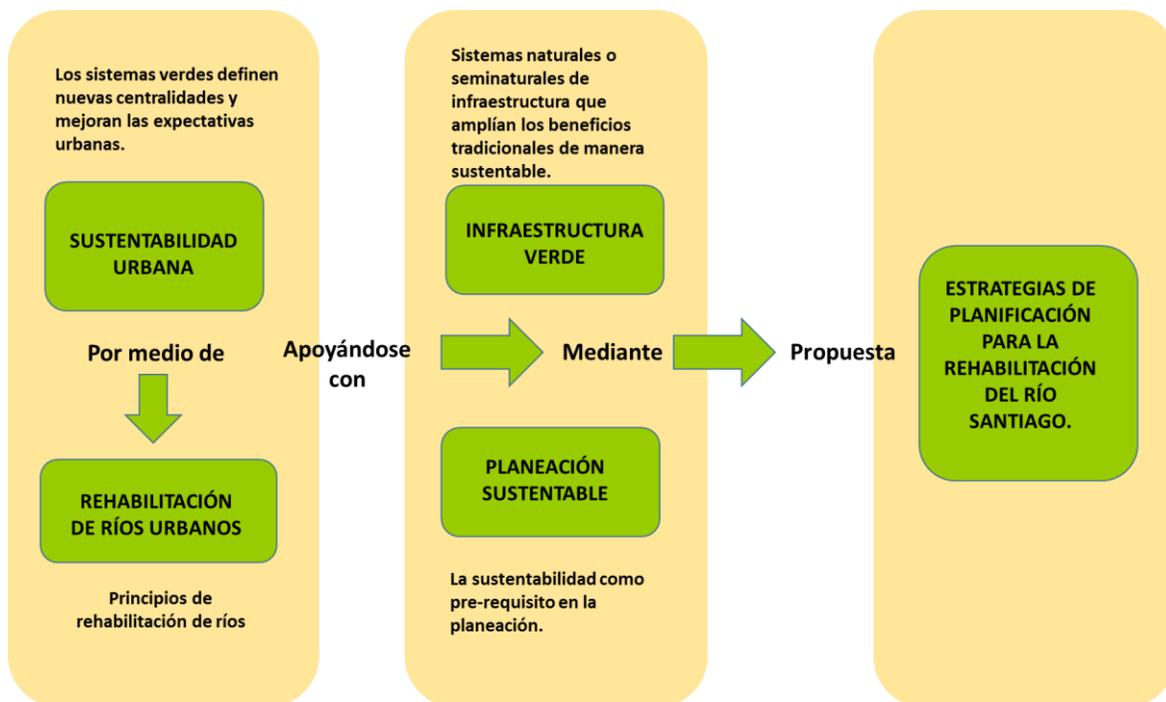


Imagen 4. Diagrama de teorías. Fuente: Elaboración propia

Podemos observar en el mapa anterior que la rehabilitación de ríos urbanos busca mejorar las condiciones de sustentabilidad de la ciudad. Lo podremos entender y abordar por medio de los conceptos de brinda la IV. Para alcanzar los objetivos propuestos en la investigación usaremos como herramientas las propuestas de la

planeación sustentable que nos lleven a desarrollar estrategias puntuales para la planificación de estas áreas como espacios de oportunidad para la mejora de la calidad de vida en la ciudad.

Se mencionarán a continuación los aspectos más relevantes de los conceptos y teorías de la tabla anterior, para comprender como podemos abordar la problemática desde el enfoque que estos ofrecen.

2.1.- La sustentabilidad de las ciudades

Según Ponte Páez (2002), la sustentabilidad urbana tiene como punto central a la gente, ya que su principal objetivo es el mejoramiento en la calidad de vida del hombre, fundamentado en la conservación y condicionado a respetar la capacidad de la naturaleza para el suministro de recursos y servicios para el mantenimiento de la vida.

Ante los problemas de sustentabilidad de los recursos que enfrentan las grandes ciudades, la comunidad internacional ha establecido estrategias⁴ para contrarrestar estos problemas las cuales han quedado plasmadas en documentos como la Agenda XXI y las metas del milenio. Estos documentos establecen objetivos para ser implementados en las realidades locales de manera paulatina (*Gleason, 2011*). En la búsqueda de estrategias para lograr esta sustentabilidad en la ciudad surgen enfoques como el desarrollo sustentable, en la opinión de *Bartón, (2012)*, al hablar de desarrollo sustentable se habla fundamentalmente de una nueva idea de

⁴ La Agenda XXI (1992) en su apartado de Protección y administración de los recursos de agua dulce dice que para poder hacer frente a la escasez generalizada y a la destrucción gradual del recurso hídrico en muchas regiones, se necesita una planificación y una gestión integrada de todos los tipos de recursos hídricos. Se deberán evaluar y proteger los recursos de agua dulce. También se necesitarán investigaciones, almacenamiento de datos, formación de modelos y una difusión amplia de la información vinculada a las cuestiones que atañen al agua dulce y las consecuencias del desarrollo deberán estudiarse claramente con modelos para permitir una planificación adecuada.

desarrollo, que acerca cada vez más al concepto de desarrollo humano. Cuando se habla de esto, se pone énfasis en lo ambiental, es decir, a un desarrollo que tiene como centro el ser humano y su entorno.

A pesar de los debates relacionados con definiciones y las implicaciones prácticas del pensamiento sobre el desarrollo sustentable, es evidente que el concepto ha sido un código importante para la organización del desarrollo nacional, regional, rural y urbano a través de distintos continentes, países y ciudades.

Así, el desarrollo sustentable tiene implicaciones con la sustentabilidad urbana y es considerada como un estado de equilibrio entre las dimensiones social, económica y ambiental en el espacio de la ciudad. La discusión de sustentabilidad urbana incorpora el tipo de interacción que se establece entre ciudad y región y que hace posible la vida urbana (*Aponte, 2007*).

2.1.1.- La Planeación sustentable

La planeación ambiental ha sido entendida de distintas formas (*Chávez, 2009*), se refiere a ella como una actividad fundamental humana y como una herramienta que nos ayuda a considerar posibles resultados antes de que nos comprometamos con alguna acción específica y como un proceso que precede y preside a la acción. Cuando la planeación se aplica al ambiente, se relaciona con el problema de reconciliar el funcionamiento ambiental con los intereses de múltiples actores sociales.

Planear hacia la sustentabilidad significa liberar potencias innovadoras para la transformación social y económica en armonía con la conservación de la naturaleza. Además de promover que la sociedad cree nuevas formas de desarrollo justas que apoye una mejor calidad de vida en el futuro (*Brandes, 2005*).

La planeación ambiental y la planeación estratégica comparten los conceptos de *perspectiva, posición, patrón, plan y maniobra*, que se refieren a continuación:

Perspectiva: La planeación ambiental considera a la sustentabilidad como una gran visión, como la manera fundamental de hacer las cosas. De esta manera, la sustentabilidad actúa como marco de referencia para explicar y entender el mundo y para plantear metas durante el proceso de planeación.

Posición: Defiende la sustentabilidad como un prerrequisito para la planeación del desarrollo económico y la ubica como una posición única y valiosa en la búsqueda de nuevas alternativas de desarrollo.

Patrón: Se refiere a la consistencia de una conducta en el tiempo, en la planeación ambiental se refiere a mantener y mejorar las estrategias ya probadas como exitosas en la conservación del medio ambiente para promover la coordinación entre ellas.

Plan: Se enfoca en el diseño de documentos base que den una dirección, una guía o curso de acción que den énfasis a la protección del ambiente, de los recursos naturales a largo plazo.

Maniobra: Busca articular acciones para lograr el desarrollo en armonía de la conservación de la naturaleza, haciendo uso de cuatro tipos de estrategias denominadas por (Ahem, 1995) como de protección, defensiva, ofensiva, y oportunista.⁵

La inclusión de los factores ambientales en un modelo de planeación puede reformularse, de modo que el proceso se amplíe a un conjunto de procedimientos

⁵ Ejemplos: **Protección** (declaratorias de áreas protegidas), **Defensiva** (programas de verificación vehicular), **Ofensiva** (desarrollo de unidades de manejo ambiental), **Oportunista** (cualquiera de la anteriores dependiendo de las oportunidades de aplicación).

para analizar los sistemas biofísicos y socioculturales de un lugar, a fin de poner en práctica objetivos específicos de desarrollo con un mínimo de consecuencias ambientales o para la restauración de estas. Del mismo modo, Chávez (2009), afirma que la diferencia entre los procesos de la planeación tradicional y la planeación ambiental radica en que ésta última adquiere un carácter interactivo, flexible y dinámico apoyado fuertemente en la participación de los actores sociales.

Entre los objetivos de la Planeación ambiental, está el minimizar las amenazas a la salud y a la vida humana reduciendo la concentración de agentes tóxicos en el ambiente, conservar recursos para el uso futuro y minimizar daños al ambiente por su valor intrínseco. (*Ambriz, 2009*)

Sin embargo, la planeación ambiental no está exenta de dificultades para su operación (*Palomo, 2003*), destaca que:

- Los procesos ambientales suelen ser complejos y en muchos casos no se comprenden del todo.
- Los problemas ambientales no respetan límites políticos, como puede apreciarse en las implicaciones globales del problema más polémico: el calentamiento global.
- La solución de un problema ambiental puede ocasionar nuevos problemas de la misma índole.
- Los aspectos ambientales pueden desatar fuertes emociones, ya que las decisiones crean grandes ganadores y grandes perdedores.

La planeación “verde” o sustentable no propone únicamente urbanizar, sino que plantea un modelo de ordenación complementaria al urbanismo tradicional, pues reconoce que la ciudad necesita ser compensada con una serie de recursos para la vida de los habitantes.

Palomo (2003) señala que para lograr una planeación sustentable, se tienen que formular objetivos y acciones claras, en primer lugar los objetivos apuntan a consideraciones muy generales como:

- Conseguir un desarrollo sostenible.
- Propiciar una coordinación y cohesión económica y social.
- Defensa de los espacios naturales y rurales.
- Control del medio ambiente en la ciudad.

Los objetivos deben ir orientados a que cada ciudad haga su propio análisis de problemas y necesidades para definir las tendencias o las opciones que se adapten mejor a sus sistemas, entre las acciones para la planeación se incluyen:

- Acciones de urbanismo y ordenación territorial
 - Ordenación urbana integrada. Reequilibrio del tejido urbano, freno a la despoblación de centros urbanos, control de la expansión de la ciudad.
 - Atenuar la congestión vial y la contaminación. Fomentar el transporte alternativo.
 - Difusión de un plan verde como instrumento piloto, para demostrar las ventajas a la población urbana.

- Acciones en el paisaje.
 - Aumento de la provisión de espacios verdes y accesibilidad.
 - Mejora del paisaje urbano, mejora de la cubierta vegetal, promoción de la belleza como valor urbano.
 - Los espacios periurbanos como señal de identidad urbana.
 - Control de actividades alterantes del paisaje.
 - Diseño en todo.
 - Estudiar el conjunto creación-mantenimiento de espacios verdes.
 - Mejorar la distribución geográfica de los espacios verdes.

Bartón (2012), Sugiere que la planificación estratégica sustentable no es exclusiva de las ciudades “más” desarrolladas, por el contrario, la planificación estratégica sustentable apunta al logro de dicha condición. Esta puede ser un enfoque radical hacia la planificación metropolitana para incluir múltiples consideraciones políticas y éticas, como la equidad, y por esta se refiere a la inclusión social en los espacios urbanos, la participación, el aprendizaje social, las redes y el diálogo para alcanzar futuros urbanos más equitativos y por ende, más democráticos.

De acuerdo a este enfoque los proyectos urbanos deben abordar formas alternativas para incidir en los problemas y en las constantes transformaciones espaciales a las que están sujetas las ciudades contemporáneas, con un interés en los problemas sociales y medioambientales (*Padilla, 2009*).

En la búsqueda para lograr la sustentabilidad urbana, se desarrollaron los principios de urbanismo sustentable o “nuevo urbanismo” como una nueva forma de hacer ciudades sustentables en lo referente a los aspectos urbanos ya que sus principios se pueden aplicar desde un conjunto de edificios hasta toda una comunidad o ciudad, estos son:

- **Peatonalización de las ciudades:** Diseñar los espacios urbanos dando preferencia al peatón.
- **Conectividad urbana:** Conectar los distintos puntos de la ciudad de tal manera que no genere tráfico, se respete al peatón, la comunicación sea más rápida y se evite la contaminación de zonas por tránsito de vehículos.
- **Diversidad de uso de suelo:** Que en los espacios públicos se manifiesten varias culturas, uso comercial, habitacional, etc.
- **Diversidad en materia de vivienda:** Específicamente en el aspecto de tipología, costo y construcción y que estén integradas y con una proximidad conforme a otros barrios o colonias.

- **Calidad en la arquitectura y el diseño urbano:** Que se manifieste en la belleza, confort, y funcionalidad de los edificios y del conjunto que conforma el área urbana.
- **Estructura tradicional de barrios o colonias:** Para hacer funcional las distintas zonas de la ciudad, como estructuras tradicionales que cuentan con equipamiento básico.
- **Incremento en la densidad urbana:** Se refiere básicamente al aumento de la mancha urbana, de la infraestructura y del equipamiento que necesariamente ocupa mayor espacio en la ciudad o en sus alrededores.
- **Transporte inteligente:** Promover el uso del transporte público mediante nuevas tecnologías menos contaminantes y más eficaces de acuerdo a la conectividad de las ciudades. Entre las modalidades de transporte urbano inteligente están el tren ligero, metro, autobús, motocicleta, bicicleta y al final el automóvil.
- **Sustentabilidad urbana-arquitectónica:** Manejo apropiado de los recursos económicos disponibles, control y manejo de aire, suelo y agua, energía, materiales y desechos. Así como el diseño ecológicamente responsable de edificios y espacios urbanos.
- **Calidad de vida:** Todos los puntos anteriores tienen el objetivo de mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, mediante la generación de lugares y espacios públicos sanos.

No obstante las condiciones de aplicación de estos principios y sus resultados están determinados sobre una dimensión estadística que permite registrar y medir sus desarrollos y regular sus transformaciones según disposiciones estratégicas más convenientes.

2.1.2.- Indicadores

Para lograr el establecimiento de estrategias en la planeación sustentable podemos recurrir al uso de indicadores como instrumentos de información específica acerca de las condiciones de la ciudad y como responderían estos ante una propuesta urbana sustentable.

Castro Boñano (2002), en su documento sobre indicadores de sustentabilidad urbana nos habla sobre algunos ejemplos de indicadores que es posible aplicar a las áreas urbanas. Como ejemplo para dimensionar el análisis de los indicadores comenta sobre el Índice de Sostenibilidad Europeo (ISE), que supone un buen ejemplo del sistema de indicadores urbanos de desarrollo sostenible, en el cuál se propone una tipología de indicadores en tres dimensiones, la cual mide progreso hacia la sustentabilidad urbana. Las dimensiones se dividen en:

- a) Flujo de recursos o serie de materiales, bienes, comida, energía y agua (y sus flujos de contaminación y residuos).
- b) Pautas de uso de la tierra, tráfico, transporte e impacto en el ecosistema y el paisaje.
- c) Calidad ambiental urbana, del agua, aire, acústica, seguridad del tráfico, condiciones de vivienda, espacios verdes y abiertos.

Así mismo selecciona indicadores para medir condiciones urbanas:

- a) *Medio ambiente saludable*: Número de días por año que a nivel local no se superan los estándares para la calidad del aire.
- b) *Espacios verdes*: Porcentaje de población que tiene acceso a superficies verde a cierta distancia.
- c) *Calidad del medio ambiente urbanizado*: La razón de los espacios abiertos relacionada con el área usada por el automóvil.

- d) Accesibilidad: El número de kilómetros recorridos por modo de transporte (coche, bicicleta, transporte público, etc.) por año y *per cápita*.
- e) *Vitalidad*: El número de actividades y equipamiento socio cultural.
- f) Bienestar: Una Muestra de la satisfacción de los ciudadanos sobre la calidad de vida. (El contenido en esta encuesta se determina localmente)

La Comisión Europea a través de la conferencia regional sobre ciudades sostenibles (1999), inicia el proyecto de “*Indicadores comunes para la sustentabilidad local*”. El objetivo del proyecto es facilitar la identificación de un conjunto de indicadores comunes de sustentabilidad local para su adopción formal.

A partir de esto, desarrollaron un conjunto final de 10 indicadores, cuyos cinco primeros son denominados como “principales” y los restantes “adicionales”:

1. Satisfacción de los ciudadanos con su comunidad. Satisfacción general de los ciudadanos con los aspectos de su municipio.
2. Contribución local al cambio climático. Emisiones de CO₂ (a Largo plazo, cuando se haya desarrollado una metodología simplificada, este indicador se centrará en repercusiones ecológicas).
3. Movilidad local y transporte de pasajeros. Transporte diario de pasajeros, distancias y modos de transporte.
4. Existencia de zonas verde públicas y servicios locales. Acceso de los ciudadanos a zonas verdes y servicios básicos próximos.
5. Calidad en el aire de la localidad. Número de días que se registra una buena calidad del aire.
6. Desplazamiento de los niños entre la casa y la escuela. Modo de transporte utilizado por los niños en su desplazamiento entre la casa y a escuela.
7. Gestión sostenible de la autoridad local y de las empresas locales. Porcentaje de organizaciones públicas y privadas que adoptan y utilizan procedimientos de gestión ambiental y social.

8. Contaminación sonora. Porcentaje de la población expuesta a niveles de ruido ambiental perjudiciales.
9. Utilización sostenible del suelo. Desarrollo sostenible, recuperación y protección del suelo y sitios en el municipio.
10. Productos que fomentan la sostenibilidad. Porcentaje del consumo total de productos que llevan etiqueta ecológica y productos biológicos producto de prácticas comerciales leales.

Uso y escala

Estos indicadores, se desdoblaron en la planeación estratégica en dos modalidades distintas: uso y escala, intensidad y magnitud. Es decir, en qué circunstancias se incluye determinado indicador para medir y monitorear datos pertinentes, y en qué medida dichas circunstancias son co-extensivas hacia contextos más complejos aumentando sus dimensiones de intervención.

2.2.- Principios en la Rehabilitación de Ríos urbanos

El desarrollo de las ciudades depende críticamente de la gestión correcta de los recursos comunes ambientales, representados por los sistemas atmosféricos, hidrológicos y energéticos que las abastecen. Así como los recursos territoriales que ofrecen servicios de recarga de acuíferos, de reserva ecológica y territorial, de recreación y conservación de recursos naturales (*Ponte, 2002*).

Si entendemos a los ríos como ecosistemas abiertos que a menudo se conectan con otros ecosistemas podemos provocar que los efectos de su funcionamiento impacten en varios sistemas, al respecto debe observarse que:

- Los efectos de las intervenciones no se confinan a un solo punto de impacto.
- Los efectos entre los ecosistemas con frecuencia no son lineales.

Con base a lo anterior, observamos que la ordenación integrada de los recursos hídricos proporciona un “enfoque basado en los ecosistemas”⁶ aplicable a la gestión de los recursos hídricos que influyen positivamente tanto en la calidad como en la cantidad de estos. Este enfoque promueve la interconexión entre los distintos componentes ecosistémicos y la conexión con los elementos institucionales, sociales y económicos de la gestión de los recursos hídricos proporciona el marco de gestión necesario para tratar los problemas particulares relacionados con la conservación sostenible de los ecosistemas y los servicios que éstos proporcionan (*Estrategia y política del PNUMA*⁷, 2012).

América Latina y el Caribe se están sumando a una tendencia internacional que desde hace más de 30 años prioriza la recuperación ambiental de los cuerpos de agua y su entorno urbano. Si concebimos a un río urbano como parte de un ecosistema y nos enfocamos en los servicios que puede proporcionar, entendemos que revertir su degradación, recuperar la calidad de su agua o hacer habitables sus márgenes parecerían tareas inabarcables después de décadas de abandono y mala gestión (*Terraza, 2015*).

Para el planteamiento de rescate de ríos urbanos, se puede tener en consideración las estrategias urbanísticas y territoriales puestas en marcha en diferentes ciudades europeas, cuyo rasgo más destacable es la importancia creciente de las visiones integradoras que tienen en cuenta simultáneamente los aspectos hidráulicos, formales y paisajísticos, en general, los elementos que permiten potenciar los ríos en la vertebración urbana y suburbana (*Monclús, 2002*).

⁶ La adaptación basada en los ecosistemas plantea el “*manejo integrado de los recursos hídricos*” y propone la restauración y conservación de ecosistemas que puedan contribuir a mejorar la calidad del agua, incrementar la recarga de agua subterránea y reducir la escorrentía superficial durante eventos extremos (*UICN, 2012*). como las inundaciones.

⁷ Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

Monclús (2002), define dos estrategias para la rehabilitación de ríos, una de carácter estructural y otra de carácter arquitectónico:

- **Estrategia de carácter estructural.**

En la mayoría de los ríos, naturalmente se han ido implantando las vías de comunicación y han actuado como directrices de la urbanización. De ahí el interés que las estrategias recientes muestran hacia la recuperación de estos espacios lineales, ya que se pueden definir como ejes fundamentales de regeneración o reconstrucción como estrategias clave para un nuevo planeamiento de la ciudad.

- **Estrategias de carácter arquitectónico.**

Se plantea una visión que va más allá de la disposición de las edificaciones junto a los ríos. Se trata de operaciones individuales que alteran la relación entre las ciudades y los ríos de forma muy diferente a aquellas actuaciones territoriales unitarias de carácter “longitudinal”. Construcción de puentes, acercamiento de las edificaciones al cauce, tratamiento arquitectónico de las riberas, apertura hacia espacios públicos etc.

La rehabilitación de ríos se debe regir por un enfoque multiobjetivo que puede dar paso a diferentes tipos de intervenciones como pueden ser:

- Planeación ambiental–urbana.
- Movilidad (flujos)
- Paisaje hídrico.
- Participación social
- Planificación espacial
- Ingeniería hidráulica
- Entorno socioeconómico
- Gestión y monitoreo

Zamora Sáenz (2004), propone una serie de principios para la intervención de los ríos con la finalidad de crear una nueva relación urbana con el recurso hídrico natural.

a) Principio de intervención multiobjetivo

Establece que los ríos son espacios de oportunidad ambiental, social, recreativa, cultural y económica, y la rehabilitación puede convertirse en un proyecto detonador para recuperar el patrimonio cultural asociado a la historia de la ciudad.

b) Principio de manejo ecosistémico

Establece la necesidad de considerar la interrelación de los elementos bióticos, abióticos y humanos de la cuenca para la preservación de los bienes y servicio ambientales, así como el aprovechamiento sustentable de los mismos para el beneficio de la ciudad.

c) Principio de visión y gestión integral

El rescate de un río urbano puede comenzar con una rehabilitación de un tramo urbano para contar con un efecto demostrador que permita emular acciones en el resto del cauce.

d) Principio de inclusión y participación social

Los principios de planeación deben ser muy sensibles a las necesidades y demandas de la sociedad para favorecer esquemas de corresponsabilidad ciudadana con la implementación el proyecto.

e) Principio de legislación y concurrencia intergubernamental

Debe buscar la coordinación con programas de política pública que se instrumenten en la zona, para lograr un manejo más adecuado de presupuesto ejercido y armonizar las diferentes percepciones de los funcionarios sobre lo que significa un río en la ciudad y la manera como debería enfocarse su intervención.

f) Principio de innovación metodológica y tecnología

La participación de varias disciplinas científicas requiere el uso de metodología de integración multidisciplinaria y la integración de temas teóricos y tecnológicos emergentes.

Para implementar los principios anteriores en la rehabilitación hídrica, Quintero (2009), menciona que se deben definir inicialmente los problemas más urgentes del curso de agua o las opciones más realistas para la mejora.

En los proyectos de rehabilitación juega un papel fundamental el mejoramiento para la recreación activa y pasiva, así como los aspectos culturales y educativos. Estas actividades resaltan el valor de los cursos de agua urbanos para los usos de espacio abierto y la relación con la mejora estética del agua urbana y de sus alrededores, la mejora de la infraestructura en sitio, el establecimiento de accesibilidad, así como un aumento general de la aceptación de los sitios por el ciudadano (*Schanze, 2004*).

El rescate de los ríos debe concebirse como un plan estratégico con visión interdisciplinaria e intervención multiobjetivo. Estos nuevos instrumentos de planeación pueden brindar una cartera de proyectos constructivos con mapas de uso de suelo, estrategias de manejo ecosistémico y ordenamiento territorial, así como proyectos económicos de desarrollo local y de revaloración paisajística. “Esto crea planes complejos que integran acciones simultáneas en varias dimensiones”. Además, no se restringen a periodos de gobierno, sino que enmarcan sus acciones en periodos de largo plazo” (Perló, p. 12, 2010).

En cuanto a la cuantificación de los beneficios socio-económicos, *Terrazas (2015)*, afirma que la función social que cumplen estos espacios, el valor ecológico y estético de su recuperación se convierten en pieza clave del capital social y del desarrollo de la ciudad.

En la mayoría de los casos, los ríos que se desean regenerar están ubicados en zonas centrales de las ciudades, con condiciones paisajísticas privilegiadas. Cualquier actuación que suponga la creación de una nueva centralidad urbana genera plusvalías muy considerables. Esta circunstancia ofrece una oportunidad que debe ser aprovechada al máximo por las autoridades municipales. Para ello, deben dotarse de los instrumentos necesarios que atraigan la inversión privada, defendiendo simultáneamente el interés general en el proceso al distribuir equitativamente los beneficios generados entre todos los agentes implicados.

Legorreta (2009) muestra las razones y los propósitos que fundamentan la urgente necesidad de instrumentar las acciones y los programas para restaurar los ríos, lagos y manantiales existentes en México:

Enfrentar la crítica escasez de agua. Grandes cantidades de agua limpia y cristalina se desperdician al ser mezcladas con aguas negras de los drenajes urbanos. Por tanto, el agua limpia de los ríos, lagos y manantiales debe ser aprovechada para diversas actividades urbanas, como el riego de jardines, fuentes y albercas públicas, o bien ser distribuida para el consumo de amplios sectores de la población carentes de ella.

Reducir los hundimientos del subsuelo. Como es de conocimiento público, entre más agua se extrae del subsuelo, más se hunde la ciudad, con los consecuentes riesgos en las fracturas de los ductos de drenaje, agua potable e hidrocarburos, así como el aumento de agrietamientos y oquedades del subsuelo. Por ello se debe disminuir la extracción de agua y aprovechar paulatinamente la de los ríos, lagos y manantiales restaurados.

Reducir la insalubridad. La mayor parte de la extensión de los ríos convertidos en drenaje son cauces abiertos y por ello son focos permanentes de insalubridad para la población que radica, trabaja o transita en sus áreas adyacentes.

Aumentar el espacio público e incrementar la valorización inmobiliaria. Debido a los riesgos sanitarios y los desagradables olores del agua residual de los ríos y lagos contaminados, se le ha dado la espalda al implantar usos habitacionales, comerciales y hasta industriales. En consecuencia, es notorio el deterioro físico y ambiental de sus áreas aledañas, desvalorizándose su rentabilidad inmobiliaria. La transformación de agua negra en agua pura en los actuales ríos aún abiertos incrementaría notablemente los valores inmobiliarios de sus áreas adyacentes en un radio de un kilómetro a la redonda.

Los ríos urbanos son espacios que reúnen los requisitos enunciados anteriormente para la generación de espacios urbanos sostenibles. Es decir, son espacios que reutilizan áreas dentro de la ciudad, y por tanto no consumen nuevos sitios lo cual, fomentan la compacidad de la ciudad. Además, de que constituyen en sí la reparación de una infraestructura urbana “verde” (*Terrazas, 2015*).

Por lo tanto, entendemos que los impactos relacionados a la rehabilitación de ríos, contienen a menudo un fuerte componente de mejora urbana, permitiendo o mejorando las funciones sociales urbanas a lo largo y alrededor de los cursos de agua (*Quintero, 2009*).

2.3.- Infraestructura Verde (IV)

Partiendo de la búsqueda de soluciones hacia el manejo sustentable del agua en las ciudades, la comunidad Internacional a través del Programa Ambiental de la Naciones Unidas para el Medio Ambiente, reconoce a la IV como una importante oportunidad para abordar los complejos desafíos en el manejo del agua. La IV se refiere a los ecosistemas naturales o semi-naturales que proporcionan servicios en la gestión del agua con beneficios similares o equivalentes que la infraestructura de agua convencional.

La IV consiste en un esfuerzo deliberado y consciente para proveer a los ecosistemas de servicios primarios de agua benéficos, es decir, el suministro de agua potable así como el drenaje y saneamiento y ampliar el rango de co-beneficios secundarios, como podrían ser el mejoramiento de la calidad del agua, el agua como infraestructura para la creación de espacios verdes, etc., usando un enfoque más holístico (*Green Infrastructure, 2014*).

En mayo de 2013 la Comisión Europea hizo pública la Estrategia Europea de Infraestructura Verde (*Green Infrastructure-Enhancing Europe's Natural Capital, Comisión Europea, Bruselas, 2013*) con el objetivo de impulsar el desarrollo de IV en todos los ámbitos territoriales (nacional, regional y local) y garantizar su consideración en la ordenación del territorio.

La Estrategia Europea define la IV como “*una red estratégicamente planificada de espacios naturales y seminaturales y otros elementos ambientales diseñados y gestionados para ofrecer una amplia gama de servicios ecosistémicos. Incluye espacios verdes (o azules si se trata de ecosistemas acuáticos) y otros elementos físicos en áreas terrestres (naturales, rurales y urbanas) y marinas*”.

Cantó (2014), aborda la IV como un instrumento multifuncional que aporta servicios ecológicos, económicos y sociales al ciudadano, mediante la conservación de una red interconectada de espacios esenciales para el funcionamiento de los recursos naturales, ya que se plantea como un elemento normalizado en la planeación del territorio.

De acuerdo con *Gasteiz (2015)*, la IV va más allá de construir una red de espacios verdes interconectados fundamentales para la conservación de la biodiversidad, ya que reporta un gran número de beneficios ambientales, sociales y económicos derivados de las múltiples funciones y servicios ecosistémicos que brinda la naturaleza, como son la regulación hídrica, el control de la erosión, la depuración del agua o la prevención del cambio climático, entre otros.

