



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE PLANEACIÓN URBANA Y REGIONAL

**Estudio de las Inundaciones en El Barrio La Calzada, de San Luis Mextepec,
Zinacantepec, México.**

Para obtener el Título de Licenciado en Planeación Territorial

Presenta:

Gustavo Oro Tapia

Director de Tesis:

D. en C.A. Alejandro Rafael Alvarado Granados

ÍNDICE

• Introducción	5
• Planteamiento del Problema	5
• Objetivo General	6
• Objetivos Particulares	6
• Hipótesis	7
• Justificación	7
CAPÍTULO I GENERALIDADES	10
1.1 Elementos para el Análisis de Riesgos	11
1.1.1 Amenazas o Peligros	12
1.1.2 Vulnerabilidad	13
1.1.2.1 Factores de la Vulnerabilidad	16
1.1.3 Riesgos	16
1.1.4 Tipos de Riesgos	17
1.1.4.1 Tipos de Riesgos Hidrometereológicos	18
1.1.4.2 Inundaciones	20
1.1.5 Construcción Social Del Riesgo	22
1.2 Cambio de Uso de Suelo	24
1.3 Expansión Urbana	24
CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL	26
2.1 Referencia Jurídica	27
2.1.1 Normatividad Federal	28
2.1.2 Normatividad Estatal	31
2.1.3 Normatividad Municipal	35
2.2 Marco programático	36

2.2.1	Planeación Nacional	36
2.2.2	Planeación Estatal	38
2.2.3	Planeación Municipal	40
2.3	Casos de Estudio	44
CAPÍTULO III CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO		48
3.1	Características de la Zona de Estudio	49
3.1.1	Localización	49
3.1.2	Medio Físico	53
3.1.2.1	Clima	53
3.1.2.2	Formación Geológica	54
3.1.2.3	Geomorfología	55
3.1.2.4	Suelo	55
3.1.2.5	Hidrología	56
3.1.3	Procesos de Ocupación del Suelo	57
3.1.4	Usos de Suelo	60
3.1.5	Vivienda	60
3.1.5.1	Servicios al Interior de la Vivienda	61
3.1.6	Demografía	62
3.2	Diagnóstico	64

CAPÍTULO IV PROSPECTIVA Y PROPUESTAS	71
4.1 Prospectiva	72
4.1.1 Escenario Tendencial	73
4.1.2 Escenario Ideal	73
4.1.3 Escenario Programático	74
4.1.4 Propuestas del Escenario Factible	75
4.1.5 Propuesta Metodológica	75
4.2 Recomendaciones	77
CONCLUSIONES	80
FUENTES CONSULTADAS	83
ANEXO METODOLÓGICO	88
ANEXO FOTOGRÁFICO	94
ANEXO CARTOGRÁFICO	98

- **Introducción**

En este trabajo de tesis de licenciatura, se aplican algunos criterios metodológicos para el estudio de riesgos y desastres por inundaciones fluviales. Se utilizaron metodologías gestadas desde la hidrología superficial, para la atención de un problema social de inundaciones en una zona de reciente urbanización, que no contó con el seguimiento del plan urbano correspondiente, al grado de instalar equipamiento deportivo en un vaso de almacenamiento de agua, utilizado para el riego agrícola, antes del cambio de uso del suelo.

Este ejercicio trata de mostrar un criterio metodológico, que establece el estudio de un problema social, construido por sus habitantes, en el ánimo de optimizar los terrenos de urbanización sin un adecuado seguimiento, y de una autoridad que dejó pasar esta situación, por lo que se introduce al trabajo, a partir del siguiente:

- **Planteamiento del Problema**

En la Localidad de San Luis Mextepec, Zinacantepec, México, se presenta un promedio de tres inundaciones anuales con una extensión de la zona inundada de 5.8 hectáreas y un tirante de alrededor de un metro, durante la temporada de lluvias, según observaciones directas en campo. Con estos eventos, la población afectada sufre la pérdida de bienes en sus viviendas que son de carácter popular, así como angustias molestias y tiempo para reparar los daños.

Dichos fenómenos destructivos del patrimonio familiar, son crecientes en extensión y profundidad, a partir del año 2010. Lo anterior se encuentra asociado a la expansión de la localidad en su frente Norte, que transforma el uso del suelo que anteriormente fue agrícola, con riegos de auxilio que se establecieron a partir de la existencia de bordos de agua, para dar lugar a pequeños almacenamientos del líquido en las depresiones del terreno, que fueron cerradas por estructuras de tierra para contener el líquido.

Con los cambios en el uso del suelo esta infraestructura hidroagrícola también desaparece, pero con cambios en el aprovechamiento de esos predios para su urbanización, como ocurre en el Barrio La Calzada de la mencionada localidad, que se identifica en el mapa 2, en el que se ilustra el cuerpo de agua cuyo terreno es ocupado actualmente por un estadio de fútbol. Dicho bordo se convirtió en un obstáculo con los cambios de uso del suelo por su posición baja que motiva el almacenamiento de agua que ya no es deseable en la condición urbana, por lo que el predio que ocupó cambió su función; sin embargo, su topografía deprimida se mantiene, su canal de alimentación fue entubado y en su lugar existe un colector de aguas residuales en donde descargan las viviendas de la zona.

En estas condiciones, el agua que transita por el entubamiento durante la temporada de lluvias desborda su caudal y el exceso de agua, con mala calidad, sigue la configuración del terreno, provocando inundaciones con la mezcla de agua de lluvia y las residuales de las viviendas que se localizan en la parte sur de la microcuenca. Ante la situación de pérdidas económicas para un grupo social de bajos ingresos, esta investigación se plantea el siguiente:

- **Objetivo General**

Proponer un esquema metodológico, para el estudio de amenazas, vulnerabilidad física y valoración de bienes expuestos, con fines a una eventual mitigación, haciendo uso del proceso de planeación, mediante un caso de estudio.

- **Objetivos Particulares**

- Formular un marco teórico conceptual
- Formular un marco de referencias metodológicas y jurídicas, para disminuir las pérdidas materiales en la zona.

- Identificar los factores que inciden en la amenaza y la vulnerabilidad de la zona inundable, asociado con el proceso de urbanización seguido, en el Barrio La Calzada, de la localidad de San Luis Mextepec.
- Generar una prospectiva y propuesta para reducir las pérdidas.

- **Hipótesis**

Los riesgos y los desastres son construcciones sociales, motivadas por la interacción de factores biofísicos y socioeconómicos, determinados por las particularidades seguidas durante el proceso de crecimiento urbano en cada zona.

- **Justificación**

Esta investigación se realizó para determinar las características del proceso de vulnerabilidad en la zona afectada, a través del conocimiento de las características físicas: naturales y construidas, que permiten diagnosticar el fenómeno que da lugar a las inundaciones.

Toda vez que en el país durante los últimos años se han desatado efecto producido por las lluvias ha ido en aumento y ha ocasionado que en zonas con clima seco y húmedo se acrecienten dichos problemas por las condiciones físicas del terreno. De este modo según García (2009) el territorio dañado o afectado es de 157 mil 324 km², representa el 8% del territorio nacional, haciendo que los daños materiales sean de 227 millones de dólares en pérdidas aproximadamente y en cuanto a víctimas por estos fenómenos se tiene que anualmente las pérdida humanas tengan un promedio de 140 personas fallecidas.

Lo anterior, pretende contribuir al entendimiento de la expansión de dicha problemática y con ello, incidir en la disminución de la vulnerabilidad social que se presenta en la zona, al ofrecer una forma de estudio de estos fenómenos e incidir en la gestión de desastres por inundación que se presentan con frecuencia en el

país, por la interacción entre la cantidad de lluvia y la exposición de la población y sus bienes.

Para esto el trabajo se encuentra estructurado en cuatro capítulos de los cuales, en el primero se hace la recopilación documental sobre el tema de los riesgos, la vulnerabilidad y las amenazas, para conocer los procesos que ocasionan la probabilidad de ocurrencia de fenómenos destructivos que se pueden presentar en distintas zonas.

Así mismo se analizó los riesgos asociados que se pueden ocasionar por las condiciones de agua y sus características. Al igual los procesos de cambio de uso de suelo y la expansión urbana, para conocer qué efectos produce dependiendo de sus características físicas en su zona de localización.

En el capítulo dos se hace una recopilación de las leyes y programas que norman los procesos humanos en cuestión de planeación, uso de suelo y riesgos. Para conocer que se está realizando en el municipio de Zinacantepec en especial en la zona de estudio para la disminución de los riesgos.

A su vez en este mismo capítulo se realizó la consulta de estudios con características similares al de la zona de estudio, para conocer que procesos se llevaron a cabo para que estos mismos documentos nos puedan ayudar a proponer acciones para la disminución de las problemáticas.

En el capítulo tres se llevó a cabo un análisis de la zona de estudio y zona afectada, para conocer sus características y los procesos que pueden desencadenar las inundaciones en estas zonas.

De mismo modo se realizó un diagnóstico para conocer las particularidades de la zona que pueden estar ocasionando las inundaciones y a su vez los procesos que se pueden realizar para disminuir o mitigar los riesgos que se encuentran en la zona afectada.

Para el capítulo cuatro se llevó a cabo un proceso de prospectiva, esto para darnos una posible idea de la magnitud de la problemática presente en la zona afectada, derivado de los procedimientos realizados en la zona de estudio por parte de la población y el gobierno.

Así mismo en este capítulo se hacen algunas propuestas que se pueden realizar para disminuir los riesgos presentes en la zona afectada.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 Elementos para el Análisis de Riesgos

Los desastres ocurridos por inundaciones, dejan desolación e incrementan la pobreza, con lo cual aumentan los problemas económicos, sociales y culturales de la población más vulnerable. En Latinoamérica no se tiene excepción, a pesar de fenómenos recientes no hay conciencia social suficiente sobre el problema, su actualidad, permanencia y la posibilidad de su presencia, de esta manera, “al evaluar situaciones ocurridas siempre aparece la falta de una planeación adecuada que, de haberse dado, habría permitido salvar muchas vidas y evitar graves consecuencias sociales” (Moreno y Múnera, 2000).

En las ciudades y en la zonas rurales siempre se presentan fenómenos hidrometeorológicos, que favorecen la presencia del agua vital para el consumo humano, productivo y la biodiversidad presente, sin embargo, cuando éstos fenómenos son en exceso, pueden detonar peligros o amenazas, como son inundaciones, que pueden desencadenar en otras amenazas como son deslaves, o enfermedades transmitidas por este líquido.

A su vez, estas amenazas se pueden ver potencializadas por “la correlación entre fenómenos naturales peligrosos y determinadas condiciones socioeconómicas y físicas vulnerables (como situación económica precaria, viviendas mal construidas, tipo de suelo inestable, mala ubicación de la vivienda, etc.) En otras palabras, se puede decir que hay un alto riesgo de desastre si uno o más fenómenos naturales peligrosos ocurrieran en situaciones vulnerables” (Romero y Maskrey, 1993).

Frecuentemente, los eventos que generan pérdidas, son vinculados con un fenómeno natural, que se asocia a una condición social desfavorable y dan lugar a los desastres, cada uno de los cuales se define como un “evento identificable en el tiempo y el espacio, en el cual una comunidad ve afectado su funcionamiento normal, con pérdidas de vidas y daños de magnitud en sus propiedades y servicios, que impiden el cumplimiento de las actividades esenciales y normales de la sociedad” (Wilches-Chaux, 1993).

Estos fenómenos complejos, que se presentan a partir de relaciones entre procesos de la naturaleza y de la sociedad, dan lugar a distintos elementos para su análisis y posterior conjunción. Dichos elementos son: amenaza, vulnerabilidad y riesgo, que se definen a continuación.

1.1.1 Amenazas o Peligros

El evento conocido como amenaza o peligro es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno, que tenga la potencialidad de generar daños y pérdidas. Por su parte, Cardona (1993) lo entiende como “la potencialidad de la ocurrencia de un evento con cierto grado de severidad”, para producir daños. En tal sentido, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2005) clasifica a estos fenómenos de la siguiente manera:

- Amenazas Naturales: Cuando hacen referencia a los fenómenos de formación y transformación continua del planeta y se caracterizan porque el ser humano no puede actuar ni en su ocurrencia ni en su magnitud, y teóricamente tampoco en su control; se subdividen en geológicas como sismos, erupciones volcánicas y maremotos; hidrológicas como inundaciones y avalanchas; y climáticas como huracanes, vendavales, tormentas y sequías.
- Amenazas Socio-Naturales: Hacen referencia a fenómenos humanos, que comúnmente se asocian a la naturaleza, pero que en su ocurrencia y/o magnitud el componente humano es determinante, debido a procesos insostenibles de uso y ocupación del territorio. Es cuando la degradación ambiental antrópica, genera amenazas, por ejemplo la tala de bosques, que muy frecuentemente incrementa la probabilidad de ocurrencia de inundaciones y deslizamientos en las cuencas hidrográficas, o el uso intensivo de agroquímicos que puede provocar la generación de plagas.

- Amenazas Antrópicas: Se definen como fenómenos generados por los desequilibrios y contradicciones sociales, que llevan a procesos que desatan energía, con capacidad de destrucción, tales como los derrames de sustancias inflamables, o los problemas de contaminación ambiental, que son resultado del mal manejo de tecnologías.

1.1.2 Vulnerabilidad

Para la Organización de las Naciones Unidas, así como para la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (2004), la Vulnerabilidad es “aquel proceso de condición determinada por factores o procesos físicos, sociales, económicos y ambientales, que aumentan la susceptibilidad de una comunidad al impacto por amenazas”.

