



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO

PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN GEOGRAFÍA

**RIESGO POR INUNDACIÓN AL SUR DE LA CIUDAD
DE LEÓN, GUANAJUATO**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

MAESTRA EN GEOGRAFÍA

PRESENTA:

LIC. JUÁREZ SÁNCHEZ ANDREA

DIRECTOR DE TESIS

DR. DAVID A. NOVELO CASANOVA

INSTITUTO DE GEOFÍSICA, DEPARTAMENTO DE SISMOLOGÍA, UNAM

CIUDAD DE MÉXICO, NOVIEMBRE 2017



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

*“¿Qué es el hombre dentro de la naturaleza?
Nada con respecto al infinito. Todo con
respecto a la nada. Un intermedio entre la
nada y el todo”*

-Blaise Pascal

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONACYT, por la beca proporcionada a lo largo de la duración de la Maestría.

Al Doctor Noveló Casanova, quién me introdujo en el tema de los Riesgos y el cual me llevo por lugares sin iguales, aprendiendo del paisaje, la gente y de sus condiciones sociales; pero sobre todo agradezco sus enseñanzas y su ímpetu por crear nuevos y mejores proyectos con el fin de acercar a la gente en estos temas.

A Emmanuel Zúñiga por su asesoramiento en la modelación del peligro, su ayuda fue fundamental para la obtención de la cartografía.

A cada uno de mis sinodales: Mtro., José Manuel Espinoza Rodríguez, Dra. Mary Francés Rodríguez Van Gort, Mtra. Oralia Oropeza y a la Dra. Alejandra Toscana Aparicio por sus pertinentes opiniones e intervención en la configuración de este trabajo.

A todos mis profesores a lo largo de la Maestría pues aportaron en mayor y menor medida, con su conocimiento, en la elaboración de esta investigación.

AGRADECIMIENTOS

A mis compañeros del cubículo de Sismología: Lupita Bello, Ana Belén, Ana Ponce, Aurora y todos los compañeros que conocí y compartí viajes, proyectos, pero sobre todo conocimiento.

A Paty Medina, quién siempre procuraba a todos los estudiantes, pero sobre todo logra arrancar sonrisas con su particular alegría.

A mis amigos y compañeros: Julio Cesar Romero y Emelyn Cortés Gutiérrez por acompañarme en la práctica de campo para la realización de este trabajo, su compañía y conocimiento fueron fundamentales para obtener resultados de calidad, pero sobre todo su alegría y júbilo hicieron de ésta, una experiencia inigualable.

A mis amigos Jonathan Castrejón, Carolina Jiménez, Katherin Munguía y Alma Espinoza, que, aunque nos desconectamos un poco, siempre formaran parte de esta parte importante de mi vida.

A Isabel López, quién más que acompañarme durante el proceso de la realización de este trabajo, fue y es un escaparate de la realidad, una compañera de viajes y aventuras únicas e irrepetibles y que espero seguir compartiendo más viajes y muchas más aventuras.

*A tí, quién he compartido
alegrías y tristezas; enojos y contentos,
satisfacciones y decepciones; días de ensueño cómo días de pesar
viajes, salidas, experiencias, momentos, pensamientos y mucho más*

*A tí que me haces sentir
única y especial
que me sacas de mis casillas
y que al mismo tiempo
no quisiera discutir con nadie mas*

*Que fallamos y volvemos a intentar
que nos perdemos solo para encontrarnos una vez más*

Y que hasta el día de hoy eres el único que puede hacerme volar y hacerme caer

*Que después de todo, no cambiaría nada de lo que he pasado a tu lado,
y si pudiera lo volvería a repetir, con todo lo bueno y lo malo
solo para reafirmar que las palabras no bastan,
que los días no son lo suficientemente largos
y que un gracias es inútil para hacerte saber
lo agradecida que estoy contigo
pero principalmente para decirte lo mucho que te quiero*

Héctor

Y, por último, pero no menos importante

A mi familia

*Hay un factor innegable en mi persona y esa es mi familia,
porque no importa lo mal que la pasemos, o que en ocasiones no
llegamos a entendernos, no importa si nos apartamos o la
distancia se impone entre nosotros, porque a dónde quiera que
voy los llevo conmigo, están presentes en mi forma de hablar, en
la manera en que camino, en la forma en que me expreso,
en las elecciones de mis decisiones y mis acciones,
están simplemente en cómo me conduzco al mundo
son y seguirán siendo la mitad de mi razonamiento,
la mitad de mi temperamento
sencillamente, la mitad de mi persona
Y es por esto, que jamás estaremos lejos*

Luisa y Erik

A TODOS ELLOS GRACIAS

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	8
1. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	12
1.1 Riesgo	14
1.2 Peligro	14
1.3 Vulnerabilidad	18
1.4 Percepción del riesgo	21
1.5 Desastre	22
1.6 Riesgo por inundación	24
2. CONSTRUCCIÓN SOCIAL Y ESPACIAL DE LA CIUDAD DE LEÓN	26
2.1 León dentro de la Región	
Económica del Bajío	27
2.2 Transformación urbana de León	33
2.3 Inundaciones históricas y efectos en la ciudad de León	40
2.4 El municipio de León	48
2.5 La ciudad de León	51
2.5.1 Economía	54
2.5.2 Área de estudio	56
2.5.3 Componentes sociales	58

3. ESTIMACIÓN DE LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD Y PELIGRO	59
3.1 Estimación de la vulnerabilidad	59
3.1.1 Migración	59
3.1.2 Movilidad	61
3.1.3 Pobreza, rezago y marginación social	62
3.1.4 Percepción del riesgo	69
3.2 Estimación del peligro por inundación	75
3.2.1 Metodología para evaluar el peligro por inundación	77
3.2.2 Mapas de peligro por inundación	94
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	99
CONCLUSIONES	113
BIBLIOGRAFÍA	116

INTRODUCCIÓN

Uno de los fenómenos más recurrentes en las grandes urbes y que amenazan a la población son las inundaciones. Un ejemplo de lo anterior, es la ciudad de León, Guanajuato. Desde la fundación de la ciudad uno de los elementos más importantes en el desarrollo y transformación espacial de la ciudad es el recurso agua, al ser indispensable para llevar a cabo las actividades agrícolas y ganaderas de la región. Por este motivo, los primeros habitantes se establecieron cerca o sobre los valles de los diferentes ríos que corrían en la villa.

Asimismo, otros factores como el crecimiento demográfico, la ubicación y el gradual crecimiento de la zona urbana, las actividades económicas y los cambios de uso de suelo, han alterado la dinámica natural de los ríos en la ciudad, los cuales provocaron un número significativo de inundaciones repercutiendo considerablemente en la infraestructura de la población.

Los primeros registros por inundaciones en León datan de principios del siglo XVII y, hasta el siglo XIX se reportaron once eventos, los más significativos fueron los de los años 1637, 1749, 1762, 1803, 1883, 1887, 1888 y 1890 (Garza-Salinas, 1998). La más devastadora fue la ocurrida el 18 de junio de 1888, originada por las intensas lluvias, en dónde las corrientes llegaron hasta los 3 m, de altura lo que provoco la destrucción de 117 manzanas y 2 232 casas, además de la muerte de 202 personas (González, 2000).

Actualmente, las inundaciones siguen siendo un problema en la ciudad. Sin embargo, todavía no existen investigaciones actualizadas sobre los niveles de riesgo por inundación que tiene la ciudad de León. Es por lo anterior que en este trabajo se pretende realizar una investigación integral acerca del riesgo por inundación que existe por este fenómeno socio-natural y la evaluación del mismo, conjuntando el grado de peligro por este fenómeno y la vulnerabilidad total de la población al sur de la ciudad, ya que esta parte de la ciudad es la que ha presentado más inundaciones en las últimas décadas.

En el primer capítulo se expone el marco teórico conceptual de referencia en el cual se basó el presente trabajo, detallando la historia sobre la evolución del cómo se estudian y evalúan los riesgos a través de la transformación de los conceptos de riesgo, peligro, vulnerabilidad, percepción del riesgo, desastre y riesgo por inundación.

En el segundo capítulo, se hace un análisis de los componentes sociales y espaciales que han transformado la ciudad de León. Dicho análisis se lleva de lo regional a lo local, puesto que se hace referencia del papel de la ciudad de León dentro de la región del Bajío. Por otro lado, se describen los elementos principales que han configurado la estructura espacial y social de la ciudad desde su fundación, destacando las repercusiones que han originado las inundaciones en la ciudad.

El recurso utilizado para medir el nivel de peligro por inundación y el grado de vulnerabilidad, así como los mapas de los mismos se describen en el tercer capítulo. Para identificar el nivel de peligro por inundación se recurrió a dos programas computacionales que son: Hec-Ras y ArcGis, los cuales se basan en datos vectoriales y raster. El nivel de vulnerabilidad se utilizó del trabajo realizado por el Observatorio de León, en donde se exponen los niveles de marginación y rezago social por manzana. En este apartado también se presentan los resultados producto del trabajo de campo para determinar la percepción del riesgo por inundación.

El nivel de riesgo por inundación se presenta en el cuarto capítulo, en donde los principales resultados se muestran en tres mapas donde se visualizan los niveles de riesgo por inundación al sur de la ciudad en tres escenarios o tres períodos de retorno.

Finalmente, en el quinto capítulo se muestran las principales conclusiones que se obtuvieron del análisis, identificación y medición del riesgo por inundación al sur de la ciudad de León, Guanajuato.

CAPÍTULO 1:

MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

El tema de riesgos por procesos naturales ha ido tomando cada vez mayor importancia en la rama de la Geografía debido a que permite analizar con mayor claridad los efectos de la interacción entre procesos naturales y sociales en un espacio determinado.

Desde que el hombre comenzó a establecerse en un solo lugar, modificó, adaptó y aprovechó (de acuerdo con sus necesidades) el medio que le rodeaba. A medida que tuvo mayor control sobre los recursos, los asentamientos humanos proliferaron y evolucionaron adquiriendo nuevas y cada vez más necesidades complejas, por lo que la presión sobre el medio ambiente natural para satisfacer dichas necesidades fue aumentando con el tiempo. Es así que, la transformación del espacio conllevó a la alteración de los sistemas naturales.

Por su parte, con el crecimiento de la población, no solo los sistemas naturales se vieron alterados, pues con la ocupación de más espacios (sobre todo en lugares expuestos a eventos naturales) por asentamientos humanos, los procesos sociales comenzaron a ser también más complicados. De ahí que, los desastres han estado presentes desde que la interacción hombre-naturaleza comenzó a desequilibrarse. Sin embargo, la población que sufría de los efectos del desastre no tenía la conciencia sobre cómo y por qué se daban estos eventos devastadores. Al no tener la conciencia sobre la génesis de los desastres, el colectivo social le otorgó a estos sucesos cierta divinidad. Es decir, como un castigo de alguna deidad, pues se consideraba que únicamente la naturaleza era quien abatía a las comunidades y la cual era imposible evitar. Es así que las sociedades asumían la ocurrencia de los desastres como acontecimientos externos a las mismas (Rodríguez-Velázquez, 2001).

A medida que las sociedades aumentaron y se desarrollaron, los desastres empezaron a ser más frecuentes y catastróficos; fue entonces que el estudio de dichos eventos comenzó a tomar interés en las ciencias con el objetivo de disminuir el número de víctimas, así como los

daños económicos. Por consiguiente, de la década de 1970 y hacia la década de 1980, sólo las ciencias exactas relacionadas con el estudio de la Tierra comenzaron a elaborar metodologías y mediciones precisas sobre la ocurrencia de los diferentes fenómenos naturales que afectaban a la población en dimensiones mayores, enfocándose en la medición (de daños), pronóstico, magnitud e impacto de los fenómenos en el espacio, infraestructura, zonas urbanas, entre otros. El objetivo principal era estimar el alcance de los diferentes eventos naturales que causaban daños en corto tiempo como son inundaciones, deslizamientos y sismos principalmente (Maskrey, 1998; Gellert de Pinto, 2012).

Sin embargo, la evidencia de más desastres que seguían afectando a diversos grupos poblacionales alrededor del mundo, constataba que el pronóstico sobre el fenómeno y las repercusiones que causaba en las formas de ocupación de las diferentes regiones no era suficiente. Por esta razón, se buscaron nuevos enfoques para entender la construcción del riesgo y fue así que para la década de 1990 el conocimiento del riesgo cambió y en su acepción se incluyeron factores sociales para la medición del mismo. De esta manera, el concepto de riesgo evolucionó, al reconocer que el elemento humano es el principal actor en el origen del riesgo (Aneas de Castro, 2000; Gellert de Pinto, 2012).

Calvo García-Tornel (1994) plantea que los diferentes grupos humanos determinan, de acuerdo con estándares culturales y técnicos, todos aquellos elementos del medio ambiente que son nocivos para el hombre. Es decir, aquellos que significan una amenaza, por tanto, todo proceso que se considere como riesgo de origen natural es variable, pues se trata de un problema de interacción entre hombre y naturaleza. Al seguir esta idea, cada lugar o espacio determinado cuenta con un nivel de riesgo único y diferente a otro, el cual está en función de una dinámica poblacional y de las características que componen un grupo social como creencias, valores, normas de comportamiento, ideologías, entre otros; los cuales se conforman en áreas con determinadas características geográficas. Es así que cada sociedad percibe y vive el riesgo de acuerdo con el sistema espacial (compuesto por sociedad y zona geográfica) que construyen y pertenecen (Toscano y Valdez, 2014). De esta manera, el estudio del riesgo pone mayor énfasis en el comportamiento y composición de las poblaciones que transfiguran y se relacionan en el contexto espacial, ya que es el ser humano el principal causante de riesgo y por lo tanto de desastres.

1.1 RIESGO

El riesgo, como ya se mencionó, se compone de un elemento natural y de un elemento social, en donde el elemento natural está expresado en el fenómeno natural con un potencial de daño y el elemento social que está conformado por una sociedad o grupo humano vulnerable (Cardona, 1993; Mansilla, 2000).

Para entender mejor lo anterior, a continuación, se presentan algunos conceptos sobre riesgo:

Burton (1999) establece que el riesgo es la probabilidad de ocurrencia de un proceso natural extremo, potencialmente peligroso para una comunidad y susceptible de causar daño a las personas, sus bienes y sus obras. Según el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED; 2004) la existencia de un riesgo implica la presencia de un agente perturbador (fenómeno natural o generado por el hombre) que tenga la probabilidad de ocasionar daños a un sistema afectable (asentamientos humanos, infraestructura, planta productiva, etc.) en un grado tal, que constituye un desastre.

Por su parte, Aneas de Castro (2000) establece que el riesgo es la probabilidad de ocurrencia de un acontecimiento natural o antrópico y la valoración por parte del hombre en cuanto a sus efectos nocivos, en donde dicha valoración puede comenzar cualitativamente y puede hacerse cuantitativamente cuando se miden las pérdidas y la probabilidad de ocurrencia.

Para Wilches-Chaux (1998), el riesgo está definido como cualquier fenómeno de origen natural o humano que signifique un cambio en el medio ambiente que ocupa una comunidad determinada que sea vulnerable a ese fenómeno. El que un evento o fenómeno se considere o no riesgo, dependerá de que el lugar en donde se manifieste esté ocupado o no por una comunidad vulnerable al mismo.

El riesgo siempre estará condicionado por la intensidad o magnitud probable de los eventos físicos y el grado o nivel de la exposición y de la vulnerabilidad. Este aspecto, a su vez, condiciona el nivel de riesgo ya que lo determina los sistemas sociales y los elementos que estén expuestos a uno o varios fenómenos naturales. Es así que el estudio del riesgo se ha encaminado a determinar en qué grado los distintos tipos de adaptación humana al medio son en sí mismos generadores de riesgos y también a la creciente importancia de nuevos riesgos creados por el hombre (Calvo-García, 1994; Narváez, *et al.*, 2009), por consiguiente, no todo riesgo tiene su origen en los sistemas naturales.

La transformación del espacio no es estática ya que está en constante cambio gracias a las dinámicas sociales que imperan en el mismo, las cuales generan riesgo. Diversos son los factores, dentro de los procesos sociales que generan riesgo y pueden ser directos o indirectos. La industria es un claro ejemplo de lo anterior, al ser una nueva necesidad para el funcionamiento de las sociedades, se ha acrecentado de manera significativa en las últimas décadas, implicando una reconfiguración y readaptación del espacio, como consecuencia de los procesos industriales la contaminación en acuíferos, en la composición del suelo o contaminación del aire (por mencionar algunos) son nuevos elementos desencadenantes de otro tipo de riesgo, pues estas condiciones incrementan la vulnerabilidad de las poblaciones.

Puesto que el riesgo es cambiante, surge un nuevo concepto nombrado riesgo específico, el cual hace referencia a la pérdida esperada en un período de tiempo, que puede ser expresada como una proporción del valor o costo de reemplazo de los elementos bajo riesgo, los cuales pueden ser personas, viviendas, edificios o infraestructura (Cardona-Arboleda, 1993). Es decir, el riesgo específico representa pérdidas (de vidas, materiales, económicas, entre otros) en un momento o tiempo dado y por un tipo de fenómeno natural que genere daños significativos.

Por otro lado, los sistemas naturales son los que permiten que el ser humano permanezca, por ende, todo lugar está sujeto a que ocurra algún evento natural en un momento dado por lo que toda sociedad cuenta en menor o mayor medida con un nivel de riesgo, prevaleciendo un riesgo aceptable. Es decir, una pérdida admisible de bienes,

infraestructura, consecuencias sociales (entre otros) que es tolerable para los habitantes (Cardona-Arboleda, 1993; Narváez, *et al.*, 2009).

En este sentido, Campos- Vargas, Toscana-Aparicio y Campos-Alnís (2015) plantean el concepto de riesgo socio natural el cual se maneja a partir de la relación entre la sociedad y medio natural como la causante de situaciones de riesgo y en su defecto situaciones de desastre.

Aun cuando el riesgo es parte de la vida cotidiana y éste no se pueda erradicar totalmente, sí es posible disminuir sus efectos, equilibrando la relación que existe entre el medio ambiente y los grupos sociales a través de la comprensión del medio en el que se vive y de la planeación de un sistema social incluyente de los sistemas naturales.

1.2 PELIGRO

Actualmente, el peligro es el elemento del riesgo más estudiado por las ciencias exactas o aquellas que su objeto de estudio está relacionado con el entendimiento de la Tierra. Existe un sin número de metodologías y programas computacionales para identificar, pero sobre todo medir en términos cuantitativos al peligro. El principal objetivo en la identificación del peligro es estimar en una escala medible la intensidad o magnitud del fenómeno natural, en dónde el primero se refiere al potencial de daño derivado de la energía del fenómeno y el segundo se refiere a la medida de la fuerza con la que se manifiesta dicho fenómeno. Es decir, los posibles daños en un área determinada (CENAPRED, 2001). Con la medición del fenómeno se pretende que el peligro sea predecible.

Para Lavell (2002) el peligro está definido como los posibles eventos físicos dañinos que en caso de que se produzcan sobre grupos de población vulnerables, su producción e infraestructura, dará lugar a pérdidas económicas y sociales que pueden alcanzar la magnitud de un desastre. Una amenaza se torna en peligro, cuando los elementos que la envuelven

(magnitud, área de impacto, período de recurrencia) pueden ser potencialmente dañinos para una población vulnerable.

Sin embargo, dadas las características que componen al fenómeno no siempre es posible tener la certeza de cómo, cuándo, dónde y a qué nivel se presentará un evento que pueda llegar a impactar a una comunidad. Los sismos, por ejemplo, sabemos que su fuente se deriva del movimiento de placas tectónicas (en su explicación más simple) y que gracias a los sismógrafos podemos conocer la profundidad, el foco y la escala de energía descargada cuando ocurre un sismo, pero no podemos saber con la misma exactitud numérica, cuándo volverá a ocurrir otro sismo con las características de foco, profundidad y magnitud.

Es por esto, que en cuanto a la medición del peligro, se habla de una probabilidad. Es decir, es posible realizar una aproximación de cada cuando sucederá un evento con características similares realizando un análisis probabilístico con información de eventos pasados y conociendo las características del fenómeno. Por otro lado, es importante hacer una diferencia entre un evento posible y un evento probable, ya que el primero se refiere a un evento que puede suceder y el segundo hace referencia a un fenómeno esperado debido a diferentes elementos (dimensión y ubicación geográfica) que lo caracterizan (Cardona-Arboleda, 1993).

Conocer el origen y características que componen al peligro es fundamental en la estimación del mismo, es así que el peligro puede catalogarse de acuerdo a su origen. Según la United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR; 2009) clasifica a la amenaza en cinco categorías que son:

- 1) Amenaza biológica. Su origen es orgánico y está relacionado con todas aquellas sustancias bioactivas que puedan causar serios problemas a la salud e incluso la muerte, incluyendo daños ambientales.
- 2) Amenaza geológica. Esta amenaza está relacionada con los procesos internos de la Tierra como son sismos, erupciones volcánicas y procesos de remoción en masa

como caída de rocas, deslizamientos y derrumbes, los cuales puedan causar daños a la población

- 3) Amenaza hidrometeorológica. Son procesos atmosféricos, hidrológicos y oceánicos que desencadenan una serie de eventos que pueden llegar a ser perjudiciales a la población. Estos procesos incluyen ciclones tropicales, tormentas, tornados, tormentas de nieve, sequías, olas de calor y frío. Generalmente los ciclones tropicales y tormentas cuando son de gran magnitud pueden causar inundaciones.
- 4) Amenaza socio-natural. Se vincula con todas aquellas actividades humanas que provocan e incrementan la ocurrencia de diversas amenazas.
- 5) Amenaza tecnológica. La génesis de esta amenaza está en todos aquellos factores tecnológicos o industriales que por fallas en el sistema o humano puede llegar a desatar daños en las actividades humanas. Algunos ejemplos son la contaminación industrial, la radiación nuclear, desechos tóxicos, la ruptura de presas, entre otros.

Gracias a la complejidad de cada una de las amenazas, es necesario utilizar metodologías diversas con el objetivo de que éstas brinden confianza en la medición del peligro.

Una de las dificultades en la evaluación del peligro es que muchas veces su fuente no siempre está asociada a un solo evento natural. En ocasiones éstos se presentan de manera concatenada (Wilches-Chaux, 1998). Es muy común que un evento natural provoque un efecto dómimo sobre las regiones dónde se desencadena incrementando el nivel de peligrosidad y facilitando la generación del desastre.

Un ejemplo de lo anterior son los acontecimientos ocurridos en El Salvador y Venezuela. Según el CENAPRED (2008), en enero de 2001 en El Salvador un gran flujo de

suelos y rocas sepultó, por completo gran porcentaje de la zona habitada conocida como Las Colinas el cual se produjo como consecuencia de un sismo de 7.6 grados de magnitud, ocasionando la pérdida de más de 500 personas. En Venezuela, se presentaron precipitaciones extraordinarias durante casi 20 días en el mes de diciembre de 1999, provocando la saturación del suelo por el exceso de agua en la franja costera del país, causando no solo inundaciones, sino también el reblandecimiento y la inestabilidad de las laderas.

A su vez, un fenómeno natural intenso puede desencadenar otro tipo de peligros como pueden ser los industriales o químicos. Tal es el caso del sismo de marzo de 2011 en las costas de Japón, el cual se registró con una magnitud de 9° Richter localizándose en la costa de Honshu. El epicentro se situó a 129 km al este de Sendai y a 373 km al noreste de Tokio, este sismo provocó cientos de réplicas y una serie de tsunamis a lo largo de la costa oriental, en dónde la mayor altura de uno de ellos alcanzó los 9.3 m. afectando al distrito de Sōma, prefectura de Fukushima (De Dicco, 2011). Estos eventos encadenados a su vez provocaron la licuefacción del suelo (cambio de un estado sólido a un estado líquido, o consistencia de un líquido pesado) el cual provocó volcadura de grandes estructuras, incendios, cortes en vías de comunicación, entre otros.

Además, causó más de 15 000 muertes y 7 000 desaparecidos, daños multimillonarios a las viviendas, numerosas refinerías de petróleo, plantas de almacenamiento de combustibles, plantas de procesamiento de minerales y centrales termoeléctricas. El mayor foco de atención se encontraba en las plantas nucleares. En la central nuclear de Fukushima se declaró estado de emergencia a causa de la falla de los sistemas de refrigeración de uno de los reactores y a pesar de los esfuerzos se registró una explosión que derribó parte del edificio alcanzando niveles de radiación considerables desalojando a toda la población que se encontrara a más de 20 km de radio de la central nuclear (Bustelo, 2011). Este caso demuestra cómo un evento natural de magnitud considerable puede desatar una serie de eventos peligrosos incrementando la catástrofe.

Asimismo, no todo fenómeno peligroso tiene su origen en los procesos naturales. Como ya se mencionó anteriormente, con el crecimiento de las sociedades se han desarrollado nuevos peligros de origen antropogénico. Lavell (2002) define al peligro como los posibles

eventos físicos dañinos que en caso de que se produzcan sobre grupos de población vulnerables, su producción e infraestructura, dará lugar a pérdidas económicas y sociales que pueden alcanzar la magnitud de un desastre y los clasifica de acuerdo con su origen: naturales, socio naturales, antrópico-tecnológicos y antrópicos contaminantes. Los peligros socio-naturales están relacionados con la intervención del ser humano en el ambiente natural, de tal forma que se generan condiciones físicas adversas y los antrópicos se relacionan con la actividad humana en la producción, manejo y transporte de materiales peligrosos (*ibídem*).

Al inicio del estudio del riesgo, se hizo énfasis en el análisis de aquellos fenómenos naturales que por lo sorpresivo de su ocurrencia constituían una amenaza inminente hacia la población, no obstante, no todo fenómeno natural o antrópico constituye un peligro y al mismo tiempo un evento natural o socio-natural no necesita tener gran magnitud para atribuirle la característica de peligroso. Si bien el peligro es el detonante que principia el desastre, la vulnerabilidad es el condicionante para determinar la intensidad de la catástrofe.

1.3 VULNERABILIDAD

Según Wilches-Chaux (1998), la vulnerabilidad es una característica inherente a los seres vivos en general. Sin embargo, no todos los factores de vulnerabilidad son inevitables. En el estudio del riesgo, la estimación de la vulnerabilidad es compleja, a diferencia del peligro, su medición es cualitativa pues constituye todos aquellos factores sociales que hacen que una población sea susceptible de sufrir daños ante el impacto de un peligro natural o antropogénico. El concepto de vulnerabilidad surge de la experiencia de investigaciones enfocadas en tratar de entender los procesos y dinámicas de la población, condiciones generales de pobreza, de explotación o desigualdad y de una serie de características muy particulares en cada región o localidad que las hace vulnerables (Blaike, 1996).

De acuerdo con Maskrey (1993), la vulnerabilidad es el grado de susceptibilidad hacia un peligro o amenaza el cual está integrado por la población y diversos componentes del desarrollo humano. Lavell y Franco (1996) señalan que la vulnerabilidad es la propensión a

sufrir daños por la exposición a diferentes tipos de peligros, derivada de la incapacidad para hacerles frente y la inhabilidad para adaptarse activamente a ellos.

La representación que un grupo social le atribuye a un fenómeno natural determina en qué medida éste se vuelve consciente de sus características físicas y su funcionamiento y al mismo tiempo asimilar o no los resultados de este proceso (adaptándose o preparándose) en el momento en que se desenvuelva. En este sentido, el hombre se convierte en el principal objeto de estudio, analizando su localización, sus acciones y sus percepciones (Aneas de Castro, 2000).

La fragilidad de una comunidad es un proceso que crece y se hace presente a medida que las sociedades se desenvuelven en un espacio delimitado. En los últimos años cada vez son más el número de comunidades vulnerables, las cuáles se establecen en áreas que a simple vista ofrecen ciertos beneficios (García-Acosta 1993; Maskrey, 1993). Poblaciones que no cuentan con recursos suficientes para adquirir una vivienda digna, tienden a establecerse en áreas que no cuentan con las condiciones necesarias para el desarrollo de las mismas profundizando su vulnerabilidad.

La incapacidad social para afrontar un impacto peligroso deriva de un sinnúmero de condiciones, como pueden ser políticas, económicas, demográficas, la cohesión social, el nivel educativo, entre otras, por lo que estas condiciones representan el nivel de desarrollo de las comunidades en el tiempo y es diferencial de una comunidad a otra pues no todos los grupos sociales tienen los mismos medios para enfrentar situaciones de emergencia (Maskrey, 1989; García-Acosta, 2007). Aunque las poblaciones con mayores conflictos sociales presentan mayor vulnerabilidad y muy pocos medios para enfrentar y sobrevivir ante situaciones de emergencia, no siempre pobreza y vulnerabilidad significan lo mismo (Blaike, *et al.* 1996).

Puesto que la medición de la vulnerabilidad es cualitativa, diferentes son las variables a determinar para obtener un nivel de vulnerabilidad total en una localidad o municipio. Sin embargo, las variables a escoger deben ser un conjunto de características comunes o básicas que en caso de no contar con ellas activamente, le impidan a una determinada población evitar los daños ocasionados por cualquier tipo de peligro (Aneas de Castro, 2000).

Según Maskrey (1993) la vulnerabilidad de algunas poblaciones se da por tres razones que son las siguientes:

1. Por el tipo de espacio poco favorable (por su ubicación, el tipo de suelo, morfología) en el que se establecen los pueblos.
2. El tipo de materiales utilizados para la construcción de la vivienda de acuerdo con las condiciones económicas, el cual puede ser de un material resistente o frágil.
3. La no satisfacción de las necesidades básicas por condiciones económicas o políticas.

En este marco, ciertas condiciones de vulnerabilidad pueden ser medibles cuantitativamente; la vivienda es una de ellas; muchas veces los pobladores se ven obligados a construir sus viviendas con materiales poco o nada resistentes o sin las medidas estructurales adecuadas por una inestabilidad económica o ignorancia. Esta situación provoca una vulnerabilidad alta en cuanto a infraestructura, situación que hace insegura la vivienda ante una eventualidad peligrosa.

Cardona-Arboleda (1993) clasifica a la vulnerabilidad según su origen el cual puede ser técnico o social, en dónde el primero se refiere a todos los servicios con los que cuenta una comunidad como electricidad, agua potable o servicios de telefonía (por mencionar algunos) y el segundo está vinculado al nivel de desarrollo de una población como nivel educativo, económico, aspectos culturales, entre otros.

Un aspecto para considerar en la evaluación de la vulnerabilidad es el grado de exposición el cual está relacionado con la ubicación de los elementos vulnerables. Es decir, que tan cerca se está del agente peligroso. Con este elemento la vulnerabilidad dentro de una comunidad se vuelve diferencial pues no afecta del mismo modo a todos los actores sociales de la misma (Wilches-Chaux, 1998).

Puesto que los elementos para el estudio de la vulnerabilidad son subjetivos, su análisis requiere especialistas de diferentes y variados campos de conocimiento que ayuden a entender la dinámica social y estimar el nivel de vulnerabilidad de una localidad expuesta a un

determinado peligro y gracias a este aspecto del riesgo es que su estudio, análisis y medición se vuelve multidisciplinario.

Actualmente el estudio de la vulnerabilidad requiere que sea especializado, es decir, su medición debe establecerse dentro de un grupo o elemento que la caracterice. Elementos como vulnerabilidad estructural, vulnerabilidad económica o vulnerabilidad social, pretenden precisar el estudio para tener un conocimiento certero sobre los niveles de vulnerabilidad total que tiene una población, entendiendo vulnerabilidad total como la suma de todas sus vulnerabilidades (Rodríguez-Van Gort, 2017).

1.4 PERCEPCIÓN DEL RIESGO

Entender cómo un grupo social vive y considera sus niveles de riesgo es necesario en el análisis de la vulnerabilidad debido a que el conocimiento sobre qué tipos de riesgos percibe una comunidad puede ser la clave para evitar un desastre. De esta manera, el estudio de la percepción del riesgo surge como una subdisciplina del conocimiento científico que trata de entender el cómo un grupo social acepta y asimila los fenómenos naturales que puedan resultar perjudiciales para su desarrollo.

Según Capel (1973), el ser humano percibe una imagen o dimensión del medio que lo rodea, la cual transforma en decisiones que determinan su comportamiento. En la definición propia de la percepción del riesgo Douglas (1996) y Vallejo y Vélez. (2002) establecen que esta depende de la interpretación colectiva, de cómo un grupo social entiende, vive y confronta un riesgo, en donde, los factores sociales, culturales, de educación, económicos, políticos, religiosos, de familiaridad con la amenaza, entre otros, establecen el imaginario social del riesgo.

Con base en lo anterior, a su vez puede existir o no una percepción del riesgo y si la hay, podemos encontrar un nivel de aceptabilidad del mismo. En este sentido, Vallejo y Vélez. (2002) indica que en el caso de una inexistente percepción del riesgo puede derivarse del

desconocimiento de los procesos naturales del lugar donde viven, de la amnesia social de eventos pasados que causaron daños o la desmesurada confianza de creer que se tienen los elementos necesarios para evitar un desastre.

Por el contrario, si el riesgo es percibido, puede existir un nivel de aceptación el cual dependerá en gran medida de cómo se interpreta y de las posibilidades de desarrollo que le brinda el mismo (Vallejo y Vélez, 2002; Almaguer-Riverón, 2008).

1.5 DESASTRE

El desastre es la prueba palpable de las debilidades y niveles de desarrollo de una sociedad, pues bajo circunstancias anormales o situaciones de emergencia la reacción y conducta de los diferentes actores sociales y el grado de afectación en estructuras y sistemas que sostienen un grupo social se reflejan en el nivel de desarrollo y la capacidad de las sociedades para retomar la vida cotidiana antes del desastre, es por lo anterior que los desastres son la manifestación de riesgos no manejados (Reyna, 2001; Wilches-Chaux 1998).

Un desastre se produce bajo la vinculación de dos factores, un detonador que es el agente peligroso y un condicionante que es un sistema vulnerable y el cual dimensionará la magnitud del desastre. Sin embargo, las actitudes sociales son las que modifican y transforman la neutralidad ambiental que pueden ser positivas o negativas. Más que un factor peligroso, una cultura de seguridad débil puede ser la principal causante del desastre (Reyna, 2001; Waring, 2015). El desastre está entendido como los efectos nocivos que los fenómenos naturales y humanos producen sobre una comunidad determinada, lo que obliga a sus habitantes a abandonar sus lugares y rutinas de trabajo o sus viviendas, cuando éste ocasiona la pérdida de bienes materiales o productivos (Wilches Chaux, 1998). En términos simples el desastre es un evento consumado, es decir, es la materialización de los peligros sobre contextos vulnerables (Mansilla, 2000).

Actualmente, vinculamos el término “desastre” a todos aquellos sucesos que acontecen de manera sorpresiva e inesperada con repercusiones devastadoras en donde el común denominador son muertes y destrucción de infraestructura a gran escala. No obstante, de acuerdo con las condiciones de producción y reproducción de los países, regiones y grupos sociales sobre todo aquellos en vías de desarrollo, el desastre está presente en todo momento pues existen desastres pequeños y medianos que afectan de manera local y no llaman la atención de autoridades competentes que puedan brindar ayuda o eliminar este tipo de desastres. Algunos ejemplos de lo anterior son las hambrunas, la pobreza extrema, las sequías o deslizamientos que afectan a comunidades pequeñas (Wilches-Chaux, 1998; Rodríguez-Velázquez, 2001). Vivir bajo estas condiciones no permite vislumbrar cuales deben ser los estándares normales de vida que ayuden al fortalecimiento de las comunidades.