La Comisión Europea señala los beneficios de la IV de acuerdo con la clasificación de bienes y servicios de los ecosistemas, estos son:

- **Servicios de hábitat:** Protección de la biodiversidad y de las especies:
 - a) Hábitats para especies.
 - b) Conectividad entre hábitats.

- **Servicios de abastecimiento:** Gestión del agua:
 - a) Sistemas de drenaje sostenible - Reducción de escorrentías. Se utilizan como soluciones urbanas para el diseño y gestión de las aguas pluviales, ya que permiten la reducción de la escorrentía por medio de la infiltración del agua al subsuelo mientras se canaliza o recolecta.
 - b) Incremento de la infiltración de agua. El cual se puede lograr por medio de llanuras de inundación, éstas representan espacios abiertos que pueden ser inundados ante la creciente escorrentía de agua pluvial a fin de que esta agua se infiltre naturalmente al subsuelo.
 - c) Depuración de agua. Como ejemplo se pueden citar la depuración por medio de humedales.

- **Producción alimentaria y seguridad:**
 - a) Suministro de alimentos y producción de materias primas en zonas agrícolas, huertos, etc.
 - b) Mantenimiento de la fertilidad del suelo agrícola.
 - c) Desarrollo de suelo y ciclo de los nutrientes.
 - d) Prevención de la erosión del suelo.

- **Servicios de regulación:** Adaptación y mitigación al cambio climático:
 - a) Mitigación del efecto isla de calor urbana.
 - b) Mayor resiliencia frente al cambio climático.

- c) Retención de agua, disminución de escorrentía y reducción del riesgo de inundación.
 - d) Promoción de movilidad sostenible
 - e) Reducción del consumo de energía para calentar y enfriar edificios
 - f) Fomento de energías renovables.
-
- **Servicios culturales:** Recreo, bienestar y salud:
 - a) Actividades recreativas.
 - b) Apreciación estética de la naturaleza.
 - c) Aire limpio
 - d) Turismo/ecoturismo.

 - **Valor del suelo:** Impacto positivo en el suelo y su propiedad.
 - a) Cultura y sentido de comunidad:
 - b) Identidad local
 - c) Oportunidades para la educación, la formación y la interacción social.

También afirma que en el ámbito urbano, los beneficios que aportan la IV resultan especialmente importantes por su contribución a la salud y al bienestar de la ciudadanía. Entre sus numerosos beneficios destacan la mejora de la calidad del aire, la regulación del clima urbano y consiguiente disminución del efecto “isla de calor urbana”, la reducción de la contaminación atmosférica y la función social y de convivencia desempeñada por los espacios verdes urbanos; todos estos aspectos relacionados con el nivel general de habitabilidad de las ciudades.

Como resultado, las soluciones de la IV pueden ser usadas como metas en múltiples ámbitos políticos. Por ejemplo, las llanuras de inundación pueden reducir el riesgo de inundaciones y simultáneamente mejorar la calidad del agua, recargar el agua subterránea, soportar peces y vida silvestre o proveer beneficios recreativos y turísticos.

Mientras que el valor y la función de la infraestructura “gris”⁸ se espera que se deprecie con el tiempo, en muchas soluciones de IV se puede acrecentar en valor y funcionar en el tiempo como suelos y vegetación que se genera y regenera.

Gasteiz, (2015) señala que la multifuncionalidad de la IV es una de sus principales características y un atributo que le permite atender múltiples necesidades de forma simultánea, lo que la convierte en un instrumento de carácter transversal que puede apoyar el desarrollo de numerosas políticas, tanto territoriales como sectoriales (agricultura, energía, cambio climático, biodiversidad, urbanismo, vivienda, espacio público, etc.).

En la ciudad puede ser una herramienta fundamental para la creación de ambientes saludables que mejoren la salud física y psíquica de sus habitantes, a la vez que contribuye a desarrollar una economía verde y sostenible, si los proyectos de infraestructura verde son integrados a los procesos de planeación y ordenamiento del territorio.

La IV admite varias escalas espaciales de intervención, desde la escala regional, la municipal y local y la escala urbana y de barrio, para el caso de estudio nos centraremos en la escala municipal y local ya que esta cobra importancia hacia los ríos y pequeños lagos que constituyen los corredores ecológicos por excelencia, y junto con cualquier otro cuerpo de agua forman parte esencial de la IV. En este punto resulta fundamental desarrollar una planificación y gestión territorial que garantice la conservación y potenciación de estos elementos.

El planeamiento urbanístico de una IV exige en muchos casos replantear la forma en que han sido planificados o gestionados los espacios verdes urbanos.

La Comisión Europea señala los posibles componentes de una IV, los cuales corresponden a:

⁸“ Gris”: se refiere a la infraestructura tradicional del manejo del agua - uso y desecho-

- Zonas protegidas.
- Ecosistemas sanos y zonas de alto valor ecológico fuera de las zonas protegidas.
- Elementos paisajísticos naturales como cursos de agua, manchas de bosque, pasillos verdes, etc.
- Manchas de hábitats regenerados pensados en especies concretas.
- Elementos artificiales como ecoductos o puentes verdes diseñados para la movilidad de especies.
- Zonas multifuncionales que promuevan varios usos de suelo que ayuden a regenerar o mantener ecosistemas diversos.
- Zonas en que se apliquen medidas para mejorar la calidad ecológica general y la permeabilidad del paisaje.
- Elementos urbanos como parques verdes, muros verdes y techos que alberguen biodiversidad, de tal manera que permitan presar sus servicios mediante la conexión de zonas urbanas, periurbanas y rurales.
- Elementos para la adaptación y mitigación al cambio climático, como la creación de llanuras inundación.

Del mismo modo, señala que uno de los modos más eficaces de construir una IV es mediante la ordenación territorial, la cual contribuiría a localizar los mejores lugares para proyectos que mejoren el hábitat, alejar obras de infraestructura de las zonas naturales sensibles e identificar zonas multifuncionales en las que se dé prioridad a los usos de suelo compatibles que refuercen los ecosistemas sanos sobre otros desarrollos dañados.

Si bien, el desarrollo urbano conlleva una serie de impactos que pueden generar efectos negativos a sus receptores, puede ocurrir que cuando los índices de urbanización superan las planificaciones iniciales la infraestructura convencional queda infradimensionada y el crecimiento de las zonas impermeables en las ciudades modifica los flujos naturales del ciclo hidrológico, lo que reduce los espacios vegetados y minimiza en primera instancia la interceptación natural y la

evotranspiración del agua, así mismo el aumento de la impermeabilidad reduce la filtración y como consecuencia de todo ello se generan en las ciudades volúmenes de escorrentía netamente mayores, por lo que aumenta el riesgo de inundaciones (Perales, 2008).

Entonces, adoptando una planificación que en un principio tuviera en cuenta la hidrología existente, propone *Perales (2008)* que el agua de ciudad podría circular por los parques, jardines y grandes avenidas, en superficie, “imitando” la hidrografía previa y mejorando el paisaje urbano que contemplamos diariamente.

Así, la implementación de la IV en el planteamiento urbanístico se podría considerar en los diferentes instrumentos de planeación, como los pueden ser:

- Planes Territoriales de ámbito Estatal.
- Planes Sectoriales (municipales) en materia de agua, y en materia de paisaje (lo ideal sería un plan combinado de ambos).
- Planes Generales de Ordenación Urbana (quizá este sea el instrumento de más fácil acceso y de más directa aplicación real):
 - 1) Los planes directores de aguas pluviales.
 - 2) Los estudios de paisaje, o una combinación de ambos.
 - 3) Las leyes reguladoras de vertidos y/o en las normativas municipales de saneamiento y/o pluviales.
 - 4) Los reglamentos de urbanización.
 - 5) Las leyes particulares de edificación, que nos permitirán diseñar IV en el ámbito privado (azoteas vegetadas, laminaciones, retenciones, infiltraciones en lotes privados) permitiendo que el agua llegue más limpia a los espacios públicos.
 - 6) Planes parciales.
 - 7) Proyectos de urbanización.

A modo de ejemplo, la comunidad de Valencia, España, implementó la IV como un instrumento en la planeación de su territorio, de tal modo, que le permitió caracterizar los espacios que forman la red y los paisajes relevantes del territorio, y así, el paisaje se convierte en un elemento condicionante de la ordenación territorial y la planificación urbanística municipal. De este modo, las administraciones públicas involucradas quedan vinculadas a realizar actuaciones precisas sobre los objetivos de la IV, pues se establecen criterios y directrices para la elaboración de Estudios del Paisaje y de Integración paisajística en relación con la mejora visual de los núcleos urbanos, las áreas de actividad económica y la protección de vistas desde los principales recorridos.

Para nuestro caso de estudio, podemos abordar a la IV como un instrumento para la gestión de espacios urbanos con alto valor ambiental, de esta manera se podría definir un plan de acción territorial con el fin de mejorar la calidad de vida y el atractivo de los espacios más emblemáticos de las áreas urbanas y su entorno inmediato.

Con base a lo anterior podemos concluir que la IV puede ser una valiosa herramienta en los procesos de planeación desde lo cual es posible revalorar la rehabilitación del Río Santiago, para afrontar el reto de integrar el paisaje urbano con sus potenciales naturales y proponer una nueva dinámica en la forma en que se intervienen los ríos dentro de la ciudad.

La conformación del Río Santiago como una IV en la ciudad se puede concebir como una mejora en la conexión ecológica y funcional de los espacios que refuercen los servicios ecosistémicos del conjunto y dé respuesta sobre algunas ineficiencias y problemas ambientales existentes, como los relacionados con la gestión de las aguas pluviales y la incorporación de los espacios verdes urbanos.

Capítulo 3.- Marco metodológico

En este capítulo veremos las consideraciones metodológicas o directrices trazadas a partir de los enfoques de los componentes de la teoría, los cuales finalmente se retomaron para el desarrollo de la estrategia metodológica, la delimitación del caso y las herramientas utilizadas para el análisis del caso.

3.1.- Marco Analítico.

Marco Analítico

Pese a que existen diversas posturas desde las cuales podría abordarse la intervención de un río urbano, la sustentabilidad urbana y la planeación sustentable especifican los componentes requeridos para alcanzar objetivos concretos de sustentabilidad para determinadas zonas dentro de la ciudad.

Estos componentes constituyen variables metodológicas, con las cuales es posible construir un modelo paramétrico a partir de indicadores, es decir grados o gradientes perfectamente individuados con los que se puede establecer un estadio sustentablemente cualificado.

CONCEPTO	DEFINICIÓN	COMPONENTE	INDICADOR
SUSTENTABILIDAD URBANA	La sustentabilidad urbana tiene como punto central a la gente, ya que su principal objetivo es el mejoramiento en la calidad de vida del hombre. Esto fundamentado en la conservación y condicionado a respetar la capacidad de la naturaleza para el suministro de recursos y servicios para el mantenimiento de la vida.	Poblacion y densidad	N° de habitantes en el radio de intervención, y por km2.
		Peatonalización de las ciudades	Porcentaje de área peatonal contra superficie rodada
		Conectividad urbana	Km recorridos entre las viviendas y sus servicios
		Diversidad de uso de suelo	Porcentaje de áreas por uso de suelo.
		Movilidad sustentable	Distancias recorridas por tiempo/km, tipo de transporte utilizado, frecuencia
		Sustentabilidad urbana/arquitectónica	Calidad de vivienda (m2 por persona), Accesibilidad a áreas verde (min. Caminando hacia una zona verde urbana)
		Calidad ambiental	N° de días por año que no superan los estándares de calidad del aire.
PLANEACIÓN SUSTENTABLE	La planeación ambiental ha sido entendida de distintas formas, Chávez, (2009), se refiere a ella como una actividad fundamental humana, como herramienta que nos ayuda a considerar posibles resultados antes de que nos comprometamos con alguna acción específica y como un proceso que precede y preside a la acción. Cuando la planeación se aplica al ambiente, esta se relaciona con el problema de reconciliar el funcionamiento ambiental con los intereses de múltiples actores sociales.	Espacios verdes	Porcentaje de población que tiene acceso a espacios verde a cierta distancia
		Desplazamientos casa-escuela	Tiempos de recorridos, modos de transporte
		Calidad del ambiente urbanizado	Radio de espacios abiertos relacionada con el área usada por automóviles.
		Accesibilidad	Km. Recorridos por tipo de transporte (per cápita por año.)
		Bienestar	Muestra de satisfacción de los ciudadanos.

Tabla 2. Componentes de la Sustentabilidad urbana y la Planeación sustentable. Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, la rehabilitación de Ríos y la IV abordan estrategias puntuales o acciones locales, a fin de intervenir, generar y conservar ecosistemas urbanos sostenibles mediante la utilización de componentes específicos independientes de cualquier enfoque.

CONCEPTO	DEFINICIÓN	ESTRATEGIA	COMPONENTE
REHABILITACIÓN DE RÍOS	Los ríos urbanos son espacios que reúnen los requisitos para la generación de espacios urbanos sostenibles. Es decir, son proyectos que rehabilitan áreas dentro de la ciudad, y por tanto no consumen nuevos espacios, fomentan la compacidad de la ciudad. Además, la rehabilitación en sí constituye la reparación de una infraestructura urbana "verde" (Terrazas, 2015).	Carácter estructural	Directriz de urbanización, estructurando el espacio (¿qué abarca?)
		Carácter arquitectónico	N° de edificaciones potenciales, puentes, espacios abiertos en relación al río.
		Manejo ecosistémico	Elementos bióticos, abióticos y humanos, para la preservación de los servicios ambientales.
		Visión y gestión integral	Zonificación por etapas que permitir emular acciones.
		Inclusión y participación social	Percepción de la ciudadanía en como debería enfocarse la intervención.
INFRAESTRUCTURA VERDE	La IV consiste en un esfuerzo deliberado y consiente para proveer a los ecosistemas de servicios primarios de agua benéficos, es decir, el suministro de agua potable así como el drenaje y saneamiento, y para ampliar el rango de co-beneficios secundarios, que podrían ser el mejoramiento de la calidad del agua, el agua como infraestructura para la creación de espacios verdes, etc., usando un enfoque más holístico (Green Infrastructure, 2014). Cantó (2014), define la IV como un instrumento multifuncional que aporta servicios ecológicos, económicos y sociales al ciudadano, mediante la conservación de una red interconectada de espacios esenciales para el funcionamiento de los recursos naturales, y esta se plantea como un elemento normalizado en la planeación del territorio.	Servicios de hábitat	Hábitat para especies Conectividad de espacios generada
		Servicios de abastecimiento	Tipo de abastecimiento (infiltración, depuración, reducción de escorrentías)
		Servicios de regulación	Mitigación del efecto isla de calor
			Retención de agua, disminución de escorrentía, reducción de riesgo de inundación
			Promoción de movilidad sostenible
		Servicios culturales	Actividades recreativas, educativas y culturales.
		Espacios verdes	Porcentaje de población que tiene acceso a espacios verdes.

Tabla 3. Estrategias en la Rehabilitación de Ríos y la IV. Fuente: Elaboración propia.

Ahora bien, los componentes de la sustentabilidad y la planeación urbana por un lado, y las estrategias de la Rehabilitación de Ríos y la IV por el otro, suponían una cantidad importante de variables a considerar, razón por la cuál, surgió la necesidad de formular criterios de selección y exclusión, los cuales se detallarán en el apartado siguiente.

Estos criterios, no obstante, tenían por objetivo no sólo delimitar un número abstracto de variables, sino la conformación de un espacio de relaciones basadas en indicadores (ver 3.2 La estrategia metodológica), cuyas interacciones fuesen determinando las condiciones en las que resultaran operacionales estos conceptos, es decir, si el caso de estudio podría tratarse aún de una Rehabilitación de los ríos o bien, de una IV.

3.2.- La estrategia metodológica

Es necesario resaltar aquí, que el objetivo de la presente investigación es según lo anterior, pasar a lo segundo. Es decir, formular estrategias para la rehabilitación de ríos urbanos, pero enfocándose en la IV, cuyas metas específicas conllevan a la búsqueda de mejores condiciones de sustentabilidad urbana de las áreas de intervención.

Por lo tanto y para alcanzar los objetivos de esta investigación, se desarrolló una estrategia metodológica que consiste en dos etapas fundamentales, derivadas directamente una de la otra (ver tabla 4 de este apartado):

- 1.- Caracterización y diagnóstico.
- 2.- Evaluación para la planeación.

La etapa 1 o fase preliminar y de campo, que corresponde al diagnóstico y caracterización del caso de estudio, en respuesta a los planteamientos de la pregunta: *¿Qué características del Río Santiago y qué situaciones de su entorno se necesitan analizar para realizar un diagnóstico de funcionamiento del río, empleando conceptos e indicadores específicos de sustentabilidad que permitan establecer posibilidades y beneficios para su rehabilitación?*

La etapa 2 o fase de evaluación y diagnóstico, la cual, respondiendo a la pregunta planteada: *¿Qué conceptos e indicadores de sustentabilidad urbana se requieren evaluar para establecer las posibilidades y beneficios de la rehabilitación del Río Santiago?* Mide según parámetros de sustentabilidad urbana (definidos más adelante) estableciendo los tipos de indicadores que tendrían que ser evaluados en función de un escenario a la vez actual y potencial, desarrollado en paralelo de acuerdo a lo medido.

A partir de esto, se definió una estrategia metodológica experimental de tipo horizontal⁹, en la cual los tipos de datos recolectados fueron de tipo exploratorios descriptivos y correlacionales o causales. Sampieri (2010), define que en este tipo de investigación lo primordial es el observar el fenómeno tal cual se dio y cómo se da en su contexto natural, para posteriormente realizar un análisis sobre las variables que puedan incidir en el fenómeno.

Sin embargo esto suscita un problema, ya que tal tipo de procedimiento exige que se lleve a cabo en una supuesta unidad del caso, atribuible a un interior relativo o extensión dada por una dimensión que lo rebasa y lo subordina a una serie de variables que le preceden.

Para el estudio de este caso y su comprensión como fenómeno, se advierte entonces que se ha construido en dicho supuesto, en el entendido de que su límite relativo bastaría para presentar la descripción del problema, la observación participante y como resultado un diagnóstico, un pronóstico y sus recomendaciones pertinentes.

⁹ Se refiere a la recolecta de datos de momento pasados y presentes del fenómeno. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en su momento dado. Este tipo de investigación puede ser descriptiva o correlacional según el problema de estudio.

ESTRATEGIA METODOLÓGICA

ETAPA 01	ETAPA 02
CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO	EVALUACIÓN PARA LA PLANEACIÓN
1.1.- Antecedentes.	2.1.- Determinación de la situación actual. Diagnóstico-pronóstico.
1.2.- Localización y delimitación del área de estudio.	
1.3.- Población, caracterización socio-económica.	2.2.- Análisis de indicadores de sustentabilidad en la IV y la Rehabilitación de ríos.
1.4.- Situación ambiental.	
1.5.- Infraestructura y servicios.	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué conceptos e indicadores de sustentabilidad urbana se requieren evaluar para establecer las posibilidades y beneficios de la rehabilitación del Río Santiago?
1.7.- Movilidad.	
<ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué características y situaciones entorno al Río Santiago se necesitan analizar para realizar un diagnóstico de “funcionamiento” del Río? 	

Tabla 4. Estrategia metodológica. Fuente: Elaboración propia.

3.3. El enfoque metodológico

Esta investigación, desarrollada dentro de los procesos de la investigación mixta recolecta, analiza y vincula datos cualitativos y cuantitativos en un mismo estudio, este tipo de enfoque, puede responder a distintas preguntas de investigación de un planteamiento del problema e implica mezclar la lógica inductiva y la deductiva, Hernández (2006).

De acuerdo con Mojé (2011), este tipo de estudio se caracteriza por:

- Una descripción intensiva, holística y un análisis de una entidad singular, un fenómeno o unidad social, enmarcado en el contexto donde se produce.
- Analiza a profundidad la interacción de los factores que producen el cambio, crecimiento o desarrollo de los casos seleccionados.

Este tipo de estudio se agrupa en tres categorías:

1. Estudio de caso descriptivo: Presenta un informe detallado del caso eminentemente descriptivo, sin fundamentación teórica ni hipótesis previa. Aporta información básica generalmente sobre programas y prácticas innovadoras.
2. Estudio de caso interpretativo: Aporta descripciones densas y ricas con el propósito de interpretar y teorizar el caso.
3. Estudio de caso evaluativo: Este estudio describe y explica, pero además se orienta a la formulación de juicios de valor que constituyan la base para la toma de decisiones.

Por la naturaleza del caso y para la generación de estrategias en esta investigación, nos inclinamos hacia el tipo de caso evaluativo. El análisis descriptivo e interpretativo ha sido parte del diagnóstico del fenómeno.

Una de las características determinantes en este caso de estudio es que se pudo abordar como un sistema complejo, es decir, mezclado; debido a su naturaleza heterogénea en la que coexisten elementos ambientales, sociales y urbanos que no pueden ser analizados independiente, sino que a partir del análisis de sus partes podemos conocer el funcionamiento del sistema completo una vez relacionadas sus partes entre sí. García (1994), se refiere a los sistemas complejos como a las situaciones que se caracterizan por la confluencia de múltiples procesos cuyas interrelaciones constituyen la estructura de un sistema que funciona como una totalidad organizada.

El primer objetivo de este tipo de estudios es el de la obtención de un diagnóstico del “funcionamiento” del sistema que se refiere en general al “reconocimiento de situaciones o fenómenos que tienen lugar en esa localización geográfica y que ha generado (o están generando) procesos de deterioro en el medio físico o en el medio social”, y estas situaciones, fenómenos o procesos constituyen la realidad del objeto de estudio, (García, 1994, p.9). Con lo cual retomamos la pregunta planteada de *¿Qué características del Río Santiago y qué situaciones de su entorno se necesitan analizar para realizar un diagnóstico de funcionamiento del río, empleando conceptos e indicadores específicos de sustentabilidad que permitan establecer posibilidades y beneficios para su rehabilitación?*

Su segundo objetivo es poder actuar sobre el sistema y en lo posible generar estrategias de carácter prospectivo “centradas en la predictibilidad de la evolución de un nuevo sistema” (García, 1994, p.12). En donde la sustentabilidad sea el más importante aspecto resultante de las diversas estrategias planteadas.

3.4.- Delimitación del caso de estudio

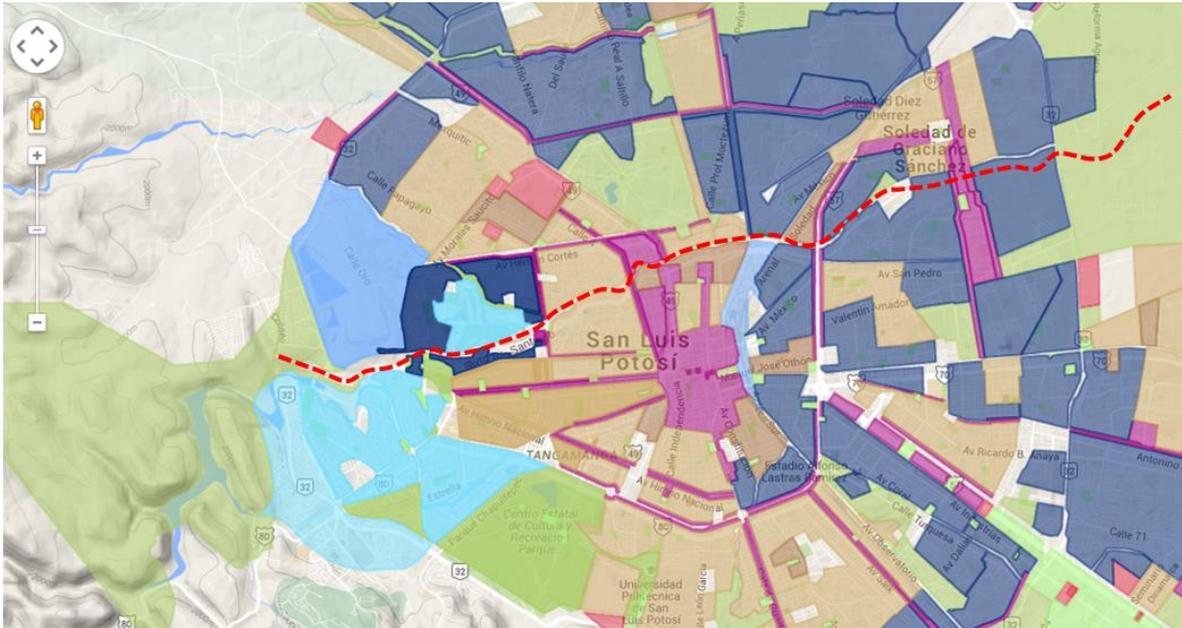


Imagen 5. Croquis de localización. Fuente: Elaboración propia.

Para delimitar la zona de análisis se realizó una identificación del área situándola geográficamente en la traza que se desarrolla entre el área metropolitana de San Luis Potosí y la zona conurbada del municipio de Soledad de G. Sánchez, situándola justo en la trayectoria del río y definiéndola por medio de las áreas geoestadísticas que abarca.

Como primer paso se delimitó a la población potencialmente beneficiada o afectada y se dividió en dos grupos. El primer grupo, o GRUPO A, corresponde a la población que viven a los márgenes del río, y el segundo grupo o GRUPO B, corresponde al usuario vehicular que transita sobre el boulevard. (Ver imagen 6 abajo)

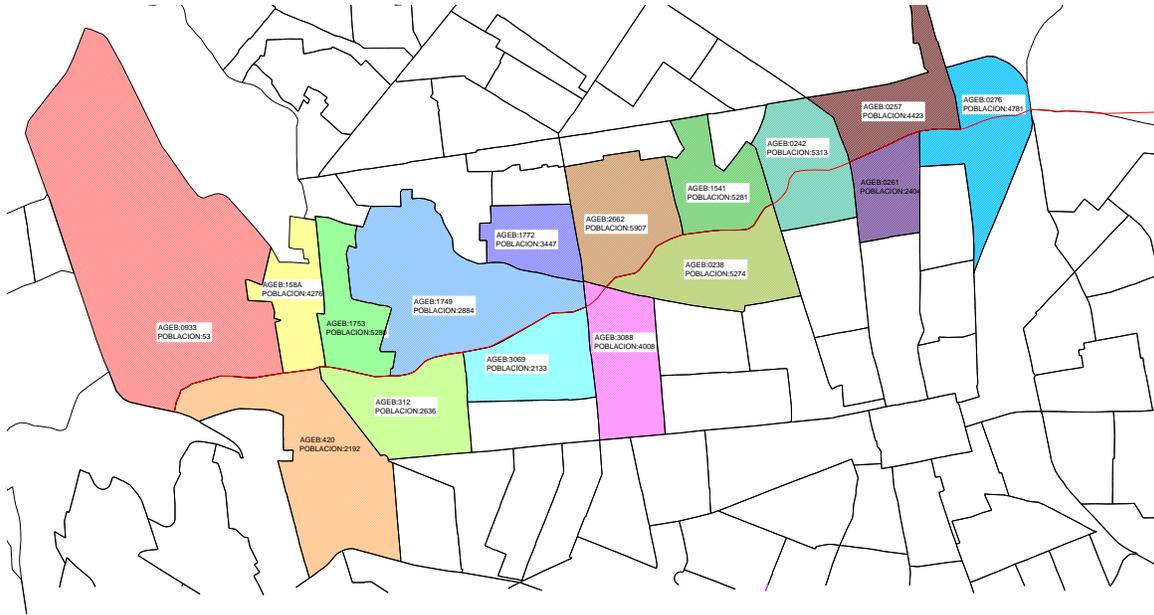


Imagen 6. Delimitación por AGEB. Fuente: Elaboración propia.

Después de identificar a la población, el GRUPO A fue sectorizando por medio de AGEB's (área geoestadística básica) el cual contiene áreas geográficas ocupadas por conjuntos de manzanas delimitadas por calles, avenidas o cualquier otro rasgo identificador. La información obtenida se operó con datos del SIG (Sistema de información geográfica), y se manipuló a través mapas de datos por medio del programa ArcGIS, en donde se clasificaron los datos estadísticos del INEGI como los usos de suelo, equipamiento, etc.

Por consiguiente, se definieron los polígonos para abordar el caso de estudio con los datos de población por AGEB, en donde se pudo definir el tamaño de la población. De esta manera se pudo realizar el diagnóstico de cada polígono con base a indicadores de sustentabilidad urbana que fueron definidos y seleccionados de acuerdo a los componentes:

- Población
- Ambiental
- Infraestructura y servicios

N° DE AGEB	POBLACION
0933	53.00
158A	4276.00
1753	5280.00
420	2192.00
312	2636.00
1749	2884.00
3069	2133.00
3088	4008.00
2662	5907.00
1772	3447.00
0238	5274.00
1541	5281.00
0242	5313.00
0257	4423.00
0261	2404.00
0276	4781.00
TOTAL DE POBLACIÓN	60292.00

Tabla 5. Población por AGEB. Fuente: Elaboración propia.

El GRUPO B, que corresponde al usuario vehicular, se determinó con base a una selección de muestra para evaluar los indicadores del componente *movilidad*. La muestra define a un conjunto de sujetos que cumplen con la condición de ser usuarios viales del boulevard.

Los elementos que se consideraron para definir la muestra fueron:

1. Definición la población y elementos que la componen, para el GRUPO B se consideró únicamente al usuario de vehículo particular.
2. Determinación de la unidad de observación, cuya característica consideró el vehículo que transita como un solo usuario, sin considerar si lleva solo uno o varios pasajeros.
3. Obtención de la información necesaria para definir el tamaño de la muestra. Ésta se obtuvo mediante los reportes viales de número de unidades privadas que transitan por el boulevard por día, obteniendo de esta una media del flujo vehicular.
4. Definir el tamaño de la muestra **n**.

Para la determinación de **n**, se utilizó la ecuación de estudios de mercado de Ronald M. Weiers. La cual se expone de la siguiente manera:

FORMULA:
$$n = \frac{P(1-P)}{\frac{E^2}{Z^2} + \frac{P(1-P)}{N}}$$

En donde:

n= Es el tamaño necesario de la muestra.