Este orden de ideas, se puede entender a la vulnerabilidad urbana “como aquel proceso del malestar en las ciudades producido por la combinación de múltiples dimensiones de desventaja, en el que toda esperanza de movilidad social ascendente, de superación de su condición social de exclusión o próxima a ella, es contemplada como extremadamente fácil de alcanzar. Por el contrario conlleva una percepción de inseguridad y miedo a la posibilidad de una movilidad social descendente, de empeoramiento de sus actuales condiciones de vida” (Hernández, 2007).

Lo anterior significa que el aumento de susceptibilidad ante las amenazas puede ocurrir en distintos ámbitos humanos, en el proceso urbano, se pueden construir estas condiciones que llevan a pérdidas, por las inadecuadas formas de intervenir en un territorio que se transforma del ámbito rural al urbano, por lo que la vulnerabilidad se presenta bajo distintas modalidades o tipos, que se desglosan a continuación, según el Servicio Técnico para el Desarrollo Rural (2014), que identifica los siguientes diez grupos:

- Vulnerabilidad Global: Interacción de factores y características (internas y externas) que resultan en la incapacidad del sistema (cuenca, comunidad) de responder adecuadamente ante la presencia de una amenaza determinada.
- Vulnerabilidad Física: Está definida a partir de la localización de bienes expuestos en zonas de riesgo físico, deficiencias en estructuras y obras físicas, etc. debido a falta de planificación, reglamentos, o de opciones menos riesgosas, alta productividad agrícola, pobreza.
- Vulnerabilidad Técnica: Obedece al uso de técnicas inadecuadas de construcción de edificios, viviendas, obras civiles, redes de servicios públicos (agua, electricidad, saneamiento, comunicación), técnicas agrícolas, ganaderas, forestales, industriales, de manejo de desechos urbanos deficientes, la falta de personal con preparación técnica para apoyar acciones de prevención y mitigación.
- Vulnerabilidad Ecológica: Se entiende como la susceptibilidad de alteración de los ecosistemas, por la ocurrencia de amenazas. La predisposición es determinada por el grado de deterioro de los recursos naturales y el ambiente, a partir de causas naturales o antropogénicas.
- Vulnerabilidad Social: Se le vincula con el bajo nivel de organización de las comunidades, la falta de liderazgo, o de capacidad de gestión, así como la carencia de programas y proyectos de desarrollo, que incluyen a los planes de emergencia ante desastres.
- Vulnerabilidad Económica: Está determinada en dos ámbitos, para las comunidades y para las naciones. En el primer caso, responde al bajo ingreso real, el desempleo de la población, la inestabilidad laboral, la dificultad de acceso a servicios básicos (salud, educación, vivienda, alimentación), la inexistencia de control local de medios de producción, así como la falta de crédito y financiamiento. Por su parte, a nivel de países es de gran importancia la dependencia económica, la falta de

recursos para atender necesidades, las restricciones al comercio internacional de productos y las políticas monetarias.

- Vulnerabilidad Educativa: Incorpora la ausencia de programas de capacitación para enfrentar, a nivel individual, familiar y comunal, eventuales desastres, así como la ausencia de contenidos educativos para la prevención y mitigación ante desastres, en los programas formales de educación, acompañados por la carencia de personal capacitado para la formación en esta temática.
- Vulnerabilidad Institucional: Está referida a la carencia de instituciones abocadas a este sector de la administración pública y de los sectores privado y social. Se manifiesta por pocas instituciones presentes en la zona, la falta de coordinación interinstitucional, la ausencia de mecanismos de contratación de personal para prevenir y asistir ante las emergencias, a la vez que existe un presupuesto insuficiente y los procedimientos establecidos son inapropiados. Dichas carencias, limitan la capacidad de respuesta rápida de la sociedad, ante situaciones de emergencia, que, en general, manifiestan poco interés de instituciones públicas y privadas por establecer planes de emergencia y de participar en la preparación de la comunidad.
- Vulnerabilidad Política: Tiene como características el alto grado de centralización en la toma de decisiones y en la organización gubernamental, así como una debilidad de la autonomía de decisión en los niveles locales y comunitarios, un manejo politiquero de situaciones de riesgo y desastre, derivados de la falta de voluntad política para implementar programas formales para atender a la sociedad en caso de riesgo.
- Vulnerabilidad Ideológica y Cultural: Esta modalidad de susceptibilidad a la pérdida deriva de los comportamientos sociales e individuales, caracterizados por: pasividad, fatalismo, mitos, afiliaciones religiosas, étnicas, etc.; vinculadas con el papel de los medios de comunicación que consolidan imágenes estereotipadas e información amarillista.

1.1.2.1 Factores de la Vulnerabilidad

La vulnerabilidad es un fenómeno complejo, que obedece a distintos factores, que deberán ponderarse en cada situación específica. Dichas causas están agrupadas por Cardona (2001) en tres bloques de fragilidad, que son:

- La Fragilidad Física o de Exposición: Este factor es la condición o grado de susceptibilidad que tiene el asentamiento humano de ser afectado por estar en el área de influencia de los fenómenos peligrosos y por su falta de resistencia física ante los mismos, esto por sus características del suelo y los usos que se llevan a cabo en éste.
- La Fragilidad Social: Se refiere a la predisposición que surge como resultado del nivel de marginalidad y precariedad del asentamiento humano y sus condiciones y características que presentan como lo son los materiales de construcción y los cimientos que tengan la resistencia necesaria.
- La Falta de Resiliencia: Esta expresada por las limitaciones de acceso y movilización de recursos del asentamiento humano, la falta de preparativos para atender emergencias, su incapacidad de respuesta y sus deficiencias para absorber el impacto que producen los desastres y su rehabilitación o recuperación posdesastres.

1.1.3 Riesgos

De acuerdo con Ramírez (2011), el riesgo se entiende como la probabilidad de daño y pérdidas dentro de un sistema, es generado como el resultado de la interacción entre una gama de amenazas naturales o antrópicas y la vulnerabilidad de la población ante cada una de las amenazas a las que se expone, y que al materializarse, en un momento dado y en un espacio determinado, e interactuar con las condiciones de vulnerabilidad de la población expuesta, se materializa un

desastre, cuya intensidad dependerá no sólo de la magnitud de la amenaza, sino también del grado de exposición y resiliencia.

Ante las consecuencias de un evento hidroclimático, como las inundaciones en el ámbito urbano, que acarrearán las problemáticas diversas, se puede determinar al riesgo como la probabilidad de sufrir un daño; por lo que supone algo negativo, de este modo, significa un potencial de pérdida, ya que sin la posibilidad de daño, el riesgo no existe (Álvarez, 2000). En tal sentido, el riesgo está compuesto por dos factores de gran importancia: la vulnerabilidad y la Amenaza.

1.1.4 Tipos de Riesgos

La tipología de riesgos responde a distintos criterios que tienen que ver con el origen de la amenaza, por lo que pueden ser: “naturales” o antropogénicos; pero también pueden obedecer a las características del sistema perturbador, como lo reconoce el Centro Nacional de Prevención de Desastres (2001) que reconoce cinco grupos identificados como:

- Geológicos: “Son fenómenos en los materiales del interior de la Tierra o de la superficie, producen una dinámica que modifica a éstas, se clasifican en de la siguiente manera: Sismicidad, Vulcanismo, Tsunamis y Movimientos de laderas y suelos (CNAPRED, 2001).
- Químicos: “Son fenómenos relacionados con la utilización de sustancias particulares y productos químicos, que por su naturaleza, pueden producir daños de corto y largo alcance a las personas, a las cosas y al ambiente (CENAPRED, 2001).
- Sanitarios: “Son eventos relacionados con la contaminación de aire, agua y suelos; los que sean propios del área de salud, esencialmente las epidemias; también se incluyen algunos ligados a la actividad agrícola, como la desertificación y las plagas” (CENAPRED, 2001).

- Socio-Organizativos: “Son eventos relacionados con la actividad humana como son los accidentes viales, aéreos o marítimos u otros como los accidentes tecnológicos o industriales en los que no se asocia con materiales químicos” (CENAPRED, 2001).
- Hidrometeorológicos: Están referidos a los fenómenos que presentan en los distintos estados físicos del agua y que tienen posibilidades de causar daños a la sociedad, según el CENAPRED (2001).

El estudio de los fenómenos que interesan a esta investigación, se circunscriben a este último tipo, por lo que su consideración más amplia se expresa a continuación.

1.1.4.1 Tipos de Riesgos Hidrometeorológicos

Los riesgos hidrometeorológicos involucran fenómenos de la atmósfera, con capacidad de destrucción, que se asocian con procesos sociales que llevan a una sociedad a exponerse a ellos. Dichos fenómenos generalmente se asocian con el agua de la atmósfera, que puede ser excesiva o escasa, en puntos extremos, pero este grupo no se reduce a procesos hídricos, sino que también contempla tormentas eléctricas y fenómenos eólicos o térmicos extremos.

Dentro de los procesos hídricos de la atmósfera, destacan, desde la perspectiva de esta investigación los relacionados con la precipitación pluvial, que se refiere a cualquier forma de agua, sólida o líquida, que cae de la atmósfera y alcanza a la superficie de la Tierra. La precipitación se puede presentar a partir de cuatro modalidades atmosféricas que según el CENAPRED (2001) son:

- Ciclónica: es resultado del levantamiento de aire por una baja de presión atmosférica.
- Lluvia de frente: se forma por la subida de una masa de aire caliente por encima de una de aire frío.

- Orográfica: se genera por el ascenso forzado de masas de aire cálido y húmedo, provenientes de zona costeras, que al chocar con un sistema montañoso se eleva y el aire se condensa formando la precipitación.
- Convectiva: se deriva de un movimiento de la atmosfera en el cual el aire cálido se eleva rápidamente, debido a su menor densidad a comparación de la del aire frio, lo que ocasiona el proceso de condensación de las partículas de agua y se derive en la precipitación. Esta última se presenta en áreas relativamente pequeñas, generalmente en zonas urbanas.

De estos tipos de precipitación, se pueden derivar las distintas formaciones del estado del agua, esto a través de las condiciones atmosféricas y la densidad del agua almacenada, presentándose cinco fenómenos hidrometeorológicos que son:

- Lluvia: se deriva de un rápido ascenso de aire saturado, lo que produce que las partículas de agua se unan mediante su choque, al tener un peso y tamaño se provoca su precipitación hacia la tierra
- Granizadas: se producen por la acumulación de hielo sobre partículas de hielo que se encuentran suspendidas en las corrientes de aire frio, las cuales se unen y forman piedras de granizo y al aumentar su tamaño se precipitan hacia la tierra.
- Nevadas: ocurren por la influencia de las corrientes frías provenientes del norte; asimismo, ocurren cuando las condiciones de temperaturas y presión referidas a la latitud de un lugar y el cambio de humedad del ambiente, se conjugan para confrontar la precipitación de la nieve.
- Heladas: son producidas por masas de aire polar con muy poco contenido de humedad y el aire alcanza temperaturas inferiores a los cero grados centígrados.
- Ciclón Tropical: consiste en una gran masa de aire cálida y húmeda con vientos fuertes que giran en forma de espiral alrededor de una zona central de baja presión.

1.1.4.2 Inundaciones

Las inundaciones es “el producto de flujo de una corriente que sobrepasa las condiciones normales alcanzando niveles extremos que no pueden ser contenidas por los cauces, dando origen a la invasión de agua en las zonas urbanas, tierras productivas y en general, en valles y sitios bajos; las Inundaciones no son exclusivamente hidrológicas, ya que el fenómeno involucra la geomorfología del lugar, la infraestructura y la administración de los mismos recursos hidráulicos” (Plan de Contingencias de Fenómenos Hidrometeorológicos, 2012)

Cuando el agua cubre una zona del terreno durante un cierto tiempo se forma una inundación. Cuanto más tiempo permanece el agua y más grande es el espesor del volumen de agua, causa mayores daños. Por su parte, las inundaciones pueden ser de varios tipos, como lo identifica el CENAPRED (2013), las cuales son:

- Inundaciones Pluviales: Son consecuencia de la precipitación, se presenta cuando el terreno se ha saturado y el agua de lluvia excedente comienza a acumularse, pudiendo permanecer horas o días, hasta que se evapore y el terreno recupere su capacidad de infiltración.
- Inundaciones Fluviales: Se generan cuando el agua que se desborda de los ríos queda sobre la superficie de terreno cercano a ellos.
- Inundaciones Costeras: se presentan debido a los vientos de un ciclón, en forma de marea de tormenta y permite que penetre tierras adentro en zonas costeras, generando el cubrimiento de gran extensión de territorio.
- Inundaciones Súbitas: se generan a partir de lluvias repentinas e intensas que ocurren en zonas específicas. Pueden ocasionar que pequeños causes se transformen en violentos torrentes capaces de causar grandes daños. Normalmente se asocian a terrenos con gran pendiente.

- Inundaciones Lentas: se generan debido a la saturación del terreno debido a la cantidad de precipitación y está se acumula en dicha zona debido a sus características físicas.

Dichas inundaciones obedecen a la conjugación de factores que concurren en el tiempo y el espacio. Dentro de ellos destacan los dados por el CENAPRED (2013) los siguientes:

Por la actividad humana:

- La urbanización ocasiona que el suelo sea impermeable por el concreto o asfalto de las calles lo que genera que la infiltración del agua sea nula, además la basura tapa las alcantarillas y origina que la capacidad de éstas no sea suficiente para conducir grandes volúmenes de agua.
- Cuando se destruye la capa vegetal del suelo mediante la tala de zonas forestales para el cambio de uso de suelo, esto genera que al llover el agua fluya hacia zonas bajas arrastrando las capas de tierra y piedras, ocasionando el azolve de ríos y presas, así mismo los drenajes sanitarios de los centros urbanos.
- Cuando se construyen viviendas a orillas de ríos y barrancas, estos en temporada de lluvia son propensos a desbordarse.
- Fallas de obras hidráulicas: esté tipo de inundaciones se genera a consecuencia de la fractura de una presa, dique o bordo, lo que ocasiona que el agua almacenada en éstos salga rápidamente y afecte a la población que se encuentre en zonas propensas o bajas.
- Por exceso de precipitación: esto se presenta principalmente en temporada de lluvias derivado por los ciclones que se presentan en la época, así mismo se producen en temporadas de frentes fríos.