Es posible clasificar a los desastres de acuerdo con sus efectos que pueden ser directos o indirectos. Las pérdidas directas son todas aquellas visibles expresadas en daños físicos y en número de víctimas y pérdidas monetarias. Los efectos indirectos serán provistos con el tiempo repercutiendo en las dinámicas sociales, como interrupción del transporte, los servicios públicos, afectación en comunicaciones, entre otros, los cuales tienen a repercutir sobre las dimensiones espaciales y temporales donde ocurren. Van desde transformaciones territoriales y ambientales, hasta cambios sociales, demográficos e inclusive psicológicos puesto que un desastre determina un antes y un después (Cardona-Arboleda, 1993; Reyna, 2001; Toscano-Aparicio, 2014).

Las consecuencias de los desastres han cambiado con el tiempo en cuanto a pérdidas de vidas humanas y económicas. En las últimas décadas, el número de víctimas mortales ha disminuido considerablemente, situación que no ocurre con las pérdidas económicas, las cuáles se han profundizado, este escenario es recurrente en México, debido (principalmente) al aumento y distribución y de los asentamientos humanos en zonas propensas a la ocurrencia de eventos con un potencial peligroso. Asimismo, los eventos hidrometeorológicos han ido tomando fuerza gracias a la deforestación (CENAPRED, 2001).

Aun cuando resulta una tarea difícil la minimización de las derivaciones de un desastre, el principal acto en su control y disminución son las políticas públicas que deben ser las

primeras fuerzas en el control y disminución de los efectos de un desastre ya que en ellas recae que los niveles de daños pasen de un grado incontrolable a valores aceptables y manejables (Narváez, *et al.* 2009).

1.6 RIESGO POR INUNDACIÓN

Las inundaciones son fenómenos con dos paradigmas, por un lado, representan beneficios en la fertilidad del suelo asegurando recursos básicos para la subsistencia de la humanidad. Es por esto que la predisposición de comunidades para establecerse cerca de riberas o sobre planicies de inundación es una latente en la historia de las poblaciones. Sin embargo, este comportamiento también significa cambios en el territorio por las formas de ocupación de las regiones por lo que en el momento que una inundación se presente de manera intensa llega a tener una destrucción devastadora.

La República Mexicana es un territorio sometido a diferentes procesos naturales debido a su posición en el globo terráqueo, entre las cuales se destacan la actividad sísmica y volcánica gracias a la convergencia de las cinco placas tectónicas localizadas por debajo del país. También es una zona donde es frecuente el paso de tormentas y huracanes tropicales. Es por lo anterior que en México generalmente cada año se producen inundaciones principalmente por desbordamientos en las planicies del territorio mexicano. En zonas semiáridas no son tan frecuentes, pero cuando llegan a presentarse resultan de una gran magnitud (CENAPRED, 2013).

Para el presente trabajo se entenderá por riesgo de inundación a la situación potencial de pérdida o daño a personas, bienes materiales o servicios como consecuencia del anegamiento de sectores normalmente secos; inundaciones a las que se asocia una severidad (intensidad y magnitud) y frecuencia o probabilidad de ocurrencia determinadas (Díez-Herrero *et al.*, 2008). Existen diferentes tipos de inundaciones de acuerdo a su origen y el tiempo en que éstas se presentan. De acuerdo a su origen pueden clasificarse en inundaciones pluviales, inundaciones fluviales, inundaciones costeras e inundaciones por falla de

infraestructura hidráulica. Por la velocidad en que se desencadenan se catalogan en inundaciones lentas e inundaciones súbitas (CENAPRED, 2013).

Caracterizar como se manifiestan las inundaciones es la base para su evaluación y predicción. Un objetivo primordial en la evaluación del riesgo por inundación es la zonificación de áreas inundables y las particularidades del fenómeno como magnitud, intensidad y periodo de recurrencia que estén plasmadas en mapas, los cuales servirán como una herramienta útil para localizar todos los elementos expuestos susceptibles a sufrir daños por una anegación y al mismo tiempo poder generar escenarios de inundación que permitan vislumbrar las posibles pérdidas y daños estructurales que se ocasionen en una comunidad (Ribera Masgrau, 2004).

CAPITULO 2: CONSTRUCCIÓN SOCIAL Y ESPACIAL DE LA CIUDAD DE LEÓN

Para Bottino-Bernardi (2009) las ciudades son territorios extensos, que por lo general no respetan límites administrativos, concurriendo con otros grupos urbanos o semi-urbanos configurando un espacio metropolitano. Es así como en las metrópolis confluyen rasgos culturales, ideologías, costumbres (entre otros), estableciendo relaciones sociales diversas y complejas.

El estilo de vida y los procesos sociales que existen en las ciudades, son considerados como un modelo a seguir, un entorno que puede ofrecer mayores oportunidades de desarrollo, en contraposición al campo. Esta ideología es una de las razones por lo que las migraciones han persistido del campo a la ciudad a lo largo del tiempo, concentrando así a la mayoría de la población en las ciudades. Es por lo anterior que las áreas metropolitanas en conjunción con las urbes son centros de innovación y de gestión política y económica en dónde las ciudades de menor rango actúan como enlace y difusión de las novedades tecnológicas, intelectuales y económicas, en dónde las actividades predominantes en éstos espacios pertenecen al sector secundario y terciario, destacando el sector servicios principalmente en países desarrollados y en desarrollo (Ramírez y Blanco, 2000; Bottino-Bernardi, 2009).

Con una demografía tan alta, es casi imposible brindar a todos los habitantes de las ciudades los servicios básicos y espacios de recreación que demandan, además de una ocupación bien remunerada. Es así que, los problemas de desempleo, degradación ambiental, falta de servicios urbanos, sobrecarga de la infraestructura existente y carencia de acceso a la tierra, recursos financieros y una vivienda adecuada, son los problemas inherentes de las metrópolis (Bottino-Bernardi, 2009).

Sin embargo, a pesar de los grandes y constantes problemas de las urbes, éstas siguen creciendo territorial y demográficamente debido a los actuales sistemas económicos que

imperan en el mundo. La globalización, industrialización y comercialización (por mencionar algunas), se sustentan en las prácticas sociales y gubernamentales que se generan en las grandes ciudades (Ramírez y Blanco, 2000). Por lo tanto, son zonas estratégicas para el desarrollo económico de los países y la conexión con otras naciones en dónde las políticas son planteadas para el crecimiento financiero de los Estados y en las cuales, por lo general, la población no se encuentra entre una de las principales preocupaciones de las instancias gubernamentales, a pesar de ser éstos quienes forman la base de la ciudad.

2.1 LEÓN DENTRO DE LA REGIÓN ECONÓMICA DEL BAJÍO

Las diferentes transformaciones a lo largo del tiempo en el Bajío repercutieron directamente sobre la ciudad de León, en primera instancia al ser una de las tantas ciudades fundadas en servicio de la economía de la región y la cual se ha desarrollado y modificado espacialmente en función de las diversas estrategias comerciales que se han llevado a cabo. Por lo tanto, es imprescindible destacar los cambios más significativos en el Bajío para entender la dinámica social y espacial de León. De esta manera, se analizará la transformación de la región desde su fundación hasta la época actual destacando las actividades económicas las cuales condicionaron los procesos sociales y espaciales del Bajío, así como la participación e importancia de León dentro del mismo.

La región económica del Bajío surge durante la época colonial con el fin de asegurar y conquistar las tierras del norte del país, además de aprovechar los recursos que brindaba al virreinato en su momento, éste se fue transformando gracias a políticas administrativas para organizar, controlar y dirigir ésta región del país, en dónde los elementos constantes en su formación son una especialización urbana, interdependencia y equilibrio (Gómez y Vera, 2013).

Históricamente, el Bajío ha sido y sigue siendo, una de las regiones más importantes de la República Mexicana por aportar un capital significativo en la base de la economía del país; al

ser un territorio que surge como productor de recursos; su inminente crecimiento poblacional y urbanización, son otras de las características que lo definen y persisten a lo largo del tiempo.

En su origen, el Bajío se conformó de las áreas planas de Guanajuato y Querétaro, los valles de Morelia y de la Piedad en Michoacán; y las llanuras del este de Jalisco (Figuras 2.1 y 2.2). En esta parte del territorio mexicano se presenta una serie de cuencas interconectadas que van de los 700 a los 2 000 m.s.n.m. Por su orografía e hidrografía el tipo de suelo es de origen lacustre, en dónde el río Lerma atravesaba la mitad de la región, asentándose en sus márgenes los primeros pobladores, los cuales utilizaban este recurso para irrigar los cultivos (SAPAL, 2009; Fernández-Tejedo, 2012).

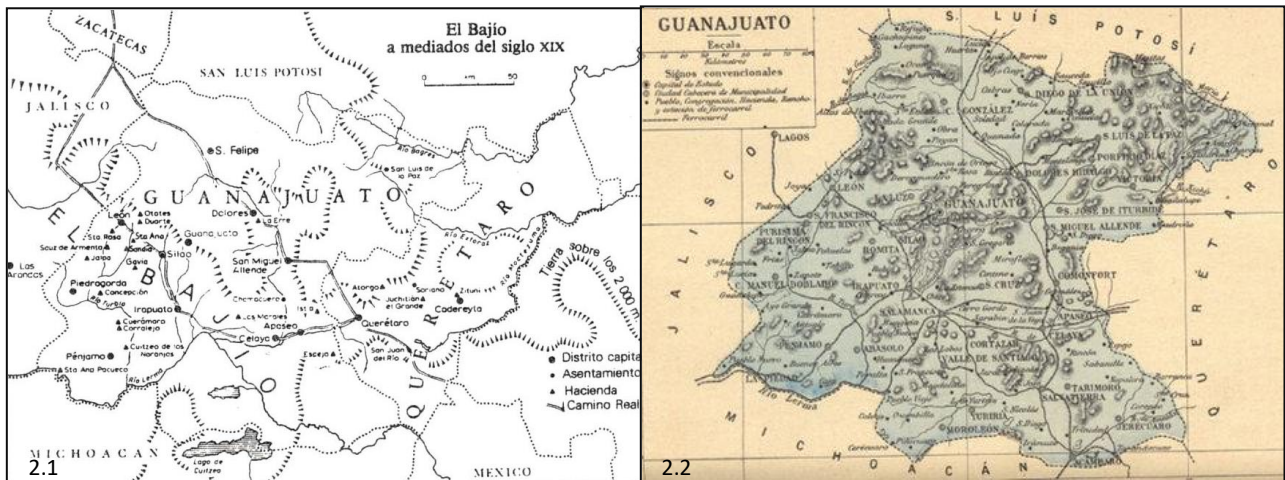


Figura 2.1. Haciendas y ranchos del Bajío a mediados del siglo XIX. Brading, D.A. (1988).

Figura 2.2. Guanajuato en 1912. IMPLAN (2013).

Fernández-Tejedo (2012) divide al Bajío en tres zonas:

- a) El Bajío oriental que corresponde a los territorios dónde corren los ríos Laja y Querétaro hasta su confluencia con el Lerma dónde se localizan los poblados de Querétaro, San Miguel de Allende, Celaya y Apaseo.
- b) El Bajío central que comprende el valle de Santiago, en el curso medio del río Lerma y corre hasta las estribaciones montañosas de Michoacán que incluyen las ciudades de Salamanca, Salvatierra e Irapuato.

c) El Bajío occidental que colinda con la sierra de Jalisco y comprende los valles que conforman los ríos Silao, Guanajuato y Turbio hasta su confluencia con el Lerma, en esta parte de la región las poblaciones que se localizan son las de León, Silao, Comanja y Guanajuato.

Gracias al descubrimiento de las diferentes minas en el Bajío (principalmente en el territorio de lo que ahora es Guanajuato) se fundan diferentes villas para servicio de las zonas mineras de la región; conformándose las primeras urbes en el Bajío. De esta manera, la prosperidad del Bajío se dio durante el siglo XVIII con las actividades agrícolas, mineras y ganaderas, las cuales se complementaban entre sí; convirtiéndose en un modelo económico de la época novohispana, atrayendo un buen número de colonos asentándose cerca de los diferentes ríos y sus valles inmediatos (SAPAL, 2009; Fernández-Tejedo, 2012).

Guanajuato se convirtió en un productor agrícola importante y de la explotación de minas con las que también contaba. La ganadería además de funcionar como un complemento con las demás economías de la época sentó las bases para la industria textil que proliferó en Querétaro y San Miguel con la producción de lana. Por su parte, León, Acámbaro y San Miguel se destacaban con la producción de piel. Otra de las características que propiciaron el desarrollo económico del Bajío fue su ubicación, pues ésta conectaba la capital con las provincias del norte que son México-Guadalajara y México-Zacatecas, facilitando el flujo de mercancías y capital (Fernández-Tejedo, 2012).

Para la realización de las actividades anteriores, el uso del agua fue uno de los recursos indispensable en el desarrollo de la economía; con el encauce de los ríos para anegación de los cultivos la región comenzó una rápida transformación en su configuración natural. Asimismo, con las diferentes prácticas económicas, la población creció rápidamente y León funcionó como productor agrícola y un importante centro habitacional debido a la llegada de inmigrantes por la gran oferta de trabajo ya que, León se situaba muy cerca de la zona minera (SAPAL, 2009). Sin embargo, con la gran cantidad de habitantes de diferentes partes del México colonial, fue necesario intensificar las formas de producción para satisfacer la demanda de alimentos con la agricultura de riego. Se ampliaron los cultivos y se construyeron obras para el almacenamiento de agua por largos períodos (Fernández-Tejedo, 2012).

A pesar de que el Bajío contaba con varias fuentes de agua, por sus características climáticas uno de los eventos naturales que se presentaron con frecuencia durante la colonia fueron las sequías, las cuales tuvieron lugar en los años de 1780, 1786 y 1791. Gracias a estos eventos, proliferaron construcciones para el almacenamiento de agua y asegurar la producción agrícola. Se construyeron desde obras muy costosas y elaboradas hasta la improvisación de formas para la obtención del líquido. En León y Silao, por ejemplo, la porción de terreno con la que contaban los dueños de tierras, debían asegurar a su vez una porción de agua para que la tierra tuviera un valor comercial, por lo que, la multiplicación de presas y sacas de agua se dio desde la fundación de estas villas (*ibídem*).

El movimiento de independencia trajo consigo una crisis en la actividad minera del Bajío, situación que favoreció el apogeo de la hacienda agrícola, en dónde el territorio permaneció más o menos estable (dentro del margen de lo permitido en medio de las pugnas) pues la producción agrícola fue constante y llegó a gran parte del país e incluso a otros países. Lo anterior reforzó las ciudades que ya se habían conformado en la época colonial gracias a que regularon la comercialización de los productos (Ramírez y Blanco. 2000).

Con las políticas que se implementaron para el desarrollo del país durante la década de 1940, en la región del Bajío, se dieron cambios significativos en esta zona del territorio mexicano, aunque sin perder la articulación económica tradicional de la colonia. La principal actividad en esta época fue la agricultura, la cual gracias al apoyo de fuertes subsidios se modernizó y expandió al norte de la República Mexicana, situación contraria al apoyo que se daba a esta actividad económica en el resto del país, por lo que se mantenía estable. Así mismo, la diversificación de producción se integró con la actividad agropecuaria y la ganadería (*ibídem*).

Sin embargo, la industria fue la condicionante para dar cambios importantes en la conformación espacial del Bajío debido a que se estableció el primer corredor industrial que corre de Querétaro a Guadalajara en dónde el capital privado fue quien impulsó dicha actividad y se reflejó en la infraestructura que se requirió para su práctica. Con la nueva inyección de capital y el establecimiento de la Ley de Protección a la industria expedida durante los últimos años de la década de 1940, León consolidó la tradicional industria del

zapato, cerca del 80% de la población económicamente activa se ocupaba directa o indirectamente en esta actividad (SAPAL, 2009).

Con la modernización del nuevo modelo económico en el Bajío, la coyuntura de las economías, formaron un sistema urbano regional con alta especialización, apuntalada en la diversidad de productos que se daban en aquel momento. Fue entonces que Querétaro, Celaya y los municipios de Los Altos de Jalisco se centralizaron en la producción agropecuaria. Irapuato en la producción de fresas para su exportación. Una parte de la región agrícola central de Guanajuato en la producción de brócoli; León y Guadalajara, en la industrialización de pieles que se comercializaban en diferentes ámbitos del territorio nacional para el desarrollo de la industria peletera (Ramírez y Blanco, 2000).

Con el paso del tiempo, la industria cobró mayor importancia y trascendencia no solo desarticulando las demás actividades, sino adecuándolas a su servicio. Para la segunda mitad del siglo XX, la crisis de la agricultura provocó dos situaciones importantes; la primera que los agricultores cambiaran a la actividad preponderante de la época, logrando así expandir el corredor industrial (de San Juan del Río hasta Irapuato con tendencia de llegar hasta León). El segundo cambió fue la expulsión de mano de obra especializada hacia Estados Unidos (principalmente), escenario que favoreció al país con las remesas y el arranque de nuevas líneas de inversión. Aunque la migración redujo significativamente la población en los núcleos poblacionales del Bajío, los habitantes dueños de tierras se quedaron para la renta de las mismas a la industria, manteniendo más o menos constante la densidad poblacional (*ibídem*).

En busca de nuevas fuentes de capital, el turismo surge como nueva actividad retribuida principalmente para las zonas mineras del Bajío (Guanajuato y San Miguel de Allende), por lo que la infraestructura de las ciudades se fue diversificando aún más para la promoción de dicha actividad. Aunque los servicios ya eran un elemento indispensable con las actividades económicas establecidas para entonces, la promoción del turismo diversificó e hizo aún más estables las ciudades (*ibídem*).

Es importante mencionar que el desarrollo de la economía en el Bajío no hubiera sido posible sin las vías de comunicación terrestre. El corredor industrial se organizó sobre dos

ejes carreteros principales que inician en San Juan del Río y para finales del siglo en cuestión, llegó hasta León con sus vías complementarias en la continuación de Querétaro a Apaseo el Grande y Celaya. La carretera federal 45 confirma la localización industrial, facilitando no solo el traslado de mercancías sino también de fuerza de trabajo. (*ibídem*).

Como era de esperarse, la concentración poblacional se dio en los centros urbanos de la región. Aunque no fue homogéneo y en su momento decreció por la migración, no fue obstáculo para la extensión de las urbes. Un ejemplo es la ampliación de la zona metropolitana de León gracias a los nuevos enclaves de la industria automotriz en Silao (*ibídem*).

Todo lo anterior reordenó el territorio del Bajío de la siguiente manera (Figura 2.3): el dinamismo de la economía se da por los dos ejes carreteros mencionados anteriormente al centro del Bajío; los cuales a su vez priorizan la principal actividad de la región que es la industria; por otra parte, condicionan la ampliación de los nodos (ciudades) del sistema económico regional. Finalmente, las actividades agrícolas y agropecuarias ocupan parte del centro y se amplifican hacia la periferia (*ibídem*).

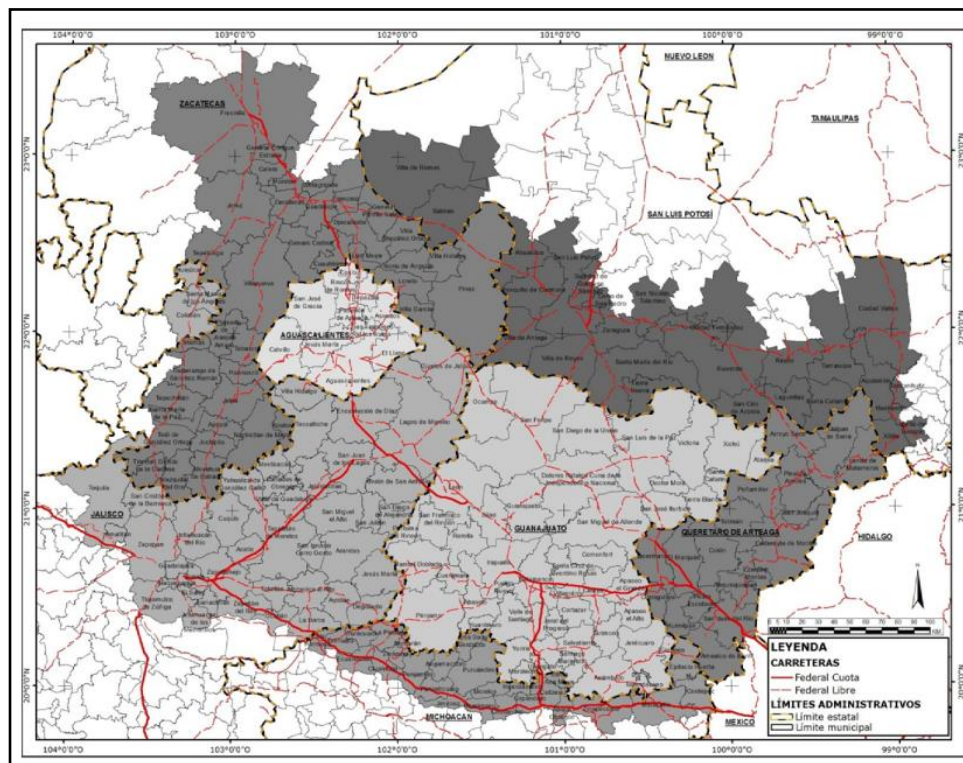


Figura 2.3. Delimitación actual del Bajío. Unger K., *et al.* (2011). Laboratorio de Geografía, Laboratorio de Economía.

Actualmente, uno de los problemas en el Bajío son los sistemas político-administrativos estatales y municipales que desarticulan la región y no permiten el desarrollo integral del mismo, pues la localización estratégica de las actividades económicas responde a intereses comerciales y mercantiles. Los jefes estatales involucrados en la conformación del Bajío, al no conformar una planeación estratégica regional, hacen que el sistema de ciudades crezca indiscriminadamente, dando paso a problemáticas sociales que no permiten del desarrollo de sus habitantes (*ibídem*).

Debido a la especialización económica desde la fundación de la región, ésta sigue creciendo y participando de manera importante en las actividades de producción del país. De acuerdo con Unger (2011) Guadalajara, Celaya-Querétaro y León, son responsables de las tres cuartas partes de la economía del Bajío, con Guadalajara aportando por sí solo un equivalente de lo que suman los otros dos. En segundo plano, los corredores de San Luis Potosí y Aguascalientes se reparten un 19%, mientras que el corredor Zacatecas realmente aporta muy poco, ligeramente menos del 4% del valor agregado de la región. Por su parte, León sigue con la misma tendencia económica con la industria automotriz y la tradicional de piel, sumado la especialización de servicios gracias al crecimiento urbano (Unger, 2011).

2.2 TRANSFORMACIÓN URBANA DE LEÓN

Como se mencionó anteriormente, la villa de León se funda junto con otras colonizaciones para conformar la región del Bajío. La principal función de ésta fue para ayudar al control de grupos rebeldes y asegurar la ocupación en las tierras del norte del México colonial; así mismo la nueva villa serviría como apoyo para la expansión de las empresas de la conquista (primordialmente los centros mineros) a través de diversas funciones con la agricultura para asegurar el abasto alimenticio y brindando los servicios necesarios para los trabajadores circundantes. También funcionaba como punto de paso para el transporte de las diferentes mercancías del Bajío. Así, se fundó la villa de León el 12 de diciembre de 1575, en dónde debían residir como mínimo cincuenta personas para vivir diez años (Labarthe-Ríos, 1997; Navarro-Valtierra, 2006).

Las actividades económicas proliferaron rápidamente por la demanda de abasto alimenticio y demás productos de los centros mineros y en menor proporción de las diferentes localidades alrededor de la villa. En consecuencia, la villa atrajo a más habitantes con cierto capital para invertir y establecerse en León. Comenzaron a abrir un buen número de negocios talleres y fábricas en servicio de las actividades propias de la época. Una de estas actividades propias que surgen en León y que lo han caracterizado a lo largo del tiempo es la curtiduría que se derivó de la ganadería. Los productos que se demandaban en los primeros años de esta nueva actividad eran cuero vacuno para el recubrimiento de las ruedas de las carretas, calzado, correas, entre otros (SAPAL, 2009; Labarthe-Ríos, 1997).

Uno de los factores determinantes en la configuración espacial de León es el uso del agua; en los primeros años, la cantidad de este recurso principalmente del río La Señora y sus afluentes, lo que hoy en día es el río de Los Gómez, era suficiente. Sin embargo, la villa creció rápidamente gracias a la prosperidad de la ganadería y la agricultura, por lo que cada vez se necesitaba mayor cantidad de agua y, para su manejo, las obras se multiplicaron y renovaron para aprovechar el agua de los ríos y las lluvias de irrigación en los campos de cultivo y demás actividades propias de la villa, en donde causó varios conflictos entre los habitantes para obtener parte del tan necesitado recurso. Para el final del siglo XVII, a pesar de que la pequeña y mediana propiedad era lo común en la estructura espacial de León, existían varias haciendas y ranchos destinados para la agricultura. Con el desarrollo económico la ciudad comenzó a expandirse hasta llegar a pueblos vecinos de San Miguel y San Francisco del Coecillo. A finales del siglo XVII las comunidades de Barrio Arriba y el Barrio San Juan de Dios ya formaban parte de la ciudad, en el siglo XVIII el número de calles aumentó a 510 (Navarro-Valtierra, 2006; Fernández-Tejedo, 2012).

Según Gómez y Vera (2013) la religión fue determinante en la conformación espacial de la ciudad, desde su fundación, con la creación de la Diócesis de León en 1863 se promovió una serie de reformas para la instauración de iglesias y monumentos en toda la ciudad para el fortalecimiento de la religión; también destacaban las variadas organizaciones sociales que en conjunto le daban un símbolo a la ciudad y en la cual la población se identificaba. Es importante destacar que la institución religiosa era dueña de un número importante de haciendas, terrenos y bienes por lo que tenía incidencia en la relación social de los habitantes.

Otro papel importante de la religión fue en la educación, pues esta institución fundó varias academias e institutos en sus diferentes niveles y de otras enseñanzas que fueron determinantes en la vida cultural de León.

Después de interrumpirse las actividades económicas por la guerra de independencia en gran parte del territorio mexicano, como consecuencia sobrevino una fuerte crisis. Sin embargo, al terminar el conflicto, la migración en León fue considerablemente alta, los nuevos habitantes llegaban de poblaciones cercanas a León, principalmente de Guanajuato y de Los Altos de Jalisco. De esta manera comenzó un nuevo modelo social. Asimismo, su localización permitió que la comercialización volviera a establecerse, con la migración la ampliación de la ciudad era inminente, así como el mejoramiento de la infraestructura no solo de edificios y construcciones que brindaban un nuevo aspecto (principalmente en el centro), sino con la construcción de nuevos caminos hacia Guadalajara y de Guanajuato a la capital del país, pasando por León. De esta manera, para 1830, León se reconoció oficialmente como ciudad y, para 1864, la demografía en la urbe era tal que se consideró como la segunda ciudad más poblada del país (SAPAL, 2009).

Como consecuencia del impulso de la industria en el Bajío, León fue una de las ciudades más favorecidas por esta actividad económica; hacia 1872, los establecimientos industriales eran numerosos y se concentraban en 273 manzanas y cerca de diez plazas. Por otro lado, las nuevas formas de transporte se diversificaron con la introducción del ferrocarril y más adelante el automóvil, las cuáles reorganizaron la ciudad e intensificaron el flujo de personas. Otra de las consecuencias que trajo consigo la industria fue la densidad poblacional, si bien desde el establecimiento de León el número de habitantes crecía a medida que progresaba la economía a través del tiempo, con la industria comenzaron problemas sociales importantes, pues la diferenciación en las clases sociales era significativa, en la cual los dueños de fábricas o pequeñas industrias y tierras eran quienes regían la vida económica de León. Por otro lado, la población que se asentaba en los límites de la ciudad era común que no contaran con los servicios básicos y la construcción de las viviendas era precaria y con materiales económicos.

Si bien en el pasado el abasto de agua ya era un problema, para finales del siglo XIX pasó a ser una verdadera dificultad, por lo que se construyó en 1876 un acueducto desde uno

de los ojos de agua a las fueras de la ciudad hasta el centro, el cual sirvió por muchos años pero que finalmente fue destruido. Más adelante se instaló una tubería para el abasto de agua potable en la ciudad. Sin embargo, la labor más importante fue el comienzo de la perforación de pozos para la extracción de agua del subsuelo (SAPAL, 2009). Aunque los remedios anteriores, mermaron la escasez de agua, no fueron implementados con una visión a futuro pues solo fueron estrategias reactivas y al contrario con la extracción del agua en el subsuelo en un futuro el problema se incrementa.

Después de la revolución mexicana, a pesar de la crisis y la salida de habitantes, la industria se vuelve a promover y resurge. Nuevamente comenzaron a llegar nuevos pobladores y durante la primera mitad del siglo XX se mantiene en un constante desarrollo. Por su parte, la industria tradicional zapatera que identificaba a León como principal productor, tuvo auge durante esta época por la fuerte demanda nacional y extranjera provocada por el poco abasto que se tenía debido a la segunda guerra mundial y al mismo tiempo se abastecía con diversos productos de piel a la milicia norteamericana. Este escenario dio paso a una nueva forma de organización económica con la proliferación de plazas o centros comerciales, la dinámica entonces ya tenía una clara tendencia para la especialización de los servicios y la agrupación de actividades económicas (SAPAL, 2009; Labarthe-Ríos, 1997; Gómez y Vera, 2013).

Para el siglo XX, diversos y complejos problemas surgen con las nuevas tendencias del modelo económico preponderante en el país. Por un lado, la crisis económica de la década de 1970 repercutió en algunas metrópolis. En León disminuyó la productividad de la industria zapatera y la curtiduría por lo que la población comenzó a diversificar la economía dando paso a la comercialización de bienes y servicios. Otra de las consecuencias de la crisis fue la falta de atención y estrategias que mantuvieran a la agricultura en producción, por lo que las migraciones del campo a la ciudad se dieron en grandes masas a las diferentes metrópolis del país, entre ellas León (Gómez y Vera, 2013).

La renovación y extensión del suministro de servicios se realizó a lo largo de la segunda mitad del siglo XX. En el abasto de agua potable se erigieron obras importantes, ya que para la primera mitad del siglo XX ya existía una sobreexplotación del agua subterránea, se

perforaron nuevos pozos y se instaló una nueva red de agua potable. Además, se construyeron sistemas de presas de regulación, una planta potabilizadora, la construcción de la presa El Palote y la creación del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León. La instalación del drenaje y pavimentación de las calles ya estaba completa solo en las principales calles y centro de la ciudad en 1952, pues existía un rezago importante entre la población con un 60% de habitantes que vivía en condiciones precarias (SAPAL, 2009).

Con la densidad demográfica y la constante expansión de la ciudad, a finales de la década de 1950 y principios de 1970 nacen tres nuevas colonias que son León Moderno, Jardines del Moral y Arbide y en la periferia, San Juan Bosco, Piletas, Vista Hermosa, San Antonio y San Felipe. Estos nuevos asentamientos requirieron nuevas vialidades que facilitaron la movilidad. Una de las vialidades más importantes que se construyeron en esta época y que modificó la organización espacial en León, fue el funcionamiento del boulevard López Mateos, el cual cruzaba toda la ciudad, en dónde más allá de vincular a la ciudad, su principal objetivo era la unión con la carretera federal 45, representando un nuevo acceso y conectividad para la ciudad. Con las nuevas formas de transitar, se volvió a reorganizar la ciudad descentralizándose las actividades económicas y reagrupándose en diferentes puntos siendo la comercialización especializada la preponderante (Gómez y Vera, 2013).

En un diagnóstico ambiental que realizó el Instituto Municipal de Planeación de León (IMPLAN) en 2013, en un período de 18 años (de 1993 a 2011) el uso de suelo en la ciudad de León cambió a suelo urbano (Figura 2.6). En este tiempo, la tendencia del crecimiento urbano es al sureste cruzando los límites municipales hasta alcanzar el municipio de Silao, localizándose dos tipos de asentamientos que son los conjuntos habitacionales cerrados y hacia el sur los asentamientos irregulares. En este período la ciudad alcanzó la categoría de metrópoli.

La construcción de las vialidades de anillo periférico norte y la carretera que conecta con la localidad de Lagos de Moreno, condicionó en menor medida la extensión de la urbe al norte. Hacia el poniente, el crecimiento de la ciudad se obstaculiza un poco por las serranías que se encuentran en esta parte de León.

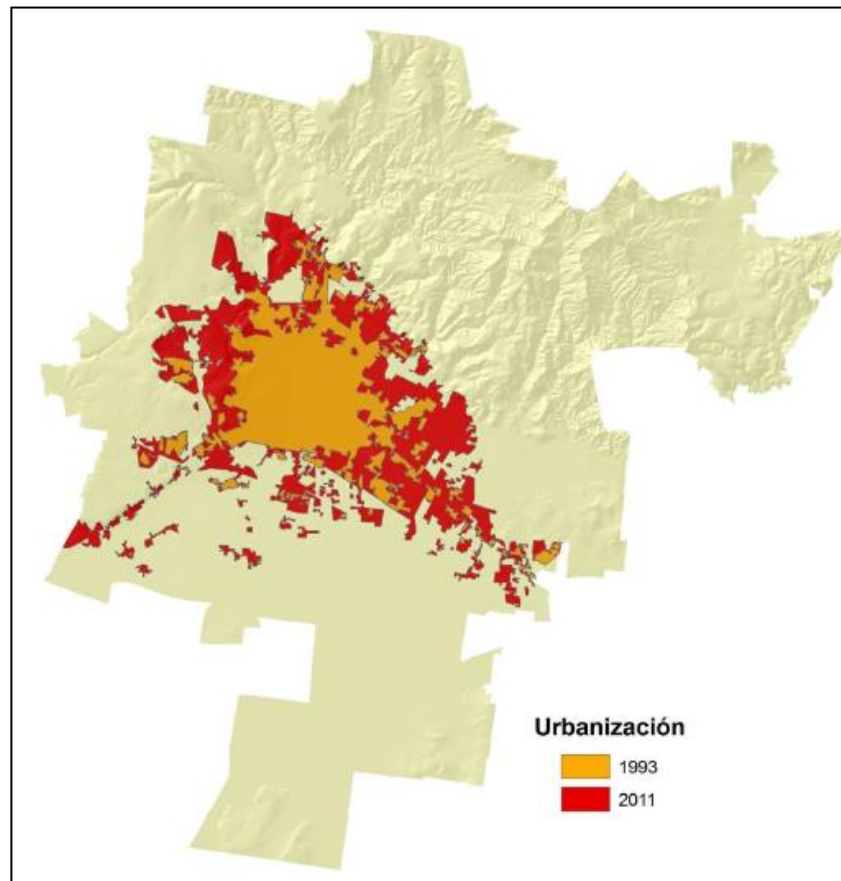


Figura 2.6. Extensión de la mancha urbana de 1993 a 2011. IMPLAN (2013).

A lo largo de la historia de León son claros tres factores inherentes en la configuración espacial de la ciudad, el primero y más importante de ellos son las variadas y diferenciadas actividades económicas que condicionaron la forma en cómo y dónde se fueron asentando los habitantes a lo largo del tiempo. De éste, se derivan los siguientes dos factores que son, por un lado, la constante inmigración a la ciudad prácticamente desde su fundación, la cual fue expandiendo la mancha urbana hasta convertirla en una gran metrópoli, y por el otro lado, el uso y manejo del agua, recurso que se volvió en un principio, indispensable para el desarrollo económico y que con la densidad demográfica se convirtió en uno de los mayores problemas de la ciudad y el cual se trató de solucionar con la mejora en la infraestructura hidráulica.