Z= Número de unidades de desviación estándar en la distribución normal que producirá el grado de confianza. (Para 95%, Z=1.96, para 99% Z= 2.58).

P= Proporción de la población que posee la característica de interés. (Si no se puede estimar la proporción se usará P=.5)

N= Tamaño dela población.

E= Error o máxima diferencia entre la proporción muestral y la proporción de la población que estamos dispuestos a aceptar en el nivel de confianza que hemos señalado E=10%

De acuerdo con nuestros datos definimos que:

n= X

Z= 1.96

P= 0.5

N= 45,000.00 vehículos por día.¹⁰

E= 0.1

Y despejando la fórmula obtenemos el siguiente resultado:

$$n = \frac{0.5(1-0.5)}{\frac{0.1^2}{1.96^2} + \frac{0.5(1-0.5)}{45,000}}$$

¹⁰ 45 mil vehículos por día es un dato aproximado que proporcionó Protección Civil del Estado

$$n = \frac{0.5 (0.5)}{\frac{0.01}{3.8416} + \frac{0.25}{45,000}}$$

$$n = \frac{0.5 (0.5)}{0.00260308 + 5.56E-06}$$

$$n = \frac{0.25}{0.00261} = 95.84$$

Por lo tanto se redondea **n** a 96 personas como el tamaño mínimo de la muestra. Determinando el número de muestra representativa para la aplicación de encuestas respecto al componente *movilidad*.

3.5.- Desarrollo de la estrategia metodológica

TABLA DE INDICADORES PARA GENERAR ESTRATEGIAS DE PLANEACIÓN HACIA LA REHABILITACIÓN DEL RIO SANTIAGO			
COMPONENTES	VARIABLE	INDICADOR	RECOLECCIÓN DE DATOS
Antecedentes		Datos Históricos/informativos	Fuentes de información diversas.
		Leyes, reglamentos, Tránsito municipal	Fuentes oficiales
Localización y delimitación del área de estudio.	Sectores	Por AGEB	Mapeo/datos SIG
	Uso de suelo	Tipología de uso de suelo en el área	
Población	Densidad de población	Densidad de población, edades. (espacio/n° de personas)	Mapeo/datos SIG
		Vulnerabilidad social (limitaciones)	
Ambiental	Precipitación pluvial	Precipitación anual m3	Estadístico/mapeo
	Riesgo de inundación	Áreas inundables	
	Espacios verdes/habitantes	m2 de espacios verdes / n° habitantes	
Infraestructura y servicios	Tipos (dotación)	Tipología y número	Mapeo/datos SIG
	Distancias	Km entre el tipo equipamiento y las viviendas	
Movilidad	Conectividad del área	Área potencialmente conectada peatonalmente	Estadístico/encuesta/observación
	Modo de desplazamiento de la población	Porcentaje en modo de desplazamiento en el área	
	Uso de transporte alternativo	Existencia y tipos	

Tabla 6. Desarrollo de estrategia metodológica. Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la tabla 6, para el desarrollo de la estrategia metodológica se agruparon los indicadores en bloques de sistemas que intervienen en la unidad de análisis:

1. Antecedentes.
2. Localización y delimitación del área de estudio.
3. Población.
4. Situación ambiental.
5. Infraestructura y servicios.
6. Movilidad.

Los componentes de este apartado se usaron como parte del diagnóstico ya que mediante estos se evaluaron las condiciones preexistentes del área de intervención en materia de sustentabilidad urbana, con esto, tenemos presente que cualquier tipo de intervención sobre el área generaría un impacto e implicaría una serie de transformaciones por lo que es necesario tener en cuenta la serie de condicionantes previos en el contexto.

La serie de indicadores que se emplearon para la evaluación del entorno no pretenden ser una mera descripción de éste, sino que se emplearon como una herramienta analítica enfocada a la posterior generación de estrategias en materia de planeación de IV para la rehabilitación del Río Santiago. Y mediante éstos se podrá evaluar, valorar, ordenar y adoptar criterios en la intervención urbana.

Para el diagnóstico de los componentes se realizó una evaluación mediante indicadores de sustentabilidad urbana cuya recolección de datos se ejecutó mediante la investigación de datos de fuentes oficiales, recopilación de datos en campo por medio de la observación, mediante encuestas y por medio de mapas digitales con datos del Sistema de Información Geográfica (SIG).

3.5.1.- Identificación y selección de Indicadores

Los indicadores son variables representativas analizadas de acuerdo a diferentes dimensiones, y no necesariamente es el mismo número de indicadores por cada dimensión pero deben mantener cierto equilibrio, Molina (2004). Estos indicadores representan un modelo empírico de la realidad y deben ser analizados por parámetros de medición fijos.

Los indicadores que se analizaron para este estudio fueron definidos y seleccionados con base a los componentes de sustentabilidad para la generación de estrategias definidas en los objetivos. Para su estudio se agruparon como lo

observamos en la tabla 6. Conforme a cada dimensión a analizar, la selección de indicadores se estableció de la siguiente manera:

1.- ANTECEDENTES, elementos a analizar:

- a) Datos históricos
- b) Datos provenientes de fuentes gubernamentales (protección civil, tránsito municipal, Institutos de planeación, leyes, reglamentos etc.)

2.- LOCALIZACIÓN Y DELIMITACIÓN.

- a) Definición de polígonos
- b) Usos de suelo

3.- POBLACIÓN.

- a) Densidad
- b) Limitaciones

4.- AMBIENTAL

- a) Precipitación pluvial
- b) Área de riesgos
- c) Espacios verdes

5.- INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS

- a) Infraestructura
- b) Equipamiento y servicios

6.- MOVILIDAD

- a) Conectividad del área
- b) Modo de desplazamiento de la población
- c) Uso de transporte alternativo

3.5.2.- Recolección de datos

El objetivo de la recolección es determinar la utilización racional de los procedimientos, técnicas e instrumentos de investigación, su implementación, uso y adecuación al tema de investigación. Aquí se identifican los elementos y características a considerar en el diseño de los instrumentos, teniendo en cuenta las cualidades que debe reunir un instrumento diseñado adecuadamente.

Sampieri (2010), indica que recolectar los datos implica elaborar un plan detallado de procedimientos que nos conduzcan a reunir datos con un propósito específico.

Por lo cual este plan tendrá que determinar:

- ¿Cuáles son las fuentes de donde se obtendrán los datos?
- ¿En dónde se localizan tales fuentes?
- ¿A través de que método o medio vamos a recolectar los datos?
- Una vez recolectados ¿de qué forma vamos a prepararlos para que puedan analizarse y respondamos al planteamiento del problema?

Para la recopilación de datos de la presente principalmente se utilizó:

1. Investigación documental
2. Mapeo de los polígonos de estudio con base a datos estadísticos del INEGI, SIG.
3. Encuesta

1) Investigación documental

La recolección de datos documentales se realizó en el apartado de antecedentes, en donde la búsqueda de datos se abordó sobre diferentes rubros, en primer lugar sobre el análisis histórico de la transformación del Río Santiago, sus etapas evolutivas y sus funciones para la comprensión de sus procesos como agentes transitivos que nos indiquen el sentido de su evolución en la sociedad así como sus procesos en sus diferentes usos. Así mismo, se realizó una recolección de datos por medio de las dependencias gubernamentales que tienen jurisdicción sobre el

Río Santiago, entre las que se encuentra las direcciones de Seguridad Pública Municipal de San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez encargadas de los aspectos viales, así como Protección civil y Gobierno del estado que son las dependencias encargadas de su mantenimiento y prevención en época de lluvias.

2) Mapeo de polígonos.

Este se realizó a basándose en la delimitación del área de estudio, por los polígonos seleccionados por las AGEB's sobre el margen del Río Santiago. Definidos los polígonos se realizó un vaciado de información, cabe mencionar que toda la información se manipuló a través de programa ArcGIS para plasmar en estos mapas los datos estadísticos que proporciona el Censo de Población 2010.

Para el componente de población la información obtenida y plasmada fue la siguiente:

- Densidad de población, edades
- Vulnerabilidad (limitaciones en la actividad y motoras)

Para el análisis de la dotación de espacios verdes se definió en cada polígono la proporción de áreas verdes en cada uno. La SEDESOL define a las áreas verdes como aquellos espacios cuyo propósito es el mantenimiento de las áreas públicas y que no son susceptibles, a un largo plazo, al cambio de uso de suelo. Por lo que sólo se consideran **las áreas verdes públicas**.

Para su medición se consideró la superficie total de cada polígono y se graficó en los mapas el espacio ocupado por áreas verdes públicas, con esta información se realizó una suma de las áreas verdes con la cual se obtuvo un extensión de superficie resultante que se comparó en términos de la población total del polígono. Este indicador busca la comparación proporcional del área total del polígono con respecto a la cantidad de habitantes en cada uno de ellos.

El equipamiento y los servicios también se plasmaron en mapas en donde se realizó una identificación del número y tipos de equipamiento por polígono y se realizó una medición para evaluar la distancia recomendable entre la vivienda más alejada del polígono hacia el equipamiento o servicio, que de acuerdo al sistema normativo de SEDESOL será de 0.5 a 1.5 Km, o bien de 15 a 30 min.

3) Encuesta

Se utilizó la encuesta como instrumento de opinión y percepción para la obtención de datos mediante preguntas específicas realizadas a personas. Cortés (2004), la define como una técnica que posibilita descubrir los componentes de los mundos de sus participantes y los constructos con arreglo a los cuales esos mundos están estructurados.

La aplicación de encuestas se realizó principalmente en el apartado de movilidad ya que el flujo vehicular es predominante en esa zona. Realizando un mínimo de 96 encuestas para el GRUPO B que definimos anteriormente.

La aplicación de la encuesta como instrumento de opinión nos permitió la recolección de datos acerca de la percepción de los usuarios mediante preguntas específicas. Finalmente de estas, se obtuvieron datos de tipo cuantitativo que nos permitieron realizar un diagnóstico sobre la percepción del usuario respecto a su entorno.

La encuesta constó de 9 preguntas de opción múltiple, para hacer más rápida su ejecución, y se enfocó en los aspectos de movilidad de usuario, sus tiempos de recorrido así como su percepción sobre la problemática que gira en torno al boulevard. Las encuestas se realizaron estratégicamente en los puntos de interés que arrojó una prueba piloto, en la que se mostraron datos de sobre lugares públicos a los que se dirigía el usuario al transitar sobre el Río Santiago.

De esto último se obtuvo que los lugares de destino correspondieron a dos centros comerciales, uno localizado al margen del río y el segundo sobre una avenida que se conecta sobre éste. Del mismo modo se realizó otra parte de las encuestas vía *online*, en la que se solicitó que solo contestaran los usuarios del río, y a modo de efecto bola de nieve, estos invitaran a participar sus conocidos quienes transitan por dicho boulevard.

3.6.- Evaluación de datos. (SLM)

En esta etapa de desarrolló el Sistema de Marco Lógico SLM (ver imagen 7, abajo) como una herramienta analítica que nos permitió diseñar y planificar estrategias de proyectos que puedan ser aplicados en la intervención del Río Santiago, el cual se compone de 4 pasos:

1. Análisis de Problemas
2. Análisis de Objetivos
3. Análisis de Alternativas
4. Matriz de Marco Lógico



Imagen 7. Gráfico de diseño de SLM. Fuente Elaboración propia.

El proceso se inicia a partir de la identificación o detección de un problema crítico para el desarrollo de la sociedad. Es a partir del enfoque sistémico que se detecta y se estudia el problema en su globalidad, en otras palabras, se analizan las partes como integrantes de ese todo, y se estructura un conjunto de estrategias que permitan acceder a una solución global del sistema.

De acuerdo a los pasos del SLM comenzamos por:

- **Análisis del problema:** Se identificaron los problemas concretos percibidos de los grupos de población A y B para encontrar las relaciones causales y jerarquizar los problemas percibidos en un marco contextual.

Para visualizar las relaciones de causa y efecto se construyó un árbol de problemas de acuerdo a los siguientes pasos:

1. Escribir el problema de desarrollo.
2. Identificar los problemas percibidos por los involucrados
3. Colocar los otros problemas percibidos que son causa de los problemas del paso b, así sucesivamente hasta llegar al problema raíz.
4. Determinar si algún problema percibido por los involucrados es efecto del problema de desarrollo
5. Trazar líneas de los problemas causa a los problemas efecto
6. Asegurarse que el diagrama tenga sentido.

Identificado el problema de desarrollo y descrita la situación actual, se definió o identificó una posible estrategia para otorgar solución a aquél. Con lo cual se determinó una situación futura deseada y las potenciales estrategias requeridas para poder alcanzarlas.

- **Análisis de objetivos.** El proceso consistió en la conversión de los problemas percibidos en objetivos o soluciones, como paso para identificar la situación futura deseada y describir una situación que podría existir después de resolver los problemas a través de un árbol de objetivos en el que se realizaron los siguientes pasos:
 1. Convertir el problema de más alto nivel en un objetivo
 2. Convertir los problemas de los demás niveles en objetivos menores
 3. Trazar líneas de los objetivos *medio* a los objetivos *fin*.
- **Análisis de alternativas:** En esta etapa se estableció la base para determinar las distintas estrategias que contribuyeron al cambio de la situación actual contra la situación futura deseada. Estas estrategias fueron evaluadas a partir de los criterios de movilidad, situación ambiental y la revitalización de áreas.

- **Matriz de Marco Lógico:** Se utilizó como herramienta de conceptualización en donde se establecieron las bases para la ejecución y evaluación de las propuestas. Su utilidad residía en proporcionar una estructura al proceso de planificación, comunicar la información esencial del proyecto y a modo de resumen ejecutivo.

3.7.- Prueba piloto de encuestas

La prueba piloto se realizó mediante una encuesta en línea sobre los aspectos de movilidad en el Boulevard Río Santiago, de la cual se obtuvieron 28 respuestas totales de un promedio de 55 enviadas. La prueba constó de 10 preguntas, cuyos resultados fueron los siguientes:

1. Generalmente, ¿Por cuál motivo transita por el Río Santiago?

- 36% Como paso para visitar amigos o familiares.
- 32% Para ir al trabajo
- 20% Como paso hacia el centro histórico o alguna plaza comercial
- 12% Para ir a algún centro educativo

2. ¿Cuál es su principal motivo para transitar por el Río Santiago?

- 89.29% Rapidez para llegar al lugar de trabajo
- 10.71% Cercanía a mi destino
- 0.00% única ruta por donde puedo llegar a mi destino
- 0.00% Comodidad y seguridad en el tránsito a mi destino

3. ¿Cuál es su tiempo de recorrido aproximado por el Río Santiago a su lugar de destino?

- 64.29% De 10 a 15 min.
- 32.14% De 5 a 10 min.
- 3.57% De 30 min. a 1 hora
- 0.00% Más de una hora

4. ¿Cuál es su principal problema cuando el Río Santiago se encuentra cerrado a la circulación?

69.23% La congestión vehicular en otras calles

30.77% El tiempo de mi recorrido es muy largo

0.00% No puedo transitar por otras calles

5. ¿Qué vialidad altera utiliza cuando el Río Santiago está cerrado?

Diagonal SUR

Nereo Rodríguez Barragán

Acceso Norte

6. Cuando el Río Santiago está cerrado, ¿Cuánto es su tiempo de recorrido hacia su destino?

57.14% De 30 min. a 1 hora

25% De 15 a 30 min.

14.29% Más de 1 hora

3.57% De 5 a 15 min

7. ¿Utiliza algún transporte alternativo cuando el Río está cerrado?

77.78% NO

22.22% SI, Camión

8. Cuando se menciona el río Santiago, ¿qué es lo primero que le viene a la mente?

Rapidez

Cerrado

9. ¿Recuerda algún elemento o edificio del cuál podría dar señas en el río Santiago?

80.77% SI, Edificio Torres Corzo, El Dorado

19.23% NO

10. De acuerdo a su percepción ¿Qué o cuales problemas necesitan resolverse en el río Santiago?

Canalizar el agua, repara los baches

A partir de esta prueba piloto se reformularon las preguntas para definir con mayor exactitud los tiempos de recorridos y no dar margen en los rangos. Ejem. De 15 a 30 min. De 30 a 45 min. En la cual la cual la probabilidad de escoger alguna respuesta con el tiempo de 30 min es 50/50 según la percepción del encuestado.

Además se omitieron algunas por obviedad. Mediante su aplicación se conocieron los puntos urbanos bien identificados por el usuario en los que potencialmente se recolectaron los datos, (sabemos dónde encontrar potenciales usuarios de boulevard) Ejem. Plaza el dorado, Walmart Plaza Muñoz, edificio de oficinas Torres Corzo, etc. De este modo se reformuló la encuesta para su aplicación.

Capítulo 4.- El Río Santiago y su contexto regional: Problemáticas ambientales de la ZMSLP

4.1.- La dinámica del Río Santiago

El Río Santiago ubicado en la ZMSLP, es actualmente una vía rápida que obedeció a la concepción “moderna” de hacer ciudad y las opciones urbanísticas en los años 80’s que respondía a la demanda de infraestructura que tuvo lugar durante el mandato del gobernador Carlos Jongitud Barrios (1983-1989).

El Río Santiago no es un caso aislado, ya que la mayoría de los ríos en México que se encuentran dentro de la mancha urbana, sufrieron transformaciones similares, debido a que los ríos urbanos eran considerados un peligro para la salud pública, siendo que eran en donde regularmente se vertían los desechos urbanos o industriales. Además suponían un peligro incidental al provocar inundaciones en época de lluvia.

Esta tendencia sin embargo, se ha visto revertida en las últimas décadas, a medida que la sustentabilidad ha ido tomando terreno en la planificación de las ciudades y subrayando la importancia de los cuerpos de agua en éstas.

4.2.- Situación ambiental en la ZMSLP

En la actualidad surgen algunas tendencias a recuperar espacios de calidad para los medios urbanos, debido a las nuevas prácticas urbanísticas y de planeación que nacen a partir de los conceptos de sustentabilidad aplicables al medio urbano. Ya sea por medio de la IV, la planeación ambiental o la arquitectura del paisaje, están en auge los proyectos encaminados a recuperan los ríos inmersos y olvidados bajo

el concreto, tanto para el beneficio de los ecosistemas urbanos como de los habitantes de las ciudades.

Durante los últimos años, la degradación ambiental en México ha pasado a ser un tema principal en el debate nacional tomando connotaciones que afectan la gobernabilidad y la sustentabilidad de la sociedad en su conjunto. Los problemas de degradación de los suelos, deforestación, sobreexplotación y deterioro de los recursos hídricos y pérdida de biodiversidad en las ciudades dejaron de considerarse como simples datos estadísticos para constituir la causa de numerosos conflictos sociales (*Cotler, 2004*).

Se estima que dentro de unos 20 años la demanda de agua en México llegará a ser de 91,200 millones de m³, debido al incremento de las actividades productivas y al crecimiento de la población, mientras que la oferta puede llegar a 68,300 millones de m³ considerando los proyectos registrados en cartera. Esto significa que la brecha entre la oferta y la demanda será de 23 mil millones de m³ al 2035 (*Plan Nacional Hidráulico 2014-2018*).

La gran mayoría de las cuencas hídricas en nuestro país se encuentran en situaciones no sostenibles, ya que la demanda del recurso aumenta conforme crece la población y sus necesidades. El manejo no sustentable del recurso nos aleja de lograr una seguridad y sustentabilidad hídrica¹¹ en México.

Ante este panorama se define al agua como “recurso finito e indispensable para la salud pública, los ecosistemas, la biodiversidad, la producción de alimentos y el desarrollo económico y se le considera un factor estratégico de seguridad nacional

¹¹ De acuerdo con la definición de la ONU, la “seguridad hídrica” es la capacidad de la población de salvaguardar el acceso sostenible a cantidades adecuadas y de calidad aceptable de agua, para sostener los medios de sustento, el bienestar humano y el desarrollo socioeconómico, para garantizar la protección contra la contaminación del agua y de los desastres relacionados con esta y para preservar los ecosistemas en un clima de paz y estabilidad política.

así como de estabilidad social y política de la Nación” (*Plan Nacional Hidráulico 2014-2018*).

La ZMSLP se encuentra en un espacio hidrológicamente sobrepoblado, en donde las precipitaciones y las reservas de los acuíferos ya son insuficientes para mantener las altas tasas de crecimiento poblacional y el desarrollo de la actividad industrial. La problemática del agua en el municipio se puede sintetizar como un incremento permanente en la demanda del recurso, sobreexplotación de los acuíferos, servicio irregular a los usuarios y poco aprovechamiento de las aguas residuales (*Santos, 2004*).

La principal fuente de abastecimiento de agua en la ZMSLP depende del acuífero del Valle de San Luis Potosí, cuya captación se produce mediante un sistema que se abastece de 122 pozos profundos, de los cuales se extrae el 84% del agua para consumo de la población. Este acuífero enfrenta serios problemas de extracción, concentración de aprovechamientos y abastecimiento de agua. Se estima que sufre una sobreexplotación de 2 a 1, esto es, que en promedio se está extrayendo el doble de lo que se recarga y ahora está declarado como Zona de Veda¹² para el alumbramiento de aguas subterráneas desde 1961 (*COTAS, 2005*).

De acuerdo con el Comité Técnico de Aguas Subterráneas (COTAS) del Valle de San Luis se dice que el acuífero de San Luis puede ser considerado como urbano por varias razones:

- a) El mayor volumen de extracciones se destina a los usos urbanos (doméstico, industriales, comercios y servicios).
- b) Una superficie importante del acuífero se localiza bajo la mancha urbana, de tal forma que su condición está directamente afectada por la dinámica y el tipo de crecimiento urbano: La invasión de sus posibles áreas de recarga, los

¹² D. O. F, 1961. Zonas de Veda en las que la capacidad de los mantos acuíferos sólo permiten extracciones para uso doméstico.

riesgos de contaminación y la ubicación de la infraestructura de extracción y monitoreo son algunos de los aspectos en que esa afectación se manifiesta más claramente.

La ciudad como unidad, a través de sus organismos de administración y de representación sectorial de sus diversos actores, se ha convertido en el factor socio-político más influyente para definir el tipo de aprovechamiento que se hace del acuífero y, sobre todo, para marcar la prioridad del uso (COTAS, 2005).

De acuerdo a lo anterior, este acuífero, puede ser considerado como punto de partida para el desarrollo de estrategias hacia la sustentabilidad del agua, ya que la grave explotación a la que se encuentra sometido y el crecimiento de la población que de él depende, obliga a tomar medidas urgentes que nos encaminen a su recuperación y conservación (*Estudio técnico del acuífero 2411, 2005*).

A través de un estudio realizado por parte de la UASLP (Universidad Autónoma de San Luis Potosí) en conjunto con COTAS en 2006, se señala a grandes rasgos, que el agua subterránea del acuífero profundo que abastece la ZMSLP, manifiesta una edad entre 1300 y 3000 años de antigüedad y sobresalen las edades de 1300 años en las muestras del centro de la zona urbana de San Luis. En estas muestras se identificaron componentes de agua moderna en las ubicaciones cercanas al Río Santiago, lo que sugiere que el cauce funcionaba como una fuente de recarga natural al acuífero profundo antes de su pavimentación, aunque no se ha realizado un estudio para saber con certeza si existen puntos de recarga potenciales a lo largo del río.

El estudio referido, también explica que el acuífero no muestra indicios de recarga natural, por lo que se concluye que el agua que abastece la ciudad de San Luis Potosí puede considerarse como antigua y para efectos de escala de vida humana se le considera al acuífero profundo como un recurso minado, con serias implicaciones políticas, sociológicas, ambientales y de servicios. Por lo tanto es

necesario que se considere hasta dónde puede llegar el desarrollo de la capital con base a los recursos disponibles en la cuenca (*Cardona, 2006*).

En cuanto a dotación de infraestructura hidráulica, la ciudad cuenta con 4 presas que abastecen a las colonias del oriente, sur y poniente de la ciudad. La presa el Realito con capacidad de 45.1 millones de m³, la Presa San José con 3.6 millones de m³, el Pejae con 1.6 mm³, y el Potosino con 2.2 mm³. En la capital opera la Planta potabilizadora “Los Filtros”, que purifica el agua de la presas San José y el Peaje”. Del mismo modo se tienen en operación 9 plantas públicas tratadoras de agua, siendo la de “Tanque Tenorio” la que trata un porcentaje de las aguas negras que produce la ciudad y conduce el agua tratada hacia la Termoeléctrica CFE en Villa de Reyes, y se encuentra aprobada la construcción la PTAR “El Morro”.

Así mismo existen 327 mil tomas, equivalentes al gasto de 1 millón 200 mil personas que habitan en la zona metropolitana de San Luis Potosí, Soledad y Cerro de San Pedro, y se tiene una cobertura del 97% en agua potable, 94% en alcantarillado y 74% en saneamiento.

Estos datos indican que los problemas que enfrenta la ciudad de San Luis Potosí respecto a la problemática del agua, no son por falta de infraestructura básica, ya que los servicios son brindados a casi el total de la población. Sin embargo nos estamos topando con los límites de un modelo de gestión lineal del agua. Según este modelo, el agua es un bien que extraer o importar, utilizar y, finalmente, “desechar”. El enfoque de dicho modelo lineal está centrado en la construcción de pozos, tuberías, plantas de bombeo y túneles (*Camarillo, Maurer, Ulacia, 2012*).

Por otro lado, se han evaluado las cuestiones ambientales de la ciudad, y de acuerdo con el *Plan de Centro de Población estratégico SLP-SGC 2003*, se señala que existen riesgos de origen sanitario que incluyen principalmente la contaminación del suelo, del aire y del agua. La contaminación del suelo, de los mantos acuíferos y cuerpos de agua, se debe principalmente a derrames y fugas.

La ZMSLP es atravesada por tres Ríos principales, El Río Santiago, Española y el Paisanos, de los cuales, los dos primeros han sido pavimentados. En el caso del Río Santiago, fue construido inicialmente como camino, y durante el gobierno de Jongitud Barrios (1983-1989) se pavimentó en su primera etapa que abarcaba la zona de *Muñoz* hasta la prolongación de la *Av. 20 de Noviembre*, continuando por etapas muy diversas hasta un último tramo en el la zona conurbada de Soledad de Graciano Sánchez en el 2016.

Además de su función vial, el Río Santiago actúa como desfogue de los excedentes de agua de la presa de San José y como punto de acumulación de varios colectores pluviales de la ciudad.

Al ser una vialidad construida sobre el cauce natural de una afluyente su jurisdicción es de carácter estatal y sobre ella tienen responsabilidad la Secretaría de Desarrollo Urbano, la Comisión Estatal del Agua y la Dirección General de Seguridad Pública del Estado.

El *Plan de Centro de Población estratégico SLP-SGC 2003* afirma que la ciudad aún está a tiempo de controlar los escurrimientos que propician inundaciones y por lo tanto se pueden definir acciones e infraestructura de prevención. De este modo propone la conservación de los arroyos como tales, la construcción de obras de control y retención de agua en las partes altas y la definición de cauces y zonas de protección en las orillas. Así mismo, indica que las orillas pueden albergar varios usos, entre ellos la creación de parques lineales.

En cuanto a equipamiento urbano, menciona que en la ZMSLP es evidente la existencia de una cantidad importante de equipamiento de áreas verdes urbanas constituidas como: explanadas, plazas, jardines y parques urbanos, pero también es inefable la desproporción que existe entre las áreas residenciales de mayor poder económico, y las áreas residenciales populares, distribuyéndose los espacios verdes mayormente sobre las primeras, por lo que los beneficios o servicios

ambientales de estos espacios es hasta ahora privilegio de una parte minoritaria de la población del área urbana de la ciudad.

Parte de la problemática ambiental que enfrenta la ciudad reside en que la mayor parte de las áreas urbanizadas no cuentan con zonas o espacios que promuevan la recarga del acuífero, ya que debido al ritmo de la urbanización aunado a la pérdida de vegetación y suelo, se está disminuyendo la capacidad de retener y captar la lluvia para recargar los acuíferos. Las áreas al Noreste de la Ciudad dedicadas al riego, están contaminadas por el uso de aguas residuales sin tratar, lo que además de la pérdida de productividad, representa un problema de salud.

Además de la contaminación orgánica, las áreas de riego podrían presentar contaminación por metales pesados, puesto que mezcladas con aguas residuales urbanas, existen las de origen industrial.

En cuanto a la infraestructura vial de la ZMSLP, se encuentra integrada actualmente por el Sistema de Vialidad Primaria, Tres Anillos, 5 Ejes de Penetración Regional, Vías Radiales y Diametrales; el Sistema de Vialidad Secundaria y el Sistema de Vías Locales que en conjunto permiten la movilidad y accesibilidad de la ciudad. Cabe mencionar que el Río Santiago forma parte del anillo intermedio de la ciudad que se compone de la siguiente manera:

- Circuito Vial Salvador Nava – Río Santiago: Este anillo se conforma por 4 tramos; al Norte el Blvd. Río Santiago, al Poniente la Av. Sierra Leona – Al Sur el Blvd. Salvador Nava y en el Oriente la Carretera a Matehuala.

Este anillo comunica la ciudad en su parte norte de oriente a poniente y su circulación se ve interrumpida cuando los excedentes de agua de la presa y de los colectores pluviales se descargan sobre la vialidad.

Cabe mencionar que el sistema pluvial en la ZMSLP no ha funcionado de manera eficiente, ya que en varios momentos se ha visto rebasado por las tormentas

atípicas en la ciudad que aunado al incremento del parque vehicular provoca serios problemas viales y grandes tiempos de recorridos en el transporte público y privado.

En relación al tránsito, se ha incrementado en número de vehículos circulando por la zona urbana de San Luis Potosí; ya que en el año 1992 se contaba con un parque vehicular de aproximadamente 129,882 vehículos registrados y en circulación, a finales del año 2000 alcanzó un parque de 191,240 vehículos, esto es 47.24% más que en 1992. De acuerdo a datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) al 2015 el incremento en la ZMSLP llegó a 535,868 vehículos motorizados y la tendencia sigue a la alza.