De manera similar, los encharcamientos son, según CENAPRED (2006), Aplicación artificial de agua a terrenos para su almacenamiento en el suelo.

Tanto las inundaciones como los encharcamientos se producen en función de la precipitación pluvial o los desbordamientos de ríos, pero también se vincula con las condiciones del relieve, de tal manera que no es posible la inundación de la ladera de un cerro, pero sí la depresión de una planicie, por lo que en este apartado se considera importante mencionar el concepto de cuenca hidrológica y su funcionamiento en relación con las inundaciones. En tal sentido, una cuenca es: una zona de la superficie terrestre en donde (si fuera impermeable) las gotas de lluvia que caen sobre ella tienden a ser drenadas por el sistema de corrientes hacia el mismo punto de salida (CENAPRED; 2006).

La cuenca hidrológica por su tamaño puede ser microcuenca, cuando no excede una superficie de 5000 hectáreas según (CENAPRED; 2006). Independientemente de su tamaño, una cuenca tiene como rasgos distintivos: una superficie, un parteaguas, una red hidrográfica y una salida o exutorio.

1.1.5 Construcción Social Del Riesgo

Como ha quedado claro, en la interacción entre los fenómenos naturales y sociales, la intervención humana produce alteración en la naturaleza y con frecuencia exposición desfavorable ante fenómenos con capacidad destructiva, con lo cual se considera a estas intervenciones como una variable independiente, que tiene potencial para desencadenar en riesgo y desastre, por lo cual, se considera que estos últimos fenómenos son producidos por la sociedad, para dar lugar a la construcción social del riesgo.

Dicha construcción es de suma importancia para el estudio del Barrio La Calzada, ya que la problemática presente en ésta zona se derivan de cambios en los usos del suelo, que no tomaron en cuenta la variable de inundación. Para ello, los ciudadanos que la habitan se expusieron a la inundación; en tal sentido, “los riesgos se encuentran presentes en la cotidianidad. Al tomar una decisión respecto de otras, o hacer alguna actividad implica correr el riesgo de perder algo

a consecuencia de cualquier evento externo, como un temblor, inundación, crisis económica, etcétera. Los riesgos no son alejados de la estratificación social: se viven individual y socialmente” (Cardona, 1993).

Esto se entiende ya que en distintas zonas sin importar los recursos económicos, suceden desastres que pudieron haberse evitado, como lo demuestra el paso del huracán Katrina, en Nueva Orleans, durante el año 2005, que afectó una extensa porción de la ciudad y le llamaron algunos “desastre natural”, sin tomar en cuenta, que dicha ciudad se asentó en el delta del río Mississippi, con un sistema de bordos que, en aquel momento, carecieron de mantenimiento, lo cual de manera combinada puso a la población, en condiciones de amplia vulnerabilidad, que llevó a la población al desastre (Barrios, 2013)

Los riesgos en poblaciones se pueden producir por “la concentración espacial de la población y de la infraestructura económica, la complejidad e interconexión de los elementos de la estructura urbana, los efectos sinérgicos que la ciudad produce y la amplia falta de controles y a veces de aplicación de la normatividad existente hacen aparecer más y novedosos factores de riesgo” (Herzer, 2005).

En algunos casos como se presenta anteriormente la vulnerabilidad de la población deriva, por consecuencias que ellos mismos producen, por sus acciones, sin observar el entorno en el que se establecieron. Ya que, si un río está seco y se urbaniza, o bien, sus llanuras de inundación se toman para tal fin, en un futuro el agua que formó a esas estructuras hídricas reconocerá esos espacios que tienen una función en algún momento, pero no siempre reconocidos, como sucedió con el huracán Alex el año 2010 en la ciudad de Monterrey.

En tal sentido, los factores que pueden desencadenar los riesgos y los desastres, son un complejo que puede involucrar elementos de la naturaleza, pero la acción humana es determinante, por lo que Narváez (2009) plantea que en las amenazas son eventos de la naturaleza, o físicos socio-naturales y antropogénicos, donde la naturaleza solamente juega un papel de soporte o trasfondo, de insumo no definitorio.

Sin embargo, independientemente del tipo de amenaza, siempre intervienen, de forma crítica, acciones (u omisiones) humanas, que son la base de la construcción social del riesgo.

1.2 Cambio de Uso de Suelo

El cambio de uso de suelo es resultado de factores demográficos productivos y modelos de ocupación del suelo.

Esto se debe al desarrollo de la urbanización en zonas que anteriormente se dedicaban a la agricultura o se tenía una cobertura vegetal. Este fenómeno es visto como un “proceso de variación en las condiciones ambientales y en la composición, estructura y funcionamiento de las comunidades, no ha sido la excepción, sino la regla en la historia de la naturaleza” (Peña, 2007).

Este proceso dependiendo de la localización y del tipo de uso que se le dé al territorio en cuestión, los cambios determinan, en parte, la vulnerabilidad de los lugares y personas a las perturbaciones climáticas, económicas o socio-políticas, derivados de un inadecuado proceso en el cambio de uso de suelo.

1.3 Expansión Urbana

La expansión urbana se debe a factores sociales como lo son el aumento de la población del lugar de origen y a la migración a las zonas urbanas, otro factor importante para el crecimiento son la implementación de vías de comunicación, las cuales al tener una función de conexión rápida con los centros urbanos y las periferias detonan el desarrollo en estas zonas, en las cuales se ubican principalmente desarrollos urbanos.

Para las ciudades principalmente latinoamericanas la expansión urbana presenta características similares en esta región (Caravaca, 2003) las cuales son:

Crecimiento desproporcionado: esto representa que la expansión urbana y crecimiento poblacional supera el crecimiento económico de la zona y la generación de empleos, lo que representa una conformación de problemáticas sociales, los cuales son falta de empleo, lo que genera pobreza y precariedad dentro de la expansión urbana principalmente en zonas periféricas en las que por lo regular se detonan el proceso de urbanización irregular y por falta de conocimiento de las condiciones físicas, estas situaciones construyen zonas de riesgo ya sea por inundación u otros tipos de riesgos.

Crecimiento Descontrolado: se detona principalmente por la construcción de viviendas irregulares en marco de las leyes que rigen la zona urbana, este crecimiento se detona en zonas rurales y periféricas de las ciudades, lo que aumenta la probabilidad de que estas zonas sean vulnerables a algún riesgo que se pueda presentar aquí.

Pero para estas características se pueden presentar tres tipos de modelos de ocupación los cuales se derivan a través de los poderes adquisitivos de la población que está destinada para habitarlos y estos son:

Residencial: este tipo de urbanización se caracteriza por tener todos los servicios como lo son energía eléctrica, agua potable, drenaje y alcantarillado, vías de comunicación y de telecomunicación. Son destinadas a personas con alto nivel económico, ya que los precios de los predios no los puede pagar un poblador común.

Social progresivos: son zonas en las que los terrenos son de un precio medio por las características físicas o por la cantidad de servicios que se puedan presentar en esta zona destinadas al crecimiento urbano.

Precarias: estas zonas son principalmente cinturones de riesgo, en las que sus habitantes no cuentan con los servicios básicos y estas zonas están destinadas principalmente a personas con escasos recursos económicos por las características que presentan.

CAPÍTULO II

MARCO

REFERENCIAL

En este capítulo se muestran tres tipos de referencias: en una primera se plantean las de orden jurídico, de donde destacan las leyes principales en materia de asentamientos humanos, de planeación, del agua y de protección civil en los tres niveles administrativos que son el federal, el estatal y el municipal, reconociendo, en todo caso la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Para el ámbito estatal se plantea la reglamentación similar del Estado de México, mientras que para el municipal, se consultó la legislación del municipio de Zinacantepec. Estado de México, toda vez que en estos últimos dos órdenes de gobierno, es donde se encuentra la zona de estudio.

En la segunda parte se expresan los contenidos relevantes de los programas y planes correspondientes, a los tres ámbitos de gobierno, en particular en los temas de planeación, para conocer los planteamientos vigentes, para su posterior realización, en los territorios de las tres jurisdicciones mencionadas en materia de reducción de riesgos por inundación.

Por su parte, el tercer tipo de referencias son las relativas a las investigaciones sobre temas de inundación en espacios reducidos de zonas específicas, para orientar aspectos metodológicos de trascendencia en este trabajo de tesis.

2.1 Referencia Jurídica

La revisión de las leyes que rigen en distintos ámbitos de gobierno, son de importancia para cumplir con el Estado de Derecho que rige en el Territorio Nacional, en este caso, en materia de planeación, de aguas, de asentamientos humanos y de Protección Civil, esto para normar, regular, ordenar y coordinar las actividades que se realizan en los tres ámbitos de gobierno que se presentan a continuación.

2.1.1 Normatividad Federal

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

La Ley Suprema establece que el instrumento rector para orientar las actividades del Ejecutivo Federal está sustentado en el Sistema Nacional de Planeación Democrática del Desarrollo Nacional, como lo establece el artículo 26.

Por otra parte, los municipios tienen la autonomía para atender algunas actividades propias de su ámbito territorial, tales como; conducir la administración municipal, la creación y elaboración de reglamentos y planes de crecimiento municipal, regular las actividades económicas que le corresponden, la elaboración de un atlas de riesgo para evitar desastres y mejorar la calidad de vida de sus habitantes (Art. 115).

En este sentido, en el capítulo III se presentan los instrumentos de planeación que regulan el ámbito municipal de Zinacantepec, en materia de riesgos a desastres, mismos que son el Plan de Desarrollo Municipal 2013-2015, el Bando Municipal de Zinacantepec, el Plan Municipal de Desarrollo Urbano, el Atlas de Riesgo del Municipio de Zinacantepec, el Reglamento del Consejo Municipal de Protección Civil y el Reglamento Del Comité Municipal Para La Protección Contra Riesgos Sanitarios De Zinacantepec.

Teniendo presente que existen distintas atribuciones que regulan en el ámbito de la seguridad de las personas y sus bienes, ante desastres, en este capítulo, se analizan la Ley General de Asentamientos Humanos, la Ley de Planeación, la Ley General de Protección Civil, la Ley de Aguas Nacionales, la Ley de Asentamientos Humanos del Estado de México, la Ley de Planeación del Estado de México Y Municipios.

Por lo que toca a las leyes secundarias, en primer término se menciona:

Ley General de Asentamientos Humanos.

Esta ley regula la ordenación de los asentamientos humanos en el territorio nacional, el uso de suelo, la tenencia de la tierra y la ejecución de obras de infraestructura y obras públicas, además del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, esto mediante la creación de la normatividad que regula el crecimiento urbano, para evitar los desastres naturales por consecuencia de un mal uso de suelo, de acuerdo con el artículo primero de la mencionada Ley.

Lo que dispone el artículo tercero de esta ley es que el ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y el desarrollo urbano tenderán a mejorar el nivel y calidad de vida de la población urbana y rural, mediante la prevención, control y atención de riesgos y contingencias ambientales y urbanas en los centros de población.

De esta manera, el artículo cuarto establece que las reservas, usos y destinos de áreas y predios de los centros de población, contenida en los planes o programas de desarrollo urbano son consideradas de interés público y de beneficio social, para la disminución de asentamientos irregulares en las zonas de riesgo. Para el logro de lo anterior, el municipio tiene las funciones en materia de asentamientos humanos, para la formulación, aprobación y administrar los planes o programas municipales de desarrollo urbano, así como evaluar y vigilar su cumplimiento, como lo establece el artículo nueve, de esta Ley, por lo que le toca ver de cerca las condiciones donde se definen las zonas urbanizables y las autorizaciones para su ejecución.

El instrumento para planificar y posteriormente autorizar las acciones de expansión urbana está a cargo de los programas de desarrollo urbano, programas de ordenación de zonas conurbadas y planes de desarrollo urbano para la regulación del territorio, según lo establece el artículo 12 de la ley en comento, en el territorio nacional.

Ley de Planeación.

Esta ley, que tiene por objetivo normar los principios básicos de la Planeación Nacional del Desarrollo según su artículo primero, establece que la ejecución de la planeación es por parte de las distintas Secretarías de Estado, para el desarrollo de la sociedad y de la economía, así como para la prevención de los desastres que se producen en el país (Art. 26).

Para lograr lo anterior, la administración pública tendrá una secretaria encargada de planificar en todo el territorio nacional, para que el desarrollo sea equitativo en todas las zonas del país según el artículo 9 de la citada ley. Dicha función, recae durante la administración federal 2012–2018, en la Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano, que al año 2015, no tiene actualizado el Plan Nacional de Desarrollo Urbano.

Ley General de Protección Civil.

Tiene por objetivo establecer las bases jurídicas de coordinación entre los tres órdenes de gobierno en materia de protección civil. Para esto las acciones en materia de protección civil son de identificar y analizar los riesgos para implementar las medidas de prevención, a través de la promoción de una cultura de responsabilidad social, para reducir los riesgos de desastres “naturales” sobre la sociedad, según lo menciona el artículo cuarto.