El mal manejo del agua, no solo ha provocado desabasto, sino también y paradójicamente provocó varias y severas inundaciones que también configuraron la dinámica espacial de León desde su fundación. Debido a su importancia y trascendencia, es necesario analizar el origen y consecuencias de este fenómeno en otro apartado de este estudio.

esta situación a su vez provocó la construcción de presas y bordos clandestinos. Con todas las precarias obras hidráulicas el suelo se reblandeció favoreciendo la inestabilidad del curso de los ríos y el depósito de materia orgánica, así las inundaciones se hicieron presentes en León (Fernández-Tejedo, 2012).

En la tabla 2.1 se describen las diferentes inundaciones que se formaron en León indicando el origen, los daños y el nivel de agua que alcanzó. La información se generó a través del Archivo Histórico de León, de informes del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León (SAPAL), la base de datos DesInventar de La Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (La Red) y de la base de datos de Protección Civil de León (principalmente). Es importante recalcar que la información sobre el tema es escasa por lo que los detalles acerca de las mismas no fueron posibles de recabar.

Tabla 2.1. Registro de inundaciones en la ciudad de León

AÑO	CAUSA	DAÑOS	TIRANTE
1608	Desbordamientos del río de Los Gómez	SD	SD
1629	Desbordamientos del río de Los Gómez	SD	SD
1637	Desbordamientos	Daños estructurales y evacuación del Hospital y Convento del Espíritu Santo, así como de la iglesia	40 cm
1645	Los bordos no resisten y se desborda el río de Los Gómez	SD	SD
1649	Desbordamiento del río Los Gómez y el arroyo el Coecillo	Derrumbe de algunas casas	SD
1749	La obra de contención no resiste y se desborda el río Los Gómez	Destrucción de más de 500 casas	SD
1762	Desbordamientos	SD	SD
1803	Inundación por intensas lluvias	SD	83 cm

AÑO	CAUSA	DAÑOS	TIRANTE
1883	Inundación por intensas lluvias	SD	SD
1865	Una fuerte avenida del arroyo Machigües	Destrucción de 800 casas	150 cm
1888	Lluvias constantes que culminaron en una fuerte avenida	Más de 2000, casas destruidas, destrucción de parte de la traza urbana, 242 muertos, 1.400 desaparecidos y una pérdida económica de más de 2,150,000 pesos	200 cm
1890	Inundación por intensas lluvias	SD	SD
1911	Precipitaciones extraordinarias que resultaron en una gran avenida desbordamiento del arroyo El Muerto	Destrucción de casas en el barrio el Coecillo	SD
1915	Inundación por intensas lluvias	SD	SD
1926	Desbordamiento de los ríos Los Gómez y El Muerto por la destrucción de la cortina de la presa Hacienda Arriba	Inundación en los barrios de Santiago y Coecillo, interrupción de todas las comunicaciones, destrucción de viviendas, muertos y damnificados	50 cm
1936	Desbordamiento del arroyo Mariches	No hay datos	
1971	Desbordamiento de los ríos de El Ejido, El Refugio, Alfaro, El Muerto, Los Gómez y Las Liebres por fuertes lluvias	Inundación de 13 a 15 colonias del norte, y sur de la ciudad en las cuales se evacuó a millares de familias, el Barrio El Coecillo se inundó completamente. Inundación en la Central de Autobuses	200 cm
1973	Precipitaciones intensas generando desbordamiento en los arroyos Mariches, El Muerto, El Ejido, Las Liebres y el río de Los Gómez	Inundaciones en varias colonias de la ciudad y municipios como Juventino Rosas, Comonfort, Celaya, Apaseo El Grande, Salamanca e Irapuato	SD
1980	Inundación por intensas lluvias	No hay datos	SD

AÑO	CAUSA	DAÑOS	TIRANTE
1976	Fallas en la presa El Palote y desbordamiento del arroyo Las Liebres	Inundación en colonias populares al suroeste de la ciudad resultando 572 familias afectadas	SD
1981	Inundación por intensas lluvias	No hay datos	SD
1991	Inundación por intensas lluvias	1500 hectáreas de cultivo pérdidas	SD
1991	Inundación por intensas lluvias	1700 damnificados, 340 casas afectadas	SD
1993	Inundación por intensas lluvias	No hay datos	SD
1936	Desbordamiento del arroyo Mariches	No hay datos	SD
1971	Desbordamiento de los ríos de El Ejido, El Refugio, Alfaro, El Muerto, Los Gómez y Las Liebres por fuertes lluvias	Inundación de 13 a 15 colonias del norte, y sur de la ciudad en las cuales se evacuo a millares de familias, el Barrio El Coecillo se inundó completamente. Inundación en la Central de Autobuses	SD
1973	Precipitaciones intensas generando desbordamiento en los arroyos Mariches, El Muerto, El Ejido, Las Liebres y el río de Los Gómez	Inundaciones en varias colonias de la ciudad y municipios como Juventino Rosas, Comonfort, Celaya, Apaseo El Grande, Salamanca e Irapuato	SD
1980	Inundación por intensas lluvias	No hay datos	SD
1976	Fallas en la presa El Palote y desbordamiento del arroyo Las Liebres	Inundación en colonias populares al suroeste de la ciudad resultando 572 familias afectadas	SD
1981	Inundación por intensas lluvias	No hay datos	SD
1991	Inundación por intensas lluvias	1500 hectáreas de cultivo pérdidas	SD

AÑO	CAUSA	DAÑOS	TIRANTE
1991	Inundación por intensas lluvias	1700 damnificados, 340 casas afectadas	SD
1993	Inundación por intensas lluvias	No hay datos	SD
1994	Precipitaciones intensas y mal funcionamiento del drenaje	Se registraron cuatro incendios, derrumbe de alumbrado público, inundación en las principales vialidades de la ciudad como María Dolores, La Piscina, Morelos, 10 de Mayo, Manzanares y por el rumbo del parque Hidalgo	SD
1996	Desbordamiento del arroyo Mariches por precipitaciones intensas	Ocho decesos, viviendas destruidas y 300 damnificados. Afectaciones en la vialidad Blvd. López Mateos	SD
1998	Inundación por intensas lluvias	Inundación en la vialidad Blvd. López Mateos, prolongados apagones y desperfectos en viviendas	SD
2001	Inundación por intensas lluvias	Las lluvias provocaron desquiciamiento en los principales bulevares y dañaron cientos de bodegas locales comerciales aledaños a la Central Camionera. La presidencia municipal reportó daños a la red de cómputo interno y anegaciones en el Centro de Capacitación para el empleo. La tormenta arrastró toneladas de lodo, basura y árboles en varias zonas.	SD
2002	Inundación por intensas lluvias	Daños en carreteras	SD
2003	Inundación por intensas lluvias que provocaron el desbordamiento de los arroyos Mariches y El Salto	Daños en colonias de San Antonio y la Piscona	SD
2003	Desbordamiento de los ríos Lerma, Laja, Turbio y Santiago	No hay datos	SD

AÑO	CAUSA	DAÑOS	TIRANTE
2004	Inundación por intensas lluvias provocando el desbordamiento de los ríos Las Liebres, La Tinaja y El Salto	Oriente del municipio de León, se inundaron 7 colonias y daños en 61 viviendas al igual que se arrastraron toneladas de basura	SD
2004	Inundación por intensas lluvias debido a un frente frío. Se desbordó la Presa Ojo de Agua de los Reyes	70 viviendas afectadas y cientos de hectáreas de cultivo pérdidas	SD
2006	Inundación por intensas lluvias	20 viviendas afectadas	SD
2006	Inundación por intensas lluvias	No hay datos	SD
2007	Inundación por intensas lluvias que se prolongaron 36 hrs.	No hay datos	SD
2007	Inundación por intensas lluvias	No hay datos	SD
2007	Inundación por intensas lluvias debido al frente frío No. 7. Se desbordaron varios afluentes	Inundación de viviendas y vialidades	SD
2008	Inundación por la ola tropical No. 25. Se desbordan 12 arroyos	Se inundó también el sótano de la biblioteca, la cafetería y los salones de la Unidad Académica para la Cultura y las Artes de la Universidad de Guanajuato. Se dañó la subestación eléctrica, los controles del circuito cerrado y el sistema de emergencia. 200 estudiantes suspendieron clases. El foro cultural también se inundó	SD
2009	Desbordamiento de varios ríos y arroyos	Daños en viviendas, carreteras y caminos.	SD

*SD: Sin dato

Fuente: Archivo Histórico de León, Informes del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León (SAPAL), la base de datos DesInventar de La Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (La Red) y de la base de datos de Protección Civil de León.

Analizando la tabla anterior se determina que el factor detonante de las inundaciones son siempre las intensas lluvias por diferentes fenómenos. Por su parte, las obras hidráulicas para contener las avenidas no fueron suficientes. Otro de los puntos a observar es que a pesar de que las inundaciones se han generado en toda la ciudad, en cada punto de la urbe se dieron por temporadas. Es decir, a principios del establecimiento de la villa, como consecuencia, las inundaciones se presentaron en las márgenes del río Los Gómez, donde la población se asentó cerca de sus márgenes para aprovechar el líquido. A medida que la población crecía y la mancha urbana se extendía, la constante de la población para establecerse cerca de las planicies de los ríos daba lugar a un manejo inadecuado y un cambio drástico en la estructura de las corrientes por lo que se generaban las inundaciones.

Aun cuando desde la primera inundación se comenzaron a tomar medidas para evitar su ocurrencia, éstas eran precarias y poco eficientes por lo que con las grandes avenidas en época de lluvias siempre se veían rebasadas. Las inundaciones de 1649, 1749 y 1762 provocaron graves perjuicios en la ciudad, la construcción de un dique sobre las márgenes del río los Gómez se prolongó hasta 1794. No obstante, ésta obra también sucumbió y en 1803 otra inundación ocurrió en la ciudad por lo que se decidió construir un dique de calicanto en el costado izquierdo de Los Gómez (SAPAL, 2009).

Como ya se mencionó anteriormente, fueron dos grandes inundaciones que modificaron la estructura espacial y social de León, por lo cual, a continuación, se detallarán los principales cambios en cada una de ellas.

La inundación de 1888 se originó por las lluvias constantes durante 15 días, los ríos de Machigües, Mariches y de Los Gómez se desbordaron finalmente el 18 de junio por varios puntos del barrio el Coecillo. En algunas calles el agua alcanzó los 2 m de altura. La recuperación no fue fácil, como era de esperarse con la catástrofe, muchos negocios, talleres y fábricas se vieron seriamente afectados por lo que la vida económica se detuvo, fue entonces que toda la población se organizó y colaboró para reconstruir la ciudad y retomar la vida habitual. De los problemas que traían consigo por este peligro fueron los sanitarios que dieron paso a epidemias, así en 1833 y 1850 el cólera *morbis* brotó (SAPAL, 2009; Labarthe-Ríos, 1997).

Otra de las consecuencias que provocó la inundación además del considerable número de muertes fue la migración principalmente de aquellos que contaban con el capital para empezar en otra ciudad. El cambio espacial que se suscitó en la ciudad con el desastre fue la creación de dos nuevas colonias en las partes altas, El Calvario al noroeste dónde la topografía es medianamente plana y, en un terreno más accidentado se estableció El Santuario al este, ambas constituidas por el proletariado leonés más damnificado y promovidas por dos representantes religiosos (Labarthe-Ríos, 1997).

Al ocurrir la inundación durante el impulso de la industria que se tenía en general en el país, en León se aprovechó, por decirlo de alguna manera, el desastre para acelerar el proceso de industrialización y un nuevo modelo económico, por lo que la recuperación fue relativamente rápida con la inyección de capital principalmente extranjero activándose nuevamente la vida económica, por consiguiente, el desplazamiento de gente a León se hizo inminente (*ibídem*).

En el otro gran desastre por anegaciones que se produjo en 1926 la situación política y económica en la ciudad era diferente. En esta ocasión con los conflictos armados de la revolución mexicana y por el conflicto religioso, la economía en León nuevamente se vio restringida antes del desastre por lo que la recuperación fue más lenta (*ibídem*).

Otra vez las lluvias intensas fueron el origen y provocaron graves daños como en la inundación pasada y los cambios demográficos no se hicieron esperar. La estructura espacial volvió a cambiar, pues los nuevos afectados buscaron zonas que fueran seguras y lejos de los estragos que se daban con las inundaciones. Así, las colonias La Industrial, Bella Vista, Guadalupe y Obrera nacieron gracias al desastre y las cuales paradójicamente ampliaron la mancha urbana en las zonas altas, al oeste de la ciudad (SAPAL, 2009; Labarthe-Ríos, 1997).

Las principales figuras sociales en la recuperación de la ciudad, además del Ayuntamiento también lo fue la Iglesia, que como se mencionó en apartados anteriores fue una de las instituciones que determinaron la configuración espacial de León y en estas catástrofes participó activamente en la organización de las actividades de salvamento, atención a los damnificados, recepción y distribución de auxilio y donativos que se recibían del exterior, así

como promover las acciones inmediatas de reacondicionamiento urbano (Labarthe-Ríos, 1997).

Con estos dos desastres, el gobierno municipal buscaba soluciones definitivas para disminuir el peligro por inundación. Primero se realizaron obras de reforzamiento y limpieza en el río Los Gómez y al mismo tiempo se emprendieron obras mayores con la construcción de una presa para el control de avenidas, la cual regularía las aguas de los ríos la Patiña y Los Castillos, entre otros que se conectan con Los Gómez. A su vez, la presa serviría como fuente para asegurar el abasto de agua, situación que era cada vez más difícil de brindar a la ciudadanía (SAPAL, 2009).

De esta manera la construcción de la presa El Palote comenzó en noviembre de 1953 bajo la dirección de la empresa La Victoria, S.A. siendo ésta la primera gran obra hidráulica de León. Asimismo, para 1976 comenzó una serie de construcciones para el establecimiento de una red de presas de regulación para la contención del agua, la cual terminó en 2008 con la última presa de control de avenidas Mariches ubicada al norte de la ciudad (SAPAL, 2009).

Para Labarthe-Ríos (1997), la recuperación de ambos desastres era crucial, pues la economía regional del Bajío dependía en gran medida de las actividades de la ciudad de León, por lo que, la reorganización y modificaciones espaciales estuvieron en función de las actividades económicas que imperaban en esta región.

2.4 EL MUNICIPIO DE LEÓN

El municipio de León se localiza al noroeste del estado de Guanajuato que a su vez colinda con el estado de Jalisco (Figura 2.8). Según el Instituto Municipal de Planeación de León (IMPLAN, 2013) el municipio ocupa una extensión territorial de 1,283 km², en donde la mancha urbana cuenta con 216.92 km². Según el Censo de Población y Vivienda del INEGI (2010), el municipio de León es el sexto municipio más poblado del país con un total de 1, 436, 480 habitantes. En este ámbito, la cabecera municipal (León de los Aldama), es el punto de

atracción de la población y alrededor de ésta es donde se presentan los mayores asentamientos de viviendas del estado (IMPLAN, 2014).

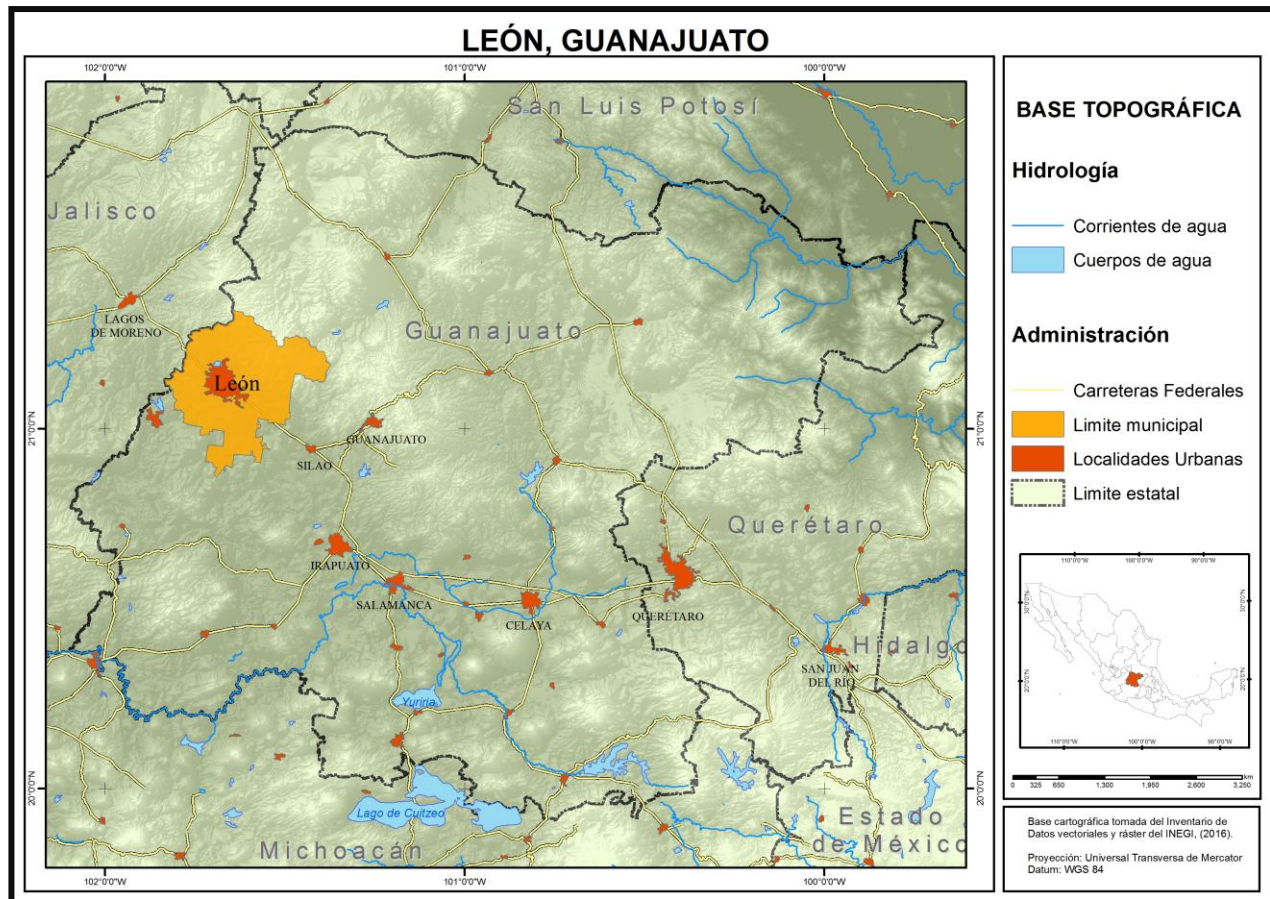


Figura 2.8. Localización del municipio de León. Base cartográfica tomada del inventario de datos Vectoriales y Raster del INEGI (2016).

De acuerdo con el Programa Municipal de Desarrollo Urbano y de Ordenamiento Ecológico y al Programa Municipal de Desarrollo Territorial de León (2015), el municipio de León se divide en tres zonas geográficas:

- La zona norte que es la más accidentada en donde se presentan elevaciones que van de los 1900 a los 2800 metros sobre el nivel del mar (Figura 2.9). La cobertura vegetal predominante es matorral espinoso y bosque de pino y encino. En ella se ubican 135 localidades destacando en el ámbito rural y semi-urbano por lo que se practican actividades agrícolas y ganaderas. En esta parte del municipio se localiza la Sierra de Los Lobos que funciona como reserva natural (IMPLAN, 2015).

- b) El centro de León, área tradicionalmente urbana, se caracteriza por contar con grandes extensiones de llanuras y lomeríos. Esta es la zona con mayor densidad poblacional y cuenta con gran concentración de equipamiento para su funcionamiento. Debido a la urbanización, la gran mayoría de los problemas ambientales se localizan en esta parte del municipio (*ibídem*)
- c) Por último, la zona sur está constituida por una llanura aluvial, por consiguiente, es un área con actividades agrícolas. En esta región de León se localizan 230 localidades. Además, se practica la agricultura y ganadería y se concentra la actividad industrial (*ibídem*) (Figura 2.10).

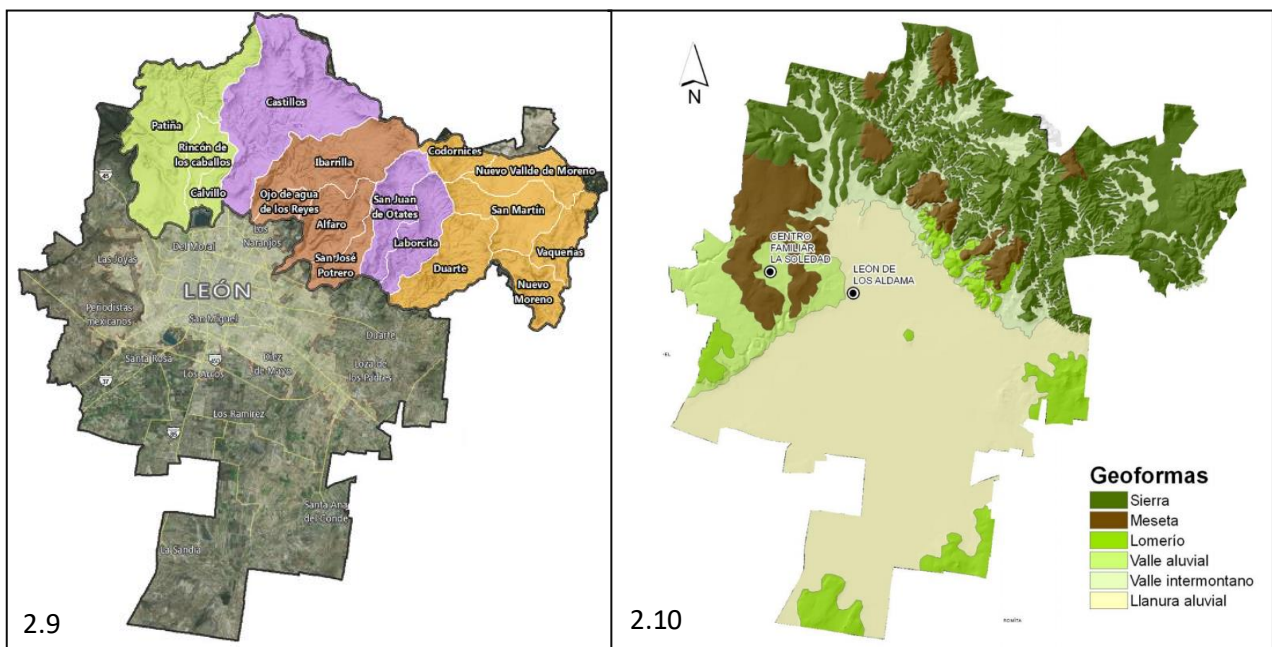


Figura 2.9. Zona norte del Municipio de León. Diagnóstico Ambiental de León, IMPLAN (2013).

Figura 2.10. Geoformas del Municipio de León. Diagnóstico Ambiental de León, IMPLAN (2015).

El municipio de León pertenece a la región hidrológica No. 12 Lerma-Santiago, que a su vez se ubica en la cuenca de Lerma-Santiago y en la subcuenca Palote-Río Turbio. Asimismo, una parte de la región pertenece a la cuenca del Río Verde-Santiago cuyas aguas desembocan en el océano Pacífico. El principal afluente es el río de Los Gómez el cual corre en dirección noroeste-suroeste que comienza desde la presa El Palote y llega hasta la localidad de San

Francisco del Rincón. Este funciona como recolector de las aguas residuales de la ciudad. Sus afluentes principales son los arroyos Los Castillos y Hacienda Arriba. Los otros ríos que se unen al de Los Gómez son los Mariches, El Muerto, Álvaro y los Sauces. La principal aportación de agua en la cuenca viene de las corrientes en las estribaciones de la Sierra de Guanajuato, ubicada al norte del municipio de León (CONAGUA, 2002) (Figura 2.11).

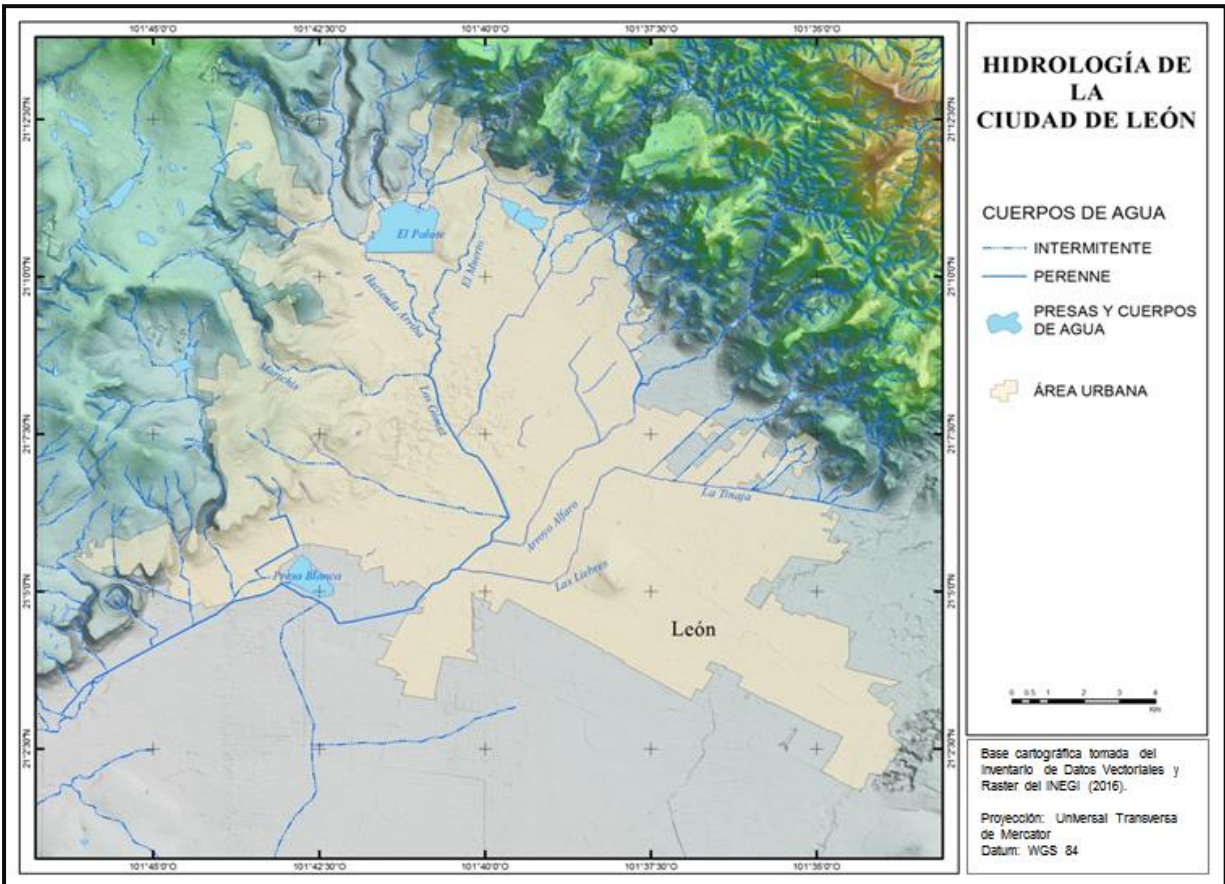


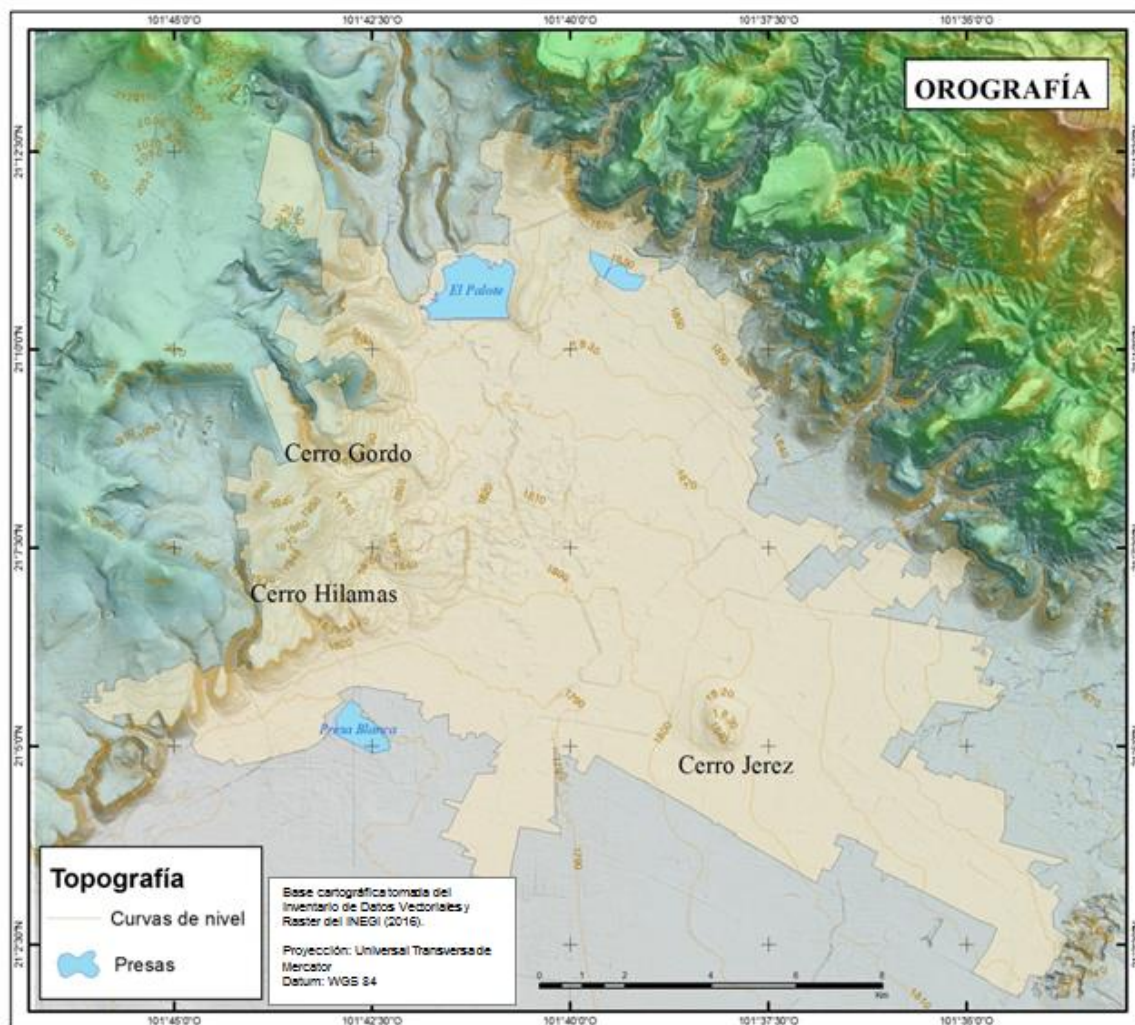
Figura 2.11. Hidrología en la ciudad de León. Base cartográfica tomada del Inventario de datos Vectoriales y Raster

2.5 LA CIUDAD DE LEÓN

Actualmente la urbe se localiza dentro de una llanura aluvial en la cual el relieve se presenta más o menos plano debido a que las pendientes no llegan a más de 3° y se extiende hacia el sur, sobrepasando los límites del municipio. El origen del terreno se debe al producto de depósitos de material sedimentario y aluvial. Esta topografía es predominante en el municipio y forma el denominado Valle de León, zona tradicionalmente agrícola y parte

angular del Bajío, el cual sigue funcionando como tal en la actualidad. Por otro lado, las fuerzas de distensión además de generar fosas tectónicas provocan inestabilidad en la región por fallas, deslizamientos y hundimientos (IMPLAN, 2013).

Las elevaciones que destacan dentro de la ciudad son el cerro de las Hilamas al suroeste, el cerro Gordo hacia el noroeste y el cerro Jerez al sureste de la ciudad (Figura 2.12) (INEGI, 2015). Tres cuartas partes de la ciudad son planas, el área prominente de la ciudad se localiza en la parte occidental y en algunas partes al norte de la mancha urbana.



En sus inicios, la Villa de León, se estableció en las márgenes del río Los Gómez, en donde los primeros pobladores se asentaron en tres cuartas partes del territorio que eran planas. A merced de las diferentes oportunidades de progreso que ofrecía la zona, su crecimiento fue inevitable y debido a las diferentes inundaciones, principalmente las de los años de 1888 y 1926, la población buscó zonas seguras, es decir, zonas altas para evitar ser víctimas de anegaciones. De esta manera, después de la segunda mitad del siglo XX la ciudad de León se extendió al norte cerca de los valles intermontanos (Labarthe-Ríos, 1997).

Gracias a la inserción y al fortalecimiento de la industria por parte del Estado, la ciudad se extendió al sur, zona en donde se localiza el corredor industrial en la cual la infraestructura que destaca son gasoductos, bodegas y fábricas (Figura 2.13). En esta área se distribuyen 45 localidades en una superficie de 49.84 km² y la conforman personal de mano de obra que labora en dicha actividad económica (*ibídem*).

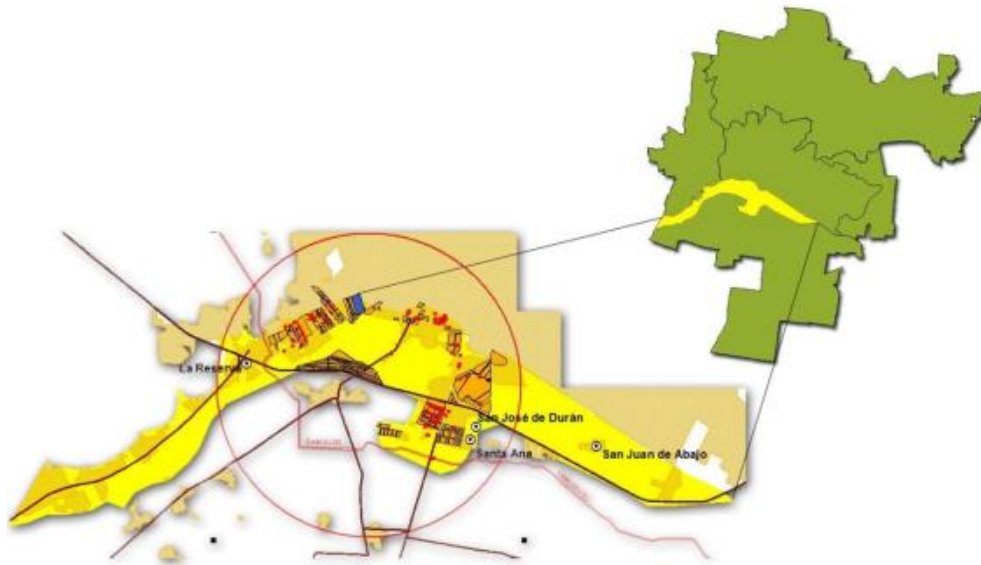


Figura 2.13. Corredor industrial de la ciudad (IMPLAN, 2013).

En los últimos cinco años, el uso de suelo urbano en Guanajuato va ganando terreno y un 61.4% de la población se concentra en áreas urbanas y semi-urbanas. Los municipios que cuentan con el mayor número de población en Guanajuato son Purísima del Rincón, León y Silao (INEGI, Encuesta Intercensal, 2015; Atlas de Riesgos de León, 2013).

En la actualidad, la extensión de la mancha urbana sigue prolongándose hacia el sur, hasta alcanzar las áreas conurbadas de los municipios de Purísima del Rincón, San Francisco del Rincón y Silao. Es así que el conjunto de estas localidades forma parte de la zona metropolitana más importante de Guanajuato la cual cuenta con una superficie de 3,087 km² y una población de 1, 791,869 habitantes (IMPLAN, 2014) (Figura 2.14).