La zona conurbada de San Luis Potosí – Soledad de Graciano Sánchez ha experimentado un crecimiento importante en las últimas cuatro décadas, esto ha provocado fuertes cambios en las características del aire de la zona debido, entre otros: al establecimiento de nuevas industrias, el incremento del parque vehicular, la mala disposición de los residuos, la apertura de nuevos comercios, entre otros, cuyas actividades han aumentado significativamente las emisiones de gases y partículas a la atmósfera, deteriorando la calidad del aire. Hoy en día, desde cualquier punto elevado de la ciudad, se puede observar sobre ésta una cubierta permanentemente de contaminantes, cuya presencia nos advierte que la capacidad de limpieza del aire del valle ha sido rebasada (*PCPE SLP-SGS, 2003*).

El *Plan de Centro de Población estratégico SLP-SGC 2003*, además de ofrecer una visión de la situación actual de la ciudad en diferentes rubros, también propone estrategias para lograr el desarrollo regional en condiciones de sustentabilidad y entre ellas destaca la de la valoración de la relación *urbano-ambiental* para mejorar la relación de la zona metropolitana con su entorno natural. Una gran parte del territorio en el entorno de la zona metropolitana contiene elementos de alto valor ecológico: espacios naturales, forestales, agrícolas. Su protección contra todo proyecto de urbanización debería de convertirse en la orientación principal del desarrollo.

Ante éste panorama surgen cuestiones sobre el tiempo en que será sostenible el desarrollo de la ciudad y de qué manera se podrían generar estrategias que nos lleven al uso sustentable del agua de la cuenca, así como el modo en que se puede gestionar la infraestructura o plantear alternativas que no comprometan los recursos y que en un futuro nos puedan garantizar la sostenibilidad en los aspectos urbano-ambientales.

La intención de rehabilitar el cauce del Río Santiago conllevaría a un “supuesto” beneficio en la recarga directa al acuífero profundo, pero más allá de este primer beneficio, la rehabilitación del cauce implica verla desde un enfoque multi-objetivo y multidisciplinario para poder así, aportar beneficios urbanos que se vean reflejados en la calidad de vida de los habitantes y usuarios del río. El escenario real-posible es una co-actuación de diversas disciplinas, como la ingeniería, la hidráulica, la geomorfología, la ecología, la sociología y el desarrollo de nuestro enfoque arquitectónico y urbano entre otras.

Por lo tanto, en la presente investigación nos enfocaremos en las alternativas que ofrece la rehabilitación de ríos en la ciudad, por medio de la IV, una modalidad que atiende la situación de riesgo que enfrenta el acuífero del Valle de San Luis, a la vez que a su situación urbana y ambiental, y cómo a partir de esta problemática mixta se pueden promover alternativas para la mejora de las condiciones urbanas y la calidad de vida de los habitantes de la ciudad.

De este modo, se podría afirmar que un espacio articulado por el cauce de un río en la trama urbana podría marcar nuevos modos y medios de valoración de la ciudad, suponiendo beneficios ecosistémicos¹³ intrínsecamente ligados a las nuevas tendencias de desarrollo urbano sustentable (*González, Hernández, Perló, Zamora, 2010*).

¹³ Como podrían ser la sustentabilidad del recurso hídrico por medio de la recarga, la creación de espacios para la recreación, el bienestar, la seguridad y protección ambiental, movilidad, etc.

4.3.- Descripción general geográfica del Estado

Población

El Estado de San Luis Potosí se localiza en la parte norte-centro de la república mexicana y representa un 3.12%. Localizado en la latitud Norte a 22° 09´ y Oeste 100° 58´.

Según datos del *INEGI* al 2015 la población total del Estado de San Luis Potosí corresponde a 2,717,820 habitantes, de los cuales 1,133,571 pertenecen al área conurbada de San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez, lo que representa que un 41% del total de la población habita en la ZMSLP.

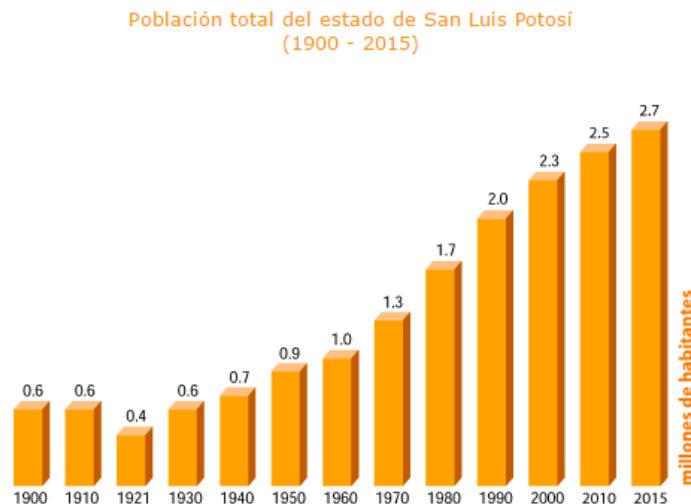


Imagen 8. Población SLP. Fuente: INEGI. Censo de población 1900-2010, Encuesta intercensal 2015

Superficie urbana

La ciudad de San Luis Potosí creció a la par que el número de sus habitantes en superficie. A partir de los años 50's y principalmente en la década de los 70's la superficie urbana se multiplicó rápidamente. De un aproximado de 1,760 hectáreas

en 1960, pasó a 14 mil hectáreas en el 2000 (Moreno, 1992). Para ese periodo el Río Santiago marcaba los límites de expansión de la ciudad en su lado Norte. Entre los años 2000 y 2005 la ZMSLP creció en su superficie un 32%, sobrepasando el crecimiento registrado entre 1990 y 2000 con un 29% (Noyola, 2009). Al mismo tiempo que se incrementaban las zonas destinadas al uso industrial.

En la actualidad, el crecimiento de la superficie urbana sigue siendo un fenómeno vigente. La mancha urbana hoy en día alcanza las pendientes de la Sierra de San Miguelito, la cual es considerada como zona de recarga del acuífero. De acuerdo con COTAS del Valle de San Luis, esta situación se ha visto favorecida por el hecho de que la urbanización en la ciudad sigue siendo de tipo horizontal y no existe un óptimo aprovechamiento vertical de los predios urbanos.

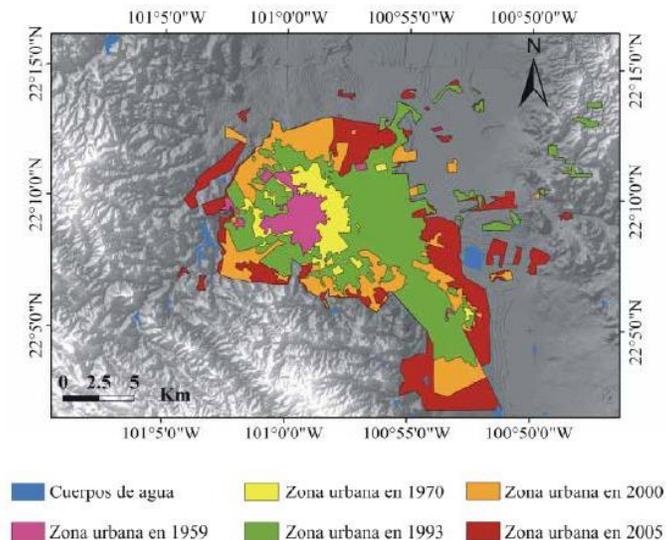


Imagen 9. Crecimiento urbano 1959 a 2005 San Luis Potosí. Fuente: Factores que dan origen al minado de acuíferos en ambientes áridos: caso Valle de San Luis Potosí.

Clima

El clima en el Estado de San Luis Potosí es predominantemente seco a semiseco en el 71 % de la superficie del Estado. El INEGI señala que la temperatura media anual del estado es de 21°C, la temperatura mínima promedio es de 8.4°C la cual

se presenta en el mes de enero y la máxima promedio es alrededor de los 32°C presentada en el mes de mayo.

La temporada de lluvias se presenta durante el verano entre los meses junio a septiembre. La región del Valle de San Luis presenta valores bajos de precipitación pluvial de 379 a 338.5¹⁴ mm. Esto se relaciona a su posición respecto a la Sierra Madre Oriental, la cual representa una barrera que disminuye la precipitación en el Altiplano, por otro lado la tasa de evaporación es alta y alcanza valores similares a los de precipitación, (Noyola, 2009).

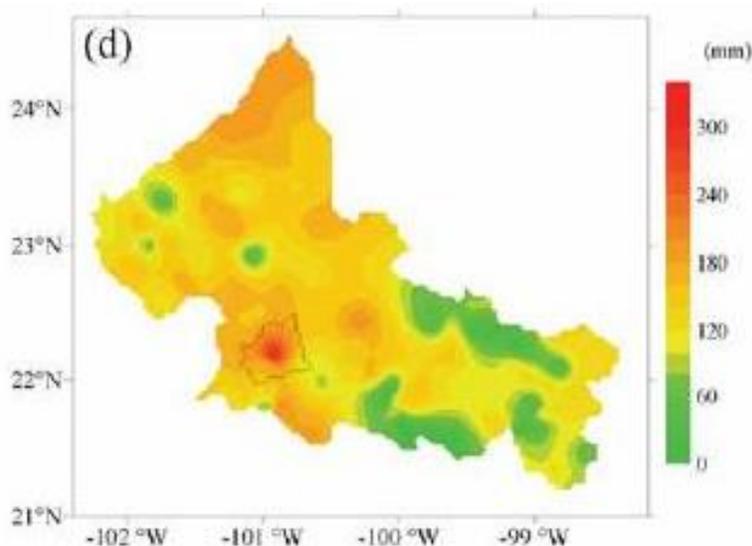


Imagen10. Precipitación media anual S. L. P. Fuente: Factores que dan origen al minado de acuíferos en ambientes áridos: caso Valle de San Luis Potosí (2009)

Para la capital del Estado en el 2015 la precipitación pluvial fue de 662.5¹⁵ mm, siendo el año de mayor precipitación acumulada desde 2003 y siendo los meses de mayo y octubre los de mayor precipitación.

¹⁴ Estación Observatorio Meteorológico de San Luis, (2013).

¹⁵ INTERAPAS. Informe Anual 2015

HISTÓRICO 2010-2015. PRECIPITACIONES ANUALES DE LA ENTIDAD

MES	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Enero	22.9	0.6	1.3	12.1	18.8	19.6
Febrero	86	0	64.9	0	0	1.5
Marzo	0	1.2	2.6	0.8	6.2	66.7
Abril	18.4	9.2	10.9	0.2	3.7	22.8
Mayo	34.8	7.3	19.9	9.6	87.2	146.3
Junio	29.2	55.1	28.5	44.1	39.5	78.4
Julio	225.5	68.5	28.1	34.7	76.7	39.2
Agosto	13.4	13.7	45	54.5	44.4	62.7
Septiembre	38.9	38.3	16.2	98	103	59.8
Octubre	0.6	25.4	1	69.7	8.2	162.4
Noviembre	0.6	3.8	4.9	66.2	22.2	2.2
Diciembre	0.6	0	0	47.7	3.9	0.9
ACUMULADO	470.9	223.1	223.3	437.6	413.8	662.5

*Datos de la Comisión Nacional del Agua.

Imagen 11. Precipitaciones anuales de la Entidad 2010-2015. Fuente: INTERAPAS Informe Anual 2015.

Lo cual represento en dicho año un almacenamiento de aguas superficiales en las presas que abastecen a las plantas potabilizadoras Los Filtros e Himalaya, con el siguiente porcentaje:

- Presa San José. 80.7%
- Presa el Potosino 70.5%
- Presa el Peaje 28.05%

La capacidad promedio de almacenamiento de la Presa San José hace más de 100 años era de 10 millones de m³, pero debido al azolve acumulado durante los años actualmente su capacidad aproximadamente es de 4.5 millones de m³, lo que resulta en una reducción actual de su nivel de captación en 5.5 millones de m³, aunado a esto y debido a la edad de la presa, sus materiales de construcción y los estándares con los que fue construida, no permite que se retenga el 100% de su capacidad, ya que esto representaría un riesgo para la población, por lo que antes del topar con un +- 80% de su capacidad total, las compuertas deben ser abiertas para desfogar los excedentes de agua, los cuales fluyen sobre el Boulevard Río Santiago hasta su destino final en las comunidades de la Tinaja y La Purísima en el

municipio de Soledad, *Gestión del agua en la ZMSLP, Cerro de San Pedro y Soledad de G. S., (2013).*

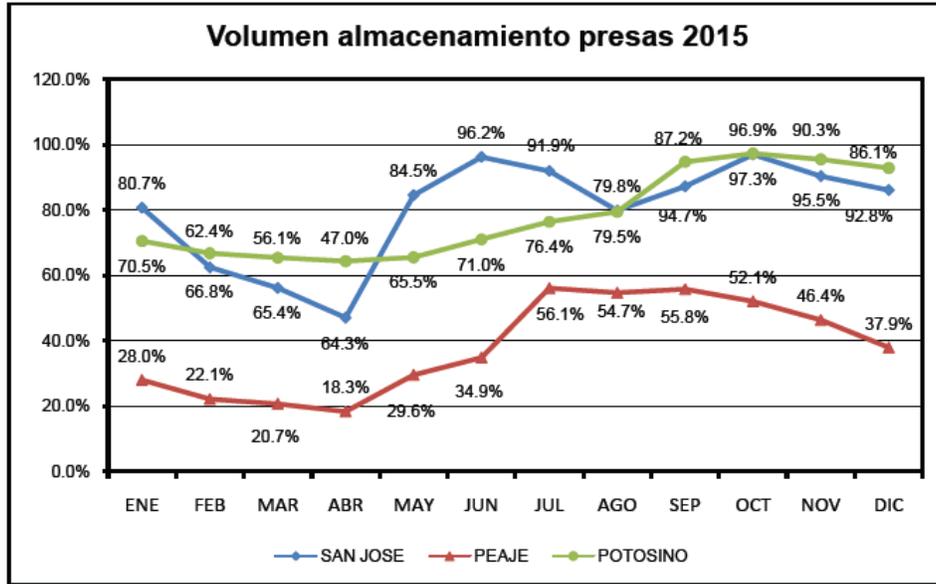


Imagen 12. Volumen de almacenamiento de presas 2015. Fuente: INTERAPAS Informe Anual 2015.

Relieve e hidrología

El municipio de San Luis se encuentra ubicado en la provincia fisiográfica de la Mesa Central, limitado a sus alrededores por las Sierras de San Miguelito (oeste y suroeste) y de Álvarez (porción central) así como lomeríos de naturaleza volcánica.

Su porción central sur-suroeste y sureste es surcado por los ríos Santiago, Paisanos, Española, Mexquitic y los Arroyos de San Antonio, Calabacitas, La Virgen, Paraíso, Portezuelo entre otros, perdiéndose en el Valle, en tiempo de lluvias se forman las lagunas de Santa Rita y Laguna Seca, descargándose ésta última hasta

los llanos de la Tinaja.¹⁶ Estos ríos forman parte de la hidrología superficial el estado y en su mayoría son de tipo intermitente y de carácter torrencial.

El acuífero de San Luis Potosí forma parte de la región hidrológica de “El Salado” y es de tipo endorreico¹⁷. De acuerdo al Diario Oficial de la Federación (2003), se localiza en la parte sur-occidental del Estado de San Luis Potosí, cubriendo un área aproximada de 1,980 km² y comprende parcialmente los municipios de San Luis Potosí, Soledad de G. Sánchez, Mexquitic de Carmona, Cerro de San Pedro y Zaragoza. La ZMSLP se ubica al centro de esta cuenca.

La hidrología subterránea de la cuenca de San Luis Potosí, está conformada por dos acuíferos, uno somero y otro profundo, el primero está formado por depósitos aluviales y tiene un espesor aproximado de 5 a 40 mts. De profundidad, debido a la poca profundidad a la que se encuentra su comportamiento es muy dinámico y registra niveles de contaminación en su composición química (COTAS, 2005).

El acuífero profundo es el que abastece mayormente a la ciudad de agua potable, el límite superior de este acuífero se encuentra aproximadamente de 100 a 150 mts de profundidad y alcanza profundidades de hasta 350 mts. COTAS señala que el acuífero no muestra indicios de recarga natural, por lo que se concluye que el agua que abastece la ciudad de San Luis Potosí puede considerarse como antigua y para efectos de escala de vida humana se le considera al acuífero profundo como un recurso minado.

¹⁶ UASLP. (Martínez R.). 1997, Actualización del marco geológico del Valle de San Luis Potosí.

¹⁷ Una cuenca endorreica es aquella que no tiene salida fluvial hacia el océano.

Capítulo 5.- Caso de estudio: Río Santiago, San Luis Potosí, S. L. P.

5.1.- Descripción del área de estudio

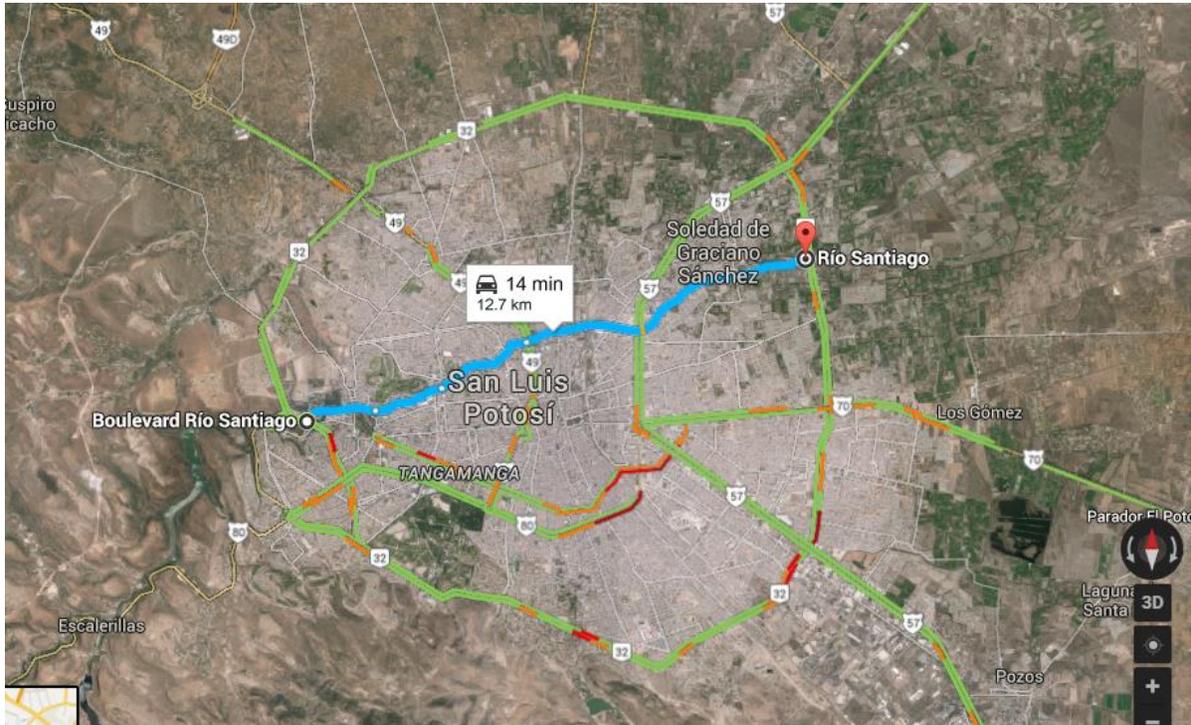


Imagen 16. Localización Río Santiago. Fuente: Elaboración propia.

El boulevard Río Santiago, se ubica en la ZMSLP, abarcando aprox. 12.7 km desde el Anillo Periférico Poniente hasta el Anillo Periférico Oriente, atravesando la ciudad de San Luis Potosí y el municipio de Soledad de Graciano Sánchez.

Por ser un cauce de agua natural y a la vez una infraestructura vial, su jurisdicción recae sobre varios organismos como la Comisión Estatal del Agua, INTERAPAS y la Secretaría de Desarrollo Urbano. Al mismo tiempo comparte responsabilidad vial con la Dirección de Seguridad Pública del Estado de San Luis y del municipio de

Soledad de G. Sánchez, así como con el Gobierno del Estado que es el encargado de su mantenimiento.

5.2.- Población delimitada

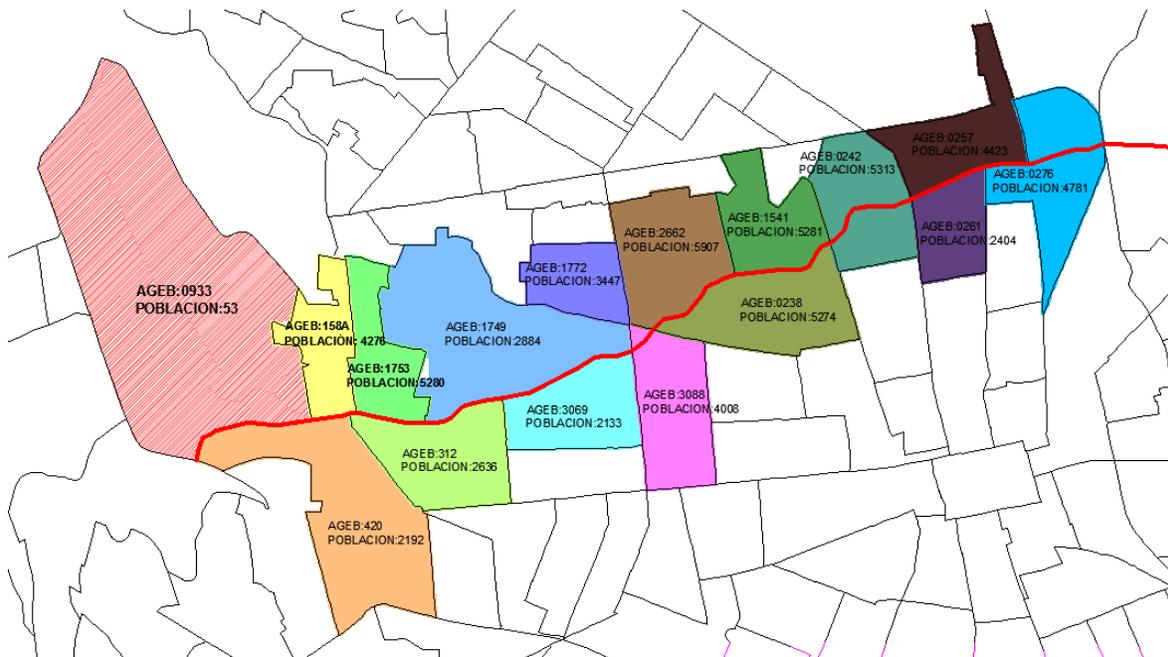
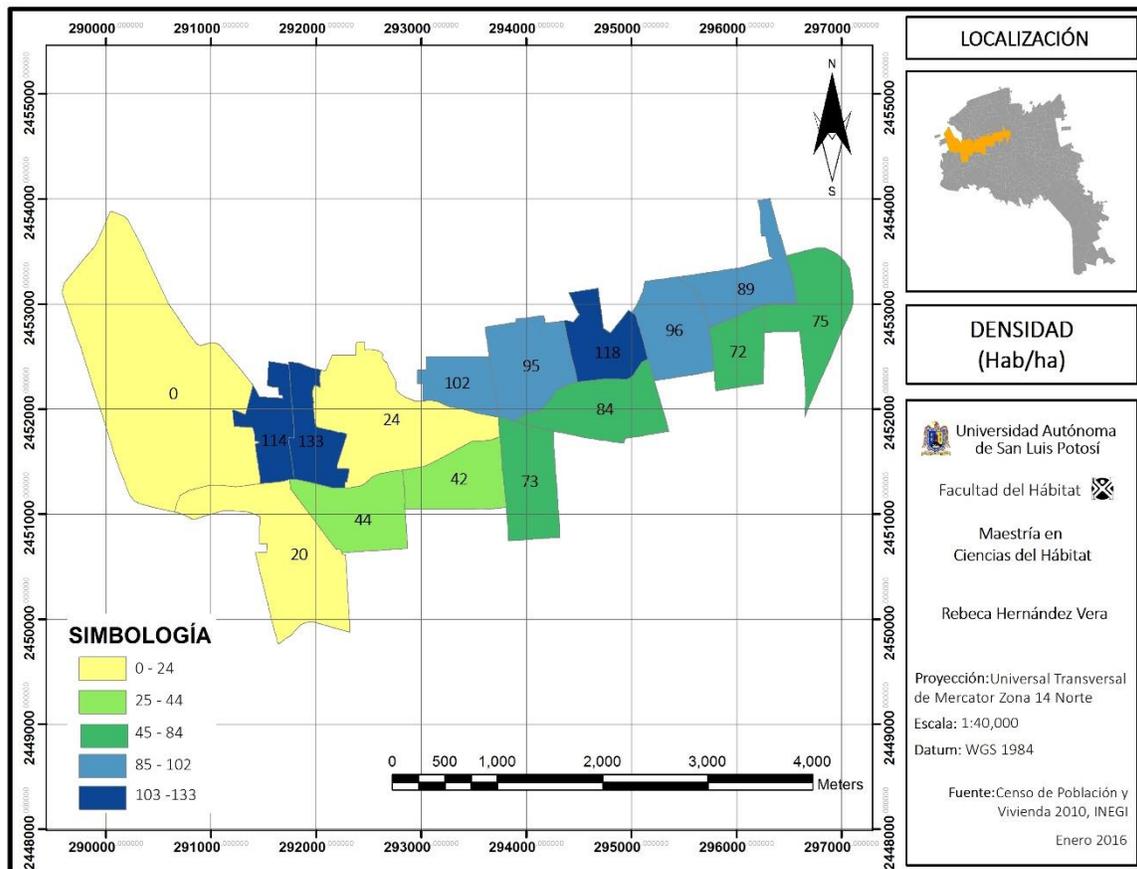


Imagen 17. Población total por AGEB, Río Santiago. Fuente: Elaboración propia, con base a datos del Censo de Población y Vivienda 2010.

Como vimos anteriormente para el caso de estudio delimitamos a la población de acuerdo a las AGEB a lo largo del Río Santiago desde el anillo periférico poniente hasta el libramiento de la carretera Matehuala. De acuerdo con los datos del Censo de Población 2010, la población total para esta área resultó de 60,292 habitantes lo que representa un 7.31% de la población de la capital potosina, y un 5.41% del total

de la población del área conurbada entre San Luis Potosí y Soledad de G. Sánchez.¹⁸

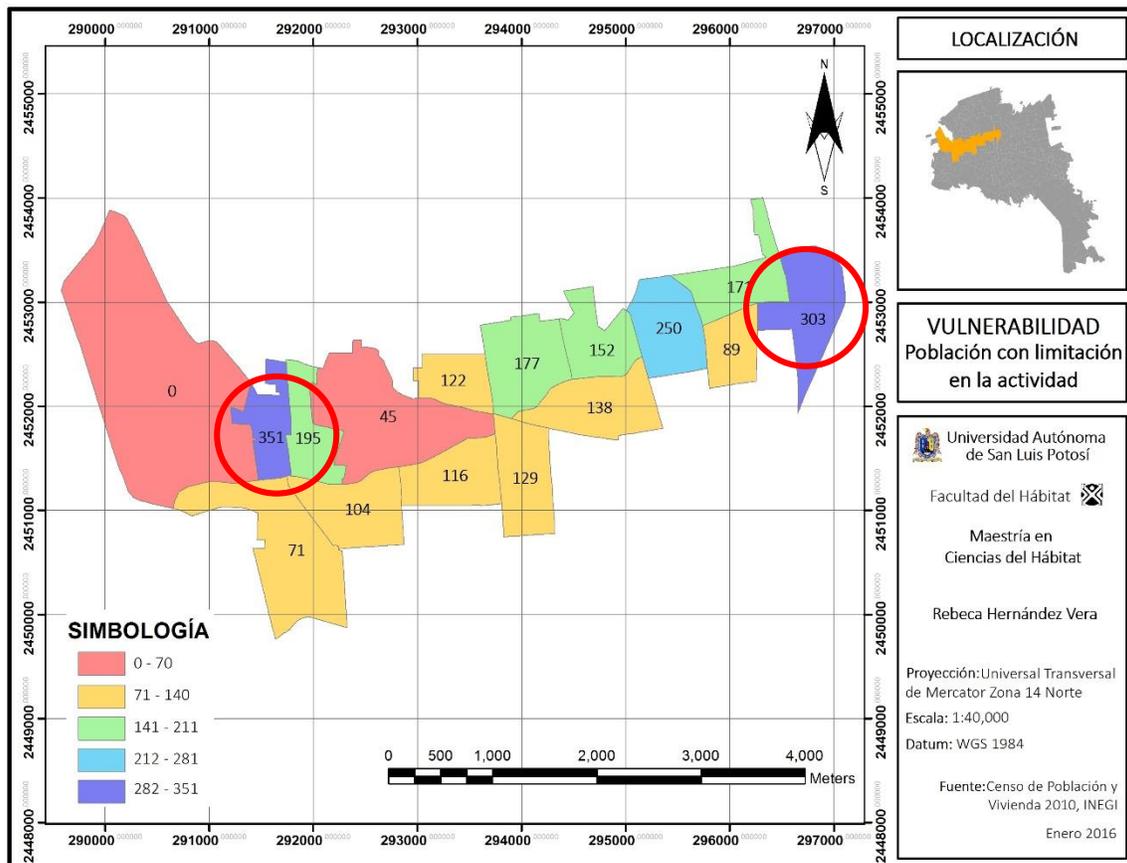
La densidad de población de los diferentes AGEB es muy variada, ya que su densidad va de 0 a 24 y de 103 a 133 habitantes por hectárea. Se puede observar en el mapa que las áreas de menor dimensión tienen más habitantes por hectárea. El área marcada con 0 habitantes corresponde al predio donde se ubican las instalaciones de la Industrial Minera México (IMMSA), en donde se ubica un conjunto habitacional privado que anteriormente era usado en servicio de la minera, por lo que al momento no arroja ningún sobre la población.



Mapa 1. Densidad de Población. Fuente: Elaboración propia. Con base a datos del Censo de Población y Vivienda 2010.

¹⁸ De acuerdo con el INEGI, para el 2015 la población total del municipio de San Luis Potosí es de 824,229 habitantes y para el municipio de Soledad de G. Sánchez de 309,342.