El artículo 15 de la ley de referencia establece que el Sistema Nacional de Protección civil tiene como prioridad: proteger a la sociedad y su entorno ante la eventualidad de los riesgos, peligros y la vulnerabilidad, provocada por fenómenos naturales o antropogénicos.

Ley de Aguas Nacionales.

Dicha ley tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas dentro del territorio nacional, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral y sustentable según su artículo primero.

Para esto la Comisión Nacional del Agua que es la autoridad en el territorio nacional y está representado por los Organismos de Cuenca, en las distintas regiones hidrológicas, para actuar coordinadamente con los gobiernos estatales y municipales, para construir y operar, según sea el caso, las obras para el control de avenidas y la protección de zonas inundables, así como caminos y obras complementarias que hagan posible el mejor aprovechamiento de las tierras y la protección a centros de población, industrias y, en general, la vida de las personas y de sus bienes(Art. 83).

Así mismo determinará la operación de la infraestructura hidráulica para el control de avenidas y tomará las medidas necesarias para dar seguimiento a fenómenos climatológicos extremos, promoviendo o realizando las acciones preventivas que se requieran, realizará las acciones necesarias que al efecto acuerde su Consejo Técnico para atender las zonas de emergencia hidráulica o afectadas por fenómenos climatológicos extremos, en coordinación con las autoridades competentes (Art. 84).

2.1.2 Normatividad Estatal

Constitución Política del Estado Libre y Soberano de México.

Esta ley suprema permite que se regulen las actividades en materia de planeación, riesgos y asentamientos humanos, como reza su artículo primero.

Esto implica que el gobierno estatal está obligado a planear el desarrollo de la entidad (Art. 77). A su vez la autonomía de los municipios debe ser reglamentaria y de inspección para el desarrollo municipal en materia territorial (Art. 123).

Ley de Planeación del Estado de México Y Municipios.

Tiene por objeto, establecer las normas para el desarrollo del estado mediante el control, ejecución y evaluación del plan de desarrollo urbano del Estado de México según el artículo primero de esta ley.

El Sistema de Planeación Democrática para el Desarrollo del Estado de México y Municipios determinados en el artículo 14 se conforman por:

- El Plan de Desarrollo del Estado de México;
- Los planes de desarrollo municipales;
- Los programas sectoriales de corto, mediano y largo plazo;
- Los programas regionales de corto, mediano y largo plazo;
- Los programas especiales;
- Los presupuestos por programas;
- Los convenios de coordinación;
- Los convenios de participación;
- Los informes de evaluación;
- Los dictámenes de reconducción y actualización.

Los ayuntamientos, en materia de planeación tienen como atribución la de elaborar, aprobar, ejecutar, dar seguimiento, evaluar y el control del Plan de Desarrollo Municipal (Art. 19). Para esto los encargados del desarrollo municipal tienen como atribución garantizar el cumplimiento de la planeación, utilizar, generar, recopilar, procesar y proporcionar la información en materia de planeación para el desarrollo dicho en el artículo 20 de esta ley.

Código Administrativo del Estado de México. Libro Quinto: Del ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y del desarrollo urbano de los centros de población.

Este precepto legal tiene como fin mejorar la calidad de vida de la sociedad mediante la regulación del suelo urbano y la prevención de los asentamientos humanos irregulares según el artículo 5.2. de este libro. Para ello, Las atribuciones del gobernador del estado son las de planear, regular, controlar, vigilar y fomentar el ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y el desarrollo urbano (art. 5.8.), y la Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas tiene las atribuciones de elaborar, ejecutar y evaluar el Plan Estatal de Desarrollo Urbano (Art 5.9) , así mismo los municipios tienen como atribución elaborar, aprobar, ejecutar, evaluar y modificar los planes municipales de desarrollo, para tener una mayor distribución económica y social en el municipio (Art. 5.10). Los planes de desarrollo deben tener congruencia con los planes municipales y federales, para evitar desastres que puedan tener consecuencias de pérdidas materiales o de vidas humanas (Art. 5.24).

Para la ordenación y regulación de los asentamientos humanos en el territorio estatal, el suelo se clasifica en:

- Áreas urbanas: son las constituidas por zonas edificadas parcial o totalmente, en donde existen al menos servicios de agua potable, drenaje y energía eléctrica, sin perjuicio de que coexistan con predios baldíos o carentes de servicios;
- Áreas urbanizables: son las previstas para el crecimiento de los centros de población por reunir condiciones para ser dotadas de infraestructura, equipamiento urbano y servicios públicos, sea que estén o no programadas para ello;
- Áreas no urbanizables: son las áreas naturales protegidas; distritos de riego; zonas de recarga de mantos acuíferos; tierras de alto rendimiento agrícola, pecuario o forestal; derechos de vía; zonas arqueológicas y demás bienes del

patrimonio histórico, artístico y cultural; los terrenos inundables y los que tengan riesgos previsibles de desastre; los que acusen fallas o fracturas en su estratificación geológica o que contengan galerías o túneles provenientes de laboreos mineros agotados o abandonados que no puedan rehabilitarse; las zonas de restricción que establezcan las autoridades competentes alrededor de los cráteres de volcanes y barrancas, así como los terrenos ubicados por encima de la cota que establezcan los organismos competentes para la dotación del servicio de agua potable; y, las demás que como no urbanizables defina el plan de desarrollo urbano respectivo, en atención a políticas y estrategias de ordenamiento territorial y desarrollo urbano (Art. 5.31).

Libro Sexto: de la Protección Civil.

La Secretaría General de Gobierno tiene las atribuciones de vincular, proponer, establecer y solicitar al gobierno estatal reglas, normas, estrategias e instrumentos que disminuyan la pérdida de recursos materiales y humanos, esto en materia de riesgos (Art. 6.7).

El Gobernador del Estado expedirá una declaratoria de emergencia ante la inminencia o alta probabilidad de que ocurra un desastre que ponga en riesgo la vida humana, y solicitará al gobierno federal la expedición de una declaratoria de desastre, cuando uno o varios fenómenos perturbadores hayan causado daños severos a la población y la capacidad de respuesta del Estado se vea superada (Art. 6.26), para esto las declaratorias de emergencia y de desastre deberán identificar el riesgo o desastre y la zona afectada, así como prever, según corresponda, las acciones de prevención, auxilio y recuperación a aplicarse (Art. 6.27).

2.1.3 Normatividad Municipal

Bando Municipal de Zinacantepec.

Tiene por objeto establecer los principios, bases y fundamentos jurídicos para regular el régimen de gobierno, la organización y el funcionamiento de la Administración Pública Municipal de Zinacantepec. El Ayuntamiento tiene la facultad en materia de planeación para elaborar, aprobar y ejecutar el Plan de Desarrollo Municipal y sus programas, así como la actualización y elaboración de Atlas de Riesgo para evitar amenazas en el municipio según el artículo 48 del Bando.

Mientras que el Consejo Municipal de Protección Civil tiene por objeto fijar las bases para prevenir los problemas que puedan ser causados por riesgos, siniestros, accidentes o desastres; dictar los acuerdos para proteger y auxiliar a la población ante la eventualidad de que dichos fenómenos ocurran; y dictar las medidas necesarias para el restablecimiento, en su caso, de la normalidad de la vida comunitaria, así mismo de la elaboración de un Atlas de Riesgo (Art 67).

Reglamento del Consejo Municipal de Protección Civil.

Este consejo está encargado de ejecutar las tareas y acciones de los sectores públicos, sociales y privados, en materia de prevención, auxilio y apoyo ante la eventualidad de alguna catástrofe, desastre o calamidad pública en el territorio municipal (Art. 1º). Debe supervisar la elaboración y edición del atlas municipal de riesgos, así mismo elaborar y divulgar los programas y medidas para la prevención de desastres (Art. 2)

Reglamento Del Comité Municipal Para La Protección Contra Riesgos Sanitarios De Zinacantepec.

El Comité se crea como un órgano colegiado auxiliar del H. Ayuntamiento, para lograr un mejor desempeño en la protección de la población ante la exposición a los ámbitos de riesgos sanitarios (Art 1°). Para esto en cuestión de inundaciones se tiene que el comité debe Intervenir ordenada y oportunamente ante emergencias sanitarias ambientales y epidemiológicas.

Cabe destacar que este reglamento no contempla la prevención de la población ante la exposición a las aguas residuales que, en ocasiones la inundan.

2.2 Marco programático

Se revisaron los programas que se encuentran en función para los tres niveles de gobierno, en especial aquellos que abarcan los temas que se abordan en este trabajo como lo son la planeación, los riesgos y el uso de suelo, esto para resaltar las acciones y objetivos que se toman o que debe tomar el gobierno en sus tres ámbitos. Así mismo para observar si se llevan a cabo en zonas que son vulnerables, en especial la zona de estudio.

2.2.1 Planeación Nacional

Dentro del marco programático para el nivel nacional en cuestión de riesgos, el uso de suelo y de planeación, la federación establece tres programas y planes que se encuentran vigentes, los cuales son:

El Plan Nacional de Desarrollo Nacional 2013-2018.

Dicho instrumento establece en su eje II, titulado: “México Incluyente”, abarca el tema de ordenamiento territorial y menciona que el “modelo de crecimiento urbano reciente ha fomentado el desarrollo de viviendas que se encuentran lejos de servicios” (Gobierno Federal, 2013: 51). En el Objetivo 2.5. Proveer un entorno adecuado para el desarrollo de una vida digna, y en la Estrategia I. Democratizar la Productividad. Abarca que el desarrollo debe “consolidar una política unificada y congruente de ordenamiento territorial, desarrollo regional urbano y vivienda, bajo la coordinación de la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU) y que presida, además, la Comisión Intersecretarial en la materia.

Fortalecer las instancias e instrumentos de coordinación y cooperación entre los tres órdenes de gobierno y los sectores de la sociedad, con el fin de conjugar esfuerzos en materia de ordenamiento territorial y vivienda.

Promover la adecuación de la legislación en la materia para que responda a los objetivos de la Nueva Política de Vivienda.

Promover el uso eficiente del territorio nacional a través de programas que otorguen certidumbre jurídica a la tenencia de la tierra, reduzcan la fragmentación de los predios agrícolas y promuevan el ordenamiento territorial en zonas urbanas, así como el desarrollo de ciudades más competitivas” (Gobierno Federal, 2013: 120).

Programa Prevención de Riesgos en los Asentamientos Humanos.

Tiene por objetivo contribuir al fortalecimiento de las capacidades de los municipios en materia de prevención de riesgos, a través de las obras y acciones que reduzcan la vulnerabilidad de la población ante el impacto de fenómenos naturales. Entre las acciones que se toman son elaboración y/o actualización de atlas de riesgos donde se identificarán los peligros, los riesgos y la vulnerabilidad

derivada de los fenómenos naturales que afectan a los asentamientos humanos y la elaboración y/o actualización de reglamentos de construcción que promuevan la prevención de desastres a través de establecer la tipología y técnica constructiva de acuerdo al peligro o riesgo de la zona.

Programa de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Zonas Urbanas (APAZU).

Tiene por objetivo contribuir a conservar y mejorar la infraestructura e incrementar el acceso de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento para la población de las zonas urbanas.

2.2.2 Planeación Estatal

Para el nivel estatal la reglamentación en cuestión de riesgos y urbanización se encuentran expresadas en:

Plan Estatal de Desarrollo 2011-2017.

En el cual se tiene que dentro del Pilar I: Gobierno Solidario, en su Objetivo 3: Mejorar la calidad de vida de los mexiquenses a través de la transformación positiva de su entorno, en su estrategia 3.3 Regularizar la tenencia de la tierra con un énfasis en las zonas marginadas de la entidad, está dirigida a “Impulsar el crecimiento ordenado y sustentable de los asentamientos humanos.

Promover acciones de la Comisión para la Regularización de la Tenencia de la Tierra (CORETT) y los comisariados ejidales para la escrituración de predios.

Dar certeza y seguridad jurídica al patrimonio de los mexiquenses a través del Instituto de la Función Registral del Estado de México (IFREM).

Promover, junto con los gobiernos municipales, un uso eficiente y aprovechamiento de la tierra a través del otorgamiento ordenado de permisos para la construcción de vivienda.

Impulsar programas de regularización de la tierra que brinden mayor certeza jurídica en cuanto a su tenencia” (Gobierno del Estado de México, 2011: 77).

Esto es para la ordenación y prevención por parte del gobierno de nuevas zonas que en las que se presenten los efectos presentes en la zona de estudio.

En cuestión de riesgos en el Pilar III: Sociedad Protegida, en su Objetivo 4: Mantener una sociedad protegida ante riesgos, y en su estrategia 4.1: Avanzar hacia un sistema integral de protección civil, habla sobre la prevención de riesgos en los que se tiene que “gestionar recursos ante la Federación para la construcción de colectores y plantas de bombeo en diversas comunidades y así atender los problemas de inundación y contaminación en municipios vulnerables.

Fomentar la cultura de la protección civil entre la ciudadanía, el sector privado y el gobierno, por medio del diseño de programas de capacitación. Coadyuvar la elaboración y actualización de los Atlas Municipales y Estatales de Riesgos, para elaborar Planes Integrales de prevención de desastres. Promover y fortalecer la integración de los Consejos Municipales y Unidades Internas de Protección Civil actualizando la normatividad al respecto” (Gobierno del Estado de México, 2011: 168).

Programa Sectorial Estado Progresista 2012-2018.

Dentro de este programa en el Objetivo 5 “Alcanzar un desarrollo sustentable”, en su estrategia 5.1. “Hacer un uso responsable del agua”, dentro del tema 52 “Agua potable” se menciona que se debe coadyuvar en la elaboración y actualización de

los Atlas Municipales y Estatales de Riesgos, para elaborar Planes Integrales de Prevención de Desastres, a su vez establecer un programa de obras y acciones para disminuir los riesgos ocasionados por las inundaciones.