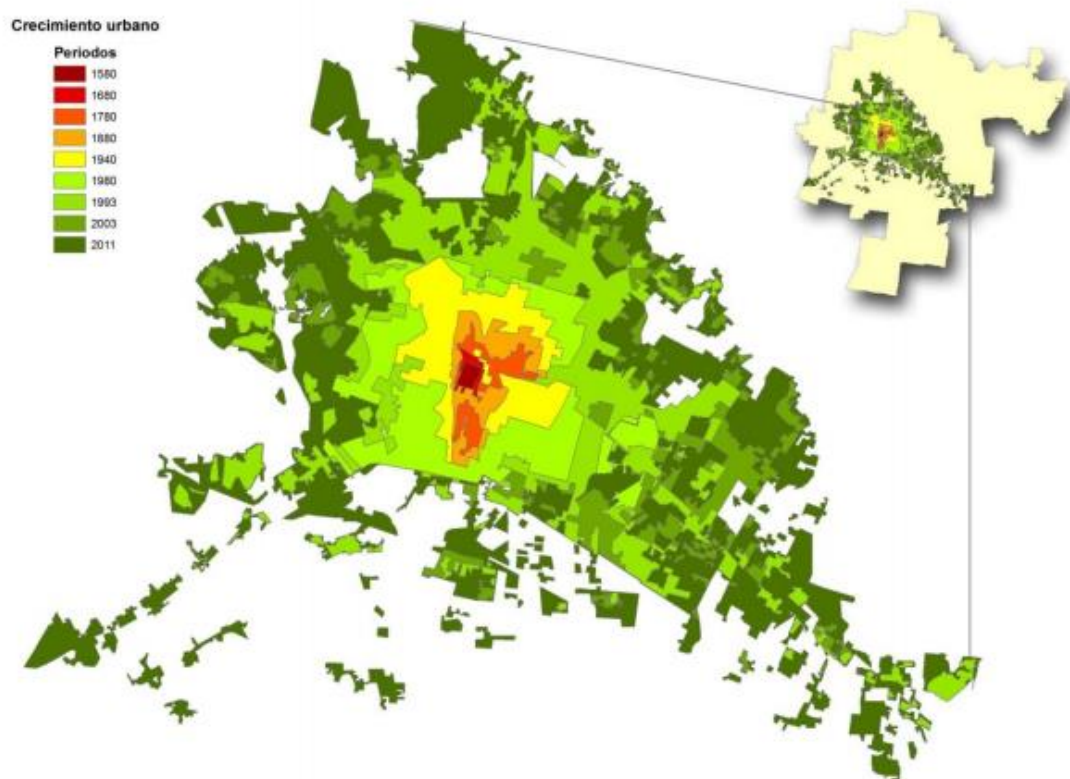


Figura 2.14. Extensión de la mancha urbana de 1580-2011. IMPLAN (2013)

2.5.1 ECONOMÍA

Tradicionalmente las actividades económicas en León son la agricultura, la ganadería y la industria, las cuales continúan articulándose entre sí. Sin embargo, la práctica de la agricultura se reconfiguró con el fin de sustentar y explotar al máximo la actividad industrial.

La reestructuración en la actividad agrícola generó cambios en el uso de suelo y disminución de su práctica. Según Martínez-Borrego (2015), de 1970 a 2013 se ha reducido la superficie agrícola que alcanzó un decremento aproximadamente del 30%, la cual según la autora se debe principalmente a tres factores:

- 1) Un cambio en el patrón de cultivos para llevar a cabo una agricultura especializada. Esto debido a que la mayoría de los productos son de exportación y deben satisfacer demandas internacionales por lo que la producción pasó de cultivos tradicionales (trigo, maíz y frijol) a la producción de hortalizas.
- 2) Cambios de usos de suelo, favoreciendo la industria, zonas comerciales y residenciales. En Silao, por ejemplo, el cambio de uso de suelo se debe a la integración del municipio a los corredores industriales y comerciales. Esta situación generó que los agricultores abandonaran las tierras de cultivo y comenzaran a emplearse en la industria.
- 3) Falta de apoyo por parte del Estado a pequeños productores, esto debido a que los insumos para los productos de exportación son altamente costosos y requieren de maquinaria especializada. De esta manera, la actividad agrícola la llevan a cabo medianos y grandes productores.

Asimismo, las actividades terciarias ganan cada vez más terreno en el municipio y sobre todo en la metrópoli. Gracias a la rápida urbanización, aproximadamente el 60% de la población ocupada en el 2010 trabajaba en el sector terciario, el 38% en el sector secundario y el 0.5% en el sector primario (IMPLAN, 2015).

2.5.2 ÁREA DE ESTUDIO

En el presente trabajo el área para determinar la estimación del nivel de riesgo por inundación se limitó a la parte sur oriental de la ciudad de León (Figura 2.15). Esta área se demarcó con base en el registro de las inundaciones que más han afectado a la ciudad en las últimas décadas y comprende aproximadamente 922 manzanas. Los afluentes que causan inundaciones principalmente por desbordamientos son los arroyos Las Liebres y La Tinaja. Al cruzar los límites de la ciudad, estos arroyos se encuentran canalizados hacia las afueras de la misma y hacia el este el cauce es natural.

El arroyo La Tinaja inicia en la desembocadura del arroyo Arado, su longitud es de 4.9 km y corre de oriente a poniente y sobre el boulevard La Luz hasta llegar al arroyo Las Liebres. La canalización del arroyo es improvisada a pesar de que corre sobre una vialidad importante. Hacia las afueras de la ciudad presenta poca vegetación la cual se fue quitando paulatinamente para dar lugar al desarrollo de fraccionamientos (IMPLAN, 2012).

Asimismo, el arroyo Las Liebres comienza en la intersección del Blvd. La Luz, sitio de convergencia entre los arroyos La Tinaja y Magisterial, tiene una longitud de 7.4 km y desemboca en el río Los Gómez. Es un arroyo que en su curso se encuentra canalizado con elementos de improvisación y con infraestructura bien elaborada. Dentro de la ciudad la canalización fluye sobre una vialidad y hacia las afueras de la mancha urbana se puede encontrar en su cauce natural (*ibídem*). Ambos arroyos presentan una canalización insuficiente debido al crecimiento desmesurado de la urbanización y la población hacia el suroeste de la ciudad en las últimas décadas, lo cual continúa hoy en día. En el caso de Las Liebres la transformación más importante es el cambio de cauce por lo que los desbordamientos son comunes (*ibídem*).

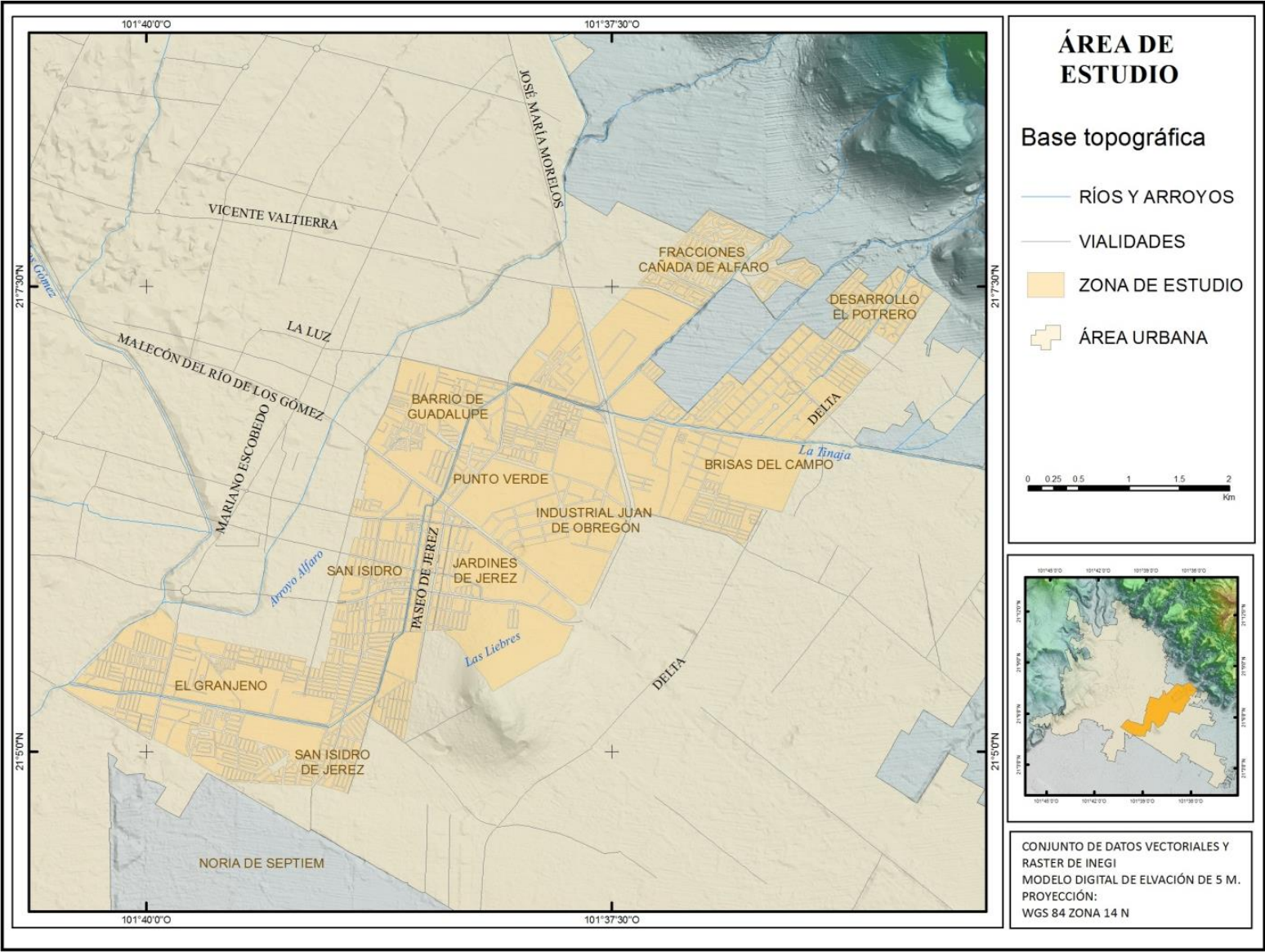


Figura 2.15. Área de estudio. Base cartográfica tomada del Inventario de datos Vectoriales y Raster del INEGI (2016).

2.5.3 COMPONENTES SOCIALES

En la parte noreste del área de estudio se localizan dos de las colonias con alto índice de pobreza. La primera es la colonia San Francisco, la cual cuenta como principal vía de comunicación el Blvd. de La Luz. El período donde se presentó el incremento de población más importante fue del año 2000 al 2005 con un 44.6%, el factor principal fue la autoconstrucción de vivienda (Guzmán y Vargas, 2012).

La segunda colonia con alto índice de pobreza es Diez de Mayo de la cual parte de ella se ubica al sur del área de estudio, la falta de conectividad es uno de los mayores problemas. Es una de las colonias con alta densidad demográfica que es igual a los 7,000 habitantes por kilómetro cuadrado (Guzmán y Vargas, 2012; IMPLAN, 2010).

Otra de las zonas a destacar es la zona industrial de la ciudad puesto que parte de ella se ubica al sur del área de estudio por lo que esta zona está integrada principalmente por mano de obra industrial. Gran parte del área de estudio es zona habitacional, solo una pequeña porción de ésta cuenta con áreas comerciales dedicadas al sector de servicios. Se localiza al centro de la misma, cerca de la llamada “zona piel”, área comercial en donde se ofrecen principalmente productos de piel.

CAPITULO 3

ESTIMACIÓN DE LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD Y PELIGRO

3.1. ESTIMACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

Varios son los factores que inciden directa e indirectamente en el nivel de vulnerabilidad de una comunidad. Es por lo anterior que, para entenderla en el área de estudio, es necesario analizar la dinámica social en la que se encuentra. Siguiendo esta idea, a continuación, se detallan los aspectos más importantes.

Problemas como falta de equipamiento, densidad demográfica, hacinamiento, áreas con alto grado de marginación, generación excesiva de residuos tóxicos, entre otros, son problemas comunes en las ciudades. Sin embargo, estos problemas, se derivan de las diferentes dinámicas sociales que se presentan en cada ciudad, los cuales responden y deben ser abordados tomando en cuenta las características particulares de las mismas. En esta investigación, se presentan las principales problemáticas sociales que reconfiguran y refuerzan el nivel de vulnerabilidad en la ciudad de León.

3.1.1 MIGRACIÓN

La población del estado de Guanajuato se incrementó hasta 4.8 veces de 1900 a 2009, período en el cual destacaron los municipios de Purísima del Rincón, León, Tierra Blanca y Silao. Sin embargo, para el fin de dicho periodo, León, Irapuato, Celaya y Salamanca concentraban poco más de la mitad de la población con un total de 2.6 millones de residentes (Atlas de Riesgos de León, 2013). Es así que la distribución de la población se concentra en las áreas metropolitanas del estado.

En el caso particular de León, la densidad poblacional según el Atlas de Riesgos de León (2013) para el 2010 es de 757.7 hab/km² por lo que se convierte en el municipio más poblado de Guanajuato con una población total de 1,436,480 (IMPLAN, 2015). Uno de los factores que incrementa el número de residentes en León es la migración. De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda de 2010 de INEGI, entre los años de 2005 y 2007, 2.67% de los habitantes procedían de otros estados del país.

Desde sus inicios, la migración estuvo presente en la ciudad, como se mencionó antes, la ciudad de León es tradicionalmente una región de diversificación económica y por tanto brinda oportunidades de inclusión laboral. Sin embargo, al ser una zona atrayente de diferentes habitantes del país, las dinámicas sociales cambian drásticamente en cortos períodos.

Entre las principales problemáticas que ocasiona el fenómeno migratorio se encuentra el establecimiento de viviendas irregulares. Si bien la ciudad ofrece empleos a los migrantes, la falta de vivienda es uno de los principales problemas que enfrentan los mismos, por tanto, se establecen en las periferias de la ciudad y por lo regular las viviendas que habitan son precarias y con falta de servicios básicos (Carrillo Espinosa, 2012).

Entre la población migrante se encuentra un número considerable de población indígena, recientemente en la ciudad se han establecido mazahuas, mixtecos, nahuas, otomíes, purépechas, tzeltales, entre otros. Además de la falta de vivienda, este tipo de migrantes encuentran dificultades para integrarse a las lógicas de la vida ciudadana, por lo que sufren de discriminación. Así mismo, la poca práctica o desconocimiento de la lengua hablante en las ciudades no permite que puedan integrarse en empleos mayor remunerados, por lo que recurren al comercio informal (Jasso-Martínez, 2011). Por estas razones, la población indígena que vive en la ciudad es una de las más vulnerables.

Por otro lado, la mayoría de los migrantes no busca establecerse en la ciudad, solo lo hacen por temporadas. Esta situación provoca descapitalización social, pérdida de mano de obra y en corto período la población en la ciudad esté conformada por adultos mayores

(Carrillo Espinosa, 2012). Por su parte, el constante ir y venir de personas representa una pérdida de patriotismo o sentido de pertenencia del lugar donde viven. De esta manera, los habitantes temporales no participan en actividades que lleven al mejoramiento de las colonias, además existe pérdida de cohesión social.

3.1.2 MOVILIDAD

Actualmente la traza urbana de la ciudad cuenta con más de 1,100 colonias que se conectan a través de un flujo vial que va de oriente a poniente, en dónde el centro de la ciudad es el principal punto de llegada debido a que es el centro de trabajo y prestaciones de servicios (IMPLAN, 2015). Este escenario revela que el flujo de personas crece a medida que la mancha urbana se incrementa también, denotando la falta de oferta de trabajo, servicios básicos y equipamiento urbano que requieren las nuevas colonias ubicadas en la periferia, por lo que la movilidad de los habitantes se vuelve importante en la ciudad.

El total de la red carretera de la ciudad es de 149.22 km entre vialidades federales de cuota, federal libre y federal estatal. Las principales rutas en León son las autopistas libres que son León-Silao, León-San Francisco del Rincón y Purísima del Rincón. La autopista federal 45, es la vialidad que conecta a León con los estados de Jalisco, Zacatecas, Aguascalientes y el norte del país (*ibídem*).

La movilidad de la ciudad hacia otras localidades favorece principalmente el intercambio de productos. No obstante, al mismo tiempo refuerza la urbanización y densidad demográfica en la ciudad, situación que provoca el decremento de espacios para los residentes de la misma. En este sentido, las oportunidades de contar con una vivienda para los habitantes de León son menores y por consiguiente se opta en el establecimiento de viviendas irregulares hacia la periferia de la ciudad las cuales dan pauta para la creación de nuevas colonias, las cuales no cuentan con los servicios suficientes para un estilo de vida digno de sus pobladores.

3.1.3 POBREZA, REZAGO Y MARGINACIÓN SOCIAL

Según el Instituto de Planeación Municipal de León (IMPLAN) (2013), en la ciudad existen siete polígonos de pobreza reconocidos oficialmente, a través de un estudio dirigido por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) con datos del INEGI de 2010. Las variables tomadas en cuenta para determinar el nivel de pobreza en la ciudad fueron las siguientes:

- Ingreso corriente per cápita
- Rezago educativo promedio en el hogar
- Acceso a servicios de salud
- Acceso a la seguridad social
- Calidad y espacios en la vivienda
- Acceso a servicios básicos en la vivienda
- Acceso a la alimentación
- Grado de cohesión social

En la ciudad se identifican ocho colonias con un alto índice de pobreza que son Las Joyas, Jacinto López, Piletas, Diez de Mayo, Los Castillos, Medina, San Francisco y San Juan de Abajo (Figura 3.1). En estas colonias, aunque se encuentran cerca de vialidades, la infraestructura de las mismas es deficiente e insuficiente por lo que el flujo de los residentes de dichas colonias se dificulta de manera significativa (IMPLAN, 2015). Es así que la mala conectividad es uno de los factores que no permite el desarrollo de estas colonias.

Parte del área de estudio se encuentra en dos polígonos de pobreza que son San Francisco y Diez de Mayo. Según Guzmán Ramírez *et al.* (2011), en el polígono San Francisco del año 2000 a 2005 la población incrementó a 6,250 habitantes y la población analfabeta registró una adición del 13.3%.

Por su parte, el polígono Diez de Mayo es una de las zonas que registró el mayor crecimiento poblacional con 37,734 habitantes, situación que provocó la consolidación del asentamiento urbano en esta parte de la ciudad. Sin embargo, al mismo tiempo proliferó significativamente la delincuencia.

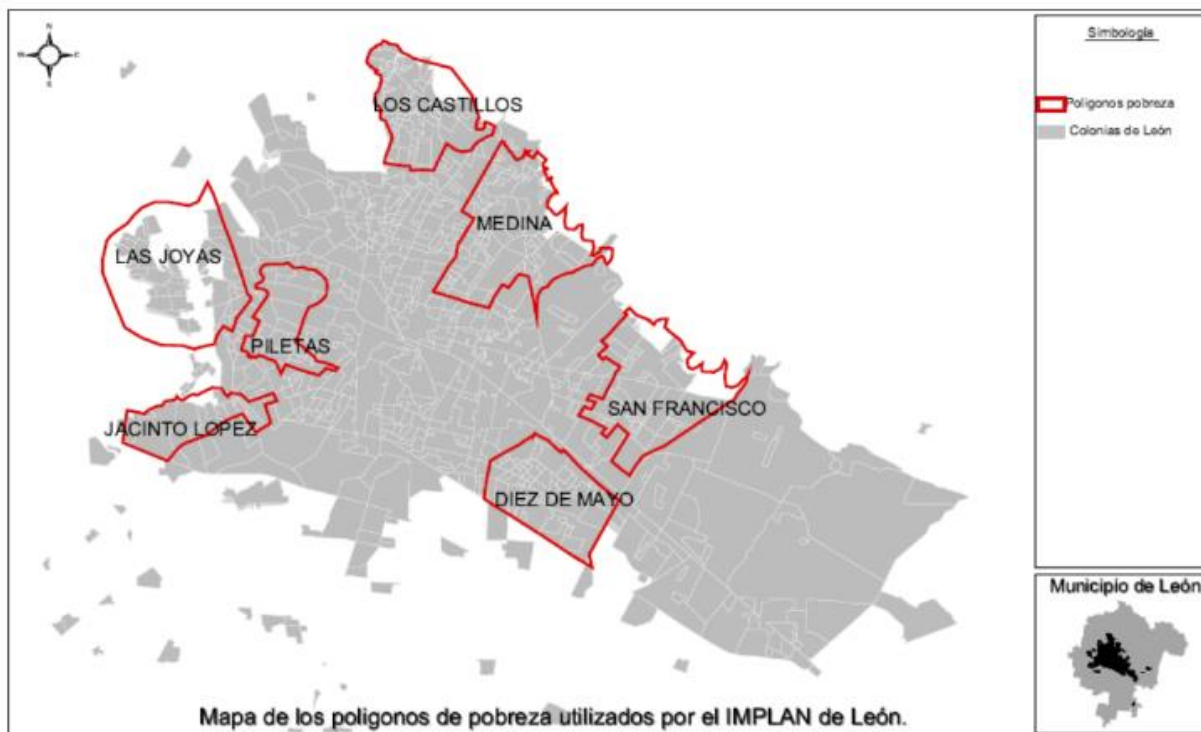


Figura 3.1. Ubicación de siete de los ocho polígonos de pobreza (modificado de Guzmán y Vargas., 2012)

Por otro lado, la medición de los niveles de marginación social presentado por el Observatorio Ciudadano de León (2012) con base en datos del Consejo Nacional de Población y Vivienda de 2012 consideraron las siguientes variables:

- Porcentaje de población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela
- Porcentaje de población de 15 años o más sin educación básica completa
- Porcentaje de población sin derecho a los servicios de salud
- Porcentaje de hijos fallecidos de las mujeres de 15 a 49 años de edad

- Porcentaje de viviendas particulares habitadas sin drenaje conectado a la red pública o fosa séptica
- Porcentaje de viviendas particulares habitadas sin excusado con conexión de agua
- Porcentaje de viviendas particulares habitadas sin agua entubada dentro de la vivienda
- Porcentaje de viviendas particulares habitadas con piso de tierra
- Porcentaje de viviendas particulares habitadas con algún nivel de hacinamiento
- Porcentaje de viviendas particulares habitadas sin refrigerador

Se encontraron cinco niveles de marginación (muy bajo, bajo, medio, alto, muy alto) (Figura 3.2). Las áreas de alto grado de marginación social se ubican principalmente hacia la periferia (coincidiendo con los polígonos de pobreza). Al centro de la ciudad, se localizan en su mayoría áreas con alto grado de marginación, mientras que las zonas con niveles muy bajo y bajo nivel de marginación ocupan poca superficie al norte y centro de la ciudad.

Por su parte, la medición del rezago social en León se llevó a cabo a través de la Encuesta sobre Violencia y Percepción de la Seguridad en León en 2012, emitida por la CONEVAL. Los primeros resultados arrojados revelan que al menos hay 17 zonas que presentan rezago social alto, en los cuales 37 % de la población de estas zonas indicó que no cuentan con ningún amigo y el 17 % reconoce que no conoce a sus vecinos.

En la Figura 3.2 se presenta la distribución de los tres niveles de rezago social en la ciudad en los cuales se visualiza que las áreas con alto grado de rezago social se ubican en la periferia y estas zonas coinciden con los polígonos de pobreza reconocidos por el IMPLAN.

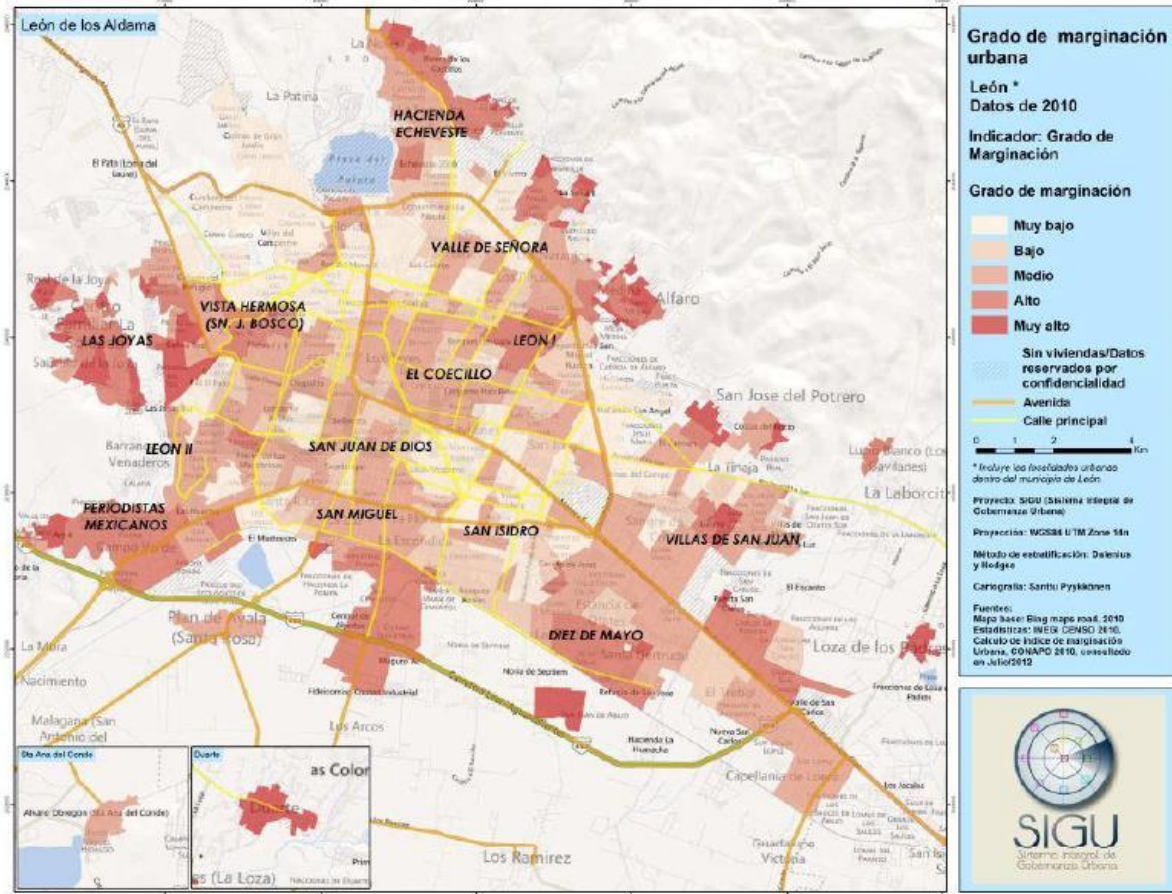


Figura 3.2. Niveles de marginación social en León con base en datos del CONAPO de 2012. Ascencio Pedraza et al, (2012).

Asimismo, la superficie que cubren las áreas con menor grado de rezago social localizadas al centro de la ciudad (Figura 3.3) es muy poca comparada con las áreas que cuentan con un nivel de rezago social medio y alto. De esta manera, es posible concluir que en general, en la ciudad de León la cohesión social es frágil y a pesar de que la CONEVAL identifica al municipio de León con un rezago social bajo, en la ciudad es alto y por ende la hace vulnerable.

Particularmente en el área de estudio (Figura 3.4), gran parte de la misma presenta una marginación social de muy baja a baja. Sin embargo, al centro se localiza un área con nivel de marginación medio y hacia la periferia se encuentra un nivel de marginación alto a muy alto (al norte y sur del área de estudio). Estas últimas están localizadas en los polígonos de pobreza (San Francisco al norte y Medina al sur) determinados por Ascencio-Pedraza (2012).

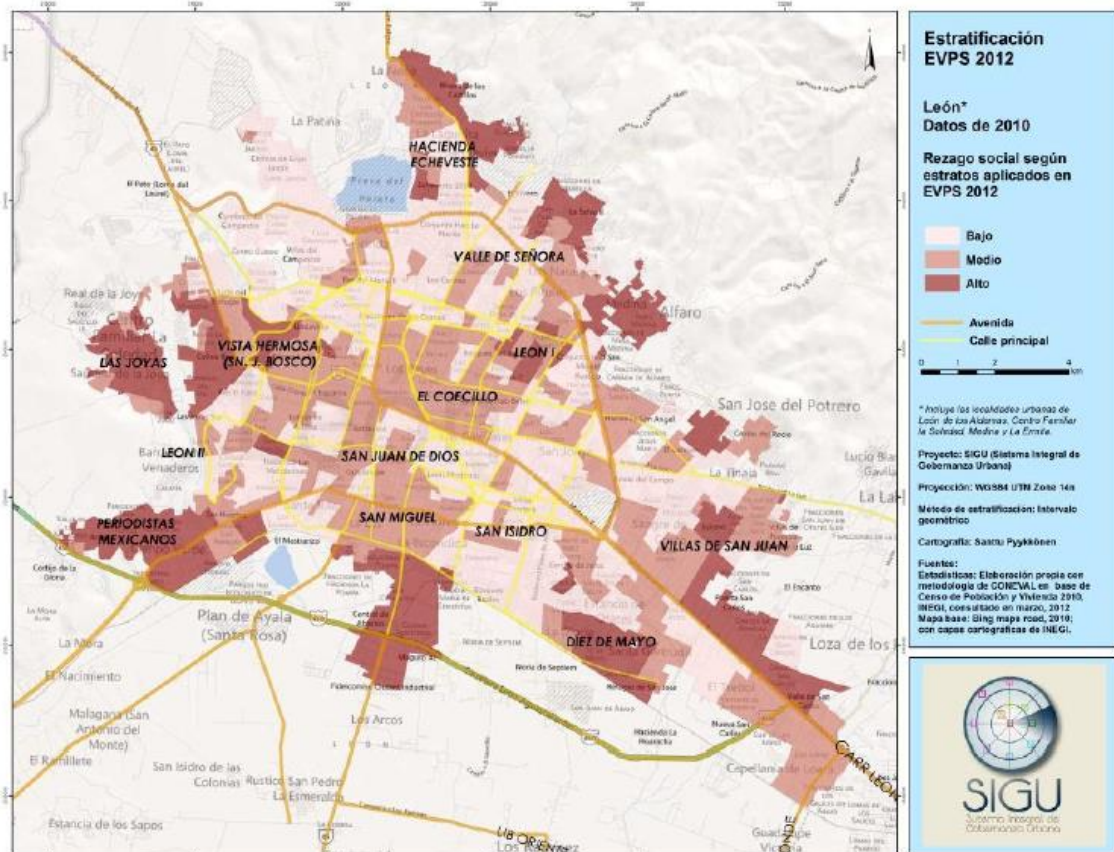


Figura 3.3. Niveles de rezago social en León con base en la Encuesta sobre Violencia y Percepción de la Seguridad en León en 2012. Ascencio Pedraza et al, (2012).

Por su parte, en la Figura 3.5 se observa que el nivel de rezago social que predomina en el área de estudio es bajo y las dos zonas que presentan un nivel de rezago social alto también cuentan con alta marginación social, por lo que estas zonas son las más vulnerables.

Todas estas problemáticas están ligadas y son consecuencia una de otra, es decir, la migración favorece el establecimiento de viviendas irregulares en las periferias de la ciudad, zonas con alto grado de pobreza, rezago social y marginación social. Conjuntamente, la rápida urbanización trae consigo la falta de equipamiento para la movilidad de los habitantes de estas zonas hacia el centro de trabajo, además de la falta de infraestructura urbana para el crecimiento de estas colonias (Ascencio-Pedraza, 2012)

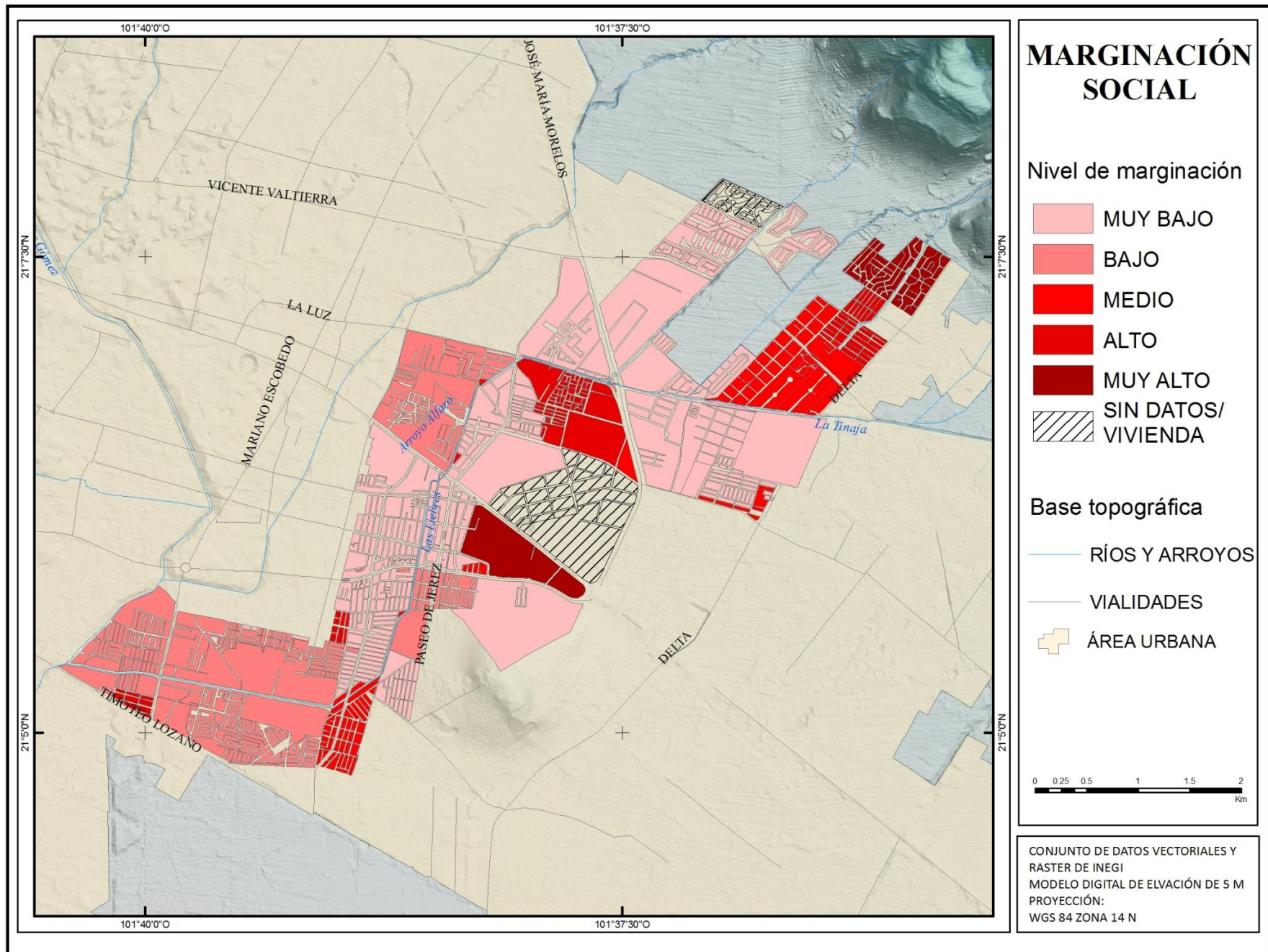


Figura 3.4. Nivel de marginación social en el área de estudio, Ascencio Pedraza et al, (2012).