Dentro del total de esta población existen grupos vulnerables en cuanto a limitaciones en la actividad y limitaciones motoras¹⁹, el primer grupo corresponde a 2,413 habitantes que representa un 4.0% del total del área de estudio, y el segundo a 1,427 habitantes representando un 2.36% Del total del área. Estas cifras representan un aprox. Del 2% del total de la población del Estado de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010.²⁰

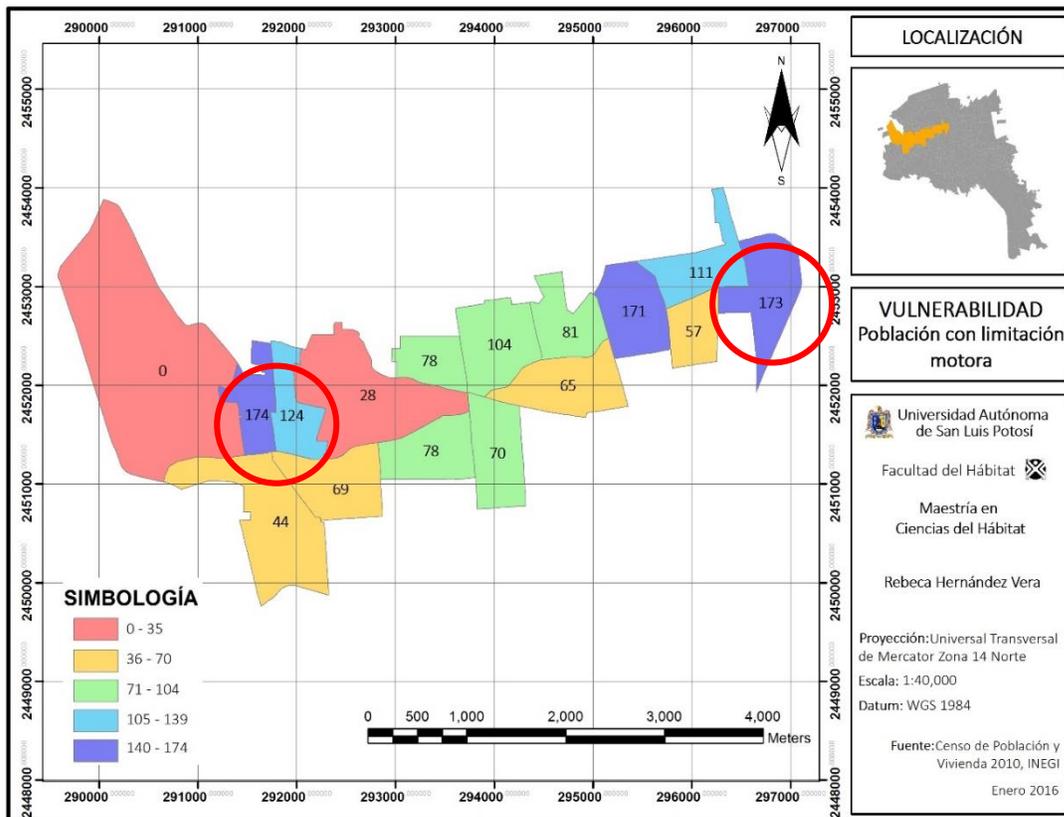


Mapa 2. Población con limitación en la actividad. Fuente: Elaboración propia. Con base a datos del Censo de Población y Vivienda 2010.

¹⁹ Las limitaciones en la actividad se refieren a las dificultades que una persona pueda tener en el desempeño o realización de las actividades. Las limitaciones motoras afectan las posibilidades de movimiento y desplazamiento, por lo que la accesibilidad y la habilitación de medios representa las principales necesidades a las que se enfrentan las personas con esta discapacidad.

²⁰ De acuerdo al Censo Estatal de Población y Vivienda 2010, se estima que en el Estado de San Luis Potosí habitan un total de 117,700 habitantes con limitaciones en la actividad y 63,758 habitantes con limitaciones motoras.

De acuerdo al mapa 2 se observa que el AGEB con mayor número de habitantes con limitación física corresponde al área que tiene mayor densidad de población. De Igual modo, corresponde a la mayor población con limitaciones motoras. (Ver mapa 3). De esta manera el mayor número de casos se concentran en la AGEB 158A y 0276. (Ver tabla 7). Esto nos indica que de la población total de estas áreas de un 6 a 8% de su población tiene algún tipo de limitación en su actividad, y que de un 3 a 4% cuentan con algún tipo de limitación motora.



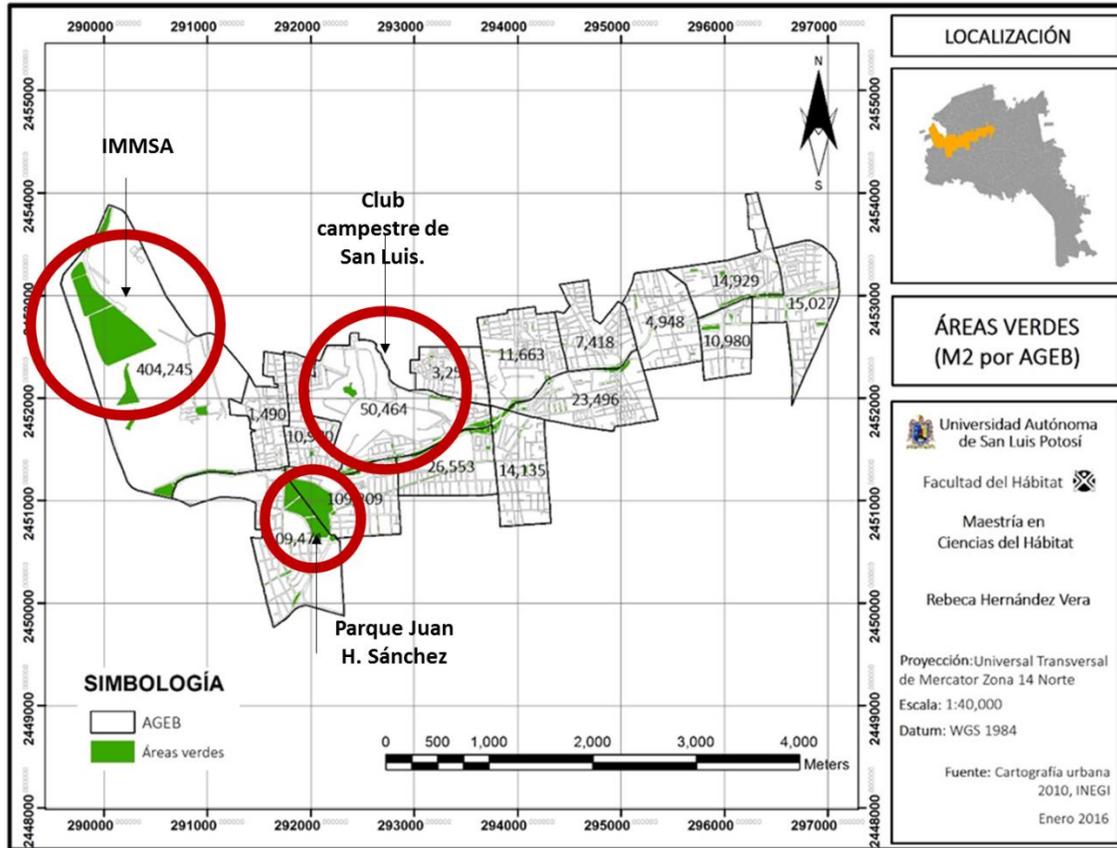
Mapa 3. Población con limitación motora. Fuente: Elaboración propia. Con base a datos del Censo de Población y Vivienda 2010.

POBLACIÓN CON LIMITACIONES FÍSICAS			
AGEB	POBLACIÓN	LIMITACION EN LA ACTIVIDAD	LIMITACIÓN MOTORA
0933	53.00	-	-
158A	4,276.00	351.00	174.00
1753	5,280.00	195.00	124.00
420	2,192.00	71.00	44.00
312	2,636.00	104.00	69.00
1749	2,884.00	45.00	28.00
3069	2,133.00	116.00	78.00
3088	4,008.00	129.00	70.00
2662	5,907.00	177.00	104.00
1772	3,447.00	122.00	78.00
0238	5,274.00	138.00	65.00
1541	5,281.00	152.00	81.00
0242	5,313.00	250.00	171.00
0257	4,423.00	171.00	111.00
0261	2,404.00	89.00	57.00
0276	4,781.00	303.00	173.00
TOTAL	60,292.00	2,413.00	1,427.00

Tabla 7. Vulnerabilidad. Fuente: Elaboración propia.

5.3.- Análisis de áreas verdes

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS) para mantener la óptima calidad del aire en la ciudades, es recomendable disponer con un mínimo de 9 m² de área verde por habitante, por otro lado la Organización de las Naciones Unidas (ONU) estipula como mínimo 16 m². Teniendo en cuenta que la capital potosina enfrenta un grave problema de deforestación y que las áreas que anteriormente eran consideradas como reserva ecológica paulatinamente se han urbanizado es difícil alcanzar estos estándares.



Mapa 4. Áreas verdes por AGEB. Fuente: Elaboración propia. Con base a datos de cartografía urbana, 2010. INEGI

De acuerdo con el mapeo realizado de las áreas verdes por AGEB de una población total de 60,292 habitantes las áreas verdes públicas suman un total de 818,262 m², lo que resulta en 13.57 m² por habitante, lo que aparentemente cumple con el estándar. Realizando el análisis por AGEB, el resultado es el siguiente:

TABLA COMPARATIVA ÁREAS VERDES-POBLACIÓN POR AGEB			
AGEB	POBLACIÓN	M2 AREA VERDE	m2/hab
0933	53.00	404,245.00	7,627.264
158A	4,276.00	1,490.00	0.348
1753	5,280.00	10,980.00	2.080
420	2,192.00	109,471.00	49.941
312	2,636.00	109,209.00	41.430
1749	2,884.00	50,464.00	17.498
3069	2,133.00	26,553.00	12.449
3088	4,008.00	14,135.00	3.527
2662	5,907.00	11,663.00	1.974
1772	3,447.00	3,254.00	0.944
0238	5,274.00	23,496.00	4.455
1541	5,281.00	7,418.00	1.405
0242	5,313.00	4,948.00	0.931
0257	4,423.00	14,929.00	3.375
0261	2,404.00	10,980.00	4.567
0276	4,781.00	15,027.00	3.143
TOTAL	60,292.00	818,262.00	13.572

Tabla 8. M2-ABEG. Fuente: Elaboración propia

Podemos observar que existen dos zonas de amortiguamiento de área verde que corresponden al parque público “Juan H. Sánchez” y a la antigua instalación de la empresa IMMSA, en donde prevalece la menor cantidad de habitantes y la mayor cantidad de m² de área verde pública. Del mismo modo se observa una zona crítica en la AGEB 158A, misma que corresponde a la zona con mayor densidad de población y con mayor número de habitantes con limitaciones físicas y motoras de las AGEB del caso de estudio.

A lo largo del Río Santiago corre una considerable franja de área verde la que por las condiciones de la vía rápida es inaccesible al peatón. Es de considerar también el área verde que ocupa el Club Campestre de San Luis que forma parte de un conjunto de vivienda privada con campos de golf, en este estudio solo se arrojan los datos del área verde pública que en este caso ocupa el área de donación de dicho fraccionamiento ya que el resto del área verde (los campos de golf) podría cambiar de uso si en un futuro los condóminos así lo decidieran.

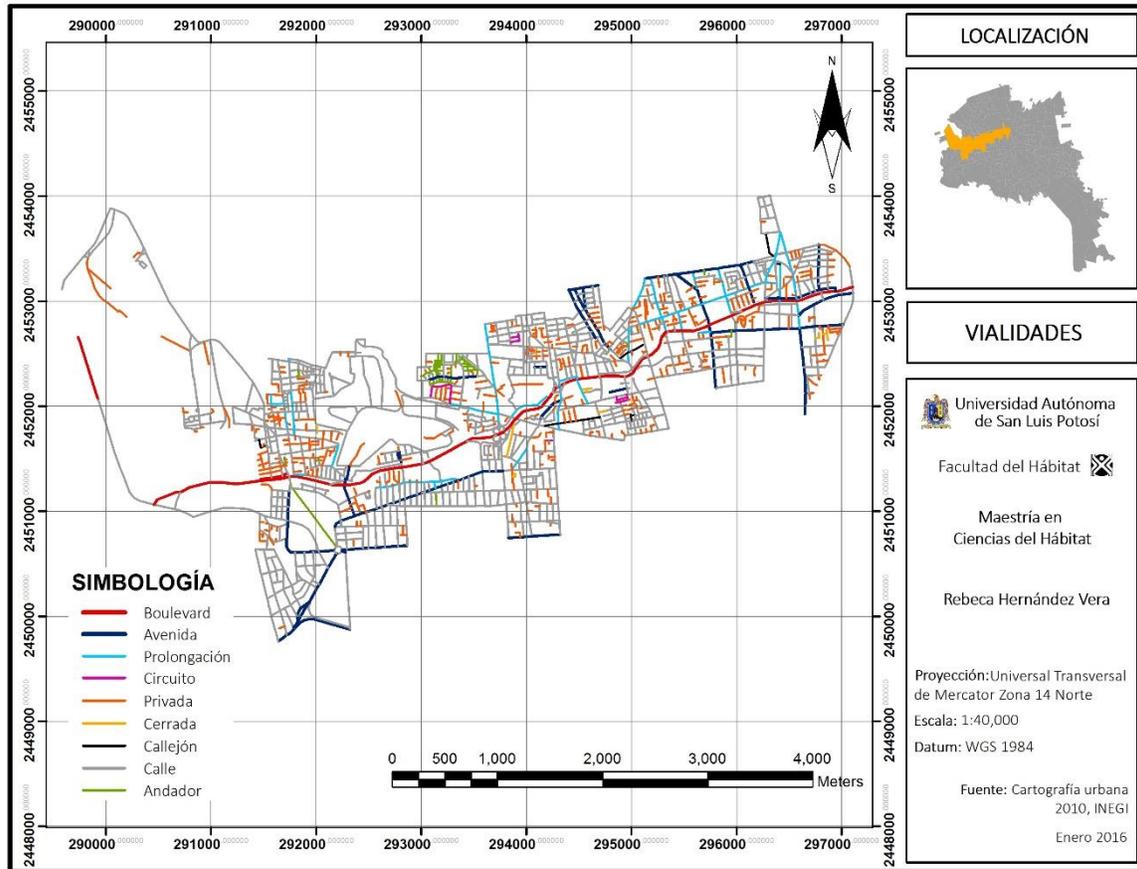
De acuerdo a los datos anteriores es de considerar que del área que abarca este estudio el 64% no cumple con el mínimo de área verde recomendable.

5.4.- Infraestructura Vial

El Río Santiago es considerado boulevard por ser una vía rápida con varios carriles de circulación y por su morfología de avenida ancha con arbolado en la parte central.

El Boulevard forma parte del anillo intermedio de la ciudad compuesto de la siguiente manera:

Circuito vial, Salvador Nava-Río Santiago: Conformado por cuatro tramos, al norte el Boulevard Río Santiago, al poniente AV. Sierra Leona, al sur el Boulevard Salvador Nava y al oriente la Carretera Matehuala.



Mapa 5. Vialidades. Fuente: Elaboración propia. Con base a datos de cartografía urbana, 2010. INEGI

Su infraestructura vial cuenta con 25 accesos y salidas a lo largo de su recorrido y cruzan sobre él 12 puentes vehiculares y 5 peatonales que conectan la parte norte y sur de la ciudad.

De acuerdo con Protección Civil de Estado el Río Santiago tiene una afluencia vehicular aproximada de 45 mil automóviles por día, y sus horarios de mayor circulación son:

- Lunes a viernes por la mañana de 06:00 a 9:00, medio día de 13:30 a 15:30, tarde noche 18:30 a 20:00 horas.
- Fines de semana de 14:00 a 19:00 horas.

Es importante señalar que el boulevard es para uso exclusivo de vehículos particulares y de carga ligera, ya que la altura de sus puentes no permite el paso del transporte público y no cuenta con áreas para ascenso y descenso de pasajeros. Tampoco cuenta con algún tipo de infraestructura peatonal o para ciclistas.

El departamento de Policía Vial Municipal señala al Río Santiago como una de las cinco vías más peligrosas de la ciudad. Los tipos de hechos de tránsito terrestre más recurrentes que se registran sobre esta vía son: choques contra objetos fijos, salidas del camino, volcaduras y choques por alcance. Durante 2015 ocurrieron 978 accidentes de tránsito en la ciudad, de los cuales el 5.3% corresponden al Río Santiago con un reporte de 14 lesionados, 3 muertes y daños materiales por una suma calculada de \$1,455,500.00 pesos.²¹

Cabe señalar que sobre la vía se implementan dos tipos de operativos:

- Operativo carrusel: El cual tiene por finalidad evitar hechos de tránsito terrestre a través de la reducción de velocidad de los automovilistas, siendo implementado con carro Radio Patrulla de la comandancia Regional Norte.
- Operativo Tláloc: Se implementa únicamente cuando la condiciones climatológicas son adversas, de tal manera que se eviten factores de riesgo los cuales podrían impactar o afectar severamente a la sociedad en sus bienes jurídicos tutelados, consistente en impedir el acceso a dicho boulevard, siendo implementado con los cierres que continuación se enlistan:
 1. Sierra Leona
 2. Puente de Morales
 3. Puente Rubén Darío
 4. Mariano Matamoros
 5. Puente Eje Vial

²¹ Con base a la información proporcionada por parte de la Dirección General de Seguridad Pública Municipal Oficio N° DPV09/2016, OGTHTT/002/2016.

6. Ramal de incorporación Fabricas de Francia
7. Puente Muñoz
8. Puente Carlo Magno
9. Prolongación Zacatecas
10. Puente 20 de Noviembre
11. Ramal de incorporación gasolinera Guerra
12. Altura Fracc. Estación del Río.

Del mismo modo se implementan vías alternas de circulación:

- De poniente a Oriente:

Av. Sierra Leona, Av. Salvador Nava. Periférico poniente, Eje 49, Av. Fray Diego de la Magdalena, Av. Damián Carmona, Av. De la Paz, Acceso Norte. Calle Oro, Arsénico, Arboledas, distribuyéndose de este punto hacia diversas avenidas como lo son Nereo Rodríguez Barragán.

- De Oriente a Poniente:

Carretera a Matehuala, periférico nor-oriente-periférico poniente, Av. Salvador Nava. Acceso Norte, Av. De la Paz, Damián Carmona, Fray Diego de la Magdalena, Hernán Cortés.

- De norte a sur y sur a norte:

Av. Pedro Moreno, Av. Muñoz, Damián Carmona, Fray Diego de la Magdalena, Av. Morales Saucito, Prol. Azufre, Cobre y Arsénico.

5.5.- Resultado de encuestas.

A fin de conocer la percepción del usuario vial sobre el Río Santiago, se realizó una serie de encuestas cuyos resultados arrojaron datos sobre motivos para transitar por el Río, tiempos de sus recorridos, los problemas que detectan entre otros.

En la encuesta se pudo observar que el usuario identifica al Río como una vía rápida y que el principal motivo para transitar sobre ella es que aminora el tiempo de su recorrido. Identifican la problemática que gira en torno a su cierre parcial o total en época de lluvia o cuando se vierten los excedentes de la Presa San José y se canaliza el agua de los colectores, tomando rutas alternas identificadas e incrementando su tiempo en recorridos, que de acuerdo a los resultados arrojados se muestra que el promedio de tiempo de su recorrido por el Río a su lugar de destino oscila entre los 15 a 30 minutos y de 30 minutos a 1 hora cuando se cierra su circulación en época de lluvia.

La encuesta indicó que su paso por el boulevard es principalmente para visitar amigos o familiares y deja como segunda opción el destino hacia los centros de trabajo.

Identifican como problema inmediato a resolver la mala condición de la superficie de rodamiento debido a los baches y la falta de alumbrado público y señalan a la congestión vehicular en las calles aledañas como el principal problema cuando el boulevard se encuentra cerrado.

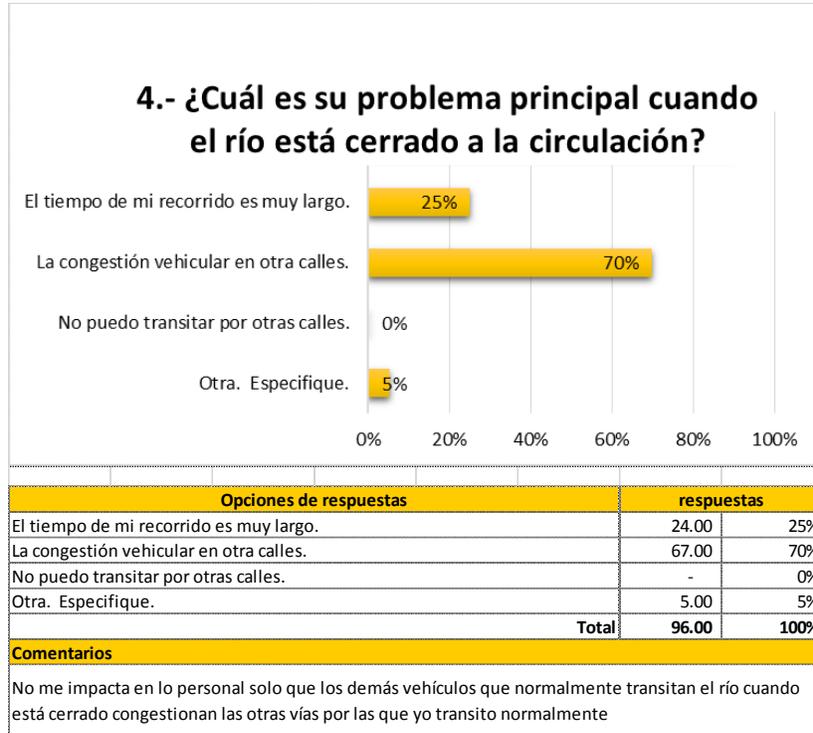


Tabla 9. Problemática en cierre de circulación. Fuente: Elaboración propia.

También tiene identificados hitos a lo largo de su recorrido y recuerdan principalmente el edificio corporativo “Torres Corzo”.

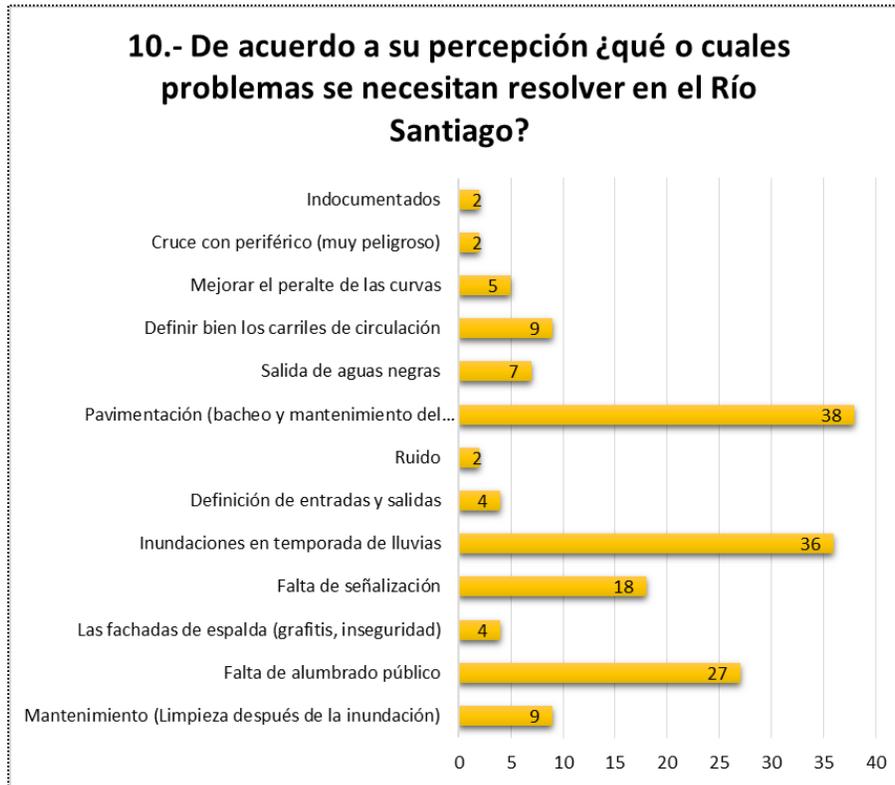


Tabla 10. Problemática. Fuente: Elaboración propia.

En la imagen 11 se pueden observar las rutas alternas que utilizan los participantes de la encuesta cuando el río se encuentra cerrado a la circulación, las de color rojo corresponden a las que obtuvieron mayores resultados en la encuesta y las restantes a las vías alternas habilitadas por la Dirección de Seguridad Pública del Estado. Se puede observar una ausencia de vías alternas hacia el lado oriente del río Santiago antes del cruce con Salvador Nava y sobre el lado poniente algunas vías que no muestran continuidad en sus flujos.

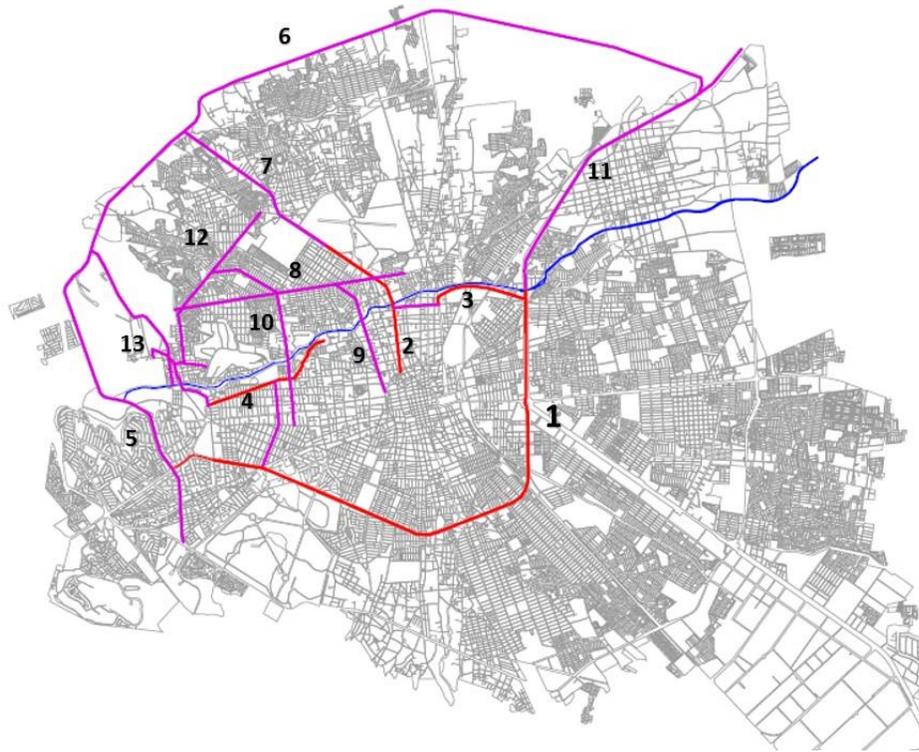


Imagen 9. Rutas alternas por cierre de Río Santiago. Fuente: Elaboración propia.