2.2.3 Planeación Municipal

Para la regulación de la protección civil en este nivel de gobierno, existen tres documentos reglamentarios que rigen las actividades humanas, así como un instrumento para la caracterización y localización los riesgos dentro del territorio municipio, para esto se tienen:

Plan de Desarrollo Municipal 2013-2015.

Dentro del plan en el Pilar I: Gobierno Solidario, en el Tema I: Núcleo social y calidad de vida, Subtema: Vivienda, tiene como estrategia fortalecer la calidad y cantidad de vivienda, impulsar un desarrollo de vivienda ordenado, que contemple la protección de biodiversidad y la sustentabilidad ambiental. Implementar programas de regularización de la vivienda que propicien ordenamiento y la planeación del desarrollo urbano. Gestionar ante el gobierno estatal y federal diferentes programas de apoyo a las viviendas más vulnerables.

En cuestión de riesgos se tiene en el Pilar III: Sociedad Protegida, en el Tema III: Protección Civil, tiene por objetivo: proteger a las personas y a la sociedad ante las eventualidades de un desastre provocado por agentes naturales o humanos, a través de acciones que reduzcan o eliminen la pérdida de vidas humanas, la destrucción de bienes materiales y el daño a la naturaleza, así como la interrupción de las funciones esenciales de la sociedad; fomentar la cultura de la autoprotección como una forma de vida, potenciando la capacidad de los individuos y sus comunidades para disminuir los riesgos y resistir el impacto de los desastres a través de la reducción de la vulnerabilidad.

Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zinacantepec

Tiene por objetivo proponer que la estructura urbana y la normatividad de usos y destinos del suelo, responda el ordenamiento con el bienestar social. Para esto el municipio en su punto 4.1. Políticas de Ordenamiento Urbano, en su subíndice 4.2.10. Prevención y atención de riesgos urbanos menciona que gobierno debe restringir el crecimiento urbano en zonas no aptas como son los cauces de los ríos, arroyos y escurrimientos, zonas de topografía accidentada o predios de alta productividad agrícola y forestal.

A su vez en el apartado 5.2. Estrategias de Ordenamiento Urbano en su subíndice 5.2.1. Características de la Estructura Urbana (imagen objetivo) determina la ordenación y regulación se instrumentará a través de una zonificación del territorio, que defina una estructura urbana acorde con las condiciones del municipio; que contemple el control de la expansión urbana sobre áreas agrícolas, forestales, áreas naturales protegidas y zonas vulnerables a riesgos.

Referencias Espaciales de Riesgos en el Territorio Municipal

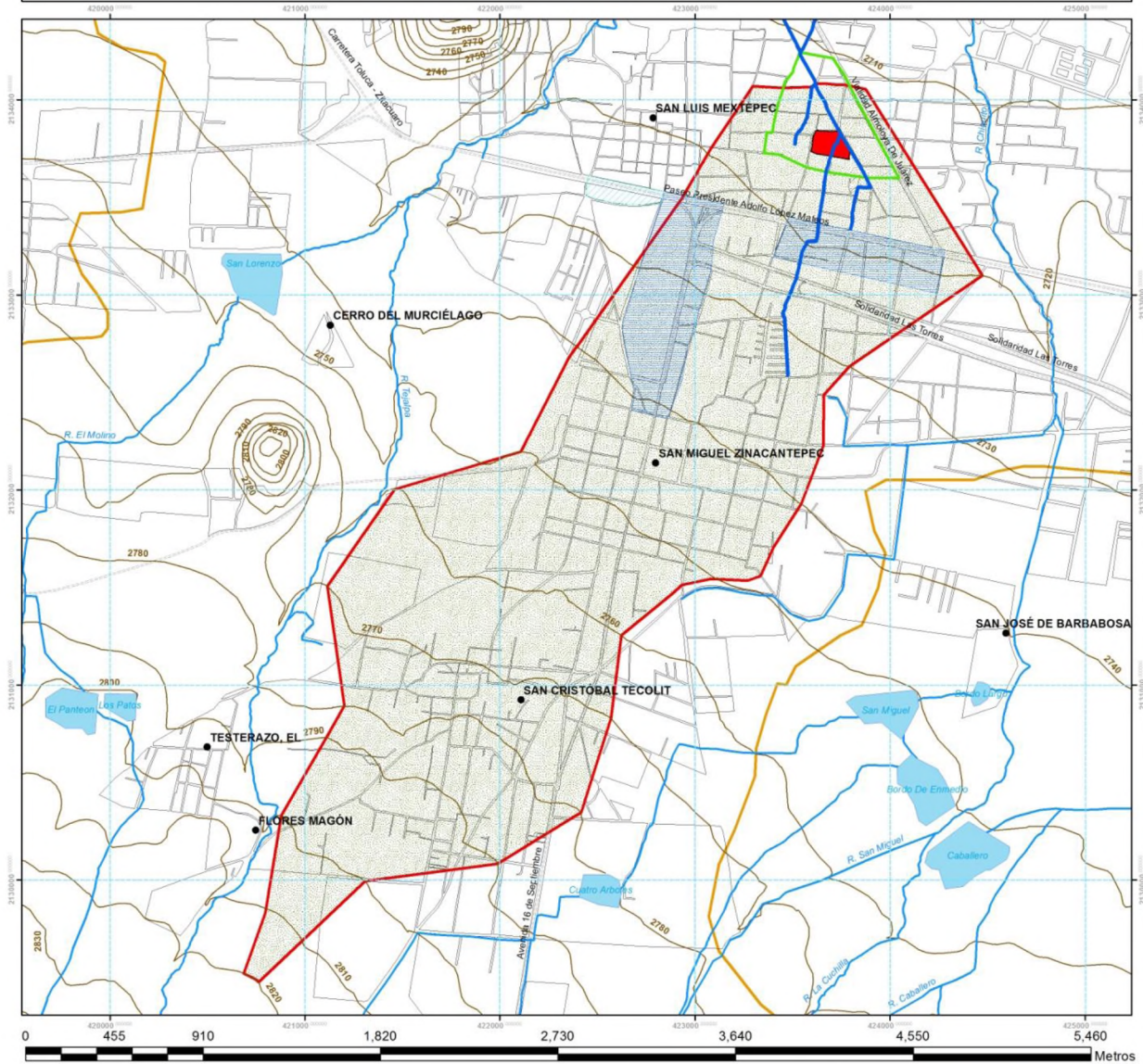
A pesar de no tratarse de planes ni programas, en este apartado se ofrece información de dos instrumentos de utilidad, para la definición de zonas con problemas de riesgos para la población, mismas no tienen carácter jurídico, pero sí técnico, que es importante tener como referencia para su revisión, ya que se encargan de identificar y caracterizar los riesgos en el territorio municipal.




Dentro de estos destaca que no se tiene registro de inundación en la zona de estudio como se puede observar en la imagen 1 en la se expresan las zonas de encharcamiento reconocidas por la CAEM en el Atlas de Inundaciones No.21 y del Atlas Municipal de Riesgos Zinacantepec 2012, donde solo se muestran encharcamientos en otras zonas de la microrregión.

Cabe destacar que en las dos referencias consultadas y citadas en el párrafo anterior, aparece el “Bordo La Calzada” como un cuerpo de agua, a pesar de que desde hace más de diez años no almacena agua, y en su lugar la población local instaló en ese lugar una cancha deportiva que con el tiempo convirtieron en estadio de fútbol.

Mapa 1: Encharcamientos según Gobiernos Estatal y Municipal

ENCHARCAMIENTOS SEGÚN GOBIERNOS ESTATAL Y MUNICIPAL



 <p>UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO FACULTAD DE PLANEACIÓN URBANA Y REGIONAL</p>	<p>SIMBOLOGÍA BÁSICA</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Localidades — Canal "Sin Nombre" — Ríos — Validades Primarias — Curvas de Nivel ■ Antiguo Vaso ■ Cuerpos de Agua ■ Zona Afectada ■ Microcuenca del Bordo La Calzada — Traza Urbana — Limite Municipal 		
<p>SIMBOLOGÍA TEMÁTICA</p> <p>Instrumento</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Atlas Municipal ■ CAEM 	<p>MAPA 1</p> <p>Microcuenca del Bordo La Calzada, San Luis Mextepec, Zinacantepec.</p> <p>Elaborado Por: Gustavo Oro Tapia</p> <p>Fuente: Elaboración Propia con Base en Carta Topográfica E14-A37 San Miguel, Zinacantepec.</p>		

Fuente: Elaboración Propia con Base en: Mapa 2, CAEM (2015) y Gobierno de Zinacantepec (2012)

2.3 Casos de Estudio

En este apartado se presentan algunos estudios realizados en planicies inundables de México y Latinoamérica, que comparten características físicas y sociales con la zona de estudio, con la finalidad de contar con algunas referencias temáticas que orientan a esta investigación. De esta manera, se consultaron cinco estudios, referentes a inundaciones fluviales

Ballina y Rosendo (2009) determinaron las causas sociales que producen las inundaciones, establecidas principalmente en zonas habitacionales de la cuenca del río Tejalpa, en el municipio de Zinacantepec, las cuales se derivan de las características físicas de la vivienda que sufren el daño, para determinar los riesgos asociados que se puedan presentar en la zona como lo son daños a zonas agrícolas y enfermedades que pueda presentar la población afectada por este evento.

En su trabajo Vázquez (2011), contiene condiciones similares al de la localidad de estudio y aborda el término de construcción social del riesgo, en el cual la población es la propia causante de lo que le sucede, ya que por las condiciones del crecimiento urbano que se observa en la zona de estudio la población tiende a sufrir daños y pérdidas principalmente materiales.

En el caso de Ferradas (1994) hace un estudio en la ciudad de Callao, Perú, donde sucedió una gran desgracia por el desbordamiento del río Rimac, el cual destruyó casi medio millar de viviendas que se encontraban localizadas en la zona, sumándose la destrucción de la red de drenaje y agua potable, desencadenando una emergencia sanitaria en la zona, por la acumulación de residuos sólidos y animales muertos, que detonó la expansión de las enfermedades.

El análisis de la misma zona años atrás y el incremento anual del cauce del río Rimac permiten establecer una hipótesis de las causas que ocasionaron el desastre, y dar pauta a una posible perspectiva de solución, las cuales son:

- La concentración de sedimentos derivados de la erosión del cauce superior, de los desmontes de materiales de construcción y de la basura acumulada en el lecho del río. Todo ello debido a: La suspensión de las obras de limpieza de cauce.
- La insuficiencia de las defensas ribereñas y su virtual desaparición ante la elevación del lecho del río en aproximadamente 4 m. en solo una década.
- La ubicación en la margen Oeste de nueve asentamientos constituidos ilegalmente y 4 más constituidos legalmente, todos en situación de riesgo.
- La ubicación en la margen Este de terrenos agrícolas bajo el nivel del río y de la población a un nivel más bajo aun.
- Los asentamientos de la margen Oeste se encontraban a un nivel más alto que los terrenos agrícolas de la margen Este. El fondo del río estaba en un nivel más alto que los terrenos de ambas márgenes.
- Las características de los suelos en ambas márgenes del río, que estaban cubiertos por capas de rellenos sanitarios y desmontes de desechos de construcción, lo que facilitaba recurrentes filtraciones.

Además destaca las condiciones de la vivienda de la zona lo cual pudo aumentar aún más la vulnerabilidad de los pobladores de este lugar, y a la vez da las acciones que se tomaron para disminuir estos acontecimientos, que derivaron en la destrucción de una ciudad.

Para Rubio (2011) en su estudio abarca consecuencias de la construcción del riesgo por las inundaciones en el cual “el Dique es un brazo del río Magdalena, por él desemboca al mar y a la bahía de Cartagena. La planicie adyacente al canal del dique sufre inundaciones, sometida al ciclo natural de épocas lluviosas y secas (ciclo hidrológico) de la cuenca del río.

Las poblaciones que ocupan la planicie están expuestas al peligro destructor de las inundaciones, provocadas por crecientes del río y/o por la alteración de las orillas.

Dependiendo de la magnitud del peligro y de la vulnerabilidad de las comunidades será la magnitud del riesgo o daños que pueden resultar, pudiendo afectarse su vida o salud, viviendas, enseres e infraestructuras y su capacidad productiva, hasta convertirse en desastre como ha ocurrido varias veces.

El Dique, desde Calamar a la bahía de Cartagena tiene 115 km. La planicie baja de 10 m de altura hasta 0 m al nivel del mar. Es muy plana (cada km baja 8 cm) y el agua baja lentamente, encajonada por los muros en sus orillas.

Por eso, cuando el Dique recibe crecientes de caudales extremos del río aumenta el nivel del agua quedando más alto que la planicie y se desborda, o se rompe el muro, inundando hasta donde la altura en tierra es igual al nivel del agua en cada sitio, afectando en casos extremos una zona amplia.”

Este ejemplo que se presenta en Colombia con el Río Magdalena en su desembocadura es una muestra de lo que puede presentarse en poblaciones asentadas en zonas más bajas o del mismo nivel del cauce como se presenta en la zona de estudio, las que existen áreas por debajo del nivel y resultan con daños materiales importantes.