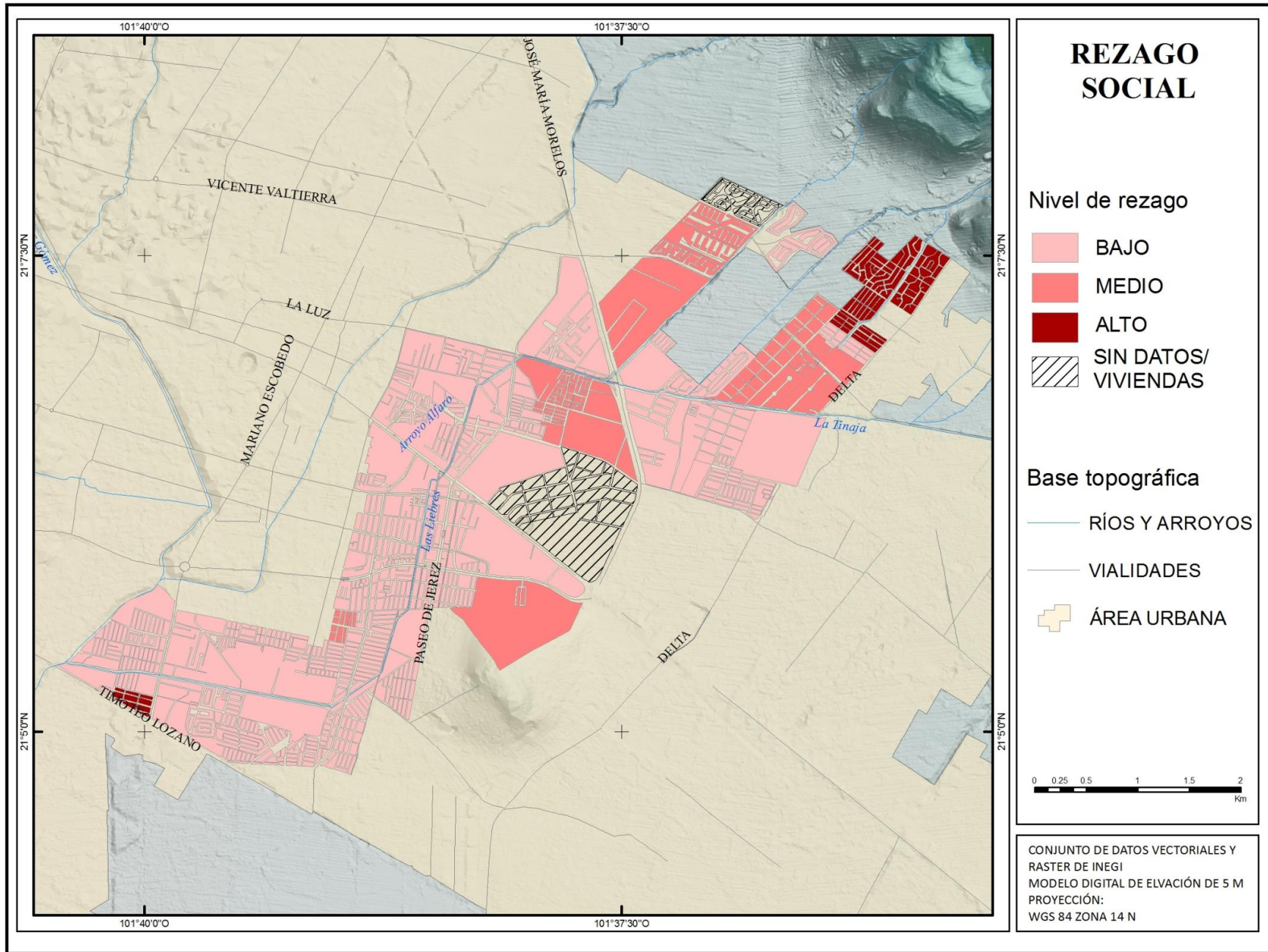


Figura 3.5. Nivel de rezago social en el área de estudio, Ascencio Pedraza et al, (2012).

3.1.4 PERCEPCIÓN DEL RIESGO

Para identificar la percepción del riesgo por inundación en el área de estudio, se recurrió a la aplicación de encuestas. Para establecer el número de encuestas se utilizó la fórmula de López (2004):

$$m = \frac{N}{(N - 1) * K^2 + 1} \quad (3.1)$$

Donde:

m= tamaño de la muestra

N=Universo

K= margen de error

El total de viviendas identificadas en el área de estudio es de 20,882, para obtener la muestra mínima se utilizó un margen de error del 5%. Si sustituimos los valores tenemos:

$$m = \frac{20882}{(20882 - 1) * 0.05^2 + 1}$$

$$m = 392.500$$

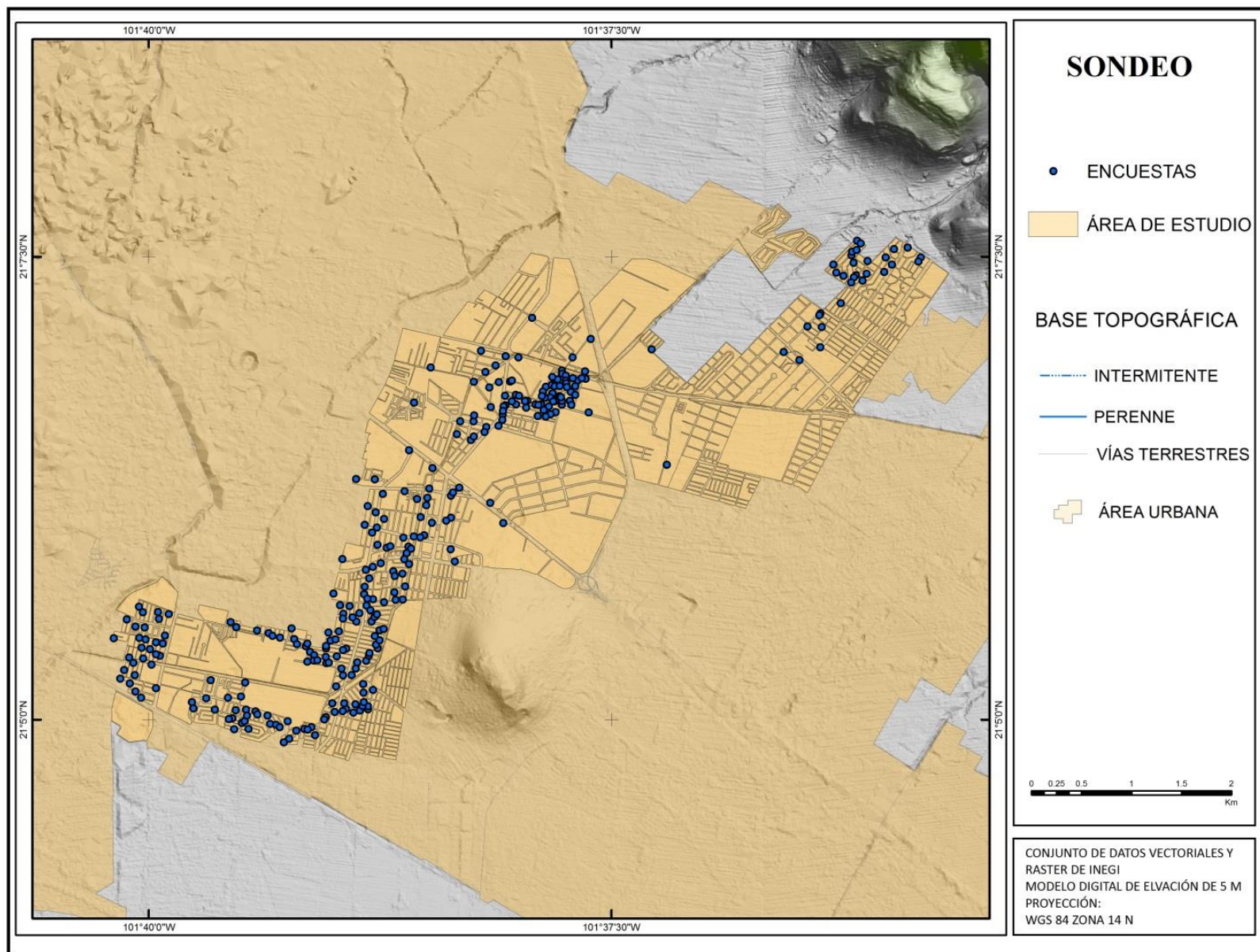
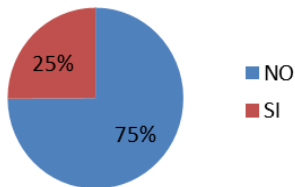


Figura 3.6. Localización de la aplicación de encuestas en el área de estudio.

Ahora bien, para aplicar las 393 encuestas, se utilizó el muestreo aleatorio simple para que cada vivienda tenga la misma probabilidad de ser encuestada, en la Figura 3.6 se muestran los sitios dónde se realizaron las encuestas.

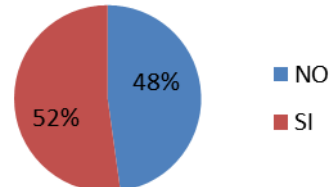
Una de las dificultades que se encontraron en el levantamiento de la información en campo, fue la nula accesibilidad a zonas residenciales de tipo privado, las cuales se localizan al sureste y en mayor número al noreste del área de estudio. Hacia el sureste fue posible realizar las encuestas establecidas por el método aleatorio, situación que no ocurrió al noreste, en dónde no se permitió el acceso a estas zonas, por lo que solo se aplicaron 302 encuestas. Sin embargo, para obtener información de esta parte del área de estudio se entrevistó de manera informal al personal de seguridad que labora en dicho lugar, con el fin de tener una perspectiva general de la percepción del riesgo por inundación. En las figuras 3.7, 3.8, 3.9, 3.10, 3.11, 3.12, 3.13, 3.14, 3.15 y 3.16 se muestran el porcentaje de respuestas a cada reactivo de la encuesta.

1. ¿Se ha visto afectado por inundaciones?



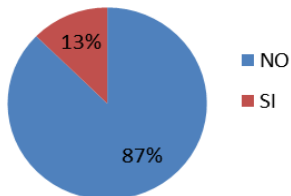
3.7

2. ¿Cree que el canal es seguro contra inundaciones?



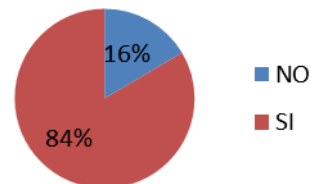
3.8

3. ¿Su vivienda se ha inundado?



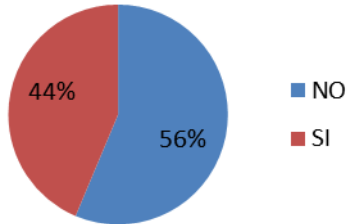
3.9

4. ¿Tiene buena relación con sus vecinos?



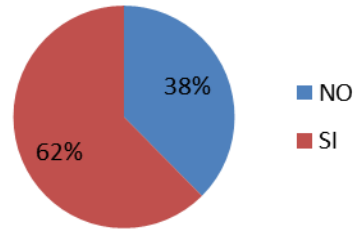
3.10

5. ¿Cree que pueda llegar a inundarse su colonia?



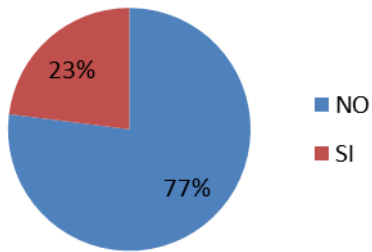
3.11

6. ¿Confía en las autoridades de protección civil?



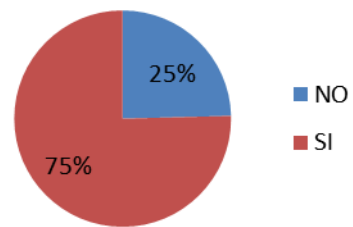
3.12

7. ¿Conoce algún albergue?



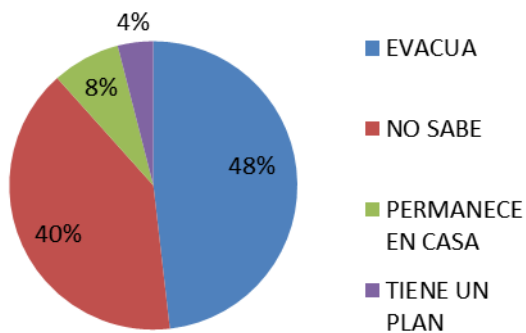
3.13

8. ¿Conoce a Protección Civil?



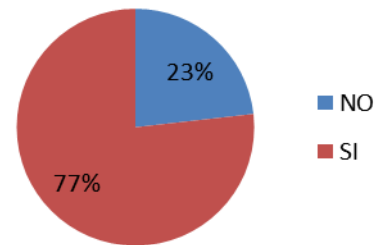
3.14

9. En caso de inundación usted:



3.15

10. ¿Cree que un desastre se puede evitar?



3.16

Figura 3.8, 3.9, 3.10, 3.11, 3.12, 3.13, 3.14, 3.15 y 3.16. Porcentaje de respuesta a los reactivos de la encuesta.

Aunque el 25% de los encuestados tuvieron algún tipo de afectación por inundaciones y el 13% aseguró que el nivel de agua llegó hasta su vivienda, los mayores problemas que asocia la población con las inundaciones es la saturación de agua en avenidas y caminos principales.

Por otro lado, el hecho de que el 56% de los encuestados crean que no es posible que pueda llegar a inundarse su colonia es consistente con la confianza que se tiene en la principal infraestructura para mitigar las inundaciones, pues el 52% de los encuestados aseguran que el canal es seguro contra inundaciones.

Sin embargo, aun cuando el 75% de los encuestados afirmaron conocer a Protección Civil y el 62% confía en la capacidad de las autoridades; hay un 40% que no sabría qué hacer en caso de una inundación. En este mismo marco, el 48% respondieron que en caso de anegación evacuarían, el 77% de los encuestados reconocieron no conocer algún albergue. Uno de los elementos que favorece la cohesión social es que el 84% de los encuestados afirmó tener buena relación con sus vecinos y el 75% cree que el desastre se puede evitar.

Con los resultados anteriores, se puede deducir que, aunque la población conoce la situación de riesgo en la que viven, no están debidamente preparados en caso de una inundación extrema. Siguiendo esta idea, los habitantes que respondieron si a la pregunta de que, si su vivienda se ha inundado, en algunos casos el nivel del agua llegó a los 40 centímetros y solo uno de los entrevistados aseguró que llegó a los 130 centímetros (Figura 3.17). Para estos habitantes en particular, la principal ayuda por parte de las autoridades fue el establecimiento de coladeras y canalizaciones. Después del establecimiento de infraestructura, las inundaciones disminuyeron, pero siguen presentes sobre todo por la falta de mantenimiento de las mismas.

Respecto a las zonas residenciales dónde no fue posible realizar las encuestas, el personal de vigilancia y seguridad de la misma, constató que gracias a la capacidad adquisitiva en estas áreas no se sufre por inundaciones. Un dato relevante que compartió el personal fue que los habitantes de esta zona de la ciudad reconocen y resuelven los principales problemas que se generan, por ello, es que las anegaciones ya no llegan a ser un problema importante. Es así que estas zonas funcionan y se rigen como autónomas, es decir, existe una independencia importante del sistema urbano.

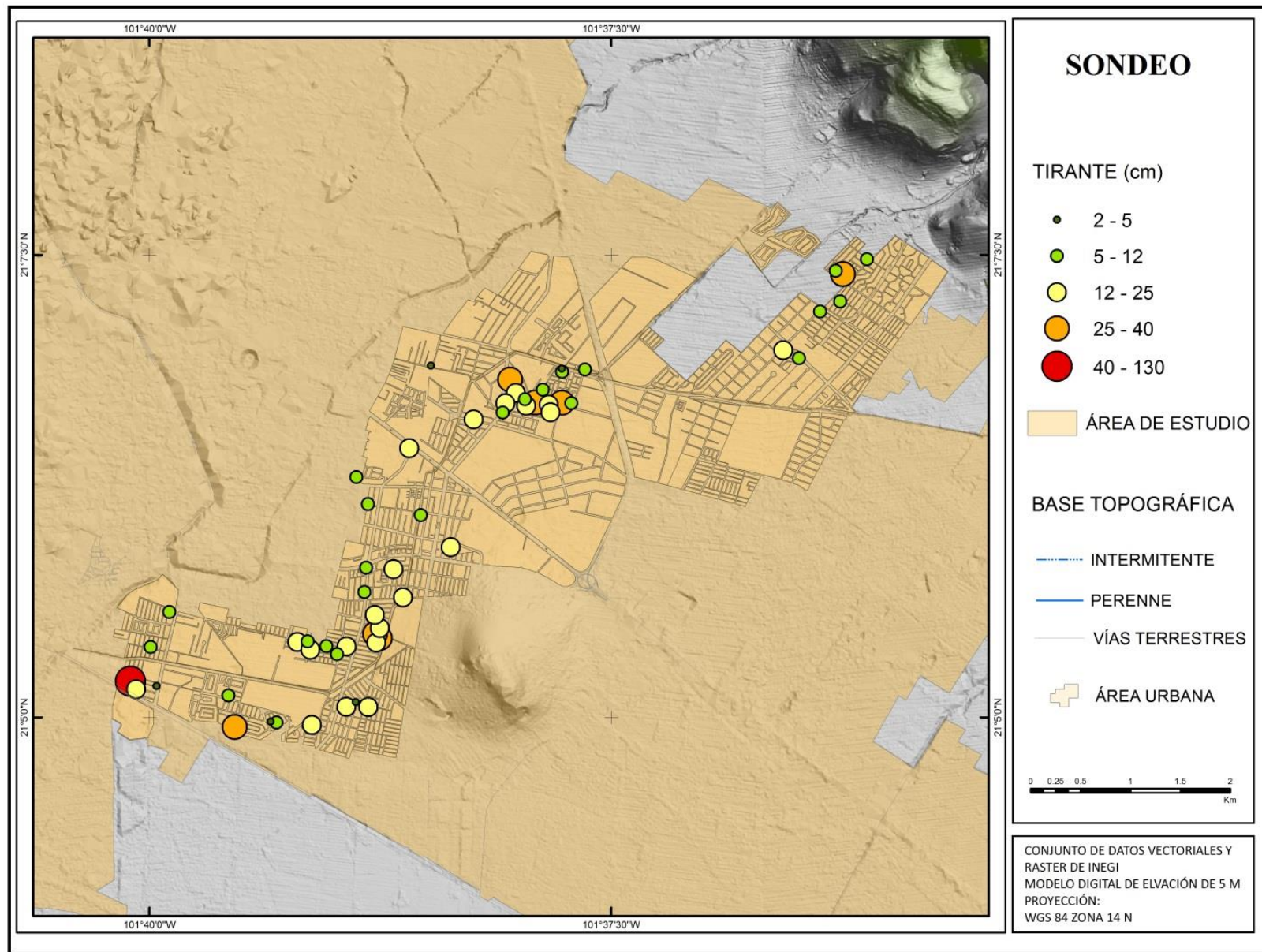


Figura 3.17. Registro del nivel de agua alcanzado en eventos pasados.

3.2. ESTIMACIÓN DEL PELIGRO POR INUNDACIÓN

Las inundaciones son parte de la historia de la humanidad desde que se formaron y establecieron las sociedades. En la antigüedad, las anegaciones resultaban beneficiosas para las tierras de cultivo pues éstas aseguraban el alimento para la población. Sin embargo, el mal manejo del recurso por parte del ser humano provocó que las inundaciones resulten perjudiciales.

Si bien es cierto que la permanencia de las sociedades depende en gran medida de los recursos naturales con los que cuenta, históricamente la forma en que el ser humano controla, distribuye y se auto beneficia del agua, es uno de los factores que condiciona el desarrollo de las sociedades.

Uno de los elementos que propiciaron el establecimiento de grupos humanos fue la cercanía a fuentes de agua. Con el paso del tiempo las primeras civilizaciones se dieron cuenta que las inundaciones resultaban beneficiosas ya que la fertilidad de la tierra de cultivo dependía de las avenidas y desbordamientos de los ríos, los cuales durante la época de lluvias llenaban de sedimentos las planicies de inundación, además de que este proceso favorecía la permanencia de hábitats naturales y por tanto de mayores recursos (World Meteorological Organization, 2008; Sayers, *et al.*, 2013).

Es por lo anterior que la conveniencia que aportaban consigo las inundaciones para los primeros pueblos consolidó a las poblaciones. La principal estrategia para no verse perjudicados por ellas fue establecer sus viviendas en zonas altas o lejos de la llanura de inundación. Cuando este escenario no era posible, la infraestructura que implementaban era la construcción de montículos sobre la llanura de inundación y así permitir la anegación natural de la zona (Sayers, *et al.*, 2013).

Con la abundancia de recursos y alimento, se construyó un escenario de prosperidad, el cual provocó un incremento en la tasa poblacional, los habitantes buscaban un lugar cerca de las tierras fértiles que resultaba cada vez más difícil de encontrar, por lo que comenzaron a construir las primeras obras hidráulicas en dónde el principal objetivo fue la desviación de

ríos para el control de las áreas inundables y de esta manera la creciente población ocupara parte de la llanura de inundación e instalara sus viviendas (*ibídem*).

Durante un periodo, estas medidas parecían ser suficientes, se consideraba que tenían el control de las aguas con el establecimiento de los diques y obras de contención. No obstante, las nuevas zonas habitables representaban un riesgo importante del cual la ciudadanía no estaba consciente o tenían una percepción incorrecta de la situación de riesgo en la que vivían. En varios casos, grandes inundaciones se originaron por la insuficiencia de las obras hidráulicas para contener avenidas y desbordamientos de gran magnitud que resultaron en catástrofe.

Desde ese momento y hasta nuestros días, la principal estrategia para hacer frente a las inundaciones fue la desviación y cambios en los cauces de afluentes, corrientes y ríos a través de la implementación de infraestructura hidráulica la cual se construye en la ciudad con dos objetivos principales, la contención y distribución de grandes avenidas.

Sin embargo, a pesar de los esfuerzos por construir obras hidráulicas cada vez más complejas y variadas con el propósito de mitigar el peligro que representan las inundaciones, actualmente, este peligro es considerado uno de los más destructores y ha crecido considerablemente en los últimos veinte años (Abhas *et al.*, 2012).

Los efectos de las inundaciones resultan más devastadores en las ciudades. Para Abhas, *et al.* (2012) y la Organización Meteorológica Mundial (2008), la alta concentración de personas y activos provoca que las ciudades cuenten con un nivel de exposición alto ante este fenómeno. Dichos autores indican que para el año 2008, el 50% de la población mundial se localizaba en áreas urbanas

La tendencia a ubicar la mayor fuerza de trabajo y la zona comercial de los países en los centros urbanos, sin lugar a dudas es una estrategia del sistema económico que impera a nivel mundial. Sin embargo, este escenario a su vez provoca que los centros de trabajo, bienes y servicios se encuentren expuestos a sufrir daños por cualquier tipo de peligro, por lo que la recuperación por un posible desastre que se genere en tales sitios implica una recuperación más difícil y en mayor tiempo.

Puesto que unas de las prioridades para las administraciones mundiales es el flujo de activos económicos que se mueven en las ciudades, éstos permiten que en las metrópolis se viva con un nivel de riesgo aceptable, entorno que también aceptan los pobladores al contrarrestarlo con los beneficios que les ofrecen las ciudades. Es así que las acciones de los Estados influyen sobremanera y condicionan el nivel de riesgo en el que viven las comunidades de las urbes.

3.2.1 METODOLOGÍA PARA EVALUAR EL PELIGRO POR INUNDACIÓN

La presente investigación se llevó a cabo con base en la metodología establecida por el Centro Nacional de Prevención en Desastres (CENAPRED, 2011), en dónde el principal objetivo es identificar y zonificar el nivel de peligro por inundación en una zona o territorio determinado. De esta manera, la cartografía generada servirá como una herramienta para localizar las áreas propensas a inundarse, así como la probabilidad de ocurrencia.

Los materiales e insumos mínimos requeridos para la obtención de mapas de peligro por inundación son:

- Software ArcGis 10.2
- Extensión Hec- GeoRas para ArcGis
- Software Hec-Ras 5.1
- Modelo Digital de Elevación (MDE)
- Datos pluviométricos de la zona

Las etapas a seguir para estimar el nivel de peligro por inundación, de acuerdo con la metodología del CENAPRED (*ibídem*) son:

3.2.1.1 OBTENCIÓN DE LOS RASGOS FISIAGRÁFICOS DE LA CUENCA

En la primera etapa es necesario identificar la cuenca, subcuenca o microcuenca hidrológica donde corre la corriente principal del área a estudiar, así como la distribución y red de drenaje de esta. Uno de los métodos utilizados para distinguir los principales rasgos geométricos de una cuenca hidrológica es a través de la modelación del terreno, es decir, mediante la visualización de los niveles de altitud del área de estudio.

En el presente trabajo se utilizó un Light Detection And Ranging (LIDAR) con una resolución de 5 metros, el cual se adquirió del compendio de datos geodésicos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2016). Esta tecnología está diseñada para generar datos altitudinales de terreno a través de pulsaciones de luz que van desde el nivel de terreno hasta un sensor localizado a una distancia corta. A diferencia de los datos raster que generan los satélites de teledetección, los datos LIDAR tienen menor margen de error y cuentan con mayor precisión gracias a la escala en la que se generan los datos.

Una de las problemáticas en el presente trabajo fue la representación cartográfica de la subcuenca y red hidrológica del área de estudio. A pesar de contar con un Modelo Digital de Elevación (MDE) de mayor resolución, fue difícil identificar dichos rasgos, debido a que gran parte del área de estudio es plana y el MDE no define totalmente la subcuenca hidrológica y la red fluvial. A esta problemática se añade que, al estar canalizada, la red de drenaje es constantemente modificada, sobre todo al sur de la ciudad ya que responde a la rápida expansión de la misma. De esta manera, fue necesario complementar la información vectorial de las corrientes en la cuenca con mapas topográficos con escala 1:50,000, imágenes satelitales (especialmente emitidas por el servidor google earth) e información del Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL) del INEGI (Figura 3.18).

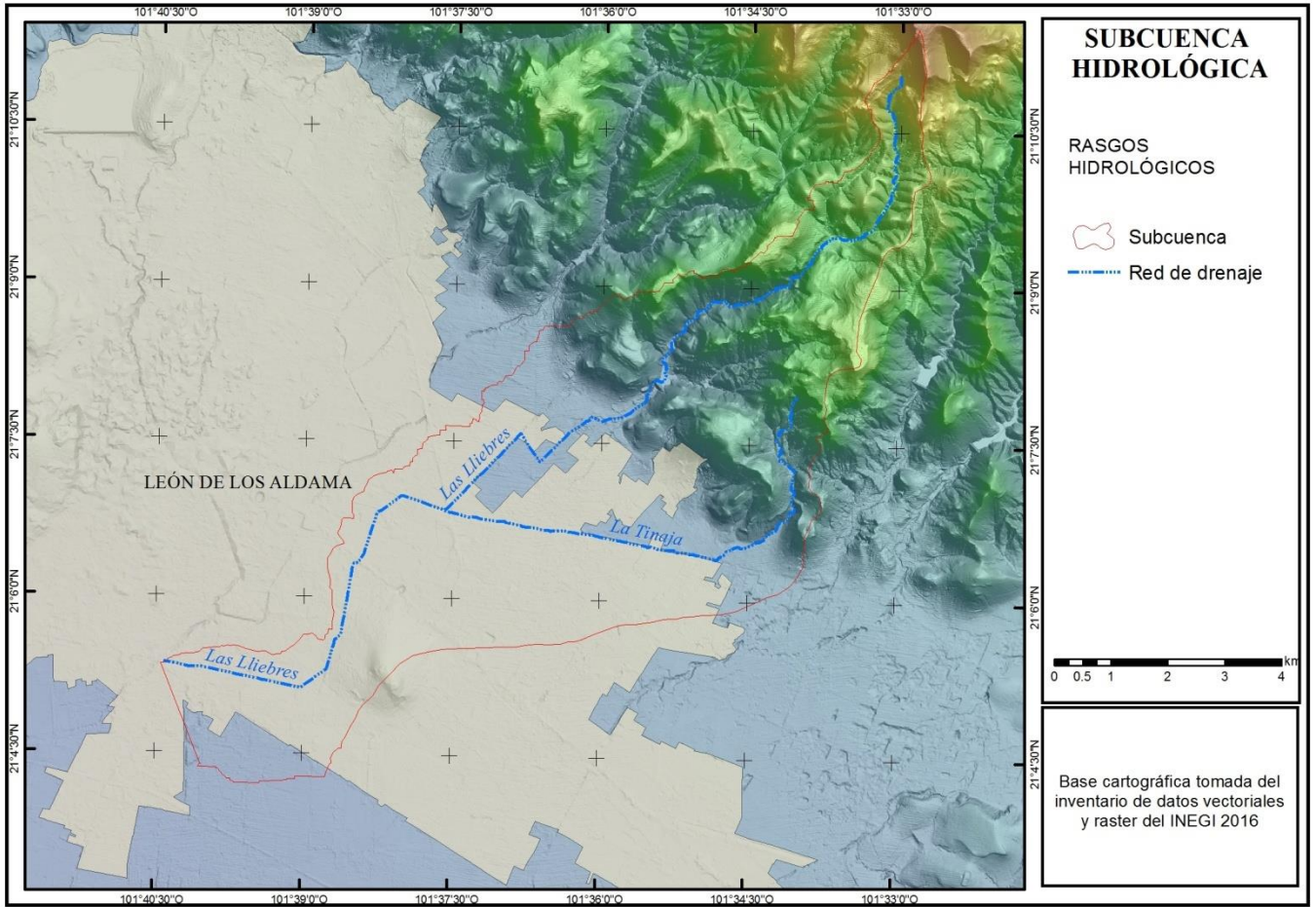


Figura 3.18. Red de drenaje de la subcuenca en el área de estudio. Base cartográfica tomada del inventario de datos vectoriales y raster del INEGI 2016.

Puesto que el río principal (Las Liebres) de la subcuenca en estudio cuenta con un tributario importante (La Tinaja), fue necesario dividir la red de drenaje en tres secciones: Sección A: cuenca arriba, Sección B: cuenca abajo y Sección C: tributario (Figura 3.19). De esta manera el proceso para identificar y estimar el nivel de peligro por inundación se realizó para cada sección de la red de drenaje.

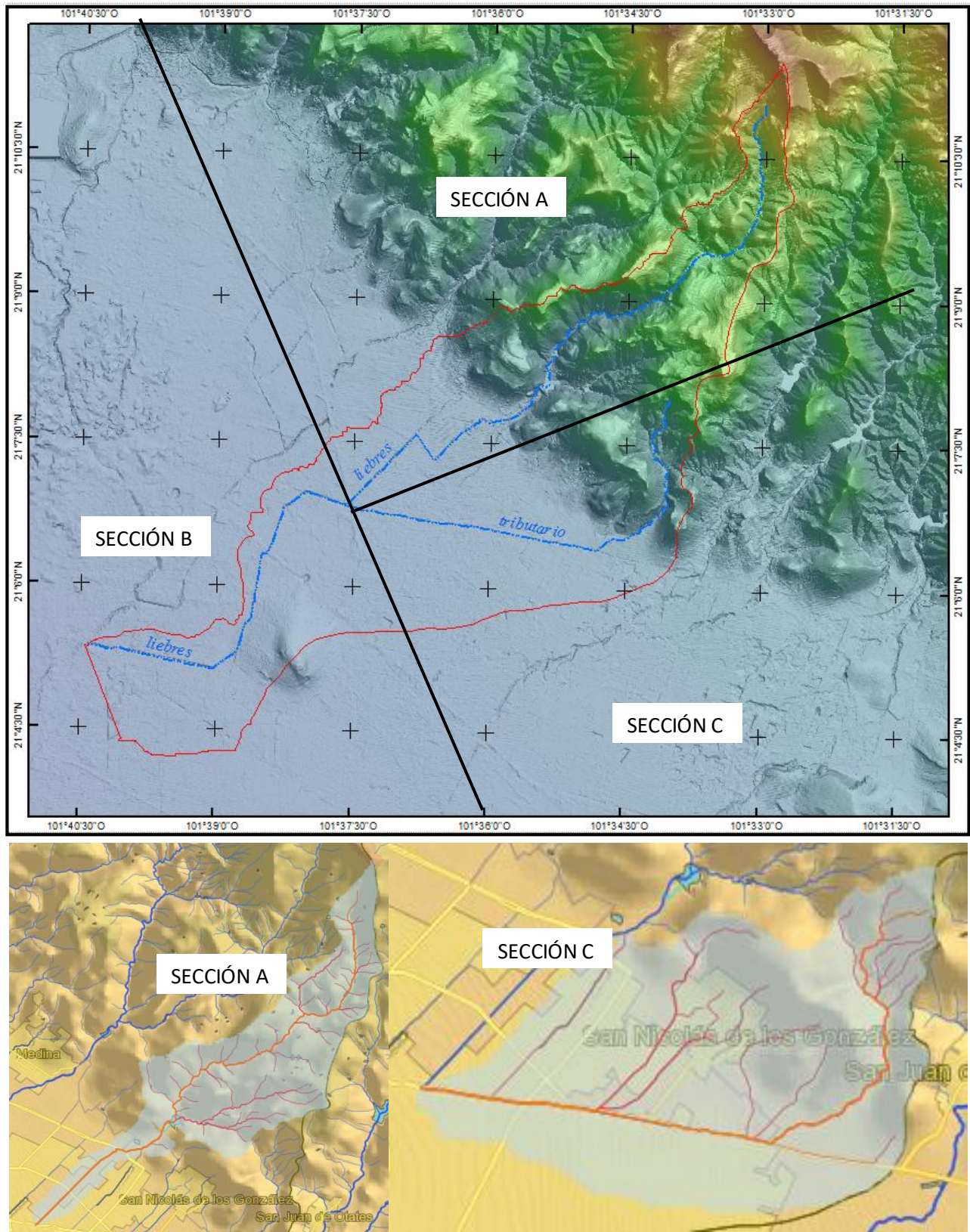


Figura 3.19. Secciones de la red de drenaje con base en información del SIATL (2016).

Una vez identificadas la subcuenca y la red de drenaje, el siguiente paso fue digitalizar los rasgos fisiográficos de la misma que sirvieron para realizar el modelo de inundación que se procesó con el programa Hec-Ras 5.1. Para trazar dichos rasgos fue necesario contar con la extensión Hec-GeoRas para ArcGis, la cual permitió procesar los datos hidrológicos para su exportación.

Los datos vectoriales a trazar son: la corriente principal, la delimitación del margen izquierdo y derecho de la corriente, el borde del nivel de inundación y trazos perpendiculares a lo largo de la corriente (Figura 3.20).