N°	VIA ALTERNA
1	SALVADOR NAVA
2	DAMIÁN CARMONA
3	ACCESO NORTE
4	NEREO R. BARRAGAN
5	SIERRA LEONA
6	ANILLO PERIFERICO NORTE
7	FRAY DIEGO DE LA MAGDALENA
8	HERNÁN CORTÉS
9	PEDRO MORENO
10	PROL. MUÑOZ
11	CARRETERA MATEHUALA
12	AV. MORALES SAUCITO
13	CALLE, ORO, AZUFRE, ARSÉNICO

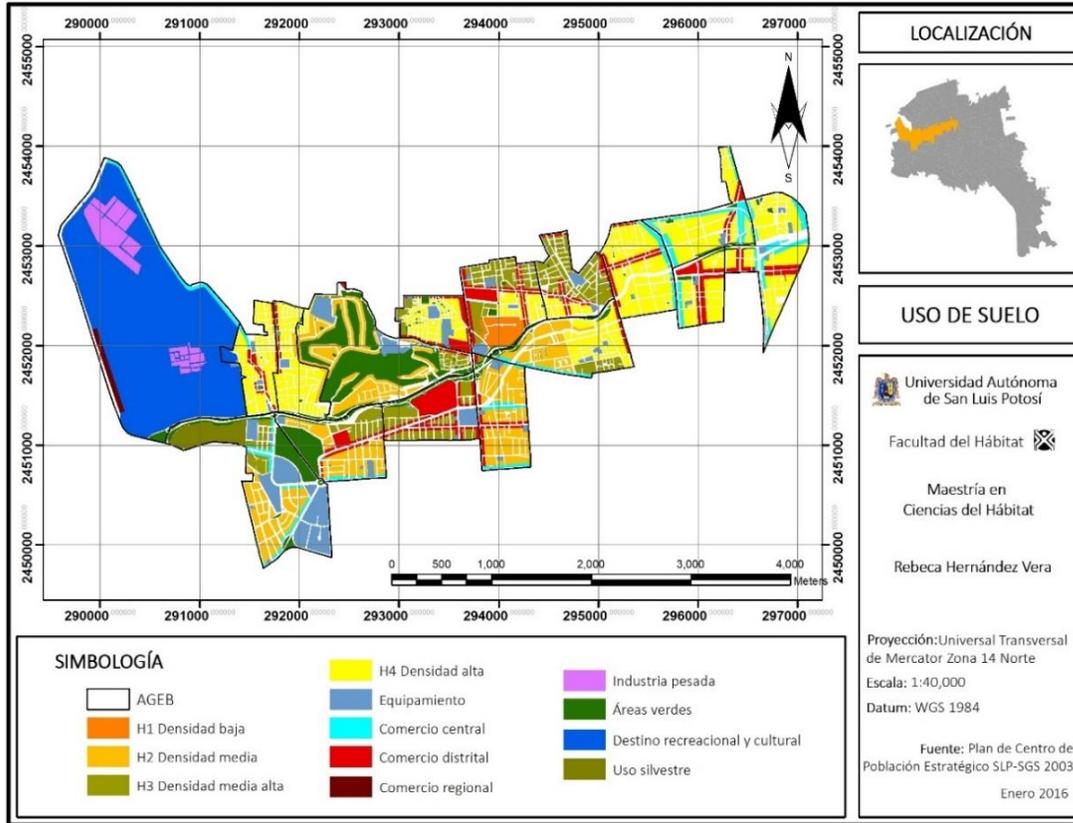
Tabla 11. Rutas Alternas. Fuente: Elaboración propia

5.6.- Infraestructura, equipamiento y servicios

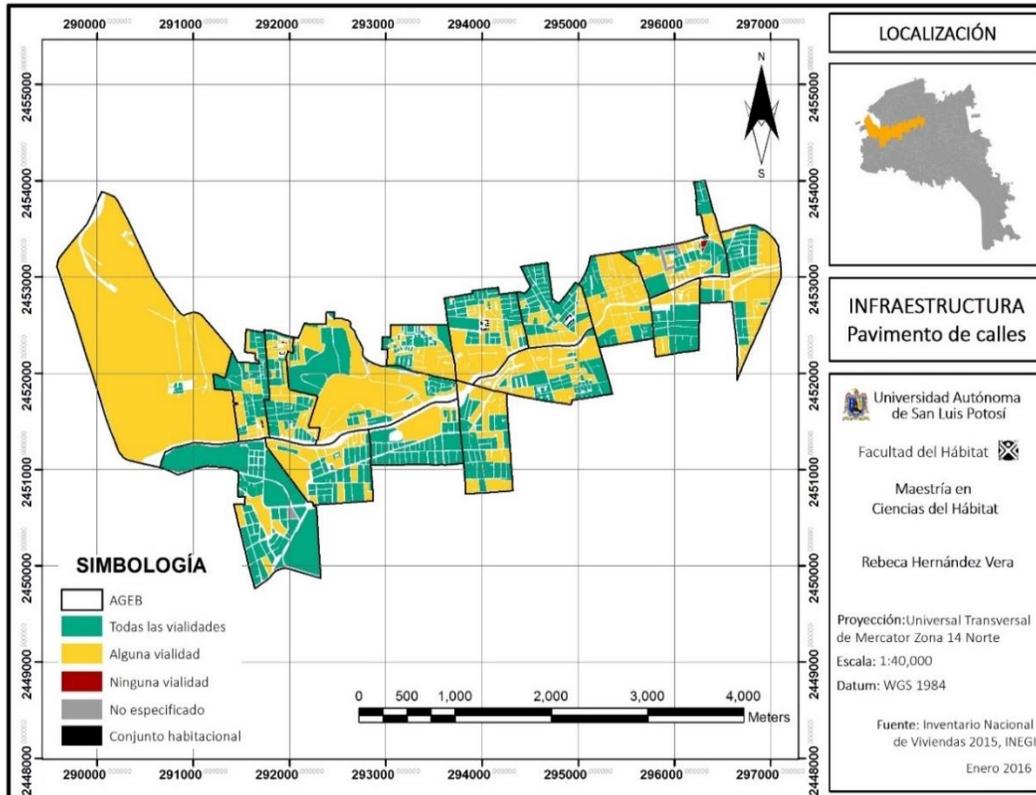
De acuerdo al Plan de Centro de Población Estratégico SLP-SGS 2003, el uso de suelo predominante el área de estudio corresponde al habitacional que comprende los rangos H1-Densidad baja al poniente, hasta H4-Densidad alta al lado oriente del Río, del mismo modo indica una área considerable destinada al uso recreacional y cultural la cual anteriormente formaba parte de las instalaciones de las instalaciones de IMMSA que en la actualidad ya no opera en este espacio. Es necesario resaltar que el uso suelo representado en los mapas (ver mapa 6) no corresponde necesariamente al uso actual, ya que el Instituto encargado de la planeación, el IMPLAN (Instituto Municipal de Planeación) así los tiene considerados como parte de la planeación estratégica de la ciudad. Por ejemplo, en la actualidad el área marcada como recreacional y cultural del IMMSA, aún es de dominio privado y solo una franja del lado poniente al límite del predio corresponde a un parque público lineal.

Una parte del área de comercio distrital está ubicada al margen del río, en donde se concentra una plaza comercial con todo el equipamiento de recreación y servicios que requiere, pero la mayoría de este tipo de comercio se localiza en los márgenes de las avenidas paralelas o que cruzan el boulevard, como la Av. Nereo R. Barragán, Acceso Norte, Av. Muñoz y Pedro Moreno.

En el mapa podemos observar que las áreas de equipamiento sobresalen hacia el lado poniente de área de estudio y las cuales corresponden la Zona Universitaria Poniente y a una área de hospitales públicos y privados.

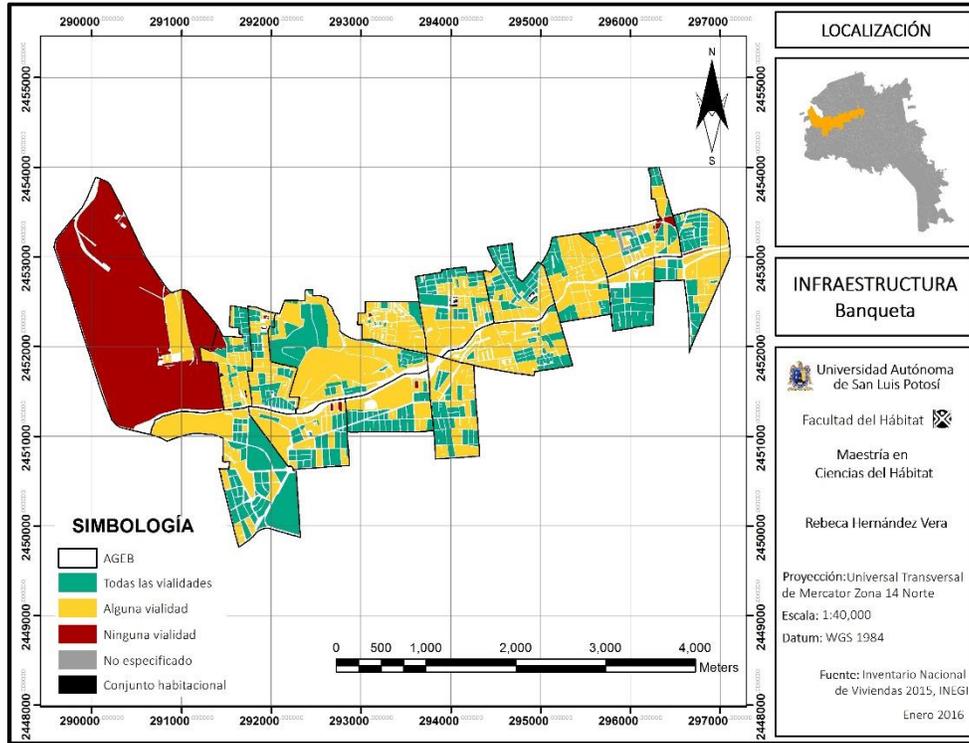


Mapa 6. Uso de suelo. Fuente: Elaboración propia. Con base a datos de Centro de Población Estratégico SLP-SGS 2003.

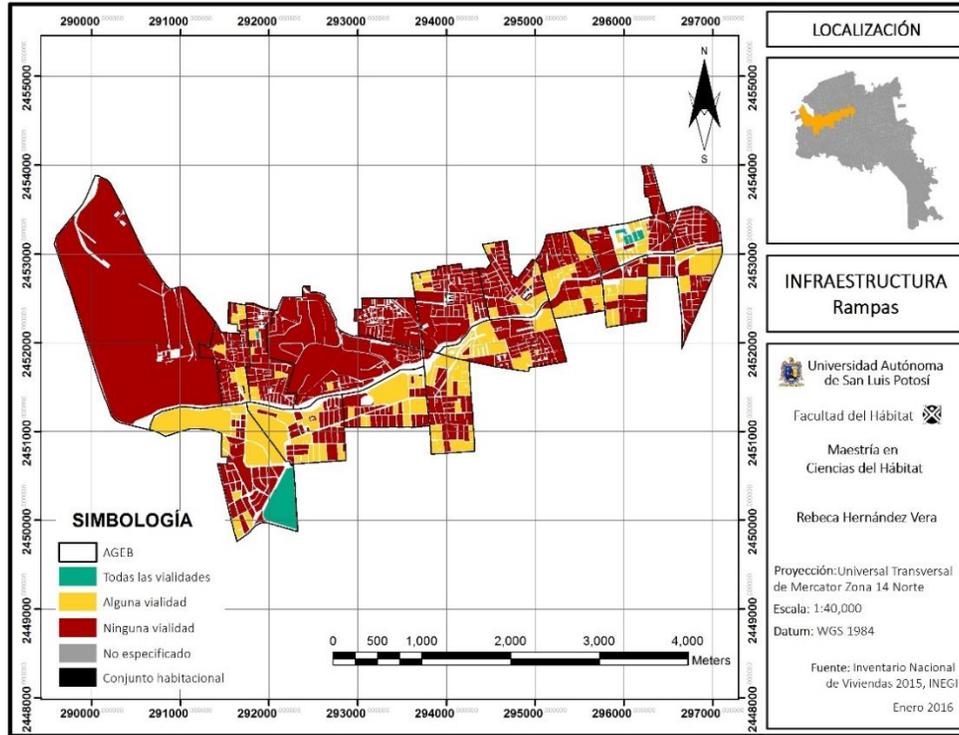


Mapa 7. Pavimentación. Fuente: Elaboración propia. Con base al Inventario Nacional de Vivienda 2015. INEGI

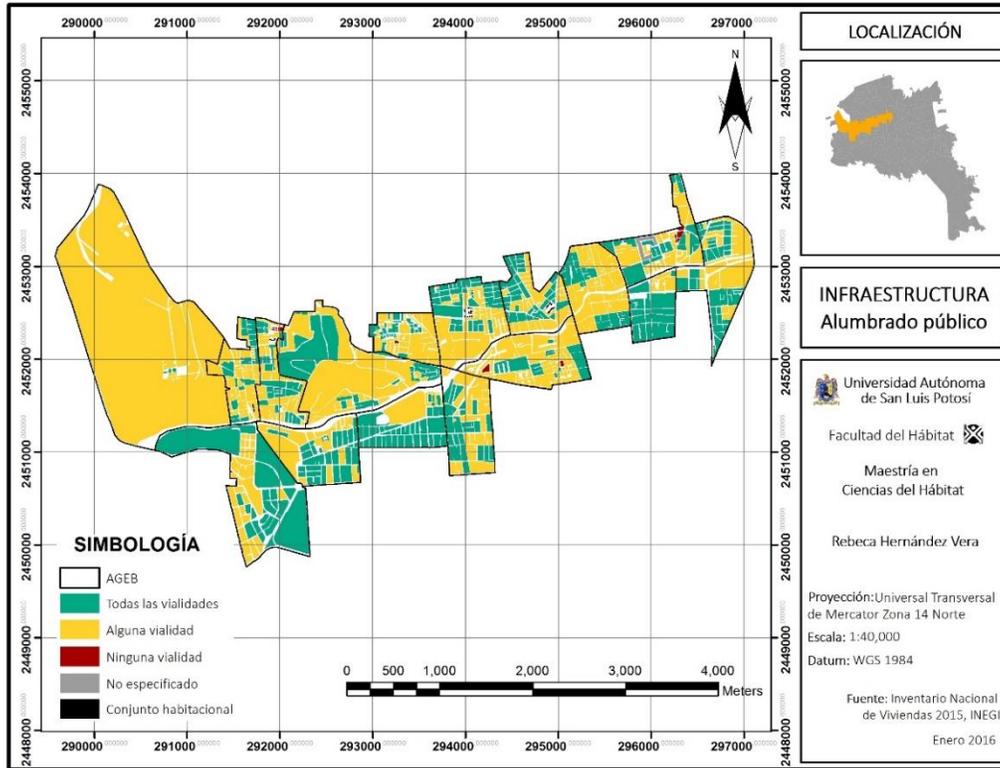
De acuerdo con los mapas de datos realizados se observa que en el área de estudio sobresale que la pavimentación de las calles se cubre casi en su totalidad, mientras que la existencia de banquetas solo se cubre sobre algunas vialidades y la existencia de rampas de accesos en éstas es casi nula.



Mapa 8. Banquetas. Fuente: Elaboración propia. Con base al Inventario Nacional de Vivienda 2015. INEGI



Mapa 9. Rampas. Fuente: Elaboración propia. Con base al Inventario Nacional de Vivienda 2015. INEGI



Mapa 10. Alumbrado público. Fuente: Elaboración propia. Con base al Inventario Nacional de Vivienda 2015. INEGI

Los servicios básicos de Infraestructura eléctrica, sanitaria e hidráulica son brindados en la totalidad de las áreas de estudio, pero cabe resaltar que el alumbrado público al margen del boulevard solo es brindado sobre algunos tramos. (Ver mapa 10). Así mismo, sobre el Río Santiago desembocan los siguientes colectores pluviales: (ver anexo mapa 11)

- 10 Colector pluvial Gonzáles Bocanegra
 - 13 Colector pluvial 18 de marzo
 - 3 Colector pluvial Mariano Jiménez
 - 2 Colector pluvial Hernán Cortés
 - 5 Colector pluvial Muñoz
 - 12 Colector Pluvial Av. México
- Colector Pluvial Alameda (en construcción).

Estos colectores comprenden un aproximado de 64 kilómetros de longitud y desfogan junto con los excedentes de la presa un caudal aproximado de $45 \text{ m}^3/\text{s}$ de agua pluvial en temporada de lluvias (E. Durán, entrevista, 2016).



Imagen 18. Colectores Pluviales. Fuente: IMPLAN

El río además de ser una infraestructura vial, también cumple con la función de canalizar las aguas pluviales de las partes altas de la ciudad predominantemente de la zona Sur en las faldas de la Sierra de San Miguelito. Debido a la urbanización en esta zona y de acuerdo a datos del INTERAPAS la ciudad retiene sólo el 15% de las aguas pluviales y el excedente es canalizado por los diferentes colectores o corre aguas abajo por la vialidad, lo que ocasiona problemas de inundación en las zonas bajas.

Para la cobertura de infraestructura para el tratamiento de las aguas residuales se cuentan con un total de 10 plantas de tratamiento en operación, de las cuales 4 son privadas y 6 públicas de las cuales la Planta del “El Morro” aún está en proceso de construcción.

NOMBRE	TIPO DE PLANTA	USO DEL AGUA	INICIO DE OPERACIÓN	TIPO
Villantigua	lodos activados, aereación extendida.	Riego de áreas verdes del fraccionamiento	2005	privada
CIMA	SBR, aereación extendida	Riego de áreas verdes.	2006	privada
Agua tratada del Potosí	Lodos activados, contacto y estabilización.	Riego de áreas verdes, rehúso de procesos industriales	1998	pública
Valle de los cedros	lodos activados, aereación extendida.	Riego de áreas verdes.	2003	privada
Club campestre	SBR, aereación extendida	Riego de áreas verdes	1997	privada
IMMSA	Lodos activados, ultrafiltración, ósmosis	Industrial y posible riego de áreas verdes	2010	pública
Tamgamanga I-1	Reactores secuenciales por lotes	Riego de áreas verdes.	1999	pública
Tamgamanga I-2	Lodos activados	Riego de áreas verdes	1999	pública
Norte	Lagunas aireadas	Riego agrícola	2006	pública
Tenorio	Primario, aereación extendida y tratamiento	Electricidad, riego agrícola	2006	pública
El Morro	/	Riego agrícola	Inicio de construcción mayo 2012	pública
Frac. Puerta Real	Pre-tratamiento compacto	Riego áreas verdes-agrícola	En proceso de automatización	pública

Tabla 12 PTAR. Fuente: Elaboración propia, con base a Informe Anual 2015, INTERAPAS.

INTERAPAS indica que con la culminación del proyecto de la Planta de tratamiento el Morro, se estaría cubriendo al 100% el tratamiento de las aguas residuales de la ZMSLP y con sus obras se entubaría los canales de aguas residuales que corren a cielo abierto por el municipio de Soledad de G. S. Así mismo, esta planta recogería parte de los excedentes de agua pluvial del flujo del Río Santiago para su utilización en riego agrícola.

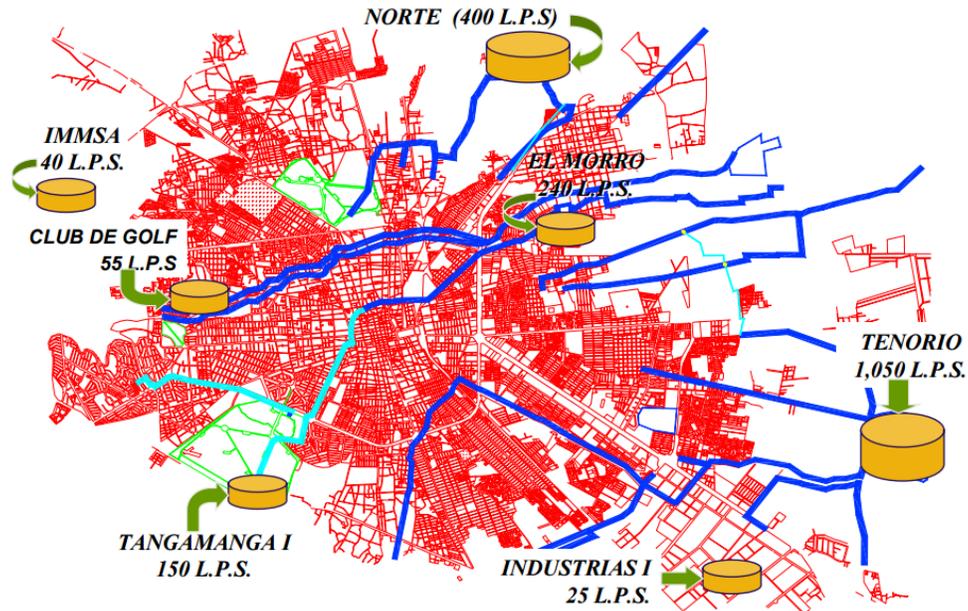


Imagen 19. PTAR ZMSLP. Fuente: Agua y sociedad, COLSAN.

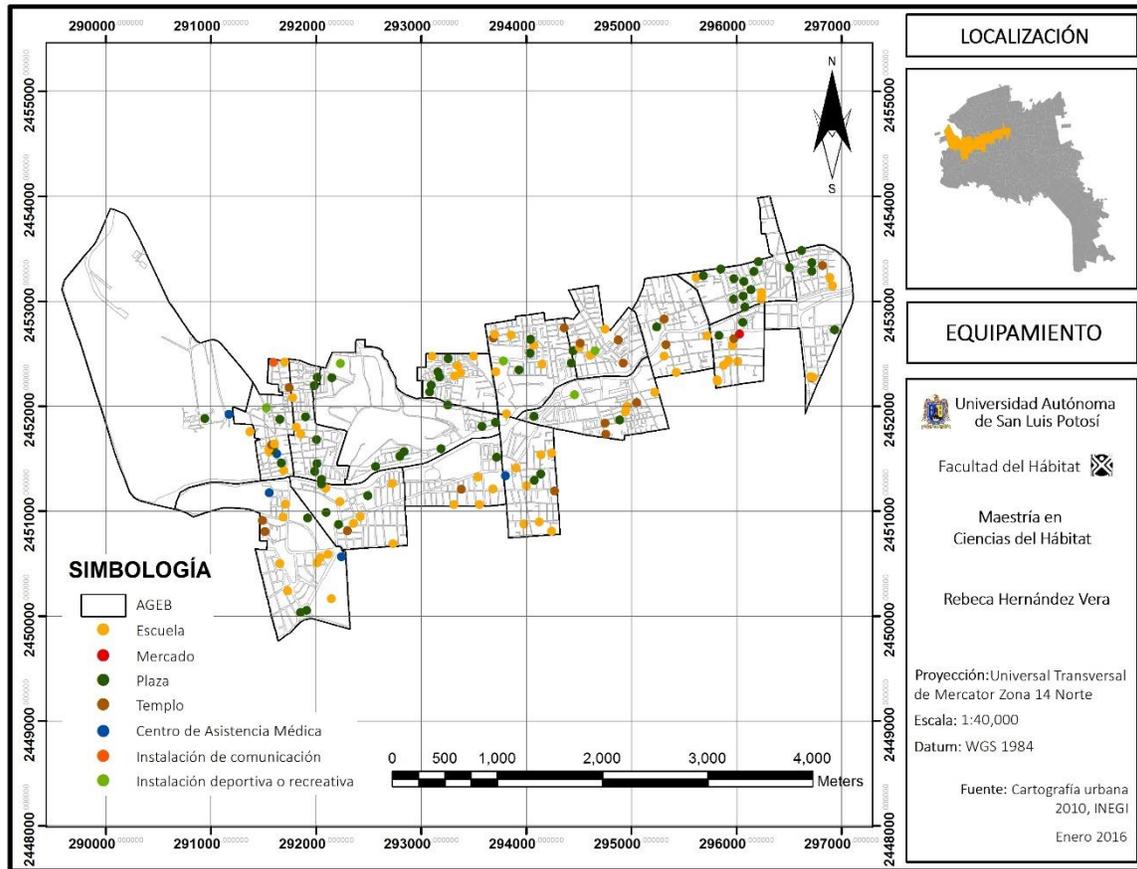
Equipamiento

De acuerdo con la SEDESOL, equipamiento urbano se refiere al conjunto de edificios, instalaciones o espacios abiertos donde se efectúan diversas actividades distintas o complementarias a la habitacional o al trabajo y éstas proporcionan a la población diversos servicios de bienestar social o apoyo al desarrollo individual.

El equipamiento del área está conformado por servicios básicos como

- Escuelas
- Mercados
- Plazas
- Templos
- Centros de asistencia médica
- Instalaciones de comunicación (antena)
- Instalaciones deportivas y recreativas

Aunque aparentemente el área de estudio cuenta con los servicios básico, podemos observar que algunos solo se dotan en algunas áreas, como por ejemplo, los servicios de salud están cargados hacia el área poniente de la zona y son inexistentes del lado oriente. Los cuales analizaremos con tablas comparativas más adelante. El equipamiento más predominante de la zona corresponde al educativo el cual cumple en toda el área de estudio con los radios de 500 mts de distancia como máximo entre el centro educativo y la vivienda más alejada.



Mapa 11. Equipamiento. Fuente: Elaboración propia. Con base a Cartografía urbana 2010. INEGI.

De acuerdo a la guía para la Sustentabilidad de los Polígonos la distancia recomendable caminable hacia los centros de salud debe estar en un rango de 30 a 60 min. En el área de estudio solo 3 AGEBS cuentan con servicios de salud y sus

rangos son buenos, pero en los AGEBS restantes el servicio es nulo. Para medir estas distancias se utilizó la herramienta de google maps a modo de calcular tiempos en distancias caminadas.

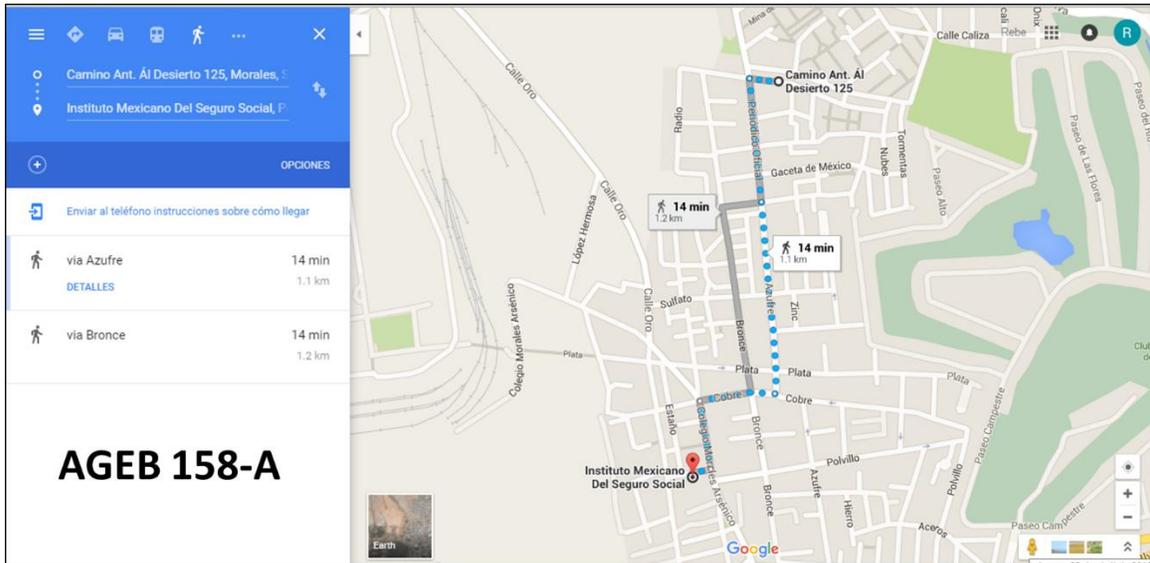


Imagen 20. Distancias caminables. Fuente: Elaboración propia usando la herramienta google maps

SERVICIOS DE SALUD			
AGEB	CENTRO DE SALUD	DISTANCIA MINUTOS CAMINADOS	VALOR DEL INDICADOR
0933	/		
158A	UNIDAD MEDICA FAMILIAR N°7	14.00	B
1753	/		
420	HOSPITAL ANGELES CENTRO MEDICO DEL POTOSI	19.00	B
	HOSPITAL CENTRAL DR. IGNACIO MORONES	10.00	B
312	/		
1749	/		
3069	/		
3088	CLINICA DE MATERNIDAD NOYOLA	12.00	B
2662	/		
1772	/		
0238	/		
1541	/		
0242	/		
0257	/		
0261	/		
0276	/		
TOTAL	-	55.00	

HOSPITALES

BUENO = < 30 min.
REGULAR ENTRE 30 Y 60 min
MALO > 60 min

Tabla 13. Servicios de Salud. Fuente: Elaboración propia

5.7.- Riesgos

De acuerdo con el Atlas de Riesgos para la ciudad de San Luis Potosí, se presenta predominantemente riesgos de tipo geológicos como fallas y fracturas, y los de tipo hidrometeorológicos por las áreas inundables.

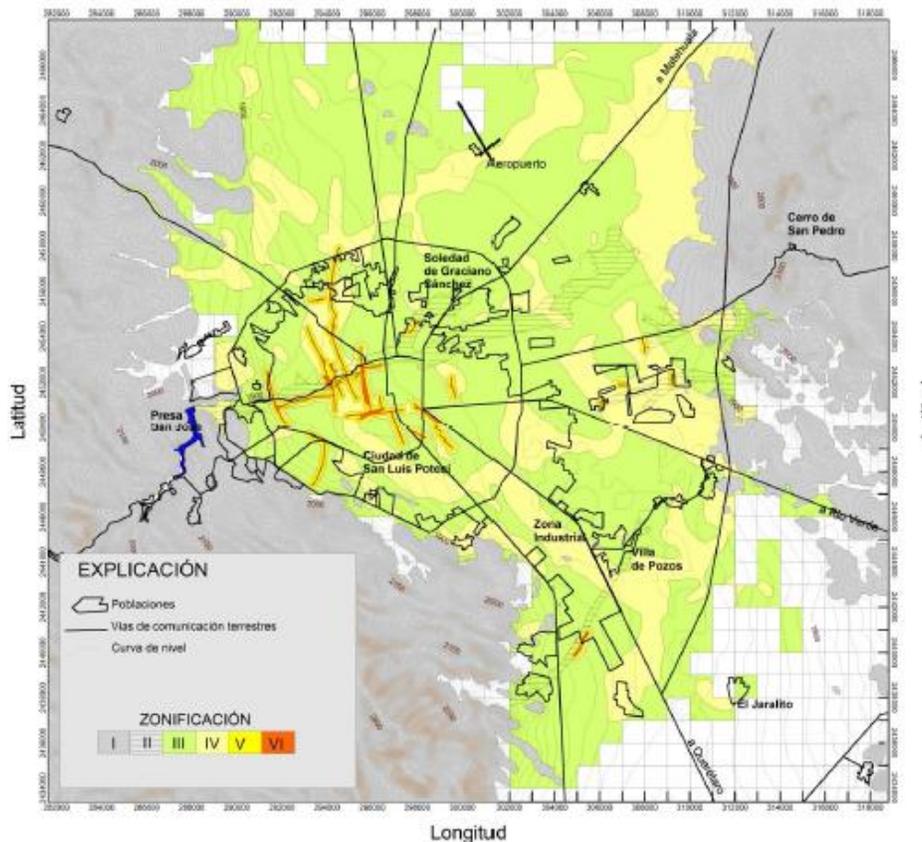


Imagen 21. Fallas geológicas. Fuente: Atlas de Riesgos San Luis Potosí.

Las fallas geológicas que atraviesan en Río Santiago son: Morales, Muñoz, Carlo Magno y Damián Carmona. De manera general las fallas geológicas se deben a una sobre explotación del agua del subsuelo, los hundimientos generan agrietamientos y fallas o fracturas que dañan a la infraestructura urbana, líneas de comunicación y

conducción o a los campos de cultivo y ocasionalmente representan peligros o riesgo para la población.²²

Las zonas con riesgo de inundación del caso corresponden a las localizadas en los AGEB 4276 y 5280 de la Colonia Morales y la AGEB 4781 de Guanos.