Algunos de los factores que se presentan en este caso de estudio y que coinciden con el de la zona de estudio y los determina como factores de vulnerabilidad de la comunidad son los siguientes:

- “Equipamiento de saneamiento insuficiente o inexistente (disposición de residuos sólidos y manejo sanitario de aguas residuales). Es factor de emergencia adicional, que afecta directamente la salud de los habitantes, por la dispersión de basuras y vectores con la inundación facilitando epidemias;
- La comunidad no está organizada para actuar anticipadamente con base en la gestión de la información (Plan de Emergencia, alertas tempranas y preparación) ni para responder eficazmente durante y después de la emergencia;

- Las Administraciones municipales no han implantado Planes de Emergencias y Contingencias, ni de prevención y atención de desastres adecuados y debidamente instrumentados, socializados y entrenados con la comunidad, con un componente prioritario de prevención”

Y de este autor lo que más destaco es que no vea a las inundaciones como desastres naturales, sino efectos que el hombre se va formando por las condiciones en que desarrolla las ciudades. A esto se refiere que “el desastre natural no es la inundación, sino las consecuencias de que haya poblaciones ubicadas en sitios propensos a inundación o cambios en el territorio que las favorezcan, fragilidad o insuficiencia de las infraestructuras, exponiendo a quien las ocupan al peligro y al riesgo de perder la vida a daños personales y en los bienes”.

Todos estos autores en la realización de su trabajo abarcan situaciones que pueden o no ser similares al de la zona afectada, para esto se tomaran algunas de las aportaciones metodológicas que contribuyeron a sus zonas de estudio, para la disminución de las inundaciones y los riesgos que desencadena este fenómeno.

Para la elaboración de mi trabajo, estos documentos son de importancia ya que cada uno aporta por su parte un tipo de proceso o factor que puede ocasionar el fenómeno de inundaciones.

En el caso de Ballina y Rosendo se extrae los factores socioeconómicos de la población, y si estos son los detonantes de las inundaciones al igual de la cantidad de pérdidas materiales. Mientras que en el caso de Vázquez, Ferradas y Rubio abarcan los términos de construcción social del riesgo y los riesgos asociados, cada uno con una particularidad en cada uno de sus estudios.

CAPÍTULO III

CARACTERIZACIÓN

Y DIAGNÓSTICO

3.1 Características de la Zona de Estudio

Por tratarse de un tema de inundación fluvial, definimos a la zona de estudio como la superficie de la microcuenca del bordo La Calzada, que se muestra en el mapa 2. La microcuenca cobra relevancia porque todos los procesos naturales y antrópicos que ocurren en relación con el agua impactan en su parte más baja, donde se concentra el líquido, principalmente la de lluvia.

Al existir una respuesta hídrica de la microcuenca en su parte más baja, que es donde ocurre el fenómeno de inundación, se le denominó: zona afectada, donde se concentra el líquido, en el nivel microregional, como se ilustra en el mapa 3.

3.1.1 Localización

La zona de estudio tiene una superficie de 751.7 ha, contiene total o parcialmente algunas localidades del municipio de Zinacantepec, las cuales son: San Miguel Zinacantepec, San Luis Mextepec y San Cristóbal Tecolotit. Por su parte, la zona afectada se encuentra en el Barrio La Calzada, que es la parte Norte de la localidad de San Luis Mextepec.

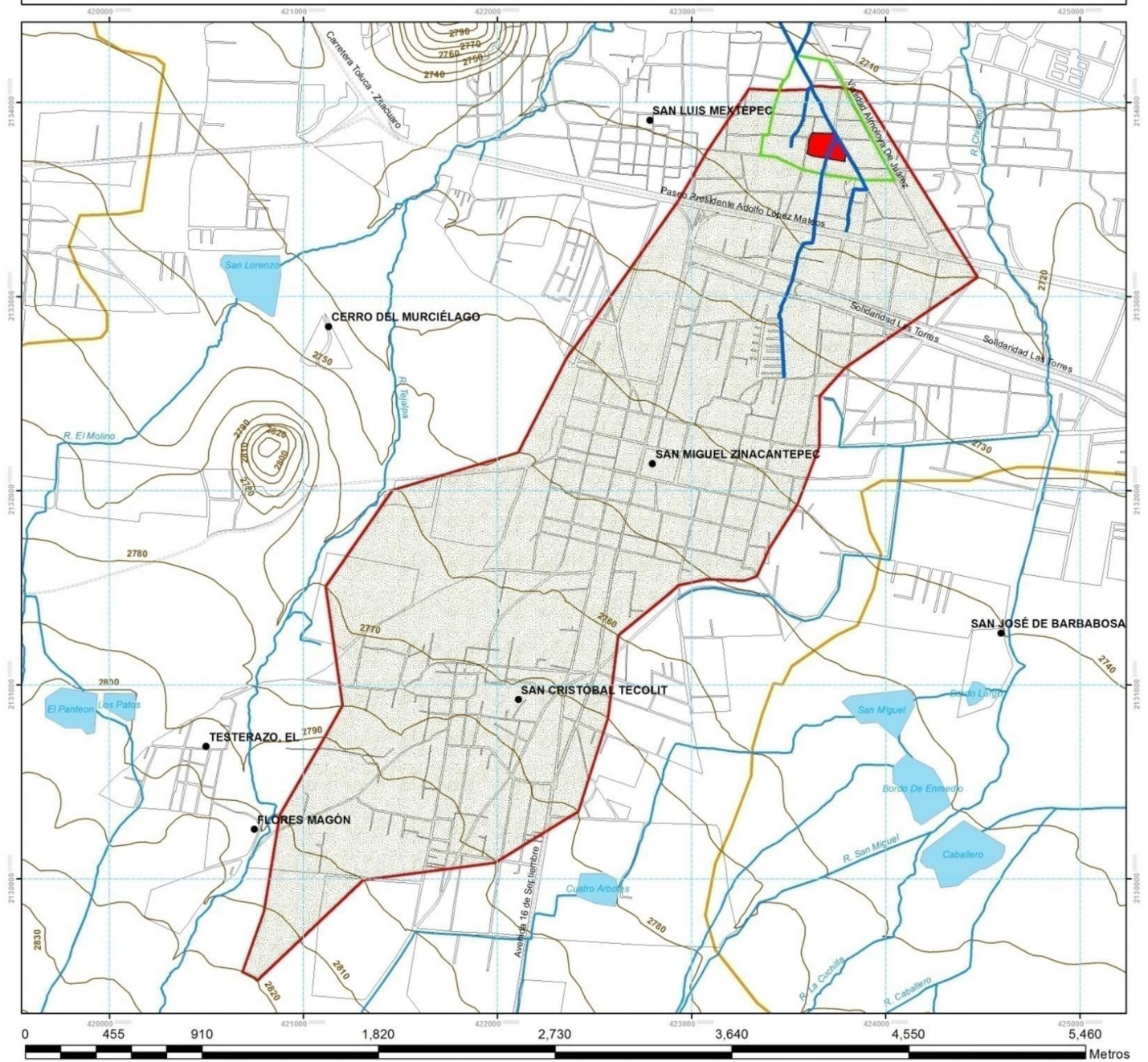
Dentro de la microcuenca se tiene como corriente principal al flujo de agua denominado “Sistema del bordo La Calzada”, que está conformado por una serie de cauces hidráulicos, construidos para canalizar el agua de lluvias hacia el bordo “La Calzada”, con fines de riego agrícola, que circula en una dirección de Sur a Norte, obedeciendo al sentido de la pendiente.

Por su parte, dentro del sistema de regionalización hidrológica de México la microcuenca se encuentra en la subcuenca del río Tejalpa (RH12Aj), que a su vez es parte de la cuenca R. Lerma – Toluca (RH12A), todo ello, dentro de la Región Hidrológica 12 Lerma – Santiago.

En el ámbito local, la microcuenca colinda al Oriente con la microcuenca del río Chiquito, mientras que al Poniente, lo hace con la cuenca de la corriente principal del Tejalpa.

Mapa 2: Localización de la Microcuenca del Bordo La Calzada

TOPOGRÁFICO

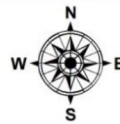


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE PLANEACIÓN URBANA Y REGIONAL

SIMBOLOGÍA TEMÁTICA

SIMBOLOGÍA BÁSICA

- Localidades
- Canal "Sin Nombre"
- Ríos
- Vialidades Primarias
- Curvas de Nivel
- Antiguo Vaso
- Cuerpos de Agua
- Zona Afectada
- Microcuenca del Bordo La Calzada
- Traza Urbana
- Límite Municipal

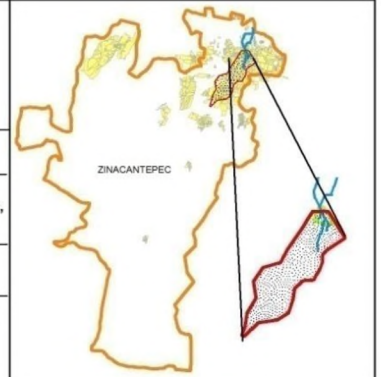


MAPA 2

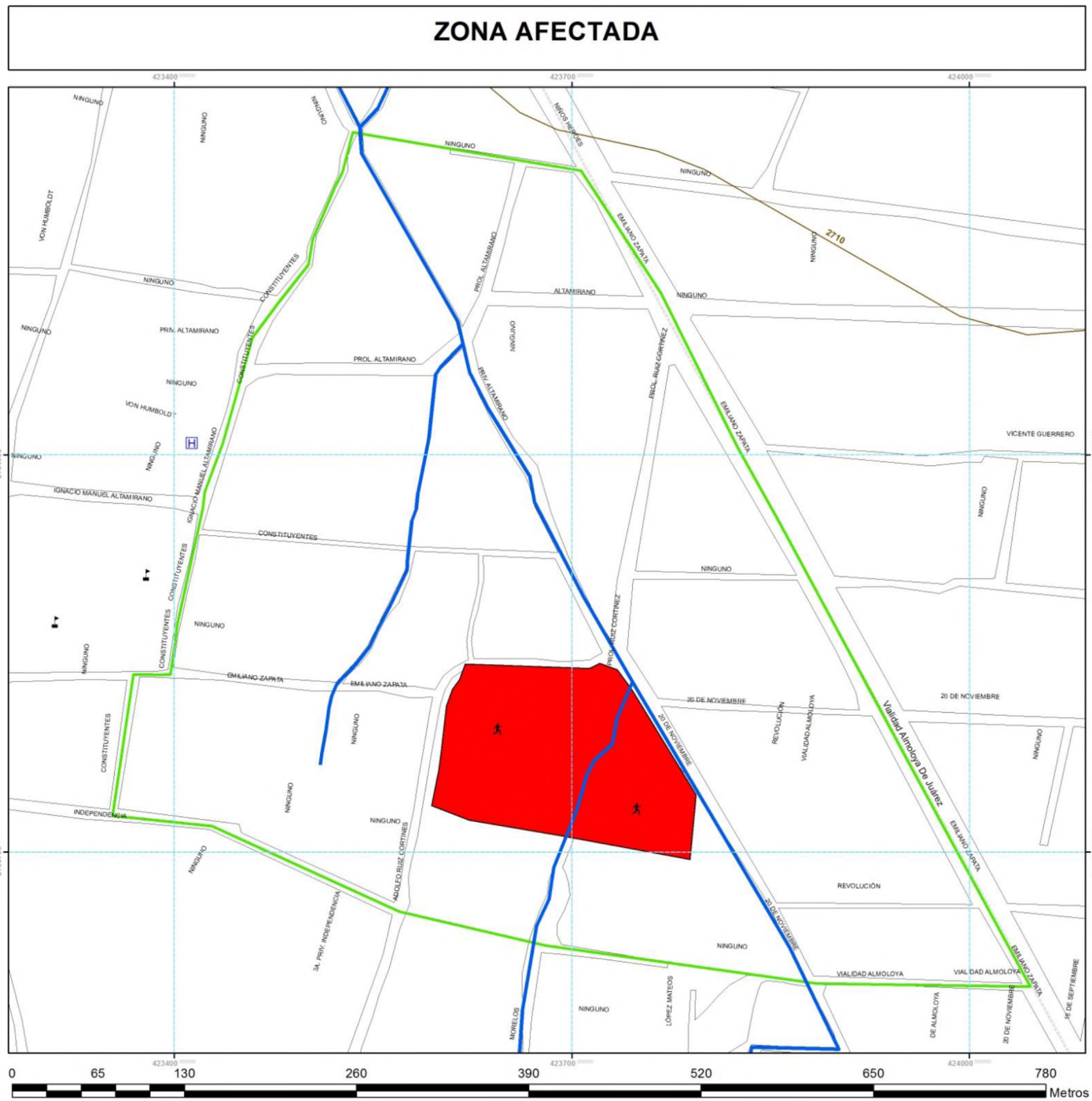
Microcuenca del Bordo
La Calzada, San Luis Mextepec,
Zinacantepec.


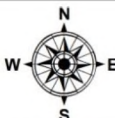

Elaborado Por:
Gustavo Oro Tapia

Fuente:
Elaboración Propia con Base en
Carta Topográfica E14-A37
San Miguel, Zinacantepec.