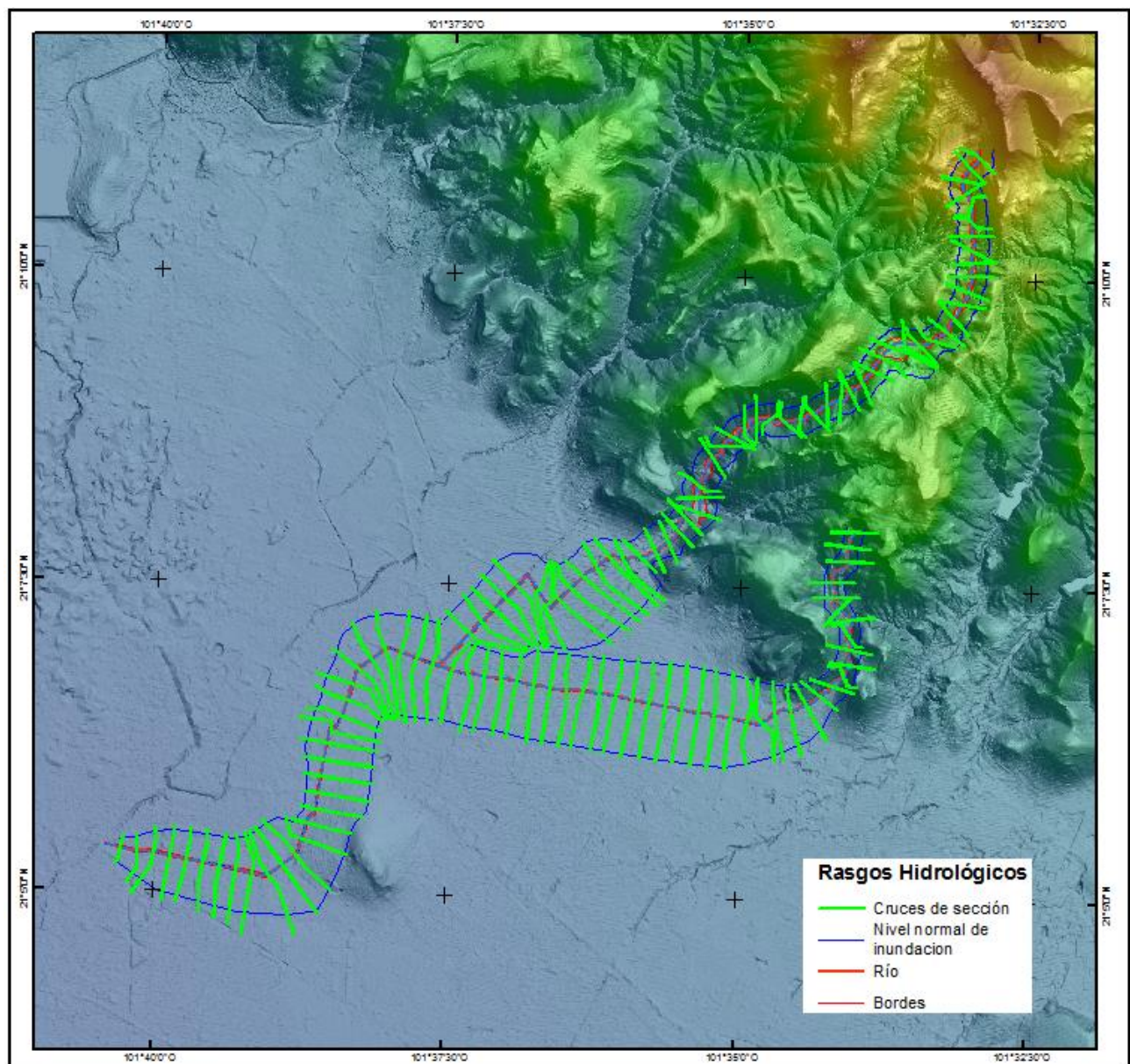


Figura3.20. Rasgos hidrológicos de la subcuenca.

3.2.1.2 VALOR DEL GASTO DE CAUDAL

Para iniciar el proceso de modelación con el programa Hec-Ras 5.1, primero es necesario contar con los gastos o diseños de caudal de la subcuenca. Un gasto se define por la cantidad de escurrimiento de un río que pasa por un sitio en cierto tiempo determinado, es decir, el volumen de agua que escurre en un afluente (CENAPRED, 2006).

El valor del gasto de caudal se obtiene a través de los siguientes datos:

- a) Tiempo de concentración
- b) El valor de las láminas de lluvia con duración de 1 y 24 horas con diferentes períodos de retorno
- c) La intensidad de lluvia

La metodología para el cálculo de cada uno de estos parámetros se detalla a continuación:

- a) Tiempo de concentración (T_c)

El T_c se refiere al tiempo en que tardan en manifestarse los efectos desde que comienza a llover hasta que se genera el escurrimiento (CENAPRED, 2013). El valor del T_c se puede obtener con la siguiente fórmula:

$$T_c = 0.000325 \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}} \quad (3.2)$$

Donde:

L= longitud del cauce principal en metros

S=pendiente del cauce principal

Puesto que la subcuenca y red de drenaje se obtuvieron (principalmente) a través del SIATL, el valor del Tc también se obtuvo de la misma fuente en dónde la sección A cuenta con un Tc de 1.4 hrs, la Sección B cuenta con un Tc de 0.73 hrs y la sección C cuenta con un Tc de 1.07 hrs.

a) Precipitación e intensidad

El valor de la precipitación también se obtuvo a través del SIATL. Estos datos a su vez se elaboraron con base en la extrapolación e interpolación de datos históricos de 50 años de estaciones climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional que realizó el CENAPRED, los cuales consisten en el valor de la lámina de lluvia con una duración de 1 y 24 horas con 10 periodos de retorno. En el presente trabajo se consideraron tres periodos de retorno que son de 2, 10 y 50 años. En la Tabla 1 se muestran los valores de la lámina de lluvia para cada sección de la red de drenaje.

Tabla 3.1. Valor de la precipitación de cada sección de la red de drenaje para diferentes periodos de retorno.

SECCIÓN	PERÍODO DE RETORNO (AÑOS)	PRECIPITACIÓN DE 1 HORA (mm)	PRECIPITACIÓN DE 24 HORAS (mm)
A	2	31.61	49.36
	10	47.76	74.34
	50	64.95	72.71
B	2	30	50
	10	50	75
	50	60	100
C	2	31.13	49.93
	10	46.96	75.21
	50	65.7	97.33

Para calcular la lámina de lluvia para cada período de retorno se utilizó la siguiente fórmula (CENAPRED, 2011):

$$hpTc = \frac{hp24 - hp1}{3.1781} (\ln (Tc)) + hp1 \quad (3.3)$$

Dónde:

hpTc= valor de la precipitación (mm) para una duración igual al tiempo de concentración de la cuenca en estudio (mm)

hp24= valor de la precipitación (mm) para una duración de 24 horas y un determinado periodo de retorno

hp1=valor de la precipitación (mm) para una duración de 1 hora y un determinado periodo de retorno

Tc= tiempo de concentración de la cuenca en estudio

Si sustituimos los valores para la sección A de acuerdo al periodo de retorno de 2 años queda:

$$hpTc = \frac{49.36 - 31.61}{3.1781} (\ln 1.4) + 31.61$$

$$hpTc = 33.489 \text{ mm}$$

El mismo procedimiento se realiza para cada periodo de retorno de cada sección de la red de drenaje. En la Tabla 3.2 se muestra el resultado final para cada sección.

Tabla3.2. Valor de la precipitación (mm) para una duración igual al tiempo de concentración de cada sección de la red de drenaje.

SECCIÓN	PERÍODO DE RETORNO (AÑOS)	VALOR DE hpTc (mm)
A	2	33.489
	10	50.574
	50	65.772
B	2	28.020
	10	47.524
	50	56.039
C	2	31.530
	10	47.561
	50	63.373

a) Intensidad

Una vez calculados los hpTc para cada sección, el siguiente valor a obtener es la intensidad de lluvia, que es la cantidad de agua por unidad de tiempo que cae en cierta área (Bateman, 2007).

El cálculo de la intensidad de lluvia se hace con la siguiente fórmula:

$$i = \frac{hpTc}{d} \tag{3.4}$$

Dónde:

d= La duración de la lámina de lluvia que es igual al tiempo de concentración

Si sustituimos los valores para la sección A de acuerdo al periodo de retorno de 2 años queda:

$$i = \frac{33.489}{1.4}$$

$$i = 29.921 \text{ mm/h}$$

En la Tabla 3.3 se muestra el resultado final para cada sección del afluente.

Tabla 3.3. Valor de la intensidad de lluvia

SECCIÓN	PERÍODO DE RETORNO (AÑO)	INTENSIDAD (mm/h)
A	2	23.921
	10	31.124
	50	46.980
B	2	38.383
	10	65.102
	50	76.766
C	2	29.468
	10	44.450
	50	62.031

Finalmente, con todos los datos anteriores se obtiene el gasto de caudal con la siguiente fórmula:

$$Q_p = 0.278 C i A \tag{3.5}$$

Dónde:

C= coeficiente de escurrimiento. Representa la fracción de la lluvia que escurre en forma directa y varía entre 0 y 1

i= intensidad media de la lluvia para una duración igual al tiempo de concentración de la cuenca en mm/h

A= área de la cuenca en km²

Los valores del coeficiente de escurrimiento se tomaron de acuerdo a los establecidos por Aparicio (1987) (Tabla 3.4). En las Tablas 3.5 y 3.6 se muestra el valor del coeficiente de escurrimiento y el área de la microcuenca para cada sección del río.

Tabla 3.4. Valor del coeficiente de escurrimiento según Aparicio (2001)

Tipo de área drenada	Coeficiente de Escurrimiento	
	Mínimo	Máximo
Zonas comerciales:		
Zona comercial	0.75	0.95
Zonas mercantiles	0.70	0.90
Vecindarios	0.50	0.70
Zonas residenciales:		
Unifamiliares	0.30	0.50
Multifamiliares espaciados	0.40	0.60
Multifamiliares compactos	0.60	0.75
Semiurbanas	0.25	0.40
Casas habitación	0.50	0.70
Zonas industriales:		
Espaciado	0.50	0.80
Compacto	0.60	0.90
Cementerios y parques	0.10	0.25
Campos de juego	0.20	0.35
Patios de ferrocarril y terrenos sin construir	0.20	0.40
Zonas suburbanas	0.10	0.30
Calles:		
Asfaltadas	0.70	0.95
De concreto hidráulico	0.80	0.95
Adoquinadas o empedradas, juntas con cemento	0.70	0.85
Adoquín sin juntear	0.50	0.70
Terracerías	0.25	0.60
Estacionamientos	0.75	0.85
Techados	0.75	0.95
Praderas:		
Suelos arenosos planos (pendientes: 0.02 ó menos)	0.05	0.10
Suelos arenosos con pendientes medias (0.02 - 0.07)	0.10	0.15
Suelos arenosos escarpados (0.07 ó más)	0.15	0.20
Suelos arcillosos planos (0.02 ó menos)	0.13	0.17
Suelos arcillosos con pendientes medias (0.02 - 0.07)	0.18	0.20
Suelos arcillosos escarpados (0.07 ó más)	0.25	0.35

Tabla 3.5. Valor del coeficiente de escurrimiento para cada sección del río

SECCIÓN	COEF. DE ESCURRIMIENTO
A	0.15
B	0.70
C	0.30

Tabla 3.6. Área de la microcuenca para cada sección del río

SECCIÓN	ÁREA EN KM ²
A	17.7
B	22.6
C	15.21

Si sustituimos los valores para la sección A de acuerdo al periodo de retorno de 2 años obtenemos:

$$Q_p = 0.278 (0.15)(23.921)(17.17) \quad (3.6)$$

$$Q_p = 17.127 \text{ m}^3/\text{s}$$

En la Tabla 3. 7, se muestra el valor del gasto para cada período de retorno y cada sección del río.

Tabla 3.7. Valor del gasto de caudal

SECCIÓN	PERÍODO DE RETORNO (AÑOS)	GASTO DE CAUDAL (m ³ /s)
A	2	17.127
	10	25.865
	50	33.637
B	2	168.806
	10	286.316
	50	337.613
C	2	37.380
	10	56.385
	50	78.687

3.2.1.3 MODELACIÓN

Como se mencionó anteriormente, la caracterización del peligro se compone de tres factores que son: la probabilidad de ocurrencia, la magnitud y el área de impacto. Para identificar estos componentes en el peligro por inundación es común recurrir a modelos matemáticos de simulación hidrológica o modelo hidrológico, el cuál realiza una representación aproximada del comportamiento del agua en una cuenca hidrológica. Actualmente existen varios modelos o softwares que arrojan estas simulaciones las cuales se basan en diferentes hipótesis y métodos matemáticos para explicar y representar el ciclo hidrológico (Triviño y Ortiz, 2004).

En esta investigación se utilizó el software Hec-Ras 4.1., el cual fue creado por la United States Army Corps of Engineers (USACE, 2010) El objetivo principal de este programa es estimar el nivel de agua alcanzado en un área o cuenca hidrológica determinada para representar áreas inundables (*ibídem*). Las modelaciones que permite llevar a cabo son:

modelación de flujo en régimen permanente, modelación de flujo en régimen no permanente, modelación del transporte de sedimentos y análisis de calidad de agua.

Algunas de las ventajas que ofrece este programa es que es de libre uso, las modelaciones pueden realizarse en áreas naturales o en canales abiertos y la información geográfica que se genera puede transferirse a otros sistemas computacionales especializados en datos espaciales. A continuación, se explica de manera general el proceso para llevar a cabo la modelación.

Para iniciar el proceso de modelación primero se deben exportar los archivos vectoriales que se generaron en el programa ArcGis al programa Hec-Ras 4.1. En la Figura 3.20 se observa la red fluvial con los cruces de sección, la indicación del nombre del río y su tributario, así como la dirección en la que fluye la red de drenaje.

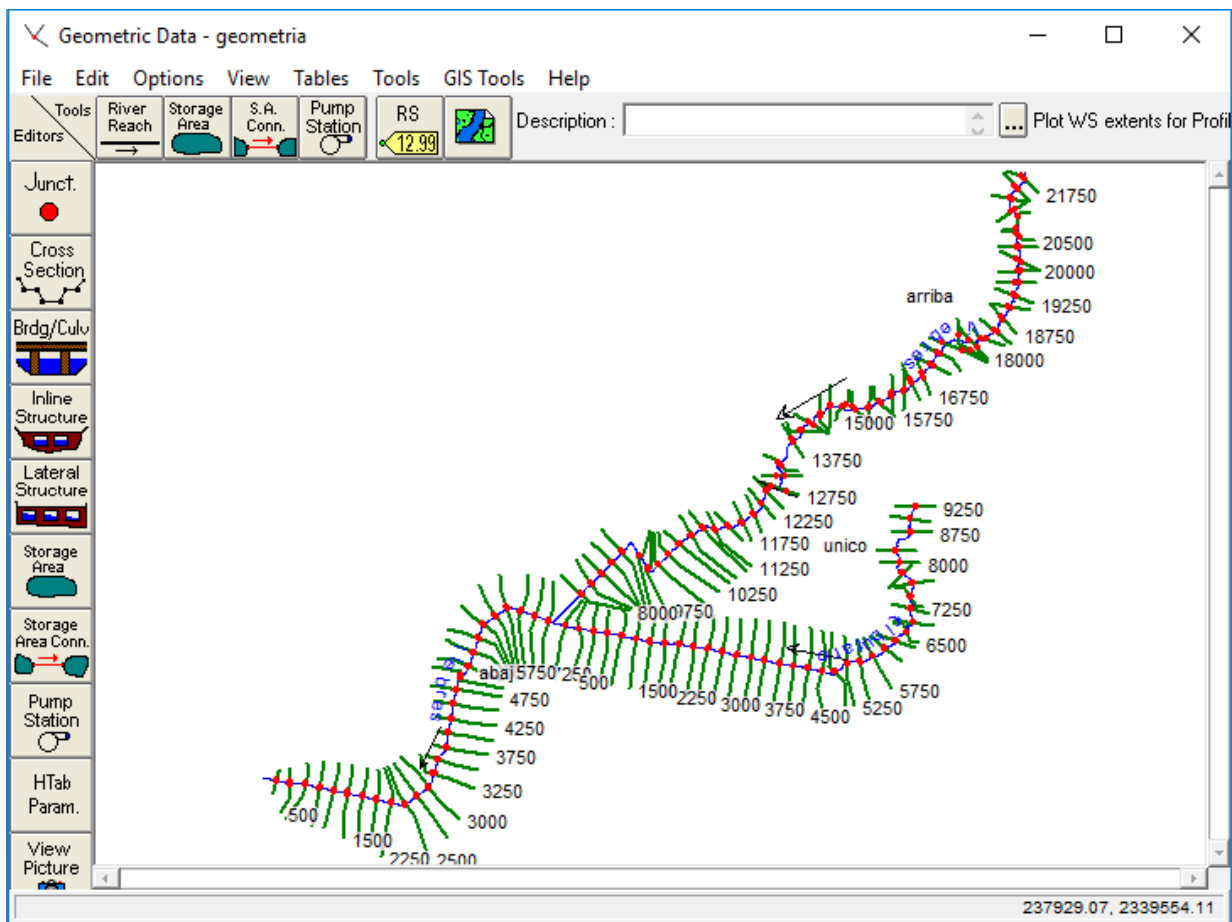


Figura 3.20. Red fluvial con los cruces de sección visualizados en Hec-Ras.

Uno de los valores que requiere el programa para la modelación es el coeficiente de rugosidad o el valor manning para lo cual en el presente trabajo se utilizó la capa de uso de suelo del compendio de información vectorial del INEGI (2016) que puede ser agregado desde Hec-Ras (Figura 3.21). Después de proporcionar el valor manning, el siguiente paso es agregar los valores de los gastos de caudal para en periodo de retorno para cada sección del río (Figura 3.22).

River	Reach	River Station	Friction (n/k)	n #1	n #2	n #3	n #4	n #5	n #6
98	tributario	unico	5750	n	0,03	0,04			
99	tributario	unico	5500	n	0,03	0,04			
100	tributario	unico	5250	n	0,03	0,019	0,03	0,04	
101	tributario	unico	5000	n	0,03	0,019	0,04		
102	tributario	unico	4750	n	0,03	0,019	0,03	0,019	
103	tributario	unico	4500	n	0,03	0,019	0,03	0,019	0,03
104	tributario	unico	4250	n	0,019	0,03	0,019	0,03	0,019
105	tributario	unico	4007.094	n	0,03	0,019	0,03		
106	tributario	unico	3750	n	0,03	0,019	0,03	0,019	0,03
107	tributario	unico	3500	n	0,019	0,03	0,019	0,03	0,019
108	tributario	unico	3250	n	0,019	0,03	0,019		
109	tributario	unico	3000	n	0,019	0,03	0,019		
110	tributario	unico	2750	n	0,019	0,03	0,019		
111	tributario	unico	2500	n	0,019	0,03	0,019		
112	tributario	unico	2250	n	0,019	0,03			
113	tributario	unico	2000	n	0,019	0,03	0,019		
114	tributario	unico	1750	n	0,019	0,03	0,019		
115	tributario	unico	1500	n	0,019	0,03	0,019		
116	tributario	unico	1250	n	0,019	0,03	0,019		
117	tributario	unico	1000	n	0,019	0,03			
118	tributario	unico	750.0001	n	0,019	0,03			
119	tributario	unico	500	n	0,019	0,03			
120	tributario	unico	249.9999	n	0,019	0,03			

Figura 3.21. Valor manning en cada cruce de sección de la red fluvial

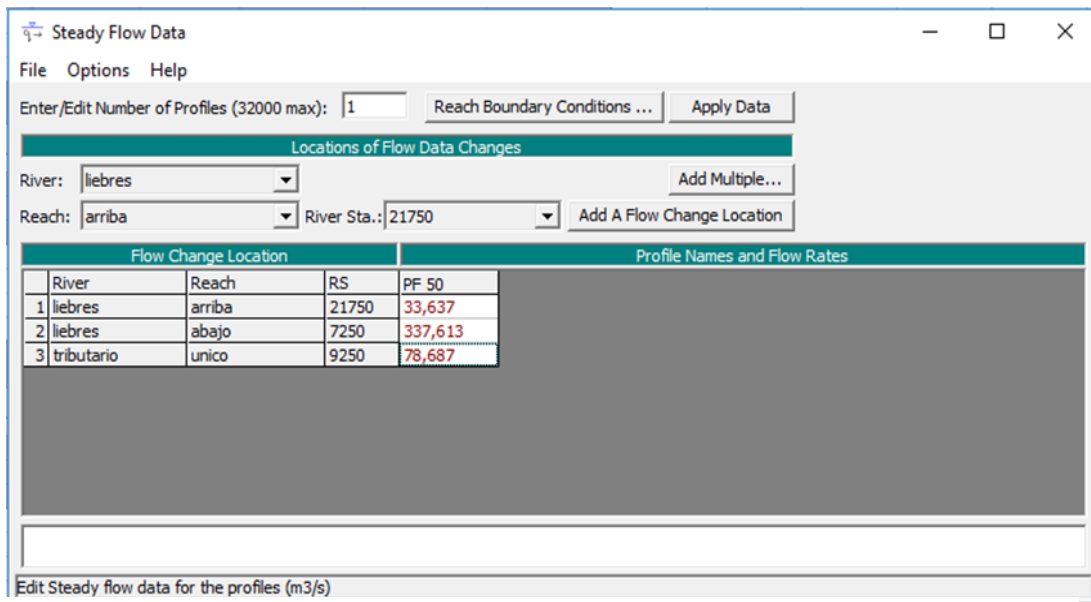


Figura 3.22. Valores del gasto de caudal para un periodo de retorno de 50 años agregados al programa Hec-Ras

El siguiente paso es elegir las condiciones de frontera en dónde el programa cuenta con cuatro condiciones: para un nivel de agua conocido, tirante crítico, tirante normal o curva de elevaciones. En esta investigación se consideró el tirante crítico (Figura 3.23).

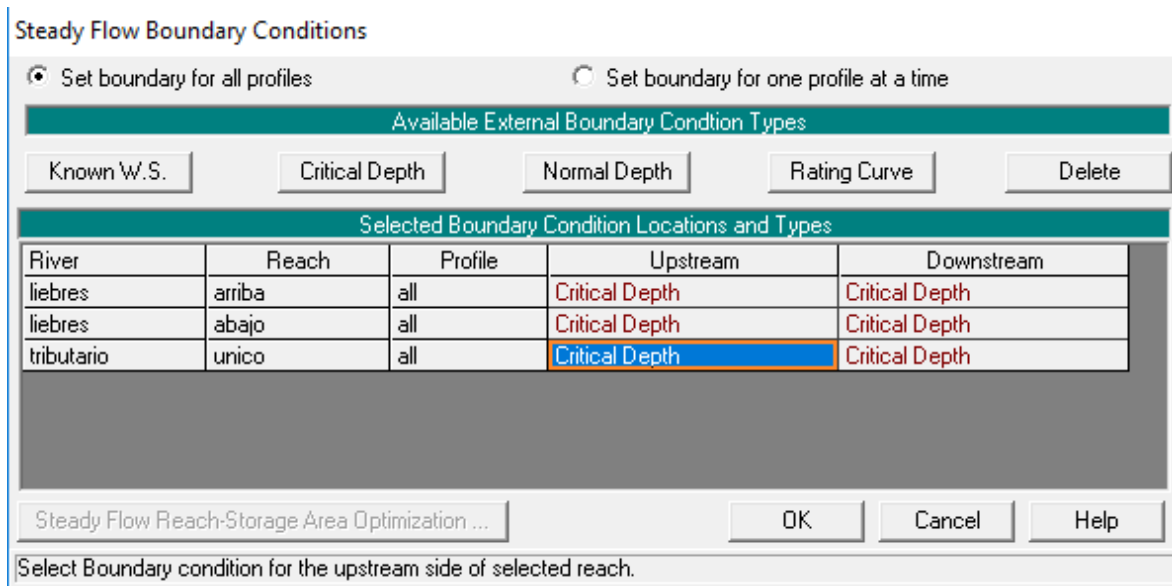


Figura 3.23. Condiciones de frontera para cada sección del río.

De acuerdo con la metodología del CENAPRED (2011), a partir de este punto se procesa la información generada para que sea exportada nuevamente a ArcGis para concluir con la modelación en el mismo. Sin embargo, en el presente trabajo se decidió utilizar la herramienta RAS Mapper del menú GIS Tools, en la cual se agrega el MDE para visualizar el tirante y el área de inundación (Figura 3.24).

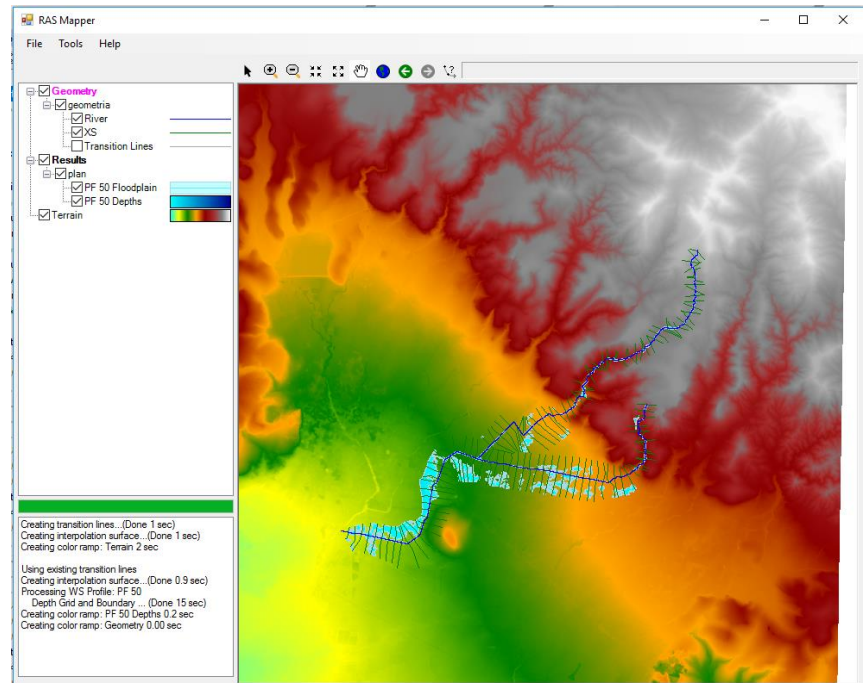


Figura 3.24. Visualización de los datos con la herramienta RAS

Una vez terminado el procesamiento en Hec-Ras, se preparan los datos para ser exportados y visualizados en ArcGis. Es importante señalar que dentro de la cuenca se localiza una presa de tamaño considerable por lo que es necesario incluirla en la modelación, lo anterior se realiza con la herramienta Inline Structures del menú RAS Geometry de la extensión Hec-Geo Ras, en dónde crea la estructura y se agregan la anchura de la presa y un cruce de sección que corte la estructura (Figura 3.25).

El método anterior es el más simple para agregar estructuras hidráulicas en una modelación. En el programa Hec-Ras se pueden agregar otras y variadas estructuras como puentes, alcantarillas, diques, entre otros, para lo cual se necesita información detallada de este tipo de infraestructura.

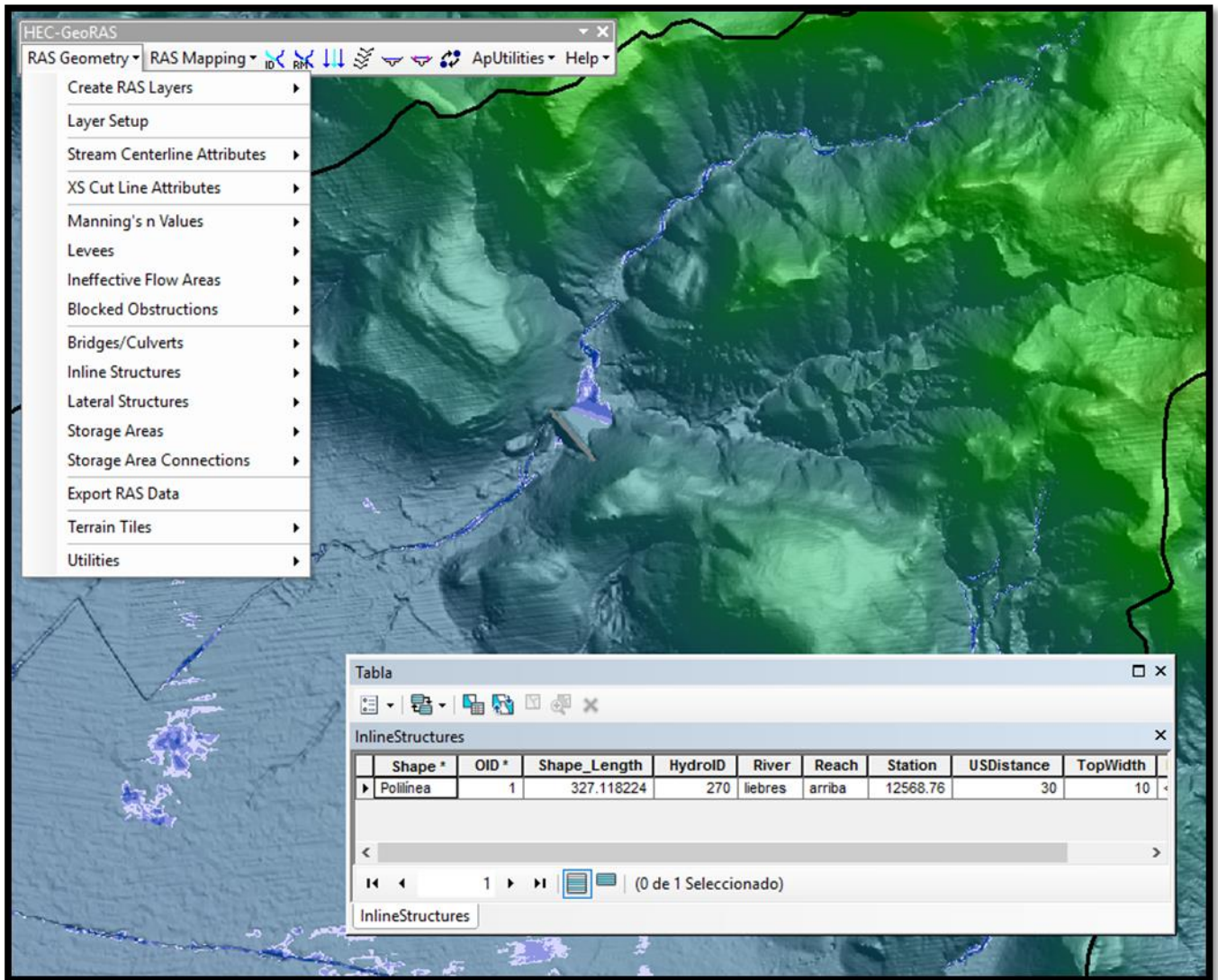


Figura 3.25. Datos agregados para representar la presa en la modelación. Dicha presa se localiza aguas arriba.

3.2.2. MAPAS DE PELIGRO POR INUNDACIÓN

Después de realizar el proceso de modelación, finalmente se generaron los mapas de peligro por inundación en el área de estudio para un período de retorno de 2, 10 y 50 años. En la Figuras 3.26, 3.27 y 3.28 se muestra la cartografía final. El máximo nivel de agua, de acuerdo a la modelación es de metro y medio. En los mapas generados se categorizaron cinco niveles los cuales son: a) <20 cm; b) 20-50 cm; c) 50-70 cm; d) 70 cm - 1 m; y e) 1- 1.5 m.

Espacialmente, en los tres escenarios las mayores áreas inundables se localizan hacia la parte occidental de la subcuenca, en donde, a su vez, se ubican las áreas con mayor tirante de agua (1.5m). En el centro del área de estudio se observan pequeñas áreas de inundación. Hacia la parte oriental las zonas inundables se localizan cerca de la canalización del río y en la parte central éstas se encuentran a poco más de cuatro cuadras (en la parte más alejada).

Ahora bien, las áreas de anegación crecen escasamente en cada período de retorno, al igual que el tirante. Por ejemplo, si comparamos las áreas de inundación de las Figuras 3.26 y 3.27 se observa un cambio de las zonas de inundación en la parte occidental del área de estudio, encontrándose también que el tirante cambia al visualizarse puntos con un color más oscuro en la Figura 10 que en la Figura 3.28. Aunque el cambio no es significativo es en esta zona en donde se identificaron los mayores problemas de ordenamiento territorial y la parte de la ciudad que actualmente está creciendo, situación que en un futuro puede aumentar el nivel de peligro por inundación.

Otro de los aspectos a resaltar es que las zonas con mayor peligro se localizan al centro de la ciudad de León, donde la estructura de la canalización del río es mejor que hacia las afueras de la ciudad, por lo que el principal problema en esta región de la urbe puede ser el drenaje o la ausencia de mantenimiento del canal.

Pese a encontrarse áreas con un nivel de peligro alto de inundación por el río Las Liebres, la presa localizada aguas arriba de la subcuenca funciona adecuadamente al contener el agua debido a que cerca de la misma no se encontraron áreas de inundación que representen un peligro mayor para la población.

El presente estudio está enfocado en uno de los ríos que registran mayores problemas de inundación por desbordamiento en las últimas décadas. Se eligió el sur de la ciudad por contar con un crecimiento urbano constante. Sin embargo, es importante mencionar que el río Los Gómez, afluente que atraviesa toda la ciudad de León, representa el mayor peligro para la población.

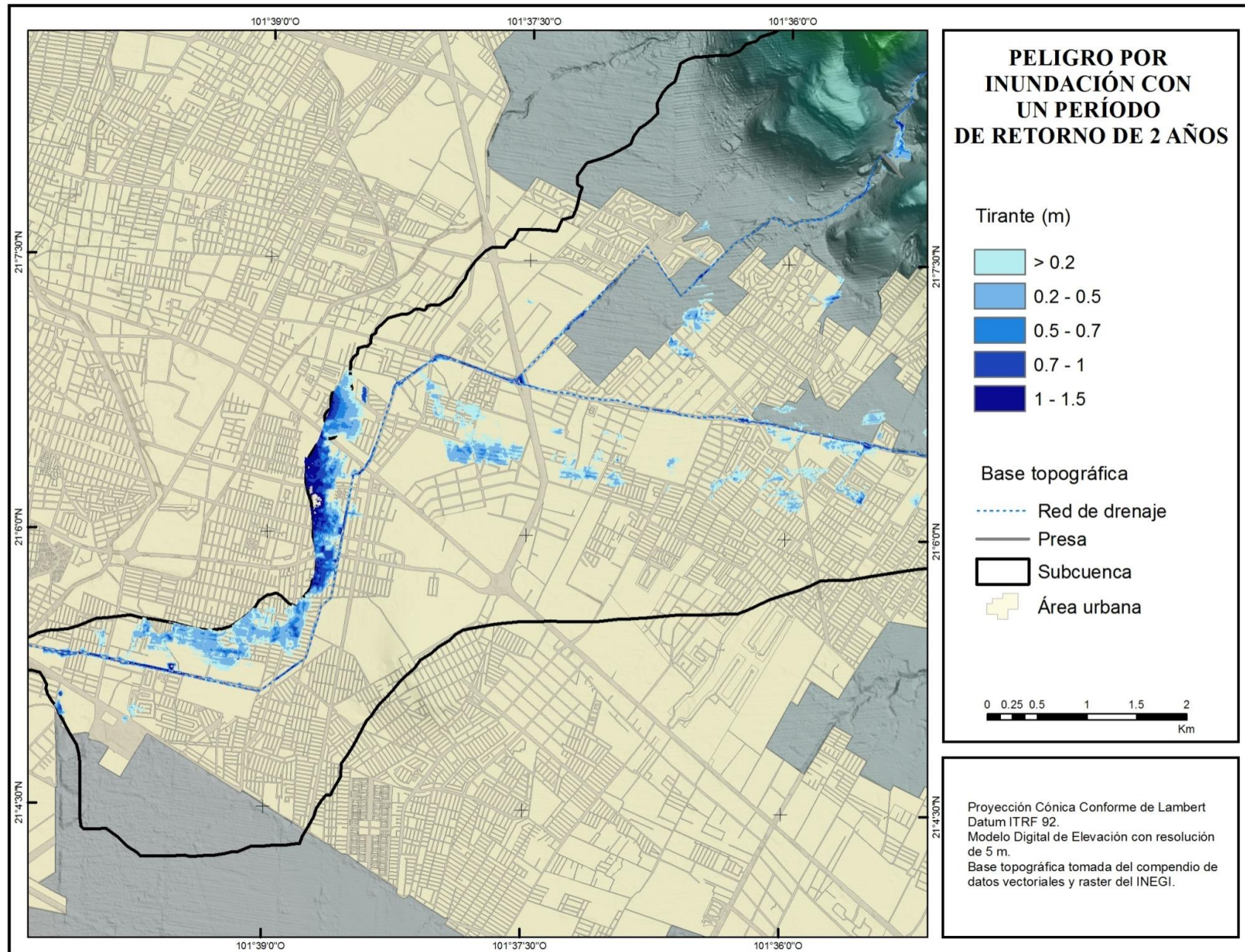


Figura 3.26. Mapa de peligro por inundación con un período de retorno de 2 años.