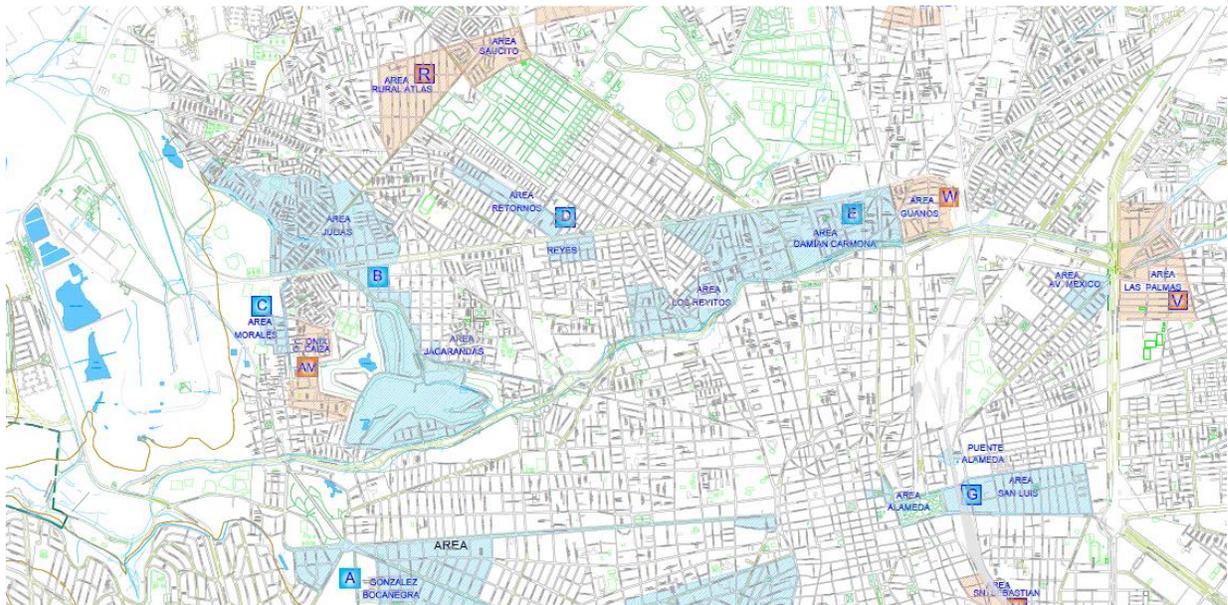


Imagen 22. Zonas inundables. Fuente: Atlas de Riegos San Luis Potosí.

5.8.- Antecedentes.

A finales de la década de los 50's el Río Santiago todavía representaba un borde natural para la expansión de la ciudad, y desde ese entonces la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas ya proponía aprovechar el cauce del río Santiago como un boulevard para dar acceso a la zona carretera central de la ciudad. Un factor importante del planteamiento hacia su reconversión fue que a partir de la

²² Atlas de Riesgo San Luis Potosí.

construcción de la presa San José el flujo del agua en el cauce ya no fue continuo y sólo se llegaba a presentar en temporada de lluvias, aunado a esto, el cauce presentó problemas ambientales ya que paulatinamente se vertían las aguas negras de la zona Norte de la ciudad y se tiraba basura clandestinamente.



Imagen 13, (1954). Fuente: El Sol de San Luis

Tres décadas después, bajo el mandato del Gobernador Carlos Jongitud Barrios (1983-1985) se inicia la llamada regeneración urbana del Río Santiago como un proyecto que respondía a las afectaciones sanitarias que el río causaba y a la necesidad de dotar de infraestructura vial a la ciudad en expansión. En 1983 se inicia la primera etapa con la recuperación de terrenos invadidos, ya en 1984 inicia formalmente la obra, que constaba de una vialidad de 3,340 metros de longitud desde el Eje vial hasta la Av. Muñoz en la que se incluían colectores pluviales con una longitud de 6,700 mts. que desalojarían las aguas negras que anteriormente eran lanzadas al lecho del río. De esta manera se resolvió en gran medida los problemas de circulación vial de la zona norte de la ciudad.

Ya en 1985, terminada la primera etapa se hace el primer reconocimiento del río, que de acuerdo a los diarios de la época, se menciona que las obras del río beneficiaron a las colonias Tercera Grande, Tercera Chica, Potosí Río Verde y otras aledañas al introducir el sistema de agua potable y drenaje y permitieron

desaparecer un peligroso foco de infección que originaban millones de moscos que invadían la zona urbana (Momento, 1985).



Imagen 14, (1984). Fuente: Momento

En la década de los 90's se concluía la segunda etapa del boulevard hasta el libramiento Oriente con una extensión de 3,450 mts. el cual formaba parte de los macroproyectos urbanísticos desarrollados por el Gobierno del Estado fundamentados en la necesidad de dotar de vías modernas de comunicación que entrelazaran efectivamente la ciudad.

En la misma década y con base a la recolección de datos en diarios de la ciudad, la opinión de los medios ya era encontrada, mientras unos señalaban las ventajas que representaba la urbanización del río otros enfatizaban su mal estado y el dinero que se invertía en arreglarlo.

De acuerdo con lo anterior en la ventajas mencionadas se decía que la urbanización del río no se limitaban a la cuestión vehicular ya que se había eliminado un foco de infección y se había dotado a la ciudad de una importante área verde que en aquel tiempo se señalaba como una reserva de aire puro para los potosinos. Aunado a

que su función como desagüe a menudo criticada salvaba a la urbe de potenciales inundaciones.

En contraparte se señalaba que el único cauce de agua más o menos en activo con el que contaba la ciudad era la del Río Santiago, pues a pesar de su pavimentación, cuando la presa vertía sus excedentes el río volvía a su estado original sin importar el pavimento, la infraestructura o sus áreas verdes y con esto, su mantenimiento, reparaciones, reforestaciones, ampliaciones, adiciones, entubamientos, desentubamientos y demás obras a lo largo de los años requirieron de mucha inversión del dinero público.



Imagen 15, (1985). Fuente Momento

Al día de hoy, el Río Santiago constituye una vía rápida de comunicación directa entre el surponiente y el nororiente de la ciudad con uso exclusivo de vehículos de transporte privado ligero, cerrando su circulación por tramos o completamente en días de lluvia y cuando la presa San José vierte excedentes de aproximadamente $5\text{m}^3/\text{s}$ de agua que no pueden ser potabilizados por la capacidad operativa de la Planta de tratamiento “Los Filtros” (E. Durán, entrevista, 2016).

Las etapas de su ampliación continúan hasta el anillo periférico Oriente en el municipio de Soledad de G, Sánchez. En la actualidad el Gobierno del Estado y otros organismos municipales trabajan en conjunto para llevar a cabo proyectos de

infraestructura sobre el Río Santiago que permitan canalizar las aguas excedentes hacia la plantas de tratamiento de aguas residuales en proyecto “El Morro”, a fin de reducir los tiempos de cierre de la vialidad.

5.9.- Conclusiones del área de estudio y análisis

En resumen, el Río Santiago representaba los límites que contenían la expansión de la ciudad hacia el lado norte, su flujo continuo antes de la construcción de la Presa San José, significó riesgos de inundación para la ciudad. Al construirse la presa su flujo natural se retuvo y de ser un río de flujo continuo, paso a ser uno de flujo intermitente por el cual corría agua solamente en temporada de lluvias.

Debido al crecimiento de la ciudad y a su paulatina demanda de servicios, el cauce del río con el tiempo se convirtió en el vertedero de aguas negras de una parte de la ciudad, esto trajo consigo serios problemas ambientales y afectaciones sanitarias a la población cercana.

En la década de los 80’s se inician los trabajos de regeneración del Río Santiago como una forma de responder a los problemas sanitarios que el río causaba y a la necesidad de dotar de infraestructura vial a la ciudad, de este modo, inicia su reconversión hacia la vialidad que hoy conocemos.

Actualmente el Río Santiago forma un eje vertebrador de la ciudad, al ser la única vía rápida que comunica a la ciudad de oriente a poniente. Del mismo modo, el Río conforma un eje de infraestructura al canalizar un gran porcentaje de agua de lluvia por medio de los 6 colectores pluviales que desembocan en él y al llevar los excedentes de la Presa San José.

Su doble función de infraestructura –vial y pluvial– genera un conflicto en épocas de lluvias, ya que sus funciones no van a la par, es decir, en época de lluvias o cuando

la Presa presenta excedentes, la función vehicular se anula completamente o en tramos para dar paso al agua sobre el boulevard. En las encuestas se detectó que esta doble función alternada, genera problemas de congestión vial principalmente sobre las Avenidas Salvador Nava, Damián Carmona, y Acceso Norte y estas vialidades son la que el usuario del Río principalmente utiliza cuando se encuentra cerrado.

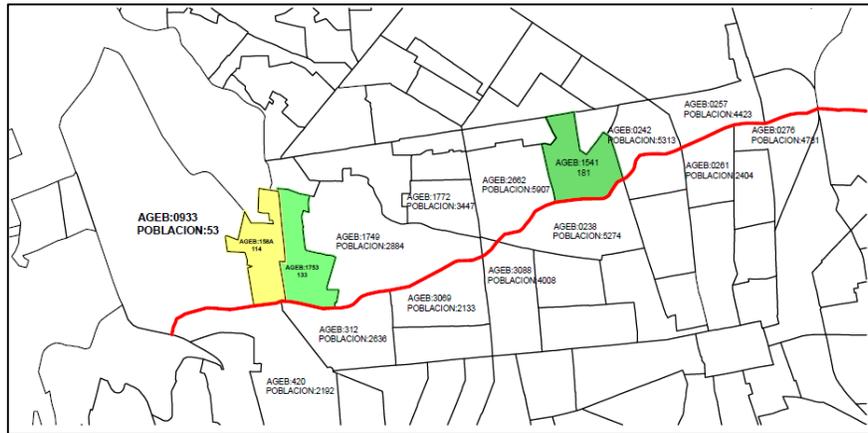
También se detectó que esto genera serias dificultades en su mantenimiento, pues al pasar las lluvias quedan al descubierto los problemas de pavimentación sobre la carpeta de concreto. Esto, sin embargo es solo un problema de temporada, ya que la precipitación pluvial en la entidad es relativamente baja.

De los datos recabados en las encuestas se muestra que el usuario transita por el boulevard principalmente por la rapidez en los recorridos, y detecta como problemática el mal estado de la superficie de rodamiento y la falta de alumbrado público en algunos tramos además, de la congestión vehicular en áreas aledañas cuando se cierra la circulación.

Se puede observar que el uso de suelo predominante en la zona es habitacional: H1 y H4 y concentra la mayor área comercial sobre las Av. Nereo y Muñoz. Del mismo modo, los servicios de infraestructura básica son brindados casi en su totalidad al igual que el equipamiento. Se identificó un déficit en los centros de atención médica, ya que estos se concentran en 2 de las 16 AGEB's y en las restantes no se cumplen con las distancia mínimas caminables hacia estos.

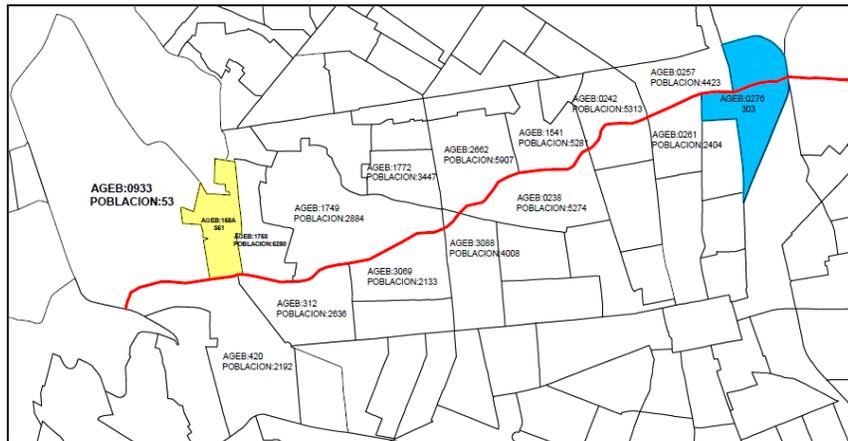
De acuerdo a la población delimitada por AGEB's se identificaron las áreas críticas de las cuales la AGEB 158A aparece constante, por lo que se identifica a como de atención prioritaria.

- Mayor densidad de población:



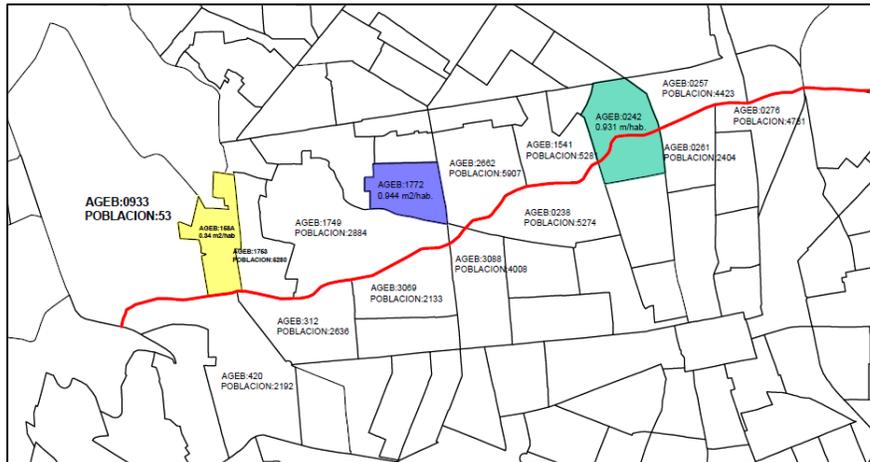
Mapa 12. AGEB's con mayor densidad de población. Fuente: Elaboración propia.

- Mayor cantidad de población con limitaciones en la actividad y limitaciones motoras.



Mapa 13. AGEB's con mayor población con limitaciones físicas o motoras. Fuente: Elaboración propia.

- Mayor déficit de áreas verdes por habitante.



Mapa 14. AGEB's con mayor déficit de área verde. Fuente: Elaboración propia.

Es de considerar también el área que ocupan las fallas geológicas que atraviesa el Río si se hiciera

5.10.- Análisis, Sistema de Marco Lógico (SML)

Retomando la estrategia metodológica en este apartado, utilizamos la SML como una herramienta de análisis a fin de conformar un cuadro de la situación real del caso de estudio, con una situación futura deseada acorde a los objetivos formulados con anterioridad.

Para el alcance de los objetivos propuestos en la investigación, se realizó una variación en el SML omitiendo el análisis de los involucrados ya que en este punto se tendría que hacer un estudio a fondo de todas las instituciones y la población involucrada que tome las decisiones sobre cualquier acción puntual sobre el Río Santiago. En esta etapa se da por sentado quien tiene las atribuciones o encomiendas para la realización de los objetivos o estrategias planteadas.

5.10.1.- Análisis de problemas.

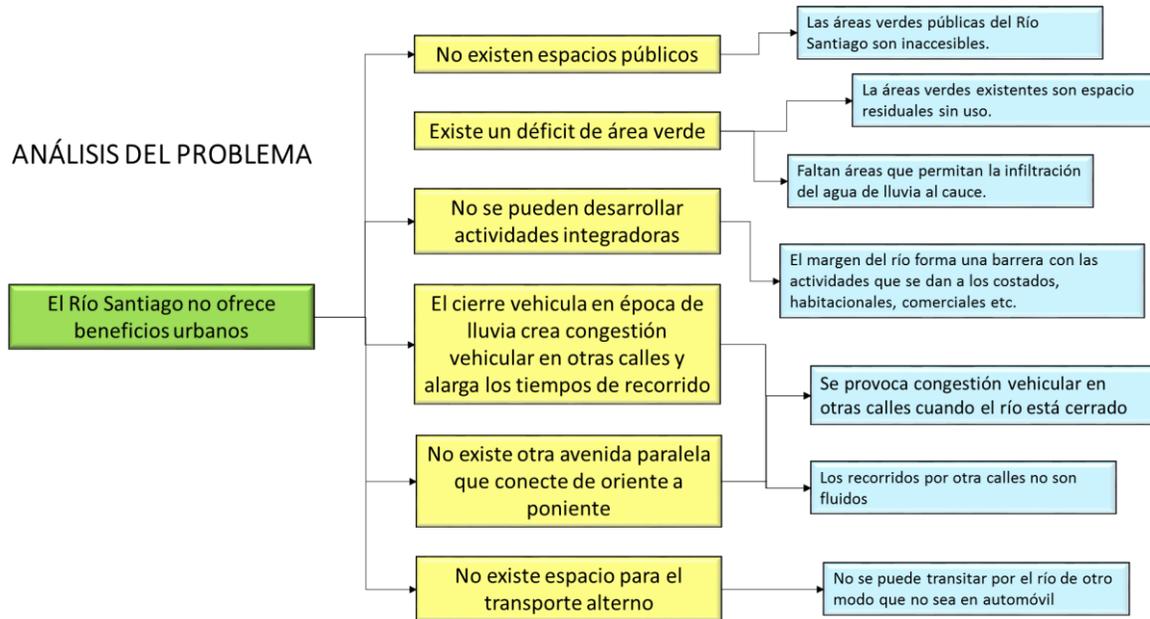


Tabla 14. Análisis de problemas. Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la tabla 14 observamos que la situación actual de Río Santiago se desarrolla como un lugar en donde la dinámica se tiende predominantemente hacia el uso vehicular, inhabilitando la inversión en espacios públicos y restringiendo el uso para algún otro tipo de transporte o para el peatón.

Su función se limita al tránsito vial y pluvial, el cual crea congestión en otras áreas cuando se encuentra cerrado su paso. En el área existe un déficit de espacios verdes identificados por AGEB y la presencia de concreto sobre al área verde lo hacen un lugar donde difícilmente se pueda lograr una infiltración natural del agua de lluvia. El Río funciona a manera de barrera que divide la ciudad de norte a sur, ya que no se integra ni a las actividades ni a los servicios de la urbe.

5.10.2.- Análisis de objetivos.

Aquí se plasma a manera de objetivos, la situación futura deseada de acuerdo al objetivo general de la investigación. En ella se busca desarrollar estrategias de sustentabilidad del Río Santiago promoviendo espacios en conjunto, de alto valor ecológico dentro de la ciudad.

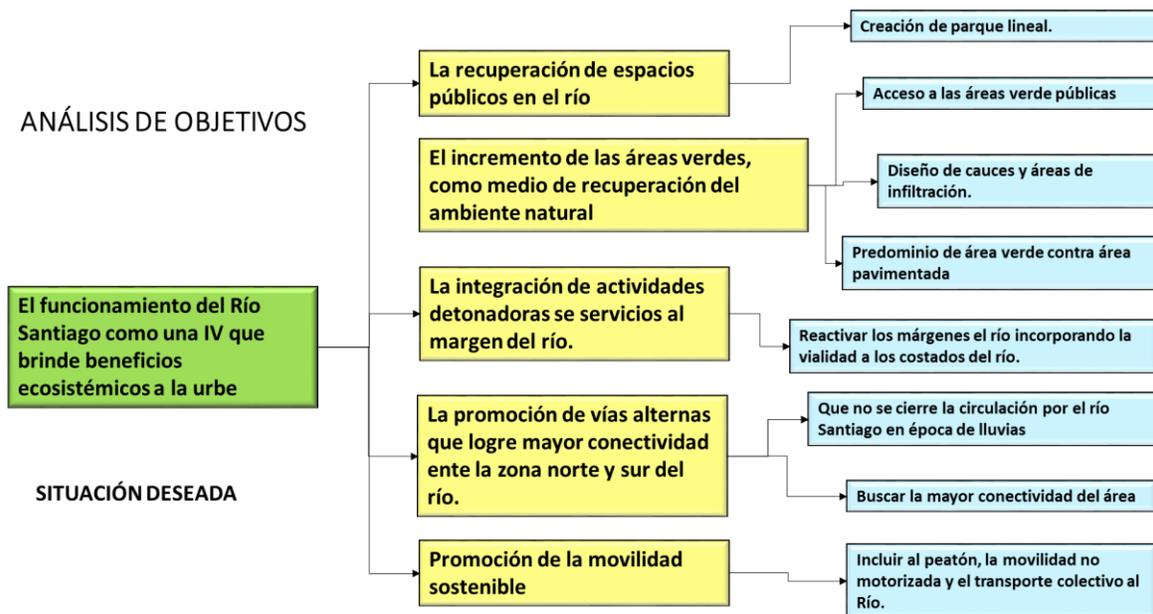


Tabla 15. Análisis de objetivos. Fuente: Elaboración propia.

Para lograr que el Río Santiago cumpla con una serie de criterios en torno a la sustentabilidad de las áreas urbanas, se plantea como situación deseada que el Río brinde beneficios ecosistémicos a sus alrededores. Los problemas detectados con anterioridad se convierten en objetivos a alcanzar, con los cuales se elaborarán objetivos puntuales que persigan la situación deseada.

Para lograr que el Río brinde beneficios ecosistémicos a partir de los objetivos anteriores, se requiere retomar los objetivos planteados por Palomo (2013) para la planeación sustentable, en donde se pueden implementar acciones en el paisaje por medio del incremento de las áreas verdes y el fomento de transporte alternativo.

También se busca reactivar las zonas en margen del río para implementar nuevas dinámicas y actividades mixtas a fin de combinar los usos de suelo habitacionales con posibles usos comerciales, culturales o de servicios.

La rehabilitación del Río Santiago a modo de parque lineal busca que forme parte de un ecosistema urbano que proporcione un servicio a la ciudad, retomando los servicios culturales y de abastecimiento que propone la IV.

5.10.3.- Análisis de alternativas de acción.

Se desarrollaron estrategias generales con base a los objetivos anteriores y el análisis de información recabada de los componentes de movilidad, ambiental y para la revitalización del área.

ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE ACCIÓN			
CRITERIO			
	MOVILIDAD	AMBIENTAL	REVITALIZACIÓN DE ÁREAS
ESTRATEGIA 1	<ul style="list-style-type: none"> Revertir el uso exclusivo del vehículo privado, integrando opciones de movilidad alterna y priorizando el uso peatonal. 	<ul style="list-style-type: none"> Reducir el déficit de áreas verdes, sobre todo en la áreas críticas detectadas. Por medio de la reforestación de zonas. 	<ul style="list-style-type: none"> Incentivar el área verde pública de fácil acceso.
ESTRATEGIA 2	<ul style="list-style-type: none"> Integrar las vialidades al margen del río a fin de lograr conectividad con sus márgenes e integración de servicios. 	<ul style="list-style-type: none"> Aumentar las áreas permeables para la infiltración de el agua de lluvia a lo largo del Río. 	<ul style="list-style-type: none"> Promover los servicios culturales, educativos y comerciales que reactiven económicamente al área.
ESTRATEGIA 3	<ul style="list-style-type: none"> Buscar la mayor conectividad entre avenidas. 	<ul style="list-style-type: none"> Promover la creación de llanuras de inundación a partir de las aguas pluviales que el Río Santiago recoge. 	
ESTRATEGIA 4		<ul style="list-style-type: none"> Incentivar la creación de sistemas de parques verdes por medio de la continuidad hacia áreas protegidas (Parque Paseo la Presa San José, parque Juan H. Sánchez, parque Tangamanga II). 	

Tabla 16. Análisis de alternativas de acción. Fuente: Elaboración propia

5.10.4.- Matriz de Marco Lógico

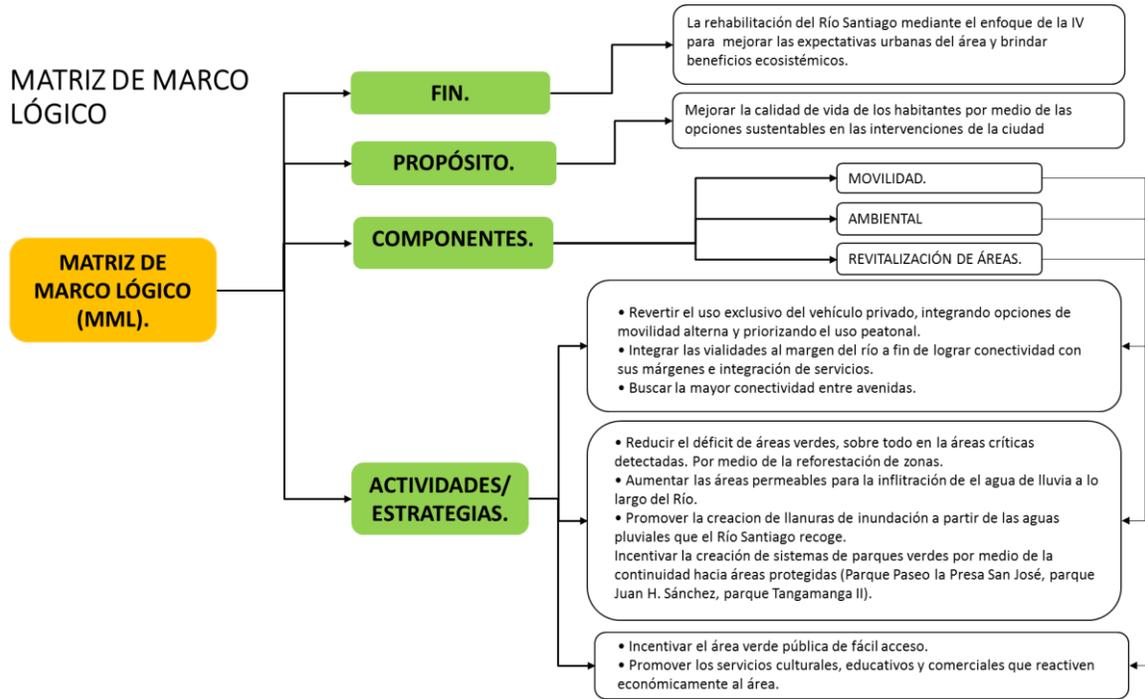


Tabla 17. Matriz de Marco Lógico. Fuente: Elaboración propia

En resumen, mediante el proceso del SML, podemos hacer evidente la problemática del sitio mediante la transformación de la información obtenida a la problemática del caso. Los problemas forman a su vez los objetivos que buscamos mediante el enfoque de la rehabilitación del Río Santiago por medio de la IV y la planeación sustentable y que representan la situación futura deseada.

De este modo, se trazan líneas que van a partir de la situación actual hacia las estrategias de rehabilitación para el funcionamiento del Río como una IV. Esto participando en dos beneficios urbanos potenciales, (el Río como vía rápida, y como canalizador de aguas pluviales) una amplia gama de beneficios ambientales urbanos en lo que respecta al río como entidad acuífera y en materia de movilidad y servicios de infraestructura, al aumentar número y diversidad de actividades cívicas.

Capítulo 6.- Discusión: Caso de estudio y teoría

6.1.- El enfoque en la Rehabilitación de Ríos y la opción de la Infraestructura Verde

De acuerdo con el apartado teórico anterior podemos observar la condición que se describe a lo largo del río Santiago, en el cual los sistemas bióticos son escasos y el uso vehicular inhabilita cualquier otro uso a lo largo del cauce.

La restauración de Ríos propone reparar las funciones ecológicas de los cursos de agua, creando sistemas verdes que mejoren las expectativas urbanas y del paisaje. La postura de la restauración resulta un tanto drástica para el caso de estudio, ya que al recuperar estos espacios para los flujos continuos de agua, no propone la compensación de las actividades que se reemplazan, es decir, que es determinante al restaurar los procesos bióticos mientras se dejan a un lado muchas condicionantes urbanas de las zonas de intervención.

Actualmente el Río Santiago funciona como una infraestructura pluvial que en cierto grado controla las inundaciones de las partes bajas de la ciudad, al mismo tiempo que su área verde representa una considerable extensión dentro de la ciudad, aunque no brinda ningún otro beneficio ecosistémico.

La propuesta para rehabilitar el Río Santiago es atravesada por principios eco-hidrológicos en su funcionamiento:

- El Río Santiago como infraestructura para el control de inundaciones.
- Como área de recarga hacia el acuífero.
- Como parque urbano que conecte a la ciudad con áreas verdes.
- Como oportunidad para la creación de espacios recreativos y culturales

De la rehabilitación de ríos se puede retomar para el caso de estudio las estrategias de carácter estructural para definirlo como un eje de recuperación ambiental que pueda ser llevado a cabo por medio de instrumentos de planeación con un tipo de intervención multi-objetivo.

Es importante señalar que la relevancia en una rehabilitación es, que este tipo de intervenciones reutilizan los ríos comúnmente residuales de la ciudad y por lo tanto no genera un expansión innecesaria para brindar nuevos servicios ecosistémicos que se podrían de este modo detonar con nuevas prácticas del uso de la infraestructura.

De acuerdo al enfoque de la planeación sustentable también se propone la conectividad de inter-zonas para mejorar la movilidad, que de acuerdo al análisis de las rutas alternas, se observa que la mayoría de estas no tienen un flujo continuo. Por ejemplo la Av. Hernán Cortés interrumpe al oriente y al poniente su flujo, del mismo modo la Morales Saucito por citar algunas.

Vimos anteriormente que el Río Santiago cumple con una función de infraestructura vial, la cual se alterna en la temporada de lluvias, de tal modo que su uso vial y pluvial sólo provee un beneficio primario de circulación vial y desalojo de agua pluvial. La IV propone que este tipo de instalaciones brinden beneficios ecosistémicos, es decir, que no se limite a la función primordial de Infraestructura gris, sino que creen un rango de beneficios que tengan un fuerte componente urbano sustentable, ya sea por medio de la creación de espacios verdes que brinden servicios al hábitat o la disminución de escorrentías, la reducción de riesgos de inundación, la promoción de una vialidad sostenible, la creación de servicios culturales o recreativos y la valoración del suelo.

De acuerdo al diagnóstico del Río Santiago encontramos que existen áreas de oportunidad en donde puede haber la actuación de la IV en la promoción de una movilidad sostenible, la detonación de actividades recreativas o culturales y el

incremento del valor del suelo mediante una red interconectada de espacios verdes urbanos.

Algunos de los componentes de la IV que pueden considerarse para su aplicación en el Río Santiago son:

- Su relación con áreas protegidas como el Parque Paseo de la Presa.
- La generación de zonas multifuncionales que promuevan varios usos de suelo.
- El Río como elemento paisajístico natural
- EL Río Santiago como elemento urbano a manera de parque verde lineal.
- Como elemento de conexión de áreas.
- Como cauce para la creación de llanuras de inundación.

6.2.- Las estrategias de Planeación.

La generación de estrategias busca la revaloración del espacio urbano por medio de sus componentes, en este caso el Río Santiago como un componente de la ciudad que valore la situación ambiental a fin de mejorar la calidad de vida de sus habitantes siguiendo las consideraciones generales de la planeación sustentable, como:

- Conseguir un desarrollo sostenible.
- La defensa de los espacios naturales
- El control del medio ambiente en la ciudad.