Mapa 3: La Zona Afectada



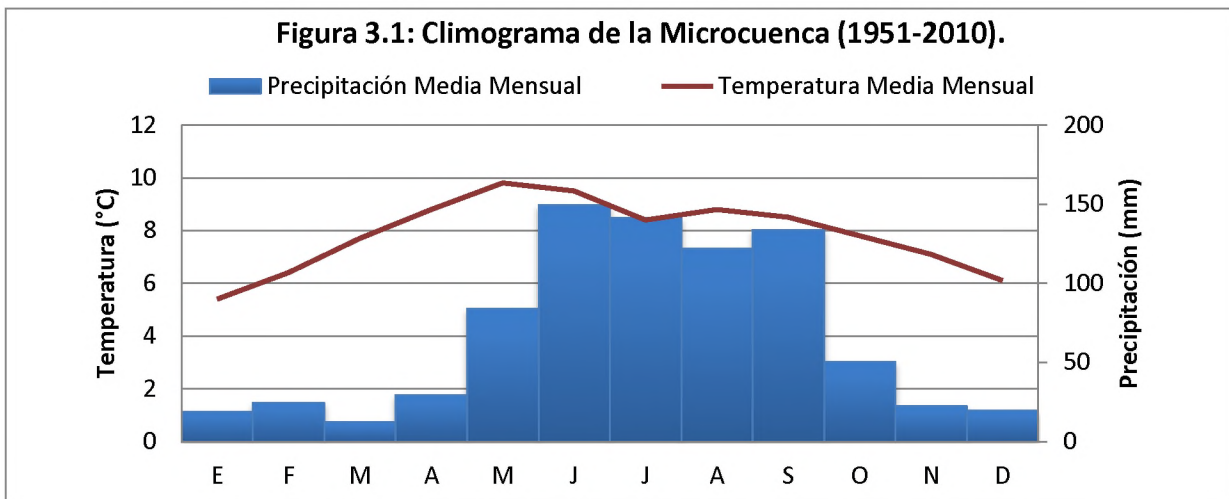
 <p>UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO FACULTAD DE PLANEACIÓN URBANA Y REGIONAL</p>	<p>SIMBOLOGÍA BÁSICA</p> <ul style="list-style-type: none"> — Sistema Hidrográfico del Bordo La Calzada --- Vialidades Primarias — Curvas de Nivel ■ Antiguo Vaso ■ Zona Afectada Traza Urbana 		
<p>SIMBOLOGÍA TEMÁTICA</p> <ul style="list-style-type: none"> ⚽ Instalación Deportiva 🏫 Escuela 🏥 Centro Medico 		<p>MAPA 2</p> <p>Barrio La Calzada, San Luis Mextepec, Zinacantepec.</p> <p>Elaborado Por: Gustavo Oro Tapia</p> <p>Fuente: Elaboración Propia con Base en Carta Topográfica E14-A37 San Miguel, Zinacantepec.</p>	

3.1.2 Medio Físico

3.1.2.1 Clima

En el ámbito regional, (INEGI, 2001) define a la región de la planicie del Valle de Toluca como una zona de clima templado subhúmedo con lluvias en verano (Cw2), el cual es el que predomina en el territorio municipal. Las particularidades de temperatura y precipitación mensual promedio de la zona se representan por la estación meteorológica de *La Loma Alta*, localizada en la cabecera municipal: “San Miguel Zinacantepec”, que muestra el comportamiento en la figura 3.1.

Del climograma se desprende que la temperatura promedio anual oscila 4.4°C, entre los 5.4°C y los 9.8°C, en los meses de enero y mayo, respectivamente, que es el periodo de calentamiento de la atmósfera, mientras que entre agosto y enero se tiene el enfriamiento; el resto del año (mayo-julio) la variación es pequeña, con sólo 1.4°C, entre la primavera y el verano.



Fuente: Elaboración propia con base en Servicio Meteorológico Nacional (2015)

En términos de precipitación anual, la estación de referencia registra una lámina de 808.6 mm, sobre todo en el semestre comprendido entre mayo y octubre con 84% del total anual, por lo que las inundaciones corresponden a esta temporalidad, de donde se tiene el registro de 65 mm de lluvia máxima en 24 horas, que representa el 8% del total anual. El resto del año el volumen de lluvia

es bajo y no alcanza para alimentar permanentemente corrientes superficiales, y las que existen se abastecen de manantiales y aguas residuales.

Tabla 3.1: Distribución anual de Temperatura (°C) y precipitación pluvial (mm) 1951-2010, La Loma Alta

Mes	Temperatura Máxima °C	Temperatura Media °C	Temperatura Mínima °C	Precipitación Pluvial mm
Enero	9.8	5.4	1.1	18.9
Febrero	10.9	6.4	2.0	24.4
Marzo	12.0	7.7	3.5	12.4
Abril	13.0	8.8	4.7	29.6
Mayo	14.3	9.8	5.4	84.2
Junio	13.5	9.5	5.6	149.5
Julio	11.7	8.4	5.1	141.3
Agosto	12.6	8.8	5.1	122.1
Septiembre	11.8	8.5	5.1	133.8
Octubre	11.3	7.8	4.2	50.4
Noviembre	11.2	7.1	3.1	22.5
Diciembre	10.5	6.1	1.6	19.5
Anual	11.9	7.9	3.9	808.6

Fuente: Elaboración propia con base en Servicio Meteorológico Nacional (2015).

3.1.2.2 Formación Geológica

El Valle de Toluca pertenece a la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico Transversal, que tuvo su formación geológica en la era cenozoica durante el periodo cuaternario, que es el vigente. Lo anterior significa un intemperismo reciente de los materiales pétreos, que se encuentran poco desgastados, en una zona de rocas ígneas, sujeta a sismos y con estructuras geológicas regionales que conducen y almacenan agua, llamadas acuíferos, que en la microcuenca están presentes desde la superficie, a menos de cinco metros, en la época de estiaje.

En estas condiciones, y asociado con el relieve relativamente plano que ocupa la microcuenca del Bordo La Calzada, los materiales presentes son aluviales, que resultaron del acarreo hídrico y su posterior depósito, procedentes de las estribaciones al Norte del volcán Xinantecatl o Nevado de Toluca.

Dicha formación, por sus características propias es un indicador del tránsito de agua, que depositó estos materiales suspendidos durante los escurrimientos superficiales. Por otra parte, este tipo de presenta limitaciones con relación a la capacidad de carga y vulnerabilidad sísmica, según lo reporta la Dirección de Protección Civil (2012).

3.1.2.3 Geomorfología

La microcuenca comparte dos formas del relieve: planicie y piedemonte, con una pendiente general que desciende de Sur a Norte, en las estribaciones del Nevado de Toluca. En tal sentido, la microcuenca tiene una cota mínima de 2,710 msnm en la parte norte y una máxima de 2,820 msnm al sur. La distancia que separa a ambas cotas es de 5,598 m., lo que da lugar a una pendiente general de 1.96%, mientras que en la zona sur cercana a las laderas del volcán Xinantecatl la pendiente es ,mayor de 3%, conforme avanza el piedemonte, mientras que en la zona norte la llanura se extiende hasta el canal Lerma.

3.1.2.4 Suelo

Dentro de la microcuenca del Bordo La Calzada, la unidad edáfica presente es Feozem, el cual tiene una consistencia suave, rica en materia orgánica y fértil, con “una capa superficial oscura, no presenta fuertes restricciones para el uso agrícola o urbano” (Gobierno Municipal de Zinacantepec 2003: 19), dicha unidad fue usada para la agricultura antes de su urbanización, tanto en temporal como en riego. Esta última, auxiliada por pequeños almacenamientos del líquido, como se acostumbraba en la zona. El producto generado era maíz, principalmente para grano. La subunidad existente es Feozem Háplico, con textura media (Hh/2).

Otro atributo edáfico de la microcuenca es la presencia de una fase dúrica, que es una capa dura, entre los 10 y los 50 cm de profundidad, que obstaculiza el paso

de las raíces y del agua, conocido popularmente como “tepetate” lo que la hace limitante para dicha actividad; mientras que para el uso urbano, solo le disminuye un poco el potencial de excavación, así como el drenaje interno, según el Gobierno Municipal de Zinacantepec (2003), a la vez que dicho tepetate le incrementa ligeramente su capacidad de carga.

Esta unidad edáfica, conjugada con las condiciones de planicie donde se encuentra, aumenta la impermeabilidad y disminuye la infiltración del agua en temporada de lluvias, agravado por las superficies de concreto y asfalto de la microcuenca, lo que ocasiona encharcamientos y aumenta la probabilidad de una inundación por el agua pluvial.

3.1.2.5 Hidrología

La microcuenca pertenece a la Región Hidrológica No. 12 “Lerma-Santiago”, en la Cuenca “A” “Río Lerma–Toluca” y subcuenca “j” “Río Tejalpa”, el cual inicia en la ladera Norte del Volcán Xinantecatl y es alimentado por una serie de afluentes, de los cuales, para fines de esta investigación, destaca el canal que alimentaba el antiguo bordo utilizado para el riego agrícola. Dicho canal, que no tuvo denominación, se identifica en este estudio como “canal sin nombre”.

Cabe destacar que con el proceso de cambio de uso del suelo, el canal fue “embovedado” y por su trazo en la parte más baja, se convirtió en un colector de la zona de estudio, que recibe las descargas de los tubos del alcantarillado.

Por otra parte, el coeficiente de escurrimiento, que es el porcentaje de lluvia que escurre superficialmente por la zona fue de 10 a 20%, según el INEGI (2000); sin embargo, ante la impermeabilización de la zona, por efecto de la urbanización, este valor se incrementó, en detrimento de la infiltración, lo que incrementa el caudal que circula por el canal colector, para esto se tiene un coeficiente de 40% según Aparicio (2007), este tipo de coeficiente se presenta en zonas urbanas de uso unifamiliar.

3.1.3 Procesos de Ocupación del Suelo

El desarrollo histórico del crecimiento urbano de la microcuenca de estudio se puede observar a partir del censo del año de 1921 en el cual se tiene que las localidades pertenecientes a la microcuenca que son San Miguel Zinacantepec, San Cristóbal Tecolot y San Luis Mextepec, tenían una población para este año de 5,911 habitantes y se les consideraba a las localidades como pueblos.

Para los últimos tres censos de población las localidades se han duplicado continuamente y así mismo las viviendas, en 1990 se tenía una población de 27,497 poco menos del 6 veces la población de 1921 con un total de viviendas de 4,792, para el 2000 había 42,603 habitantes y 8,607 viviendas y en el 2010 se tuvieron 54,220 habitantes y 12,385 viviendas.

Para la expansión física de la zona urbana se tiene registro cartográfico a partir de la década de los ochentas como se observa en el mapa 4, en el cual se muestra que los primeros centros urbanos se localizaban en la localidad de San Miguel Zinacantepec y San Luis Mextepec. Para la década de los noventas se observa que el crecimiento urbano es principalmente en la localidad de San Cristóbal Tecolot y la zona Poniente de la localidad de San Luis Mextepec, mientras que en para el año 2000 la urbanización se dirigió principalmente hacia la zona Norte de la localidad de San Luis Mextepec, esto a través de la vialidad Toluca-Almoloya de Juárez, mientras que para los últimos años el crecimiento urbano se dirigió hacia la zona Oriente de la localidad de San Luis Mextepec.

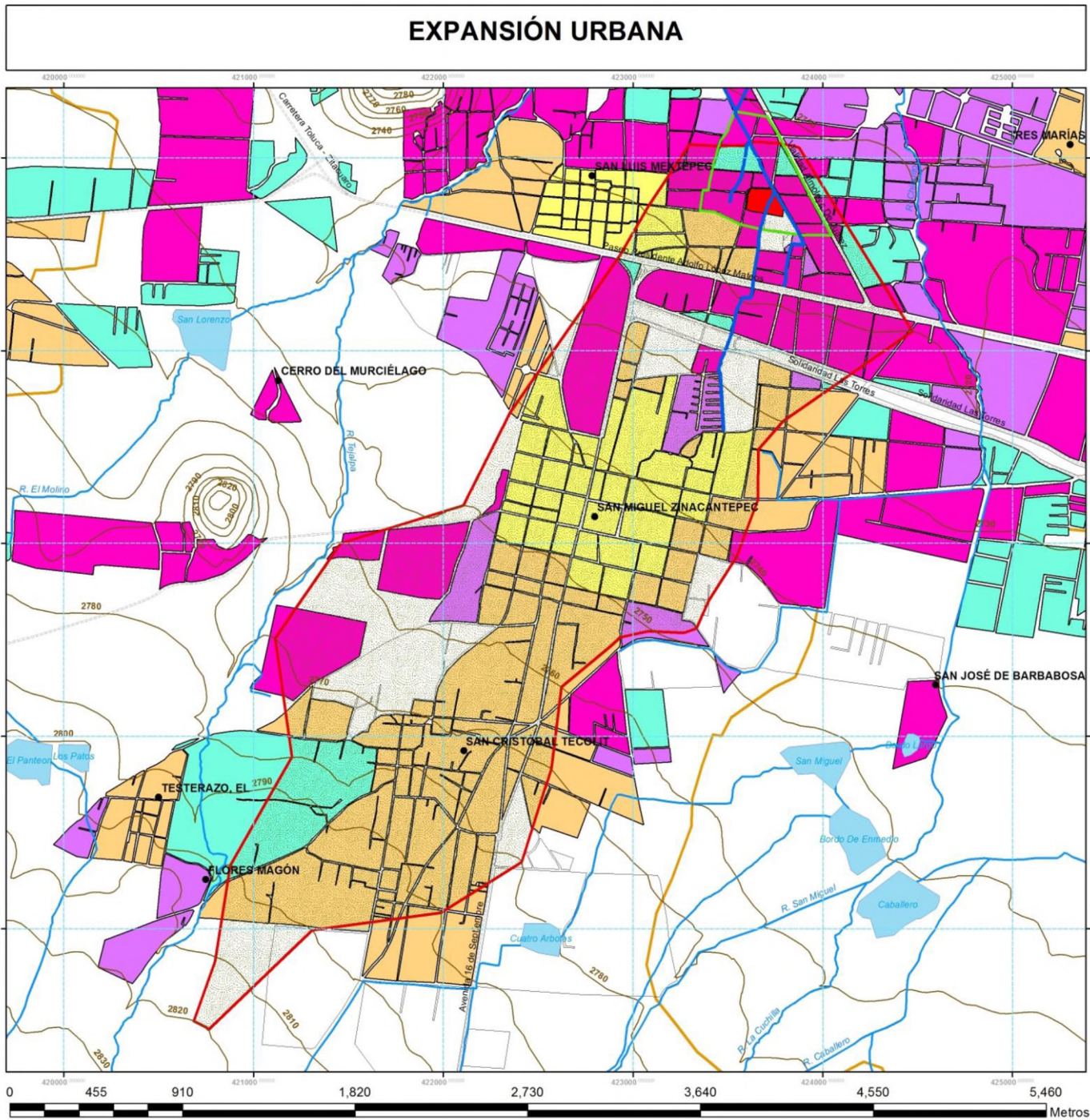
Para la microcuenca la expansión urbana que se presentó dentro de los cinco años representativos (ver tabla 3.2), describen que para el año de 1984 la expansión urbana se localizaba en el 16.44% de la zona de la microcuenca, mientras que para el año de 1996 en la zona tenía un porcentaje de urbanización del 36.95%, ya para el año del 2000 era de 29.45% de crecimiento urbano, para este año la ocupación de la microcuenca era del 82.85%, para el año 2005 el crecimiento urbano es de 5.89%, para el último año que se tiene información que es el 2013 aumento un 8.3% el crecimiento urbano y la ocupación de la

microcuenca era de a 97.05%, lo que representa que la superficie libre que queda dentro de la microcuenca para el uso agrícola principalmente es de 18 hectáreas