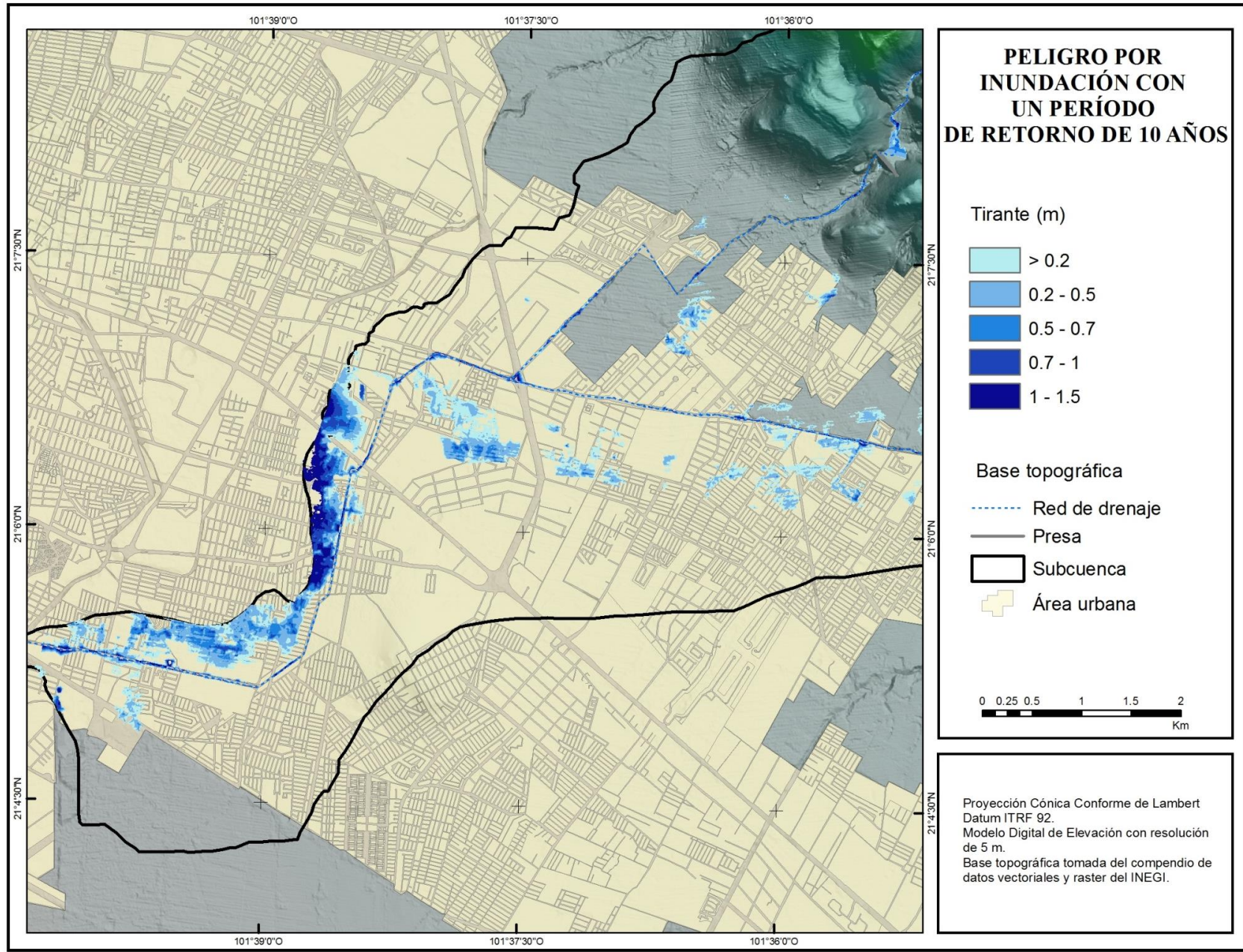


Figura 3.27. Mapa de peligro por inundación con un período de retorno de 10 años.

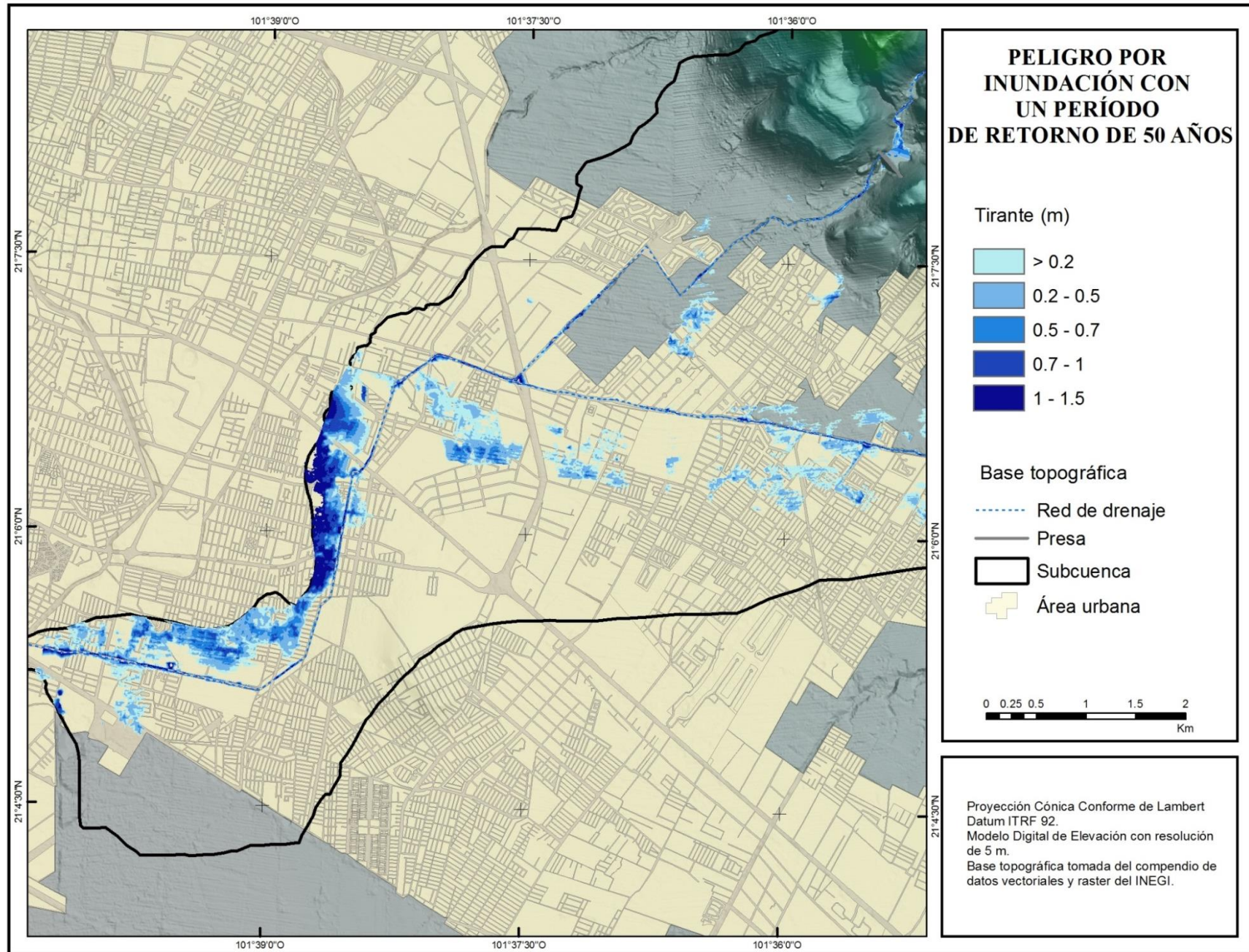


Figura 3.28. Mapa de peligro por inundación con un período de retorno de 50 años.

CAPITULO 4:

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se mencionó anteriormente, la medición de cualquier tipo de riesgo de origen natural varía en el espacio territorial debido a que depende de las características propias del lugar o región dónde se estima y del tipo de riesgo que se calcula. Partiendo de esta idea, también es importante mencionar que incluso la medición de un mismo tipo de riesgo varía de una región a otra. Por este motivo, las metodologías utilizadas para identificar el riesgo dependen de las mismas circunstancias. Una de las herramientas más utilizadas para identificar la distribución espacial del riesgo son los sistemas de información geográfica, ya que dicha herramienta permite visualizar y estimar el alcance de un fenómeno que resulte potencialmente peligroso para una comunidad.

Dicho recurso fue utilizado por Novelo-Casanova y Rodríguez Van Gort, (2015) y Montoya-Gómez, *et al.* (2008) para identificar el riesgo por inundación en el municipio de Motozintla y San Cristóbal de las Casas, respectivamente, ambos localizados en el estado de Chiapas. En ambas investigaciones se hizo una sobreposición de capas espaciales para determinar áreas de mayor riesgo. En el primer caso, se realizó una medición y delimitación espacial de la vulnerabilidad global con base en la evaluación de tres vulnerabilidades (estructural, organizativa y socioeconómica) y de percepción del riesgo. A este análisis se agregó una evaluación previa del cálculo de peligro por inundación en Motozintla elaborado por Cantarero-Prados (2013); como resultado se obtuvieron cinco niveles de riesgo.

En el segundo caso, la compilación de datos espaciales fueron los principales elementos para visualizar las zonas de riesgo por inundación. Los elementos geográficos utilizados fueron un MDE para identificar zonas bajas o llanuras de inundación, así como escorrentías, imágenes satelitales para determinar zonas de mayor humedad, fotografías no ortogonales e información del Plan de Desarrollo Urbano de la localidad para analizar el

crecimiento urbano de la misma, así como modelaciones de inundación para determinar zonas inundables con información de eventos pasados de inundación.

En el presente trabajo, la medición del riesgo por inundación se llevó a cabo mediante la sobreposición de capas de información espacial de cada elemento del riesgo. Es decir, las zonas inundables (de los tres periodos de retorno calculados) se añadieron a la valoración espacial de los niveles de marginación y rezago social, utilizando el programa ArcGis 10.2.

En el trabajo de Montoya-Gómez *et al.* (2008) los principales resultados arrojaron que el nivel de agua alcanzado en San Cristóbal de las Casas puede alcanzar los 4 metros lo que significa un riesgo muy alto. Por su parte, en la localidad de Motozintla, la mayor parte del territorio se encuentra en riesgo de inundación muy alto exceptuado la zona centro donde el riesgo es menor (Novelo y Rodríguez, 2015).

En el presente trabajo los resultados arrojados no son perceptibles a simple vista. Los tres escenarios de riesgo por inundación, calculados para el área de estudio se muestran en las Figuras 4.1, 4.2 y 4.3, en donde se observa que no existe una diferencia significativa en los tres escenarios debido a que en general, los niveles de riesgo se distribuyen de la periferia hacia el centro, lugar donde se encuentran los mayores niveles de riesgo por inundación, aunque al noreste se localizan unas cuantas manzanas con niveles de riesgo alto.

En cada periodo de retorno la extensión de los niveles de riesgo aumenta. Por ejemplo, en la vialidad Adolfo López Mateos Oriente hacia el sur y al centro del área de estudio se ubican niveles de riesgo de muy bajo, bajo y medio (Figura 4.1). En este mismo sector el número de manzanas que presentan niveles de riesgo muy bajo y bajo aumenta (Figura 4.3). Asimismo, existen unas cuantas manzanas que de un nivel de riesgo alto pasan a un nivel de riesgo muy alto en el siguiente escenario, es decir, con un periodo de retorno de 50 años (Figura 4.3).

La categorización de riesgo inexistente que presentan algunas manzanas en los tres escenarios de riesgo se debe a que el modelo de inundación indica que, en estas secciones del área de estudio, no llega la inundación. No obstante, es importante mencionar que todas las

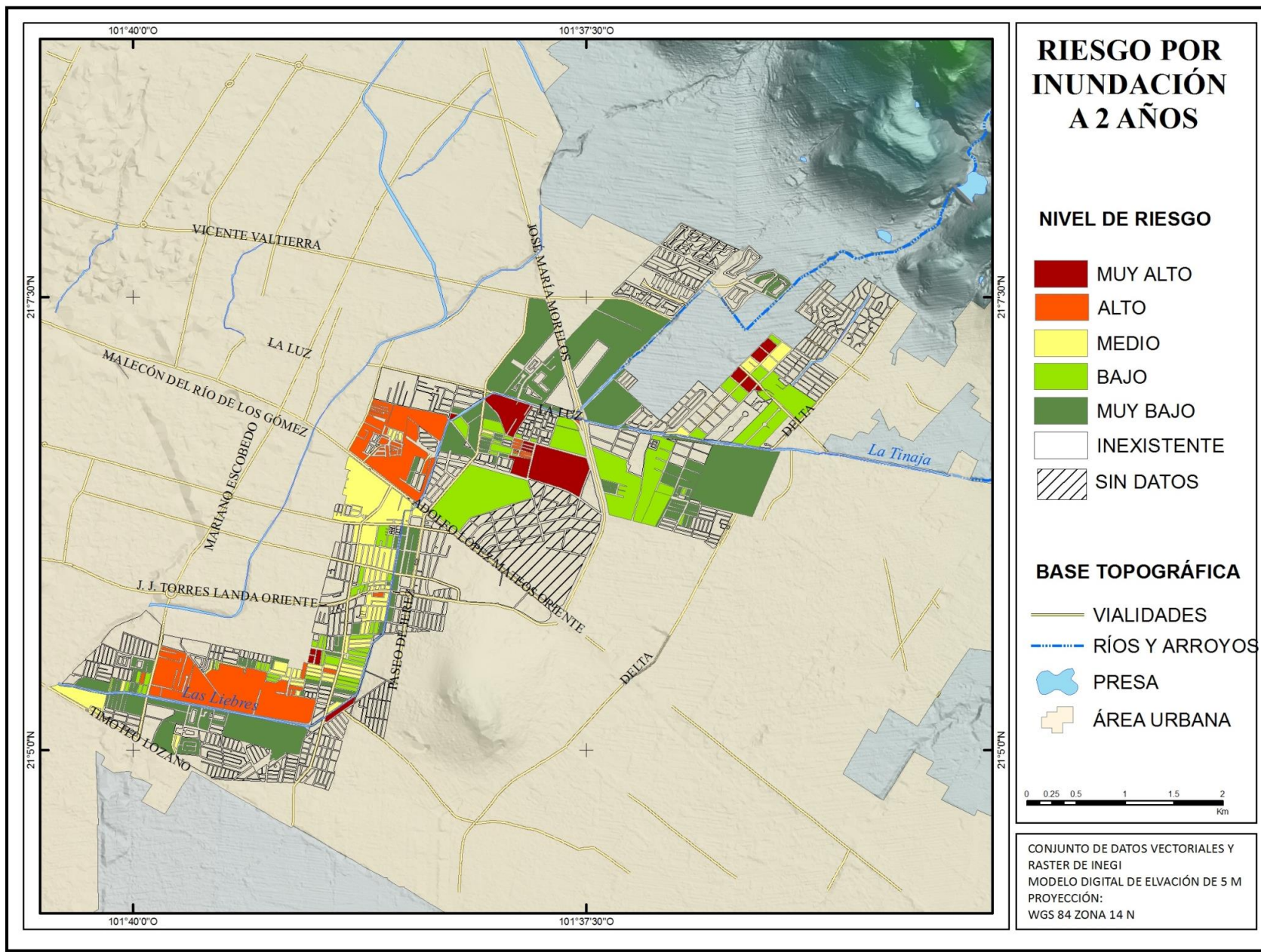


Figura 4.1. Mapa de riesgo por inundación con un período de retorno de 2 años.

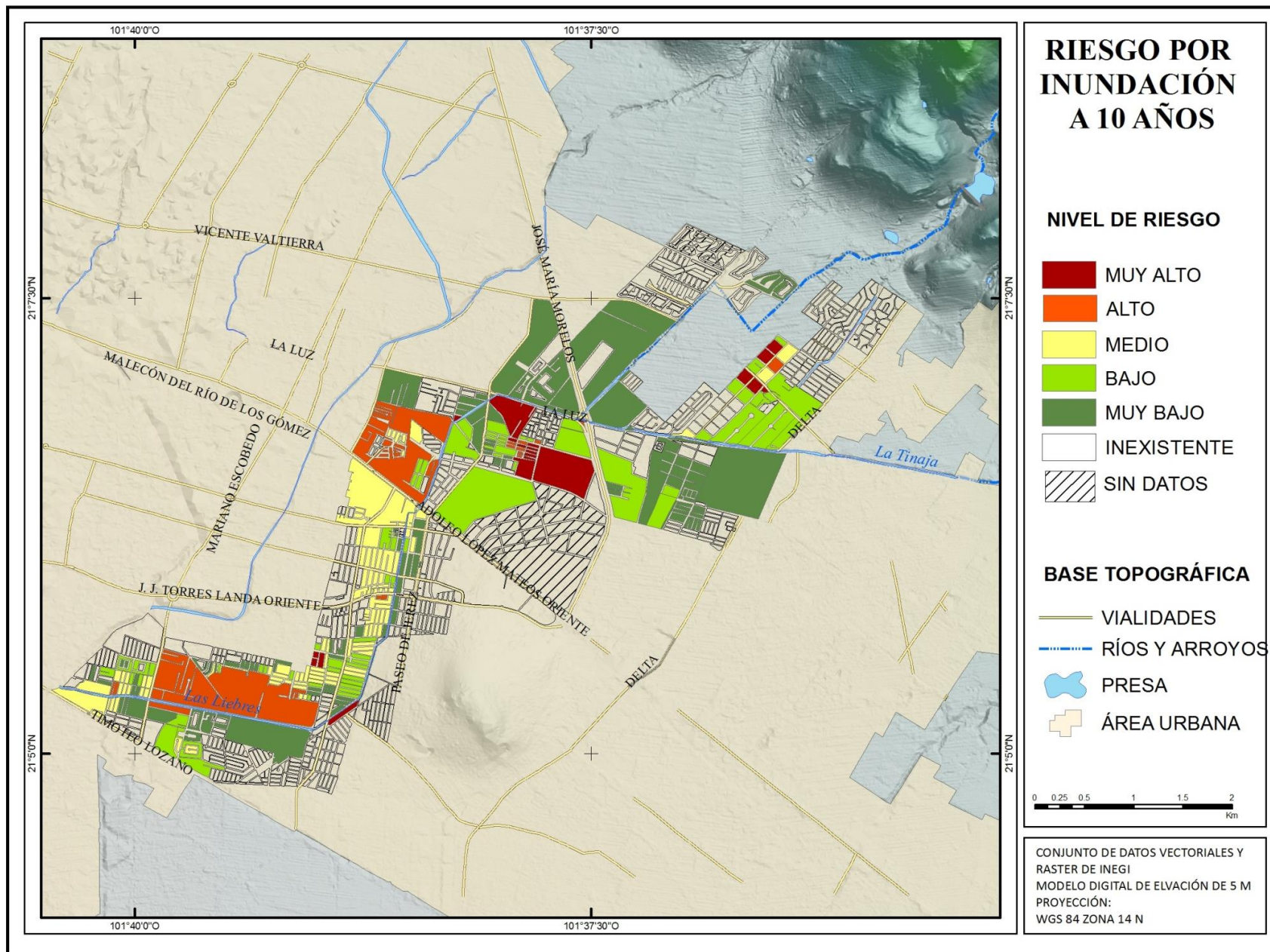


Figura 4.2. Mapa de riesgo por inundación con un período de retorno de 10 años.

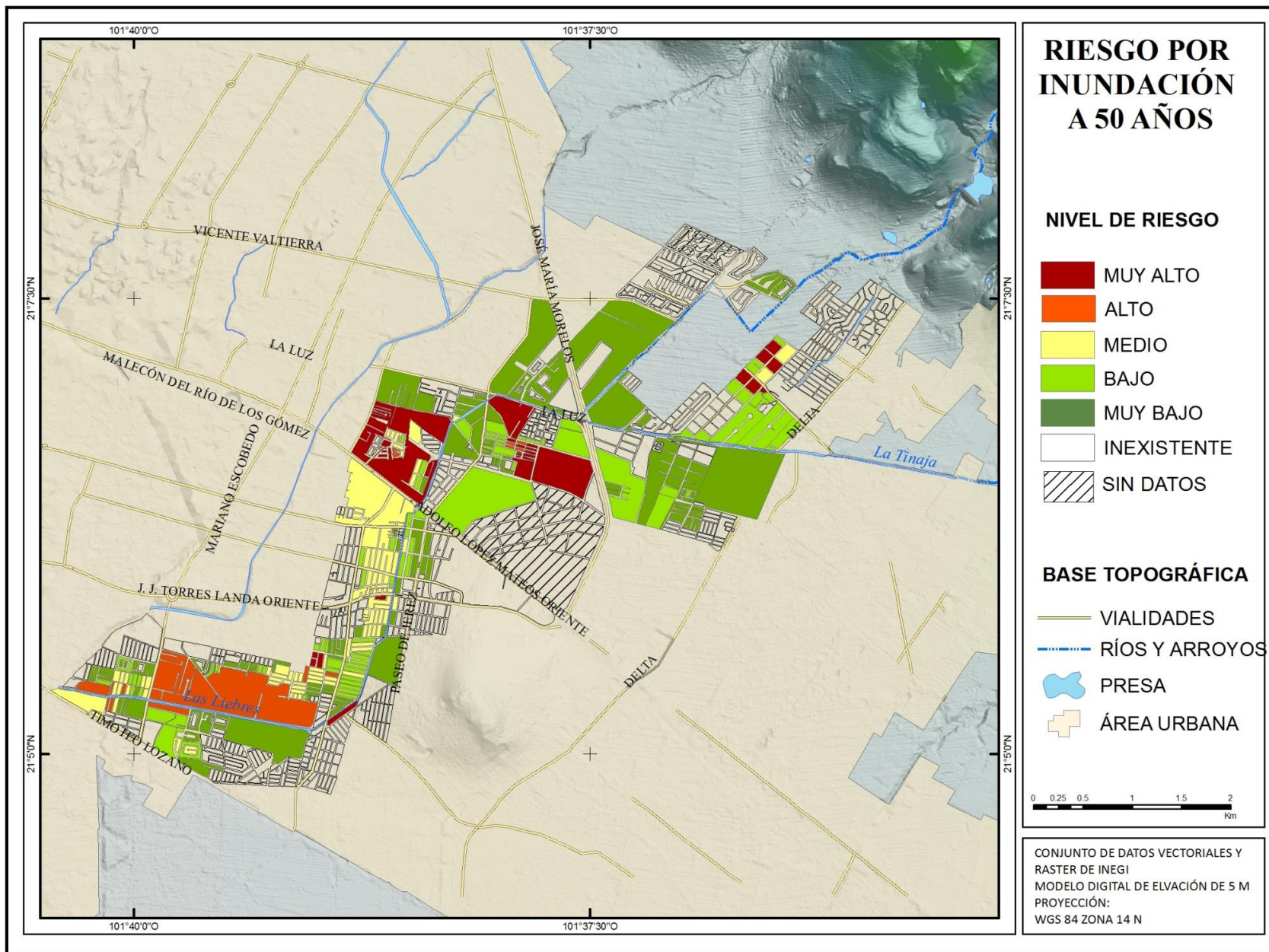


Figura 4.3. Mapa de riesgo por inundación con un período de retorno de 50 años.

manzanas localizadas cerca de los ríos y arroyos cuentan con un nivel de exposición alto en el caso de que se presenten lluvias extraordinarias o la presa localizada aguas arriba tenga fallas en su estructura.

Este último resultado, es consistente con la delimitación de la zona o región al momento de calcular el peligro, por lo que la dimensión espacial condiciona el riesgo. De esta manera, el resultado de que ciertas manzanas presentaran riesgo inexistente tiene su origen en la estimación del peligro por inundación, la cual a su vez partió de la caracterización hidrológica donde se localiza el área de estudio. Por la conformación de la misma, fue necesario dividir a la microcuenca (dónde se ubica el área de estudio) en tres secciones. Este proceso también se utilizó para el cálculo del riesgo por inundación al sur de la Provincia de Córdoba, Argentina (Seiler *et al.*, 2002), en la cual se utilizó un índice de precipitación estandarizado para determinar áreas inundables y gracias al tamaño de la región en estudio y la caracterización fisiográfica de la misma, se estimó un índice para cada población localizada dentro y cerca de la cuenca de estudio, las cuales son Laboulaye, Rio Cuarto y Mercedes.

Uno de los elementos que ayuda a entender el riesgo es la percepción que tienen los habitantes del mismo. Sin embargo, el proceso para identificar y medir la percepción del riesgo es un proceso cualitativo, por tanto, su estudio cambia drásticamente de un autor a otro, ya que depende del o los objetivos a los que va encaminado

En el área de estudio, uno de los datos más importantes que proporcionaron las personas encuestadas fue el tirante registrado en inundaciones pasadas, los cuáles se compararon con los escenarios de inundación estimados. En las Figuras 4.4, 4.5 y 4.6 se observan los tres mapas de peligro por inundación en conjunto con la información del nivel de agua alcanzado en inundaciones pasadas. Como se contempla en dichos mapas, los habitantes que reportaron un tirante mayor a los 15 centímetros se concentran al centro y sur del área de estudio, mientras que en las periferias el nivel de agua alcanzado registrado, es menor a 15 centímetros. Sin embargo, en esta parte del área de estudio también se ubican algunos puntos con tirantes mayores a los 15 centímetros.

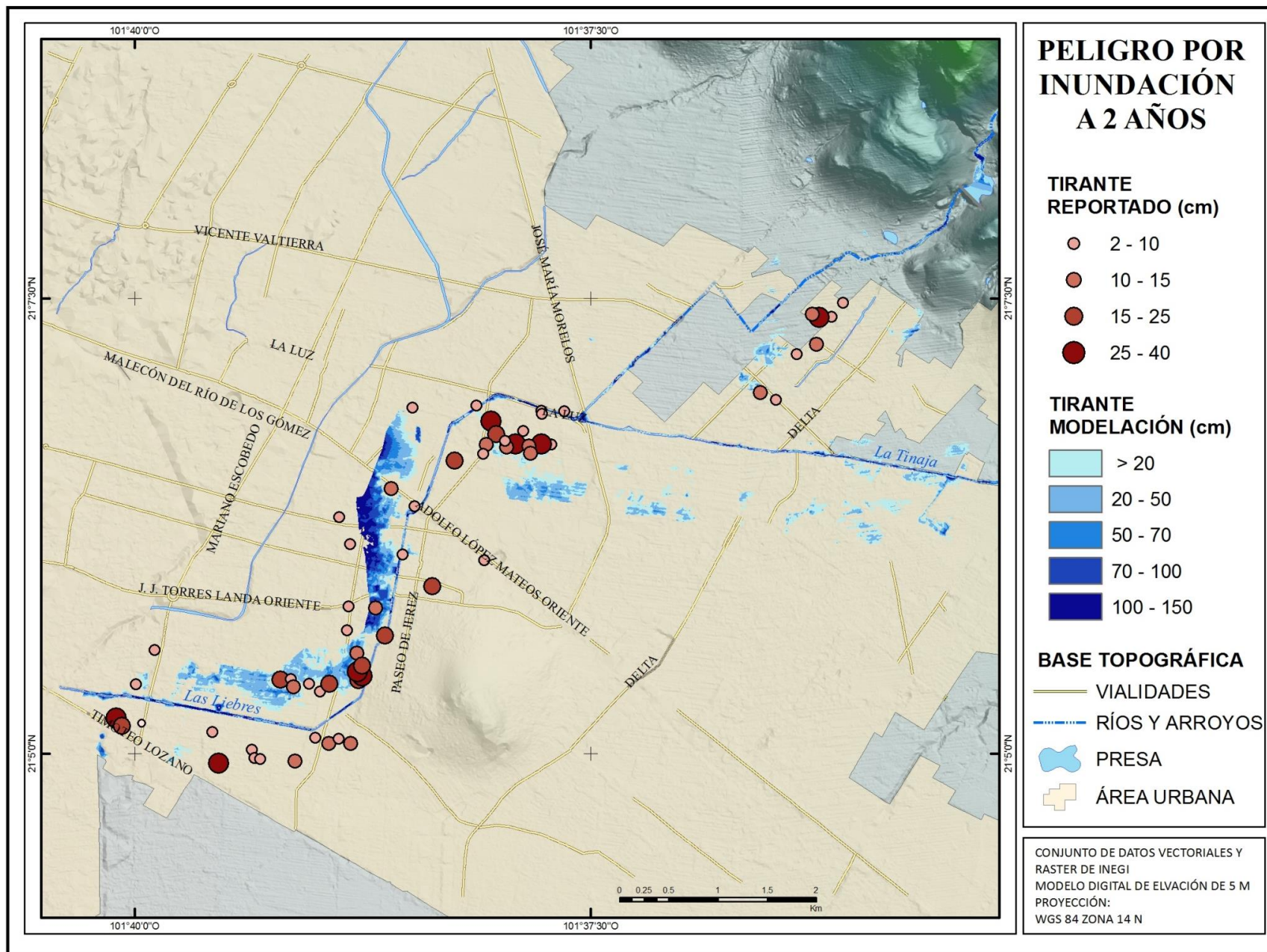


Figura 4.4. Mapa de riesgo por inundación con un período de retorno de 2 años con el registro del nivel de agua reportado por los encuestados.

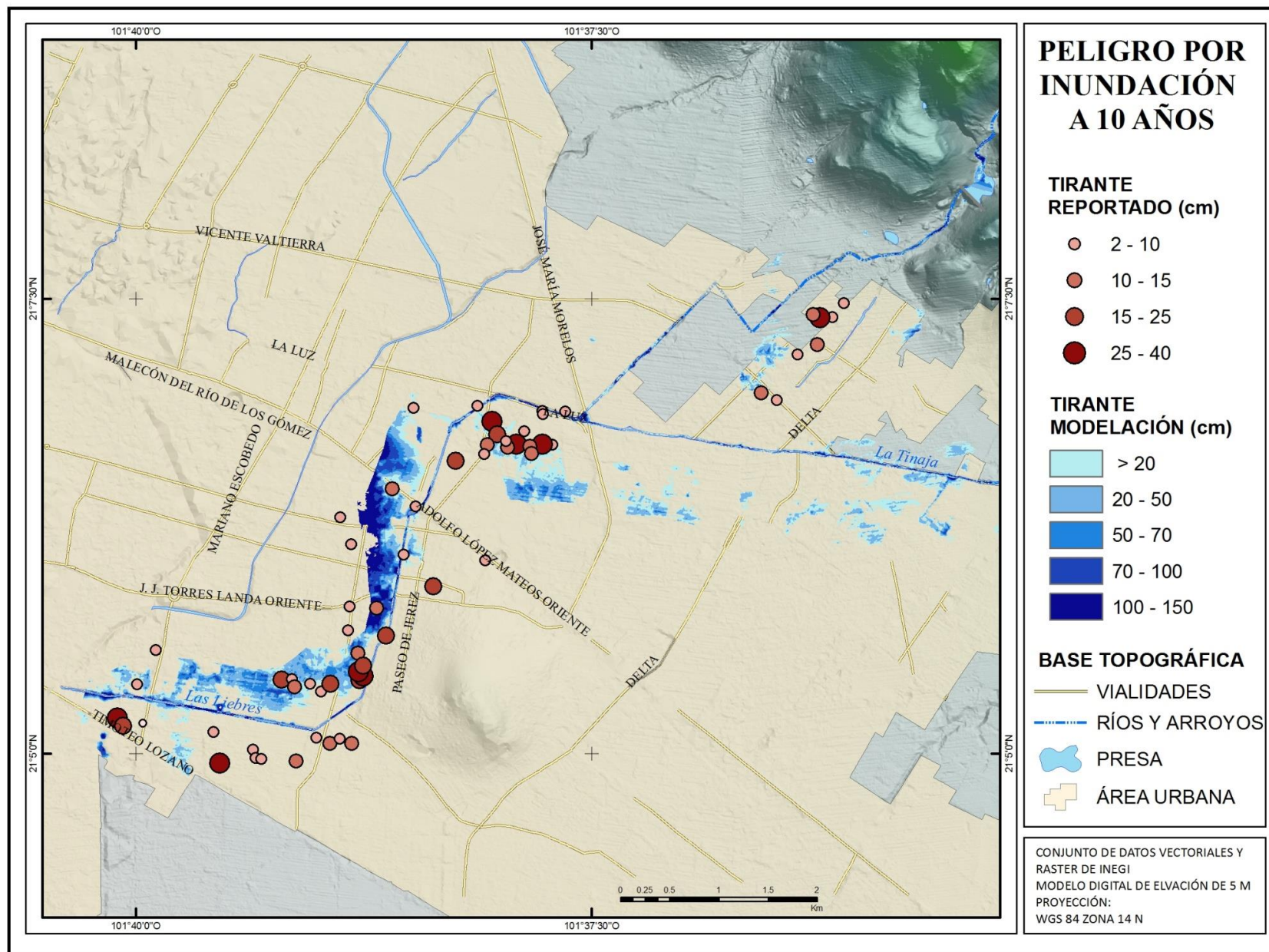


Figura 4.5. Mapa de riesgo por inundación con un período de retorno de 10 años con el registro del nivel de agua reportado por los encuestados.

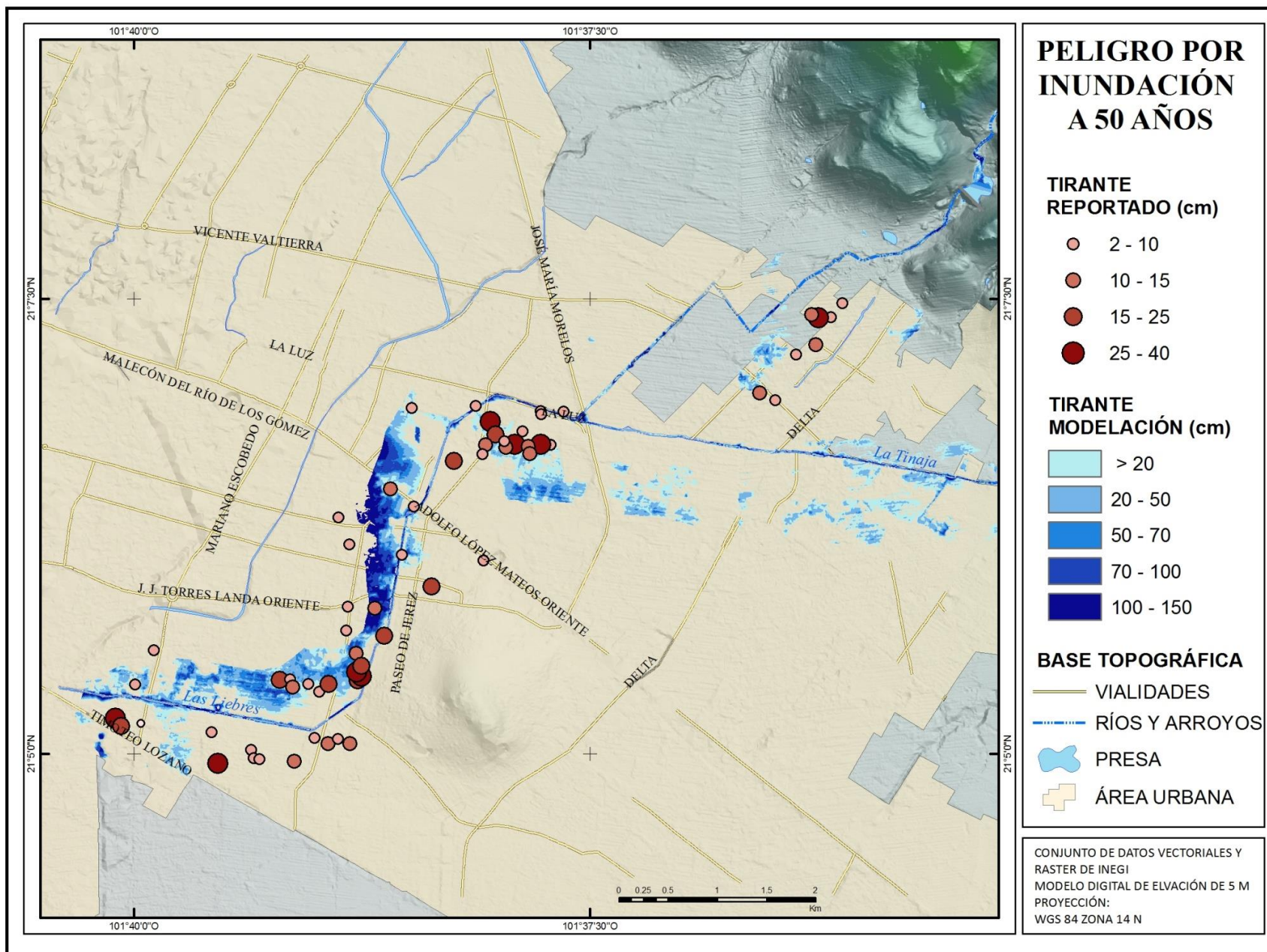


Figura 4.6. Mapa de riesgo por inundación con un período de retorno de 50 años con el registro del nivel de agua reportado por los encuestados.