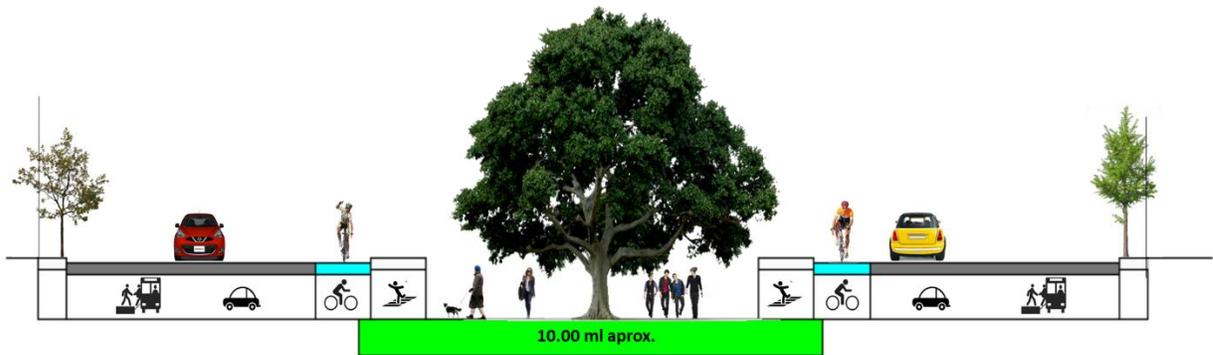
De acuerdo con el objetivo general de la presente, buscamos en este apartado la generación de estrategias para la rehabilitación del Río Santiago mediante el enfoque de la IV a fin de mejorar sus expectativas urbanas y restablecer sus funciones ecológicas.

La IV conlleva la sustentabilidad como un pre requisito para su implementación, y de acuerdo a la situación actual del Río Santiago es necesario revalorar su dinámica de acuerdo a las áreas de oportunidad detectadas: (*Ver tabla X. Análisis SLM*).

1. El Río Santiago como en eje vertebrador de la ciudad que la integre en su parte norte y sur.
2. Como integrador de actividades económicas, habitacionales y de recreación, potenciando las áreas al margen del cauce.
3. Potenciador de áreas de oportunidad en zonas críticas.
4. La posibilidad de ampliar las áreas verdes sobre el área vehicular.
5. La propuesta de movilidad sustentable y la mayor integración de las zonas norte y sur por medio de la vialidad.

De acuerdo a lo anterior se proponen las siguientes estrategias:

- **Estrategia de movilidad sustentable:**
 - Replantear el tránsito vehicular como uso exclusivo, priorizando el transporte alterno y el uso peatonal.
 - Reducir el uso del automóvil con opciones de movilidad.
 - Integrar las vialidades al margen del río a fin de lograr conectividad con sus márgenes.
 - Buscar la mayor conectividad entre avenidas.



PARQUE INUNDABLE “RÍO SANTIAGO”

Sobre área más estrecha de Río Santiago, con un ancho aproximado de 40 ml.

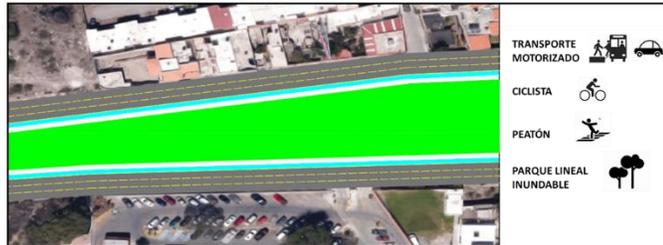


Imagen 23. Croquis conceptual 1. Fuente Elaboración propia.

Existen áreas estrechas en el cauce, en las cuales se deberán planear proyectos puntuales, siguiendo las estrategia generales, la imagen 23 (arriba) muestra conceptualmente el ancho del río si se aplican todos los elementos urbanos propuestos, en estos casos se tendría que valorar el espacio por orden de prioridades viales o ambientales.



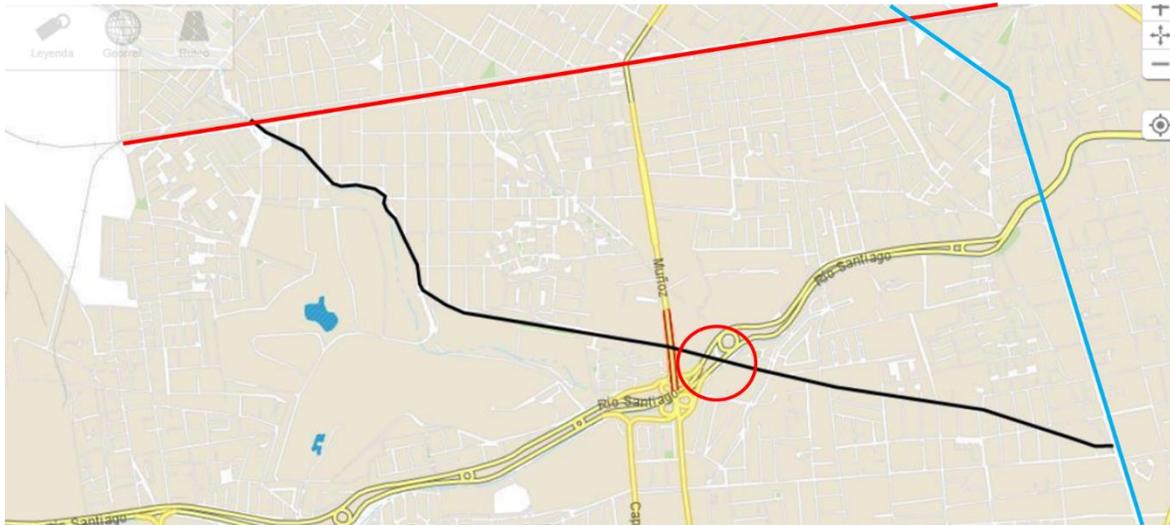
Imagen 24. Croquis conceptual 2. Fuente Elaboración propia.

La imagen 24 aborda un tramo del río con un ancho de 78 mts aproximadamente en donde se da prioridad a las actividades que se pueden desarrollar al centro del cauce a modo de parque lineal, en donde el área vehicular pasa a segundo plano, pero manteniéndose en funcionamiento reactivando los márgenes al incluir circulaciones exclusivas para el transporte público, la bicicleta y el peatón, sin que sus flujos sean interrumpidos en época de lluvias.

De modo que puede proliferar el desarrollo de actividades comerciales, sociales o culturales al margen, transformándolo en un corredor urbano. El espacio central provee de espacios verdes que amortiguarían el déficit encontrado a la vez que el suelo vegetado tendría la capacidad de absorber un porcentaje de los excedentes de agua de la presa, los cuales pueden ser llevados hacia llanuras de inundación²³.

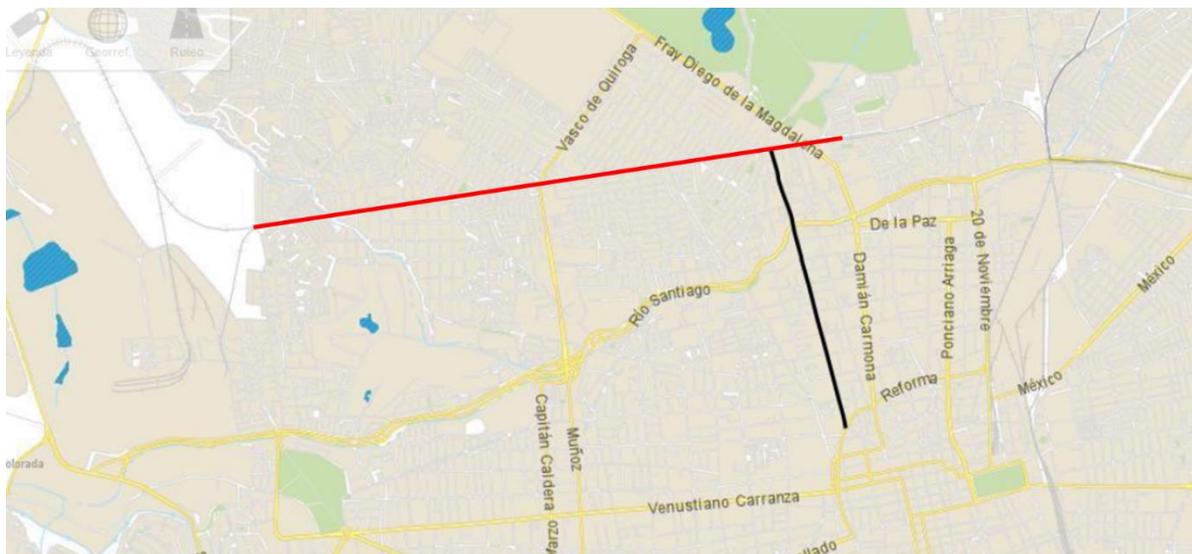
²³ Las llanuras de inundación son técnicas antiguas que consisten en habilitar depósitos abiertos ubicados a lo largo de los ríos y se emplean a modo de vesículas o bolsas que se inundan cuando el cauce regular del río o cuerpo de agua es desbordado, evitando un incremento excesivo en el caudal. Este término se ha introducido en el capítulo 2, página 45 a propósito de los servicios que considera la IV para la intervención de ríos urbanos.

CROQUIS CONCEPTUAL DE CONECTIVIDAD ENTRE AVENIDAS



- | | | |
|---|---------------------|---|
|  | Av. Hernán Cortés | El cruce del Río Santiago corta la conexión de la calle Albino García |
|  | Av. Pedro Moreno | |
|  | Calle Albino García | |

Imagen 25. Croquis conceptual de conectividad 1. Fuente Elaboración propia.



- | | | |
|---|-------------------------|---|
|  | Av. Hernán Cortés | El cruce del Río Santiago corta la conexión de la calle Mariano Matamoros |
|  | Av. Reforma | |
|  | Calle Mariano Matamoros | |

Imagen 26. Croquis conceptual de conectividad 2. Fuente Elaboración propia.

Se requiere de un estudio vial exhaustivo para evaluar la continuidad de ciertas avenidas o la creación de pares viales en cuanto a las posibles implicaciones que podría tener respecto a la movilidad, infraestructura y conectividad urbana.

Aunque en este estudio las vialidades examinadas posean cierta relevancia de acuerdo a las conexiones transversales que ejercen sobre el área de intervención, se requerirá de una atención especializada como fenómeno interurbano que excede por ahora los alcances de esta investigación. No obstante la continuidad de algunas avenidas y calles, tendría que ser estudiada y evaluada detalladamente si es que quiere hacerse un análisis crítico para el futuro de la planeación urbana.

- **Estrategia ambiental.**

- Privilegiar las zonas verdes al centro del río como espacios de interacción social.
- Creación de espacios verdes no residuales.
- Atender zonas críticas (por densidad y déficit de áreas verdes)
- Continuidad con áreas protegidas (Parque Paseo la Presa San José, Morales, Parque Tangamanga II)
- Priorizar el cauce de las aguas pluviales hacia llanuras de inundación.

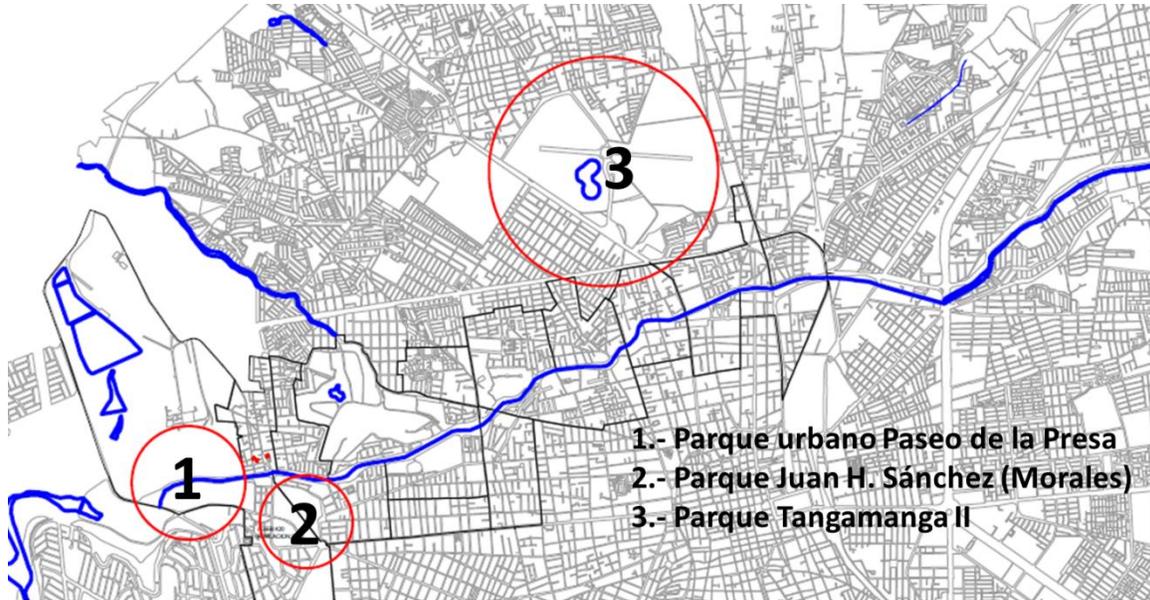


Imagen 27. Croquis conceptual parque públicos. Fuente Elaboración propia.

Como se muestra en este mapa, (imagen 27, arriba) la ubicación de tres importantes áreas verdes protegidas que funcionan como parques cuya relación de proximidad con el río, puede ser aprovechada de manera co-extensiva.

Bien ya sea expandiendo sus márgenes y transportando algunas de sus actividades hacia los márgenes del río, distribuyendo sus intensidades y mezclando dinámicas que puedan continuarse en bloques de regeneración urbana.

Y a su vez, permitiendo que el río actúe como medio de distribución y propagación, no sólo de actividades, sino de una mixtura de flujos de diversa naturaleza, cuyo ejercicio de prácticas sociales - por tratarse de un desarrollo público del espacio – incidan directamente en la proliferación de nuevas intervenciones regenerativas en otros puntos de la ciudad.

Capítulo 7.- Conclusiones

Los ríos en las ciudades han pasado por procesos que están directamente relacionados con las dinámicas urbanas de los lugares en los que se encuentran. Si bien, en un inicio, la función de los ríos estaba ligada a los servicios que proveían para el desarrollo de las actividades humanas, o como límites de los asentamientos, al cambiar las dinámicas de crecimiento de las poblaciones muchos ríos quedaron inmersos en las ciudades y pasaron por reconversiones que dejaron a un lado sus funciones ecológicas para brindar otro tipo de servicios. Debido a su carácter de conectores, una gran parte de los ríos urbanos en México se han transformado en vialidades.

En la ZMSLP cada vez son más evidentes los problemas ambientales. Debido a la urbanización y a la impermeabilización del suelo se está aumentando el efecto de isla de calor, al tiempo que también se han visto reducidos los espacios destinados a las áreas verdes, de modo que no existe una protección de los espacios naturales.

El Río Santiago cumple con una gestión lineal de infraestructura vial y pluvial mediante el desalojo de las aguas pluviales de las zonas bajas de la ciudad, pero esta dinámica no brinda ningún beneficio al ecosistema, al contrario su uso vehicular inhabilita cualquier otro uso, resultando en un eje que divide a la ciudad sin integrarse ni articularse con las actividades del ciudadano.

Las nuevas prácticas urbanísticas buscan imperantemente la sustentabilidad de las ciudades como adaptación al cambio climático, la rehabilitación de ríos urbanos y la IV proponen fundamentos que pueden ser llevados a cabo sobre los cauces a modo que sus funciones ecológicas sean devueltas y con ello brinden una serie de beneficios ambientales que mejoren las expectativas urbanas de la ciudad.

De tal modo que la rehabilitación del Río Santiago podría marcar un eje fundamental para la regeneración de espacios con alto valor ecológico a manera de que algunos sistemas bióticos sean devueltos.

Regenerar el Río a manera de IV implica que el río provea de una serie de co-beneficios que se pueden llevar a cabo por medio de:

- El agua pluvial como infraestructura para espacios verdes. El río puede seguir funcionando como cauce pluvial temporal, infiltrando una parte de las aguas y encauzando otras, sin alternar con la función vial, ya que reduce la prioridad que actualmente goza el vehículo privado.
- La retención de agua y la disminución de escorrentías. De acuerdo al croquis conceptual 1 y 2, al centrar las áreas verdes en el cauce se da la oportunidad de que el agua pluvial corra sobre elementos impermeables de vegetación y no sobre concreto como lo hace actualmente.
- Operación de una movilidad sostenible. Al reubicar los carriles vehiculares a los márgenes del río se pueden agregar los usos peatonales, de movilidad no motorizada (ciclovía) y el transporte colectivo.
- Promoción de servicios recreativos o culturales. La reubicación del sistema vial en los márgenes del río puede detonar la creación de servicios culturales al ligarse a los equipamientos educativos existentes. La parte central del río puede formar un parque lineal que detone los servicios recreativos del área.
- Creación de ecosistemas de alto valor. Al priorizarse las áreas verdes sobre el concreto, se pueden crear áreas con alto valor ecológico que mitiguen el efecto de la isla de calor urbana y puedan albergar algunas especies.
- Valor del suelo. Detonar las actividades al margen del río puede tener un impacto positivo en el suelo y la propiedad, del mismo modo que puede crear una mayor interacción social para la creación de una identidad local.
- Conectividad de áreas. El río como eje integrador de la ciudad y no como elemento divisorio. Y como corredor ecológico entre los parques urbanos existentes.

Actualmente nos encontramos ante dos posibles escenarios respecto a la intervención del Río Santiago, el escenario de “no hacer nada” (do-nothing) que implica que las actividades y acciones que se realizan sobre el cauce continúen bajo los mismos patrones que degradan el ecosistema urbano y en consecuencia se acentúen los impactos negativos sobre el medio ambiente y la competitividad local. El escenario de “hacer algo” (do-something) que implica la pro actividad de los actores involucrados en la gestión de estos espacios. En este escenario, el manejo sustentable de los recursos urbanos contribuye a la creación de espacios con alto valor ecológico para el beneficio de los ciudadanos.

Para implementar estas acciones es necesario la intervención de los actores sociales, pero sobre todo de la voluntad política para llevar a cabo estos cambios en la ciudad.

7.1.- Respuesta a las preguntas de investigación

A partir de la definición del problema de investigación se plantearon con anterioridad las siguientes preguntas como paso metodológico para la orientación y delimitación de la presente. Las cuales concluyen de la siguiente manera:

- **¿Qué características y situaciones entorno al Río Santiago se necesitan analizar para realizar un diagnóstico de “funcionamiento” del Río?**

De acuerdo a la teoría encontrada sobre el tema se hace énfasis en ciertos criterios que son necesarios evaluar para llevar a cabo un proceso de intervención con fines de rehabilitación para el Río Santiago delimitándose a los siguientes rubros:

1.- ANTECEDENTES.

- a) Datos históricos

- b) Datos provenientes de fuentes gubernamentales (protección civil, tránsito municipal, Institutos de planeación, leyes, reglamentos etc.)

2.- LOCALIZACIÓN Y DELIMITACIÓN.

- a) Definición de polígonos
- b) Usos de suelo

3.- POBLACIÓN.

- a) Densidad
- b) Limitaciones

4.- AMBIENTAL

- a) Precipitación pluvial
- b) Área de riesgos
- c) Espacios verdes

5.- INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS

- a) Infraestructura
- b) Equipamiento y servicios

6.- MOVILIDAD

- a) Conectividad del área
- b) Modo de desplazamiento de la población
- c) Uso de transporte alternativo

- **¿Qué conceptos e indicadores de sustentabilidad urbana se requieren evaluar para establecer las posibilidades y beneficios de la rehabilitación del Río Santiago?**

Fundamentalmente se analizaron los conceptos de la rehabilitación de ríos y la Infraestructura Verde, ambas propuestas conllevan un fuerte componente urbano

sustentable bajo la recuperación de los cuerpos de agua en las ciudades a fin de mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

La rehabilitación y la IV proponen una nueva relación urbana con los río a fin de mejorar las funciones ecológicas de las ciudades creando sistemas verdes que brinden beneficios ecosistémicos.

Estas propuestas revaloran los ríos existentes en las ciudades que no han sido contemplados en las dinámicas de crecimiento, ya que los ríos existen, ocupan un espacio dentro de las urbes, pero muchas veces pasan desapercibidos debido a sus nuevos usos o desusos, el enfoque de la rehabilitación de Río y la IV replantean la manera en que se pueden concebir estos espacios como una nueva forma de valorar la ciudad a partir de los beneficios que todavía pueden brindar los cauces.

- **¿Qué estrategias de intervención de la IV se pueden aplicar en la planeación para la rehabilitación del Río Santiago?**

Con base al desarrollo del caso de estudio enfocado en la rehabilitación del Río Santiago por medio de la IV se propusieron las siguientes estrategias:

Estrategia de movilidad:

- Replantear el tránsito vehicular como uso exclusivo, priorizando el transporte alternativo y el uso peatonal.
- Reducir el uso del automóvil con opciones de movilidad.
- Integrar las vialidades al margen del río a fin de lograr conectividad con sus márgenes.
- Buscar la mayor conectividad entre avenidas.

Estrategia ambiental:

- Privilegiar las zonas verdes al centro del río como espacios de interacción social.

- Creación de espacios verdes no residuales.
- Atender zonas críticas.(por densidad y déficit de áreas verdes)
- Continuidad con áreas protegidas (Parque Paseo la Presa San José, Morales, Parque Tangamanga II)
- Priorizar el cauce de las aguas pluviales hacia llanuras de inundación.

Estrategia de revitalización de áreas:

- Integrar las actividades al margen del Río.

7.2.- Recomendaciones

Con base a los hallazgos se recomienda la rehabilitación del Río mediante las siguientes acciones:

- La planeación integral para la rehabilitación del Río Santiago, o de un río urbano en general, necesita tener un enfoque multidisciplinario. Se puede planear desde el urbanismo y la arquitectura pero son necesarias las consideraciones técnicas, hidrológicas, geomorfológicas etc. Ya que estos cauces naturalmente tienen estos componentes que pueden marcar pautas o limitantes en la realización de proyectos.
- Se debe abordar desde un enfoque multiobjetivo ya que las implicaciones en una intervención tienen componentes urbanos, técnicos, sociales, de movilidad y ecológicos
- Ya que las condiciones a lo largo del cauce van variando ya sea morfológicamente o por el tipo de necesidades que se deseen cubrir por lo tanto, para su intervención las estrategias deben ser generales, pero los proyectos a lo largo del cauce deben ser puntuales.

7.3.- Limitantes y propuestas a futuro

El Río urbano tiene un gran número de componentes, dentro de esta investigación solo nos enfocamos a los componentes de carácter urbano sustentable ya que el tiempo y los objetivos del desarrollo de la presente no abarcan el sistema completo, y como sistema es necesario el diagnóstico y la evaluación de cada componente, lo cual requeriría de un grupo de trabajo especializado en cada ámbito para su abordaje. De igual forma, debido a la extensión que requiere su análisis no se llevó a cabo el diagnóstico de la morfología y la estructura urbana-arquitectónica.

Lo que de aquí se desprende es que se pueden llevar a cabo estudios interdisciplinarios enfocados en la rehabilitación de éstos espacios, como pueden ser estudios de corrientes, estudios ecológicos o de impacto ambiental.

Respecto a las estrategias enfocadas a la intervención del Río Santiago como una IV urbana, es que su aplicación puede dar pie a la generación de una cartera de proyectos específicos para la revaloración del cauce en la ciudad.

Y del mismo modo pueden ser aplicados en contextos parecidos o sobre áreas de oportunidad en la ciudad, como en los cauces de drenaje a cielo abierto o sobre ríos que de algún modo aún conservan su trazo natural en la ciudad como el Río Paisanos, sobre el cuál la expansión urbana está alcanzando sus bordes.

Lo que se espera de ésta investigación es que se amplíen las propuestas urbanas hacia una ciudad más sostenible y que el espacio en el que desarrollamos nuestra vida sea una forma de resiliencia ante las condiciones globales que nos depara el cambio climático.

Referencias

Antón Danilo J. (1990). Ciudades sedientas: Agua y avientes urbanos en América Latina. México: Nordan Comunidad.

Bocarejo, Juan Pablo. (2012). Vida y muerte de las autopistas urbanas. México: ITDP.

Camarillo Sarabia R., Maurer Walls F., Ulacia Balmaseda R. (2012), Lago Tláhuac-Xico. Regeneración de un ecosistema hídrico-urbano. México: (Tesis de grado) Universidad Nacional Autónoma de México. (UNAM).

Cotler, Helena. (2006). Manejo Integral de Cuencas en México: estudios y reflexiones para orientar la política ambiental. . México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales Instituto Nacional de Ecología (SEMARNAT).

De la Cal Pablo, Pellicer Francisco. (2002). Ríos y ciudades, aportaciones para la recuperación de ríos y riveras en Zaragoza. España: Institución "Fernando el Católico".

Findlay Sophia Jane, Taylor Mark Patrick. (2006). Why rehabilitate urban river systems?. Australia: "Journal Area

Freddy Alexis, Aponte Páez, (2007). La sustentabilidad urbana en las ciudades.. Boletim Goiano de Geografia, 27, 11-33.

Gaytán Quintero, Adriana del Pilar, (2009). Referentes Internacionales sobre restauración y mejora de ríos y quebradas. Colombia: (Tesis de grado) Universidad Industrial Santander.

Graizbord Carlos, Michel Suzanne M. (2002). Los Ríos de Tecate y Tijuana: Estrategias para ciudades sustentables. San Diego, California: Institute for Regional Studies of the Californias.

González Reynoso Arsenio, Hernández Muñoz Lorena, Perló Cohén Manuel, Zamora Sáenz Itzkuauhtli, (2010), Rescate de ríos urbanos, propuestas conceptuales y metodológicas para la restauración y rehabilitación de ríos. México: Universidad Nacional Autónoma de México. (UNAM).

Jacobs, Jane. (1961). The death and life of great american cities. New York: Random House.

Jonathan R, Bartón. (2006). Sustentabilidad urbana como planificación estratégica. EURE (Santiago), 32, 27-45

Legorreta, Jorge, (2009), Ríos, lagos y manantiales del Valle de México. México: Universidad Autónoma Metropolitana.

Medina Ramírez Salvador, Veloz Rosas Jimena. (2012). Planes Integrales de Movilidad. Lineamientos para una movilidad urbana sustentable. México: ITDP.

Moreno A. (1992), Condiciones de vida y medio ambiente en la zona metropolitana de San Luis Potosí. En Las ciudades medias de México. México: H. Ayuntamiento de Morelia.

Noyola María Cristina, Ramos José Alfredo, Domínguez Eloísa, Pineda Luis Felipe, López Héctor, Carbajal Noel. (2009). Factores que dan origen al minado de acuíferos en ambientes áridos: caso Valle de San Luis Potosí. Revista mexicana de ciencias geológicas, 26, 395-410.

Palomo Salvador, Pedro J. (2003). La planificación verde en las ciudades. . Barcelona: Ayuntamiento de Valencia.

Polo Ballinas Monserrat. (2014). Los servicios ecosistémicos de los ríos urbanos y su contribución en la adaptación al cambio climático en las ciudades mexicanas. Investigación ambiental. Ciencia y política pública, 6, 43-51

Rojas C, Arnaldo J, (2001), Lineamientos para el manejo paisajista de bordes fluviales urbanos. Venezuela: (Tesis de grado) Facultad de Arquitectura y Urbanismo UCV.

Santos Zavala José, (2004), Acción pública organizada: El caso del servicio de agua potable en la Zona Conurbada de San Luis Potosí. México: El Colegio de San Luis (COLSAN).

Sauri David, Sergi Cantó. (2008). Integración de las políticas sectoriales: Agua y urbanismo. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona

Terraza, Horacio; Pons, Bárbara; Soulier Faure, Martin; Juan, Andrés, (2015), Gestión urbana, asociaciones público-privadas y captación de plusvalías: El caso de la recuperación del frente costero del río Paraná en la Ciudad de Rosario, Argentina. Banco Interamericano de Desarrollo BID.

Área de gobierno, urbanismo y vivienda, (2008), Plan especial Madrid Río. Madrid: Ayuntamiento de Madrid.

BIO 2030, (2011), Plan director, Medellín, Valle de Aburrá. Colombia: Alcaldía de Medellín.

Dourojeanni, Axel, Jouravlev, Andrei, (1999), Gestión de cuencas y ríos vinculados a centros urbanos. CEPAL División de Recursos Naturales e Infraestructura

Cotas Acuífero del Valle de SLP, A. C. (2005). Estudio técnico de las condiciones geohidrológicas y sociales del acuífero 2411 "San Luis Potosí" en el Estado de San Luis Potosí. San Luis Potosí, S. L. P.: Cotas Acuífero del Valle SLP.

Hwang kee Yeon, (2005), Restoring Cheonggyecheon stream in the downtown Seoul. Seoul: Seoul Development Institut.

Instituto Nacional de Geografía y Estadística, (2013). Boletín de Prensa, num. 152/13.

Plan de Centro de población estratégico San Luis Potosí, Soledad de Graciano Sánchez, (2013). H. Ayuntamiento de San Luis Potosí.

Plan Nacional Hídrico 2014-2018, (2014) Diario oficial de la federación.

Políticas municipales para la sustentabilidad de los servicios de agua potable y saneamiento. (2013), Programa de Mejora Integral de Gestión del Interapas. Recuperado el 09 de Marzo de 2014, de http://www.cmic.org/comisiones/Sectoriales/infraestructurahidraulica/noticias_principales/RNIH_2013/PDFS%20PANEL%201/2%20Lic.%20Mario%20Garcia%20Valdez.pdf

Programa de Manejo Integral de gestión de Interapas (2013). INTERAPAS

Secretaría del Convenio sobre la diversidad biológica, (2004), Enfoque por ecosistemas, Montreal.

UNEP. (2014), Green Infraestructure.

Unión Europea (2014), Construir una Infraestructura Verde para Europa.

XXII Congreso Nacional de Hidráulica, (2012) Programa Hidráulico de la Zona Metropolitana de San Luis Potosí. Recuperado el 09 de Marzo de 2014, de http://www.revistatlaloc.org.mx/amh_congreso/articulos/InfraestructuraParaAbastecimientoySaneamientoDelAgua/015art_mpfj1.pdf