La distribución del registro de tirantes en eventos pasados es consistente con los niveles de agua que se obtuvieron de la modelación hidráulica en los tres escenarios de peligro, concordando mayormente con el escenario para un periodo de retorno a 50 años. Aun cuando hacia el noreste los puntos no coinciden con la modelación, si nos indican que el nivel de exposición es alto, al encontrarse cerca del afluente.

Asimismo, es posible confirmar que el mayor riesgo se localiza al centro del área de estudio, zona donde el equipamiento es mayor y mejor que hacia la periferia. Bajo este contexto, los comentarios de los encuestados fueron que el principal problema que provoca inundaciones y afectaciones en ciertas partes de la ciudad es la acumulación de basura en las calles y vialidades. Algunos de ellos, indicaron también que la principal solución que realizan las autoridades gubernamentales es la implementación de alcantarillado pluvial (Figura 4.7), no obstante, éstos se obstruyen con la basura generada en la ciudad.

En la localidad de Motozintla, conforme lo reporta Novelo y Rodríguez (2015), gran parte de la población considera que las inundaciones no llegarán a afectarles significativamente y aquellas familias que consideran encontrarse con bajo riesgo ante inundaciones, se ubican al centro de la ciudad dónde las condiciones socioeconómicas son mejores. Paradójicamente, estos habitantes se localizan en el área con mayor riesgo por inundación.

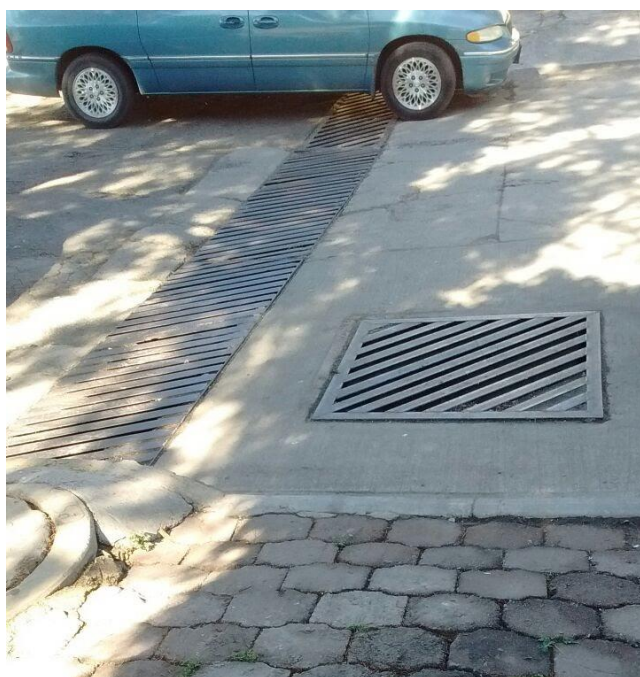


Figura 4.7. Ejemplo de alcantarillado en el área de estudio.

En el trabajo de Ferrari (2012) para estimar la percepción social de las inundaciones en el barrio Etchpare de la ciudad de Trelew, Argentina, se realizaron entrevistas semiestructuradas en profundidad a personas clave para identificar la percepción de ocho tipos de vulnerabilidades (económica, social, política, jurídica, ideológica, educativa, tecnológica y física). Este autor encontró dos discrepancias importantes (vulnerabilidad jurídica y económica) entre las condiciones de

vulnerabilidad y la vulnerabilidad percibida.

En la investigación realizada por Novelo-y Rodríguez (2015); y Ferrari (2012), la participación y confianza de los habitantes fue vital para comprender la percepción del riesgo en sus respectivas zonas de estudio. En la presente investigación, uno de los temas que más preocupa a los habitantes de la ciudad son los altos niveles de inseguridad, razón por la cual existe una gran desconfianza entre ellos. De esta manera, la visión que tiene la ciudadanía de cómo convive con el riesgo, refuerza y sirve de herramienta para implementar medidas de mitigación que funcionen y que permitan desarrollar acciones para la reducción del riesgo.

En el análisis que realiza Perevochtchikova y Lezama (2010), para identificar los principales factores naturales y sociales que originaron la gran inundación del estado de Tabasco en octubre de 2007, establecen que uno de los elementos que acrecentó el desastre en esta parte del territorio mexicano son las condiciones precarias en las que se encuentran algunos poblados del estado. Esto es debido principalmente a la expansión de la mancha urbana que favorece los asentamientos humanos irregulares en zonas de riesgo.

Esta misma situación se presenta en el área de estudio, ya que según relataron habitantes que se localizan a las afueras de la ciudad, algunas colonias son relativamente nuevas, debido al crecimiento desmesurado de la densidad demográfica en León, por tanto, los servicios básicos son insuficientes. Algunos sectores de la población señalaron que incluso varias calles siguen sin pavimentar por lo que las inundaciones en estos puntos del área de estudio se vuelven más perjudiciales.

De igual forma, la falta de atención por parte de autoridades gubernamentales en las periferias de la ciudad deriva del crecimiento desmesurado de la mancha urbana, la nula implementación de programas para el ordenamiento territorial en estas zonas y, sobre todo, de la atención que se da a problemas más urgentes (según lo indican los propios habitantes) como son la inseguridad, el desempleo y la falta de vivienda.

Este último punto, también habla del riesgo aceptable que existe en los límites de la ciudad pues a pesar de no contar con los servicios básicos, de vivir en condiciones poco favorables y de la poca atención que se da a las anegaciones, la población acepta estos percances con tal de contar con una vivienda.

Uno de los métodos más recurrentes para prevenir inundaciones es la construcción de diversas obras (canales, diques, sistemas de drenaje fluvial, presas) que ayuden a contener la acumulación de agua. Si bien es cierto que estas construcciones muchas veces resultan paliativas contra las anegaciones, en ocasiones ésta resulta perjudicial cuando son mal administradas.

Un ejemplo de lo anterior es lo sucedido en el municipio de Chalco, Estado de México, en junio de 2000, cuando numerosas colonias quedaron inundadas por aguas residuales a causa de una ruptura del canal La Compañía (Ortiz y Ortega, 2007). Otro caso, es el que reporta Perevochtchikova y Lezama (2010), en su trabajo relacionado con la inundación de Tabasco en el año de 2007, en el cual señala que el mal diseño y retraso de las obras hidráulicas que se construían para la prevención de inundaciones en la región tabasqueña favoreció el desastre, pues estas no estaban terminadas y su construcción no consideró las condiciones fisiográficas del área.

Es factible considerar que el establecimiento de obras hidráulicas para evitar inundaciones no siempre responde a las características geográficas del lugar donde se construyen o en su defecto no se realiza un estudio a profundidad con el fin de identificar los lineamientos necesarios para que estén funcionen adecuadamente a largo plazo. Esta condición se presenta en la localidad de Chalco, donde la subsidencia generada por la sobreexplotación de agua subterránea provoca desnivel en el terreno y por tanto acumulación de agua. Esta situación, a su vez, genera que el canal La Compañía se convierta en un elemento más que aumenta significativamente el riesgo por inundación al ser vulnerable ante rupturas debido a la subsidencia (Ortiz y Ortega, 2007).

En el área de estudio, se encuentran dos construcciones importantes para mitigar las inundaciones, una presa ubicada aguas arriba y la canalización de los ríos Las Liebres y parte del río La Tinaja. La percepción del riesgo que representa el canal es muy variada y sin lugar a dudas responde a la distancia que se localizan las viviendas de los habitantes con respecto a la corriente canalizada. Incluso, personas con viviendas localizadas en la parte central del área de estudio y que se encuentran cerca del canal, aseguraron que nunca se han enterado de que el canal presenta desbordamientos.

Sin embargo, habitantes asentados a pocos metros del canal y hacia la periferia, indicaban que año con año éste resultaba ser insuficiente para contener el agua de lluvia. Esto último tiene que ver con el tipo de material y la forma en que está construida la canalización (Figura 4.8) debido a que al centro del área de estudio la construcción se encuentra en condiciones óptimas. No obstante, hacia la periferia la canalización parece estar improvisada.

En cuanto a la presa, para ciudadanos que viven relativamente cerca de la misma, la sensación general es de inseguridad, ya que tienen la creencia de que no es suficiente para contener la acumulación de agua en época de lluvia.

En la presente investigación fue posible determinar que los leoneses reconocen que las inundaciones son parte de la vida cotidiana. No obstante, el razonamiento que impera entre los habitantes es que no es posible que ocurra una gran inundación en la ciudad, a pesar de que año con año se ven afectados directa o indirectamente por anegaciones. Es decir, perciben una sensación de seguridad alta, brindada principalmente por la canalización de los afluentes y solo un pequeño porcentaje de la población (todos aquellos altamente perjudicados por inundaciones) piensa que los canales son deficientes.



Figura 4.8. Vista del canal Las Liebres. a) sector localizado en periferia hacia el norte, b) sector localizado al centro del canal, c) sector localizado en la periferia hacia el sur.

CONCLUSIONES

Identificar los elementos o causas principales que condicionan el riesgo por inundación en las ciudades es una labor compleja debido a que, es necesario entender, entre otros aspectos las dinámicas espaciales de los sistemas urbanos. En este contexto, en la presente investigación se identificaron los componentes principales que originan y condicionan el riesgo por inundación al sur de la ciudad de León, Guanajuato.

1. Mal manejo del agua

Las inundaciones son parte de la historia de la ciudad, pues gracias a las actividades económicas que se suscitaron en el comienzo de la creación de Villa de León provocó la búsqueda y adquisición de grandes volúmenes de agua. Los habitantes buscaban la forma de asentarse cerca o sobre las márgenes de los ríos, además de la construcción de presas y estanques para asegurar el abasto de agua. Esta situación provocó cambios importantes en los afluentes, condicionando la configuración espacial de la nueva ciudad y la convivencia con las anegaciones.

Cuando ocurrieron los desastres de 1888 y 1926 en la ciudad debido a grandes inundaciones, las principales medidas que se implementaron fueron la construcción de grandes y complejas obras hidráulicas para la contención del agua proveniente de las lluvias. Sin embargo, estas soluciones respondían a las dinámicas sociales que imperaban en el momento de su edificación y no se tenían previstas para satisfacer la creciente población que extendió paulatinamente la mancha urbana.

2. Migración

El factor migración es otro de los factores presentes desde la proliferación económica de la Villa de León. Actualmente ésta aumenta de manera significativa el riesgo por

inundación, particularmente en el área de estudio y en general amplifica la vulnerabilidad social de la ciudad. Esto último se logró comprobar durante el trabajo de campo realizado pues algunos de los encuestados indicaban que en caso de inundación regresarían a su lugar de origen. Esta circunstancia, provoca que las personas migrantes que residen en la ciudad desconozcan los procesos sociales preponderantes, así como el nulo conocimiento de las características físicas del lugar dónde viven y, por tanto, desconocen los niveles de riesgo por inundación que imperan en la ciudad. Asimismo, al no sentirse identificados con su nuevo lugar de residencia, tienen poco interés en participar o involucrarse en encontrar soluciones para mejorar el área del lugar dónde viven.

Otro de los resultados que se encontraron y que se originan de la misma problemática es la auto-segregación que tienen zonas residenciales en la periferia al sur de la ciudad. Estas zonas se apartan del sistema urbano e implementan soluciones a los principales problemas que les aquejan, entre ellas las inundaciones. Esta separación con el sistema urbano permite que los habitantes sean vulnerables, aun cuando no lo perciban así. El hecho de buscar hermetismo ocasiona que programas de mitigación no resulten efectivos para atenuar las inundaciones, entre otros.

3. Mal funcionamiento de equipamiento urbano

Si bien, en hacia los límites del sur de la ciudad los servicios básicos son escasos, el área de mayores problemas de inundación, según la modelación hidráulica, es al centro de la misma, lugar dónde la canalización y sistemas de drenaje son óptimos, por lo que, el principal problema es la acumulación de basura y la falta de mantenimiento en el sistema de drenaje y canalizaciones. Según lo reporta el IMPLAN (2014), la acumulación de desechos es uno de los grandes problemas en la ciudad de León, la cual genera diversos problemas de contaminación.

Por otro lado, los encuestados aseveraron que más que afectarles en su vivienda, las inundaciones les afectan al tratar de transportarse al centro de trabajo, pues relatan que las vialidades principales que conducen a dicha zona son las que se inundan más y generan caos vial. Es así, que, de manera general, por lo menos, al sur de la ciudad, la principal problemática que genera las inundaciones es la imposibilidad de desplazamiento de los ciudadanos.

4. Implementación de políticas públicas para el impulso de la economía en la ciudad

Para asegurar el desarrollo económico en León, se impulsaron diferentes políticas que fortalecieran actividades primarias (agricultura y ganadería) y secundarias (industria), las cuales para su práctica, requieren una cantidad importante de agua, por lo que la construcción de obras hidráulicas fue la clave para llevar a cabo dichas actividades. De esta manera, estas políticas condicionaron el peligro por inundación, pues no responden a la configuración natural del sistema de drenaje en la ciudad, generando inundaciones.

Por otro lado, la inexistencia de un ordenamiento territorial aumenta los problemas de desabasto de agua potable e inundaciones. Esto último puede comprobarse con el desplazamiento territorial de las inundaciones. Es decir, las inundaciones se distribuyen al mismo tiempo que se expande la mancha urbana. Desde la fundación de la villa hasta 1926 las anegaciones se presentaban al margen del río Los Gómez, de esta fecha y hasta el año 2000 las inundaciones se presentaron al norte de la ciudad, lugar donde se desplazaron los habitantes después de los grandes desastres por inundación. Actualmente, como se consiguió constatar los problemas de inundación se presentan al sur de la ciudad.

5. Prioridad a otras problemáticas sociales

Otro elemento que se comprobó en campo es la preocupación de la ciudadanía en otros problemas sociales, como lo son la delincuencia, la falta de empleo y la falta de vivienda. Bajo este marco, las autoridades gubernamentales se ven rebasadas al tratar de solucionar las problemáticas más urgentes de una ciudad que crece día con día.

La instauración de viviendas en precarias condiciones y sin servicios básicos en las periferias de la ciudad aumenta el riesgo por inundación para estos habitantes.

BIBLIOGRAFÍA

- ABHAS, K. JHA., BLOCH, R., LAMOND, J., (2012). “Ciudades e inundaciones. Guía para la Gestión Integrada del Riesgo de Inundaciones en Ciudades del Siglo 21”, El Banco Mundial, Washington D.C., 61 pp.
- ALMAGUER RIVERÓN, C.D., (2008). “El riesgo de desastres: una reflexión filosófica”. La Habana, Ministerio de Educación Superior, Universidad de La Habana, Facultad de Filosofía, Tesis de Doctorado, 159 pp.
- ANEAS DE CASTRO, S. (2000). “Riesgos y peligros: una visión desde la Geografía”. Dialnet. Portal de Recursos Educativos Abiertos (REA). Disponible en: [<http://www.temoa.info/es/node/498786>]. Consulta: 23 de octubre de 2015.
- APARICIO, J., (2001), “Fundamentos de Hidrología de superficie”, Décima reimpresión, Limusa, México.
- ARREGUÍN CORTÉS, F.I., RUBIO GUTIÉRREZ, H., DOMÍNGUEZ MORA, R., LUNA CRUZ, F., (2014). “Análisis de las inundaciones en la planicie tabasqueña en el período 1995-2010”. Tecnología y Ciencias del Agua, núm. 3, vol. 5, 5-32 pp.
- ASCENCIO PEDRAZA, A.I., (2012), “Encuesta sobre violencia y percepción de la seguridad en León, 2012, Resultados principales”, Observatorio Ciudadano de León A.C., Sistema Integral de Gobernanza Urbana. León, Guanajuato.
- BATEMAN, A., (2007), “Hidrología básica y aplicada”, Grupo de Investigación en Transporte de Sedimentos, UPC, 70 pp.
- BLAIKE, P., CANNON, T., DAVID, I., WISNER, B. (1996). “Vulnerabilidad el entorno social y económico de los desastres”. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina; La Red. Primera Edición, Bogotá, Colombia, 290 pp.
- BOTTINO BERNARDI, R. (2009). “La ciudad y la urbanización”. Estudios históricos CDHRP, núm. 2, 1-14 pp.

- BRADING, D.A., (1988). "Haciendas y ranchos del Bajío, León 1700-1800" Villanueva Moreno (Traducción). 1ª Edición, Editorial Grijalbo S.A., México.
- BURTON, I. (1999). "Peligros Naturales y Ambientales". En Henry, J. y Heineke, G., Ingeniería Ambiental, 2a Ed., México y Argentina, Prentice Hall Hispanoamericana, 778 pp.
- BUSTELO, P. (2011). "El Terremoto de Tohoku (Japón) de Marzo De 2011: Implicaciones Económicas (Ari)". Real Instituto Elcano. Madrid. Disponible en: [<http://www.realinstitutoelcano.org/wps/portal/rielcano>]. Consulta: 10 de enero de 2016.
- CALVO GARCÍA-TORNEL, F. (1994). "La Geografía de los Riesgos". Geocrítica, núm. 54. Disponible en: [<http://www.ub.es/geocrit/geo54.htm>]. Consulta el 21 de septiembre de 2015.
- CAMPOS-VARGAS, MILAGROS, ALEJANDRA TOSCANA-APARICIO Y JUAN CAMPOS ALANÍS. (2015). "Riesgos siconaturales: vulnerabilidad socioeconómica, justicia ambiental y justicia espacial". Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía 24 (2).
- CANTARERO PRADOS, FJ., (2013). "Atlas de factores de riesgos de la cuenca de Motozintla, Chiapas: Zonificación de la amenaza por inundaciones". México, D.F.: CONACYT-Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México. 146-149 pp.
- CAPEL SÁEZ H., (1973). "Percepción del medio y comportamiento geográfico". Revista de Geografía, núm. 7, 58-150.
- CARDONA ARBOLEDA, O. A. (1993). "Evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo. Elementos para el Ordenamiento y la Planeación del Desarrollo". En Wilches-Chaux (coord.) Los desastres no son naturales. 45-65 pp. Bogotá, Colombia: Red de Estudios en Prevención de Desastres en América Latina.
- CARRILLO ESPINOSA, G., (2012). "La migración en el Municipio de León, Guanajuato" Epíkeia. Derecho y Política, núm. 9, 1-10 pp.

- CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES (CENAPRED), (2001). "Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México". México: Secretaría de Gobernación, 232 pp.
- CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES (CENAPRED), (2004). "Guía básica para la elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos". México: Secretaría de Gobernación, 389 pp.
- CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES (CENAPRED). (2006). "Guía Básica para la elaboración de Atlas Estatales y Municipales de peligros y Riesgos, Fenómenos Hidrometeorológicos". Serie: Atlas Nacional de Riesgos. Secretaría de Gobernación, México.
- CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES (CENAPRED). (2008). "Guía Básica para la elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos". Serie: Atlas Nacional de Riesgos. Secretaría de Gobernación, México.
- CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES (CENAPRED). (2013). "Inundaciones". Serie: Fascículos. Secretaría de Gobernación, México.
- COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA (CONAGUA) (2002). Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Valle de León, estado de Guanajuato. 14 pp.
- DE DICCO. R (2011). "Terremoto y Tsunami en Japón". Centro Latinoamericano de Investigaciones Científicas y Técnicas, Buenos Aires. Disponible en [http://www.cienciayenergia.com/Contenido/pdf/110503_rad_tn.pdf]. Consulta el 10 de enero de 2016.
- DÍEZ-HERRERO, A., LAÍN-HUERTA, L., LLORENTE, I. (2008). "Mapas de peligrosidad por avenidas e inundaciones. Guía metodológica para su elaboración". Instituto Geológico y Minero de España. Serie: Riesgo geológicos, Madrid, 190 pp.
- DOUGLAS, M., (1996). "La aceptabilidad del riesgo según las ciencias sociales" 1ª. Ed., Paidós Ibérica S.A., España.

- ECHEMENDIA TOCABENS, B., (2016). "Definiciones acerca del riesgo y sus implicaciones". Rev Cubana Hig Edipemiol, Ciudad de la Habana, 49. Disponible en [<http://scielo.sld.cu/scielo.php>]. Consulta el 25 de septiembre de 2015
- FERNÁNDEZ TEJEDO, I., (2012). "Fragilidad de un espacio productivo: Cambio climático e inundaciones en el Bajío, Siglo XVIII". Tzintzun. Revista de Estudios Históricos, núm. 55, 107-156 pp.
- FERRARI M.P. (2012). "ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD Y PERCEPCIÓN SOCIAL DE LAS INUNDACIONES EN LA CIUDAD DE TRELEW ARGENTINA" Cuadernos de Geografía - Revista Colombiana de Geografía, 99-116 pp.
- GARCÍA ACOSTA, V., (1993). "Enfoques teóricos para el estudio histórico de los desastres naturales". En Los desastres no son naturales. Bogotá, Colombia: Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina, 128-137 pp.
- GARCÍA ACOSTA, VIRGINIA; (2005). El riesgo como construcción social y la construcción social de riesgos. Desacatos, 11-24 pp.
- GARZA SALINAS, M. A. (1998), "Breve historia de la Protección Civil en México", en Los desastres en México, una perspectiva multidisciplinaria. Universidad Iberoamericana-UNAM, México, 247-280 pp.
- GELLERT DE PINTO, G.I. (2012). "El cambio de paradigma: de la atención de desastres a la gestión del riesgo". Boletín Científico Sapiens Research, núm. 1, vol., 213-17 pp.
- GÓMEZ VARGAS, H. VERA PALMA A., (2013). "La invención de la cultura: Patrimonio histórico de la ciudad de León, Gto". León Guanajuato: Universidad Iberoamericana León, 78 pp.
- GUZMÁN RAMÍREZ, A., FRAUSTO VARGAS, J. M (2012). "The Determination of urban poverty areas: A Methodological approach". Nova Scientia, núm. 7, vol. 4, 85-124 pp. Disponible en [<http://www.scielo.org.mx/scielo>], Consulta: 5 de enero 2015.
- INSTITUTO MUNICIPAL DE PLANEACIÓN MUNICIPAL DE LEÓN (IMPLAN) (2010). (Coor) "Atlas de Riesgos para el municipio de León, Guanajuato 2010, Tomo I", Gobierno Municipal, 429 pp.

- INSTITUTO MUNICIPAL DE PLANEACIÓN MUNICIPAL DE LEÓN (IMPLAN) (2012). Plan Maestro de Parques Lineales. Estrategias de Rehabilitación de 52 Arroyos en la ciudad de León, Gto. Primera Edición: León, Guanajuato.
- INSTITUTO MUNICIPAL DE PLANEACIÓN MUNICIPAL DE LEÓN (IMPLAN) (2013). Diagnóstico Ambiental. Municipio de León, Guanajuato. Informe final. Presidencia Municipal. H. Ayuntamiento 2012-2015.
- INSTITUTO MUNICIPAL DE PLANEACIÓN MUNICIPAL DE LEÓN (IMPLAN) (2014). Diagnóstico del Municipio de León. Editorial: IMPLAN, León, Guanajuato, México. 93 pp.
- INSTITUTO MUNICIPAL DE PLANEACIÓN MUNICIPAL DE LEÓN (IMPLAN) (2015). Programa Municipal de Desarrollo Urbano y de Ordenamiento Ecológico y Territorial de León, Guanajuato. Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato, 198 pp.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA Y GEOGRAFÍA (INEGI), (2015). Encuesta Intercensal. Disponible en: [<http://www.beta.inegi.org.mx>], consulta: 18 de noviembre 2015.
- INEGI (2014). Carta Topográfica de León de los Aldama, Guanajuato. Clave F14C41, Continuo Nacional. Escala 1:50 000, México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI (2013). Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0 (CEM 3.0). México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- JASSO MARTÍNEZ, I.J. (2011). "Vulnerabilidad y población indígena en León, Guanajuato", Ideas CONCYTEG, núm. 6, vol. 75, 113-136 pp.
- LABARTHE, M. C. (1997). "León entre dos inundaciones". Instituto Estatal de la cultura, colección Nuestra cultura. Ediciones La Rana. México, 559 pp.
- LAÍN HUERTA, L., (2002). "Los Sistemas de Información Geográfica en la gestión de los riesgos geológicos y en el medio ambiente". Instituto Geológico y Minero de España, Ministerio de Ciencia y Tecnología, Madrid.

- LAVELL, A, FRANCO. E. (edit.). (1996). "Estado, Sociedad y la Gestión de Desastres en América Latina: En Busca del Paradigma Perdido". La Red, Investigaciones Tecnológicas (ITDG), Perú, 31 pp.
- LAVELL, A. (2002). "An Approach to Concept and Definition in Risk management Terminology and Practice". Latin American Social Science Faculty (FLACSO) and The Network for the Social Study of Disaster Prevention in Latin America (La RED), 32 pp.
- LÓPEZ, P. L. (2004). "Población muestra y muestreo". Punto Cero, 09(08), 69-74. Disponible en: [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012&lng=es&tlng=es], Consulta: 15 de agosto de 2015.
- MANSILLA E., (2000). "Riesgo y Ciudad". Universidad Nacional Autónoma de México, División de estudios de Posgrado, Facultad de Arquitectura, La Red. Disponible en: [<http://www.desenredando.org>]. Consulta el 5 de Octubre de 2014.
- MARTÍNEZ BORREGO, E. (2015), "Agricultura, sustitución de cultivos y exportaciones en la zona metropolitana de León, Guanajuato, México" Carta Económica Regional, núm. 116, 112-140 pp.
- MASKREY, A. (1989). "El manejo popular de los desastres naturales: Estudios de Vulnerabilidad y Mitigación". Tecnología Intermedia (ITDG), Perú, 208 pp.
- MASKREY, A. (1993). "Como entender los desastres naturales". En: Los desastres no son naturales. La RED, Bogotá Colombia, 6-10 pp.
- MASKREY, A. (1998). "El riesgo. Navegando entre brumas. La aplicación de los sistemas de información geográfica al análisis de los riesgos en América Latina". La RED, Bogotá Colombia, 9-34 pp.
- MATÍAS RAMÍREZ, L., OROPEZA OROZCO, O., LUGO-HUBP, J., CORTEZ VÁZQUEZ, M., JÁUREGUI OSTOS, E., (2007). "Análisis de las principales causas de las inundaciones de septiembre de 2003 en el sur del estado de Guanajuato, México". Investigaciones Geográficas, núm. 64, 7-25 pp.

- MATÍAS, L., (2004), "Características de las lluvias torrenciales e inundaciones en el estado de Guanajuato", En: Impacto socioeconómico de los desastres en México, núm. 5, CENAPRED, México, 51-75 pp.
- MONTOYA GÓMEZ, G., HERNÁNDEZ RUÍZ, J.F., DÍAZ BONIFAZ, D.M., VELASCO PÉREZ, A. (2008). "Vulnerabilidad y riesgo por inundación en San Cristóbal de las Casas, Chiapas", Estudios Demográficos y Urbanos, vol. 1, 23, 83-122 PP.
- NARVÁEZ L., LAVELL A., PÉREZ ORTEGA G., (2009). "La Gestión del Riesgo de Desastres: un enfoque basado en procesos". Lima, Perú: Comunidad Andina, 102 pp.
- NAVARRO VALTIERRA, C. A., (2010). "Monografía del Municipio de León". Archivo Histórico de León, Colección Monografías Municipales de Guanajuato, Guanajuato, 323 pp.
- NAVARRO VALTIERRA, C.A., (2006). "Inundaciones graves de León de 1608 a 1908". Archivo Histórico de León, Colección Monografías Municipales de Guanajuato, Guanajuato, 80 pp.
- NOVELO CASANOVA, D.A., RODRÍGUEZ VAN GORT, M.F., (2015). "Flood risk assessment. Case of study: Motozintla de Mendoza, Chiapas, México, Geomatics, Natural Hazards and Risk. Disponible en: [<http://dx.doi.org/10.1080/19475705.2015.1089327>]. Consulta: 12 de marzo de 2017.
- ORTÍZ ZAMORA, D.C., ORTEGA GUERRERO, M.A., (2007). "Origen y evolución de un nuevo lago en la planicie de Chalco: implicaciones de peligro por subsidencia e inundación de áreas urbanas en Valle de Chalco (Estado de México) y Tláhuac (Distrito Federal)", Investigaciones Geográficas, núm. 64, Instituto de Geografía, UNAM, 26-42 pp.
- ORTÍZ-PÉREZ, M. A., O. OROPEZA, A. PALACIO, A. D'LUNA, (1990). "Mapa inundaciones. Carta V.2.9. Zonas susceptibles a desastres por fenómenos naturales", Atlas Nacional de México, tomo II, Instituto de Geografía, UNAM.
- PERVOCHTCHIKOVA, M., LEZAMA DE LA TORRE, J.L, (2010). "Causas de un desastre: Inundaciones del 2007 en Tabasco, México", Journal of Latin American Geography, núm. 12, vol. 9, 73-98 pp.
- RAMÍREZ VELÁZQUEZ, B.R.; TAPIA BLANCO J., (2000). "Tendencia regional de crecimiento urbano: el caso del Bajío". Sociológica, núm. 42, 91- 113 pp.

- REYNA A. (2001). "Algunas contribuciones de la demografía al estudio de los desastres". En Garza Salinas M., Rodríguez Velázquez D. (coor), Los Desastres en México: una perspectiva multidisciplinaria México: Programa Universitario de Estudios sobre la ciudad, Universidad Nacional Autónoma de México, 39-58 pp.
- RIBERA MASGRAU L., (2004). "Los mapas de riesgo de inundaciones: representación de la vulnerabilidad y aportación de las innovaciones tecnológicas". Raco, vol. 43, 153-171 pp.
- RODRÍGUEZ VAN GORT FRANCES (Coord) (2017). "Valoración de la vulnerabilidad. Una aproximación conceptual" pp 25-41, en Factores de vulnerabilidad en la construcción del riesgo. UNAM-/TACA. México (En prensa)
- RODRÍGUEZ VELÁZQUEZ, D. (2001). "Desastre y vulnerabilidad. Entre las ciencias naturales y las sociales". Garza Salinas M., Rodríguez Velázquez D. (coor), En Los Desastres en México: una perspectiva multidisciplinaria México: Programa Universitario de Estudios sobre la ciudad, Universidad Nacional Autónoma de México, 18-38 pp.
- SALAS SALINAS, M.C.; JIMÉNEZ ESPINOZA M (2003). "Obtención de mapas de precipitación con duraciones de una y 24 horas y Tr=5 años aplicados en la Protección Civil", XIII Congreso Nacional de Meteorología, Los Cabos, BCS, noviembre, México.
- SALAS SALINAS, M.C.; JIMÉNEZ ESPINOZA M., (2013). "Inundaciones". México, CENAPRED, 56 pp.
- SAYERS, P., GALLOWAY, Y. LJ., PENNING-ROSWELL, E., SHEN F., WEN, K., CHEN, Y., LE QUESNE, T. (2013). "Flood Risk Management: A Strategic Approach, Paris, UNESCO, 2016 pp.
- SECRETARÍA DE PROTECCIÓN PÚBLICA (1980), "Síntesis geográfica del estado de Guanajuato", Secretaría de Programación y Presupuesto, Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática, México.
- SEILER, R. A., HAYES, M., BRESSAN, L. (2002). "Using the standardized precipitation index for flood risk monitoring". Int. J. Climatol., 22, 1365–1376 pp.

- SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LEÓN (SAPAL) (2009). "El agua de León. Un encuentro con el futuro". Primera edición, Gobierno del Estado de Guanajuato, México, 37 pp.
- TOSCANA APARICIO, A.; VALDEZ PÉREZ, V., (2014). "Representaciones sociales del desastre de 1940 en Santa Cruz Pueblo Nuevo, Estado de México". Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM, núm. 83, 88-101.
- TRIVIÑO, A. P., ORTIZ, S. R. (2004)." Metodología para la modelación distribuida de la escorrentía superficial y la delimitación de zonas inundables en ramblas y ríos-rambla mediterráneos". Investigaciones Geográficas. núm. 35, 67-83 pp.
- UNGER RUBÍN, K. F., (2011). "Competitiveness and specialization of the economy of Guanajuato: a municipal approach, 1993-2003". Economía, sociedad y territorio, vol. 11, núm. 36, 403-454 pp. Disponible en [<http://www.scielo.org.mx/scielo.php>]. Consulta el 3 de febrero de 2016.
- UNGER, K., GARDUÑO, R., IBARRA, J.E., (2014). "Especializaciones reveladas y ventajas competitivas en el Bajío mexicano". Econo Quantum, 11(2), 41-74 pp. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-66222014000200002&lng=en&tlng=en]
- UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION, (2009). "Terminología sobre reducción del Riesgo de Desastres", Naciones Unidas, 43 pp.
- US ARMY CORPS OF ENGINEERS (USACE) (2010). "HEC-RAS River Analysis. System, Hydraulic Reference Manual", E.UA.: Institute for Water Resources Hydrologic Engineering Center, 417 pp.
- VALLEJO A., VÉLEZ J.A. (2002). "Percepción del riesgo en los procesos de urbanización del territorio" Entorno Geográfico, 1, 70-78 pp.
- VILLALBA BUSTAMANTE, M., (2013). "The labor in Guanajuato mines during the second half of eighteenth century". Estudios de historia novohispana, (48), 35-83. Disponible en

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-25232013000100002&lng=en&tlng=en]. Consulta: 14 de marzo 2016.

WARING, A, (2015). "Managerial and non-technical factors in the development of human-created disasters: A review and research agenda". *Safety Science*. Elsevier, vol. 79, 254-267 pp. Disponible en [<http://www.sciencedirect.com/science/article>]. Consulta el 10 de febrero de 2016.

WILCHES-CHAUX, G., (1998). "Auge, caída y levantada de Felipe Pinillo, Mecánico y Soldador o Yo voy a correr el riesgo". Guía de La RED para la gestión local del riesgo". Perú, La RED. 103 pp.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, (2008). "Urban flood risk management", Associated Programme on Flood Management, Management Tools Series, 44 pp.