Año	Hectáreas	Porcentaje
1984	100.46	16.44%
1996	225.76	36.95%
2000	179.97	29.45%
2005	36	5.89%
2013	50.73	8.3%
	610.95	100%

Fuente: Elaboración propia con base en ArcMap

Mapa 4: Expansión Urbana



<p>UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO FACULTAD DE PLANEACIÓN URBANA Y REGIONAL</p>	<p>SIMBOLOGÍA BÁSICA</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Localidades — Canal "Sin Nombre" — Ríos — Vialidades Primarias — Curvas de Nivel — Cuerpos de Agua — Zona Afectada — Antiguo Vaso — Microcuenca del Bordo La Cazada — Traza Urbana — Limite Municipal 		
<p>SIMBOLOGÍA TEMÁTICA</p> <p>Expansión Urbana</p> <ul style="list-style-type: none"> — Hasta 1984 — Hasta 1996 — Hasta 2000 — Hasta 2005 — Hasta 2013 	<p>MAPA 4</p> <p>Microcuenca del Bordo La Cazada, San Luis Mexchtepec, Zinacantepec.</p> <p>Elaborado Por: Gustavo Oro Tapia</p> <p>Fuente: Elaboración Propia con Base en Carta Topográfica E14-A37 San Miguel, Zinacantepec.</p>		

3.1.4 Usos de Suelo

El territorio municipal comprende una extensión territorial de 30,918.10 hectáreas, de las cuales 2,708.40 corresponden al uso urbano; es decir, el 8.76% de la superficie municipal (Gobierno Municipal de Zinacantepec, 2003: 66), dicho uso se encuentra principalmente en las localidades de estudio, las cuales se encuentran en un aproximado del 100% de urbanización.

Mientras que el uso de suelo para el Barrio de La Calzada destaca 4 usos principales entre los que resaltan el habitacional, agrícola, equipamiento y el comercial (ver mapa 5).

El habitacional se encuentra en toda la zona ya que la zona de estudio se encuentra en el área urbana del municipio de Zinacantepec y entre los límites municipales de Toluca y Almoloya de Juárez.

Mientras que el uso agrícola es aun para la zona de gran importancia, ya que éstas sirven como reservas de crecimiento urbano de la localidad y el municipio.

En cuanto al uso de equipamiento se encuentran dentro de estas una escuela, un área deportiva y un centro de salud, que sirven a toda la población de la localidad dependiendo de su especialidad.

Para la zona comercial localizadas principalmente sobre las vialidades a Almoloya de Juárez y Adolfo López Mateos, funcionan como corredor comercial y generadoras de empleo.

3.1.5 Vivienda

En la microcuenca la tipología de la vivienda predominante es la unifamiliar de uno o dos niveles, con un estilo arquitectónico heterogéneo e indefinido, con características tanto rurales como urbanas. En las construcciones, el tamaño de lote oscila entre los 150 y 300 m² (Gobierno Municipal de Zinacantepec, 2003; 69).

Para las localidades que se encuentran dentro de la microcuenca INEGI (2010) tiene un censo de 10,920 viviendas, de las cuales el 85% de estas se encuentran dentro de la zona de estudio, siendo éstas las localidades centrales del municipio, representa que se debe cumplir con la dotación de servicios en un 100% de las localidades.

3.1.5.1 Servicios al Interior de la Vivienda

En cuanto a la dotación de servicios al interior de las viviendas (Tabla 3.3), dentro de la microcuenca, en cuestión de energía eléctrica las localidades que se encuentran dentro de esta tienen un promedio del 90% de cobertura de este servicio en las viviendas.

En cuestión a la dotación de agua potable dentro de la vivienda en promedio se tiene que la cobertura de este servicio abarca un 72% de las viviendas que comprenden la Microcuenca.

En el tema del servicio de drenaje se tiene en promedio una cobertura de 86% de viviendas con este servicio. Esté servicio para el tema de estudio es el de mayor importancia por ser el que canaliza las aguas residuales y las pluviales al sistema del bordo, se tiene que para la superficie que abarca la microcuenca la cobertura en promedio es de 95% de las viviendas que la integran.

Localidad	Viviendas Totales	Con Energía Eléctrica	Con Agua Potable	Con Drenaje
San Cristóbal Tecolot	2169	1927	1569	1907
San Miguel Zinacantepec	5131	4408	3875	4376
San Luis Mextepec	2002	1747	1347	1733

Fuente: INEGI (2011).

Mientras que para la zona afectada (tabla 3.4) en donde se presentan las inundaciones la cobertura de energía eléctrica representa en promedio un 98% de las viviendas, en cuestión del agua potable es del 64%, la cobertura del servicio y para el drenaje es de 97% lo que representa que las aguas residuales de estas viviendas son vertidas en los canales del sistema del bordo, esto sin un control sanitario.

Tabla 3.4: Servicios Dentro de la Vivienda en la Zona Afectada

Total Viviendas	Viviendas Con Energía Eléctrica	Agua Potable Dentro de la Vivienda	Viviendas Con Drenaje
216	210	166	207
100%	97.4%	77.0%	96.6%

Fuente: elaboración propia, mediante trabajo de campo.

3.1.6 Demografía

Para distinguir a la población que habita dentro de una cuenca, partimos de del principio de que la población de cada localidad se distribuye de manera homogénea. En tal virtud, al delimitar la microcuenca y las localidades de la zona se registró la porcentaje de población que se encuentra dentro de la microcuenca, como se menciona en la tabla 3.5, y en función de ello, se calculó la cantidad de habitantes en la zona de estudio.

Tabla 3.5: Población de la Microcuenca del Bordo La Calzada

Localidad	Población por localidad	Dentro de la Microcuenca	
		Habitantes	Porcentaje
San Cristóbal Tecolotlán	10,126	8,453	83.48
San Miguel Zinacantepec	20,717	18,271	88.20
San Luis Mextepec	12,084	9,097	75.28
Total	42,927	27,435	63.91

Fuente: INEGI (2011).

Cabe destacar que una característica de esta población es su ubicación en la zona conurbada de la cabecera municipal, que se expandió con usos habitacionales, a

partir de procesos de autoconstrucción individual de inmuebles, conocido como social-progresivo, sobre tierras ejidales donde se cultivó maíz para la alimentación, sobre todo de autoconsumo, con venta de excedentes, con lo cual, se perdió la capacidad productiva del suelo y atentó, irreversiblemente, contra la biodiversidad genética de esos cultivares, con gran riqueza adaptativa a las condiciones particulares de suelo, clima y prácticas productivas.

En otro sentido representa que dichos pobladores vierten sus aguas residuales dentro de los conductos del drenaje el cual va directamente al “canal sin nombre”, que afectan la zona en la que se producen las inundaciones, esto no solo por la acumulación de aguas residuales, sino también porque en temporada de lluvias, el escurrimiento de esta aguas se vierten o escurren dentro de la red de drenaje y alcantarillado de estas localidades, ya que el canal es el principal desagüe de la aguas de estas zona.

Para la zona afectada, que se encuentra dentro de la localidad de San Luis Mextepec, es conocida localmente como Barrio La Calzada, que es equivalente a la superficie definida por dos áreas geoestadísticas básica (AGEB), que son: 151180238 y 151180469, por lo que las características demográficas y de vivienda, serán las correspondientes a estas unidades territoriales.

Para la zona la población en los AGEB que se encuentran dentro de la superficie de estudio representa el 19.6% del total de población de la localidad de San Luis Mextepec:

Total	Hombres	Mujeres
947	461	486

Fuente: INEGI (2011).

3.2 Diagnóstico

La situación actual en materia de inundaciones en el Barrio La Calzada es el resultado de la confluencia de factores físicos y socioeconómicos. Dentro de los primeros, destacan la precipitación pluvial y la geoforma de la “microcuenca del Bordo La Calzada. Por su parte, dentro de los factores socioeconómicos destacan el proceso de urbanización seguido por los habitantes y la falta de regulación por parte de la autoridad municipal, que estableció para la zona de estudio una reserva territorial, con usos habitacionales, sin tomar en cuenta la dinámica hídrica.

De esta manera, la microcuenca del Bordo La Calzada, por su proceso de urbanización del suelo agrícola, tiene según interpretación de la ortofoto de INEGI (2013) un avance de 80% de ocupación urbana. Este proceso se asocia con un incremento en la cantidad de agua de lluvia que escurre, por efecto de la impermeabilización de su superficie, que limita la infiltración, de tal manera que el aumento de escurrimiento queda registrado por la variación del coeficiente de escurrimiento, que pasó de 15%, según INEGI (2001), cuando la tierra era de uso agrícola, a otro estimado en 40%, según Aparicio (2007), como resultado de una urbanización unifamiliar.

Lo anterior significa que con la urbanización escurre el 40% del agua que precipita, redundando en una mayor cantidad de agua que se conduce por el colector de la microcuenca que sin tener nombre, se ilustra en el mapa 3. Dicho colector concentra al líquido en las partes más bajas, combinándolo con las descargas de aguas residuales de la zona de estudio.

Por lo tanto, la columna vertebral del sistema de drenaje se complementa con la serie de tubos de drenaje que descargan en él; dicho colector se encuentra embovedando hasta el estadio de fútbol, que fue anteriormente donde se encontraba el Bordo La Calzada, como se mencionó en el mapa 3.

Bajo estas consideraciones, se estimó la capacidad de conducción de la bóveda del colector, mediante la “fórmula de Manning”, mencionada por Sotelo (1997) que se utiliza para estimar caudales en cauces hídricos. La aplicación de dicha fórmula en este caso fue para calcular el caudal máximo que conduce el colector de la microcuenca, en función de sus dimensiones y pendiente, como se explica en el anexo metodológico.

Como resultado de la mencionada estimación, la capacidad de conducción del colector principal o embovedado es de 7.8 m³/s, como se expresa en la tabla 3.7, mientras que los habitantes que viven en una zona más baja sufren el daño por las inundaciones a consecuencia de que el agua tiene un retranque que disminuya la velocidad del agua en temporada de lluvias, que fluye por el sistema del Bordo La Calzada y la red de drenaje sanitario. Dicho retranque es un puente en el cual su capacidad de flujo es de 1.7 m³/s.

Tabla 3.7: Capacidad de Flujo de Agua del Colector Principal en la Bóveda

Lugar	Velocidad del Agua m/s	Altura (metros)	Ancho (metros)	Capacidad m ³ /s
Puente o Salida de la Microcuenca	1.43	1.2	1.0	1.7
Embovedado	1.43	2.2	2.5	7.8

Fuente: Elaboración Propia, con base en trabajo de campo y cálculos de Sotelo.

En cuanto a la red de drenaje sanitario que también incorpora a las aguas pluviales de la zona de estudio tiene una cobertura de 100% en las tres localidades que están en su interior comprenden. Los caudales recibidos por la red, desaguan en tres colectores del sistema del Bordo La Calzada, como se muestra en el mapa 3.

En el punto de salida, donde se conjuntan los tres colectores que drenan a la microcuenca se acumula un caudal máximo estimado de 1.97 m³/s, a partir de los cálculos que se apoyan en la lluvia máxima en 24 horas, el tamaño de la cuenca y los coeficientes de escurrimiento respectivos, de acuerdo con el procedimiento

explicado en el anexo metodológico de procedimiento para estimar el escurrimiento máximo.

Como resultado de la estimación, se tiene que el caudal máximo es de $1.97\text{m}^3/\text{s}$, lo que, al contrastar con la capacidad máxima de conducción del cauce, a la salida de la microcuenca, se tiene una incapacidad de conducción, del orden de $0.27\text{m}^3/\text{s}$, toda vez que la capacidad de conducción en la salida de la microcuenca es de $1.7\text{m}^3/\text{s}$ y se supera el flujo de agua, que tiende a buscar salidas hacia las zonas más bajas en la zona afectada.

Tabla 3.8 : Escurrimiento máximo en la microcuenca del Bordo La Calzada

Precipitación Pluvial Máxima en 24 Horas	Superficie total (m²)	Superficie de la Microcuenca		Coefficiente De Escurrimiento	Escurrimiento máximo
0.065	7'285,620	Urbanizado	83.9%	40%	158,847.7m ³ /día
		No. Urbanizado	16.1%	15%	11,466.9m ³ /día
					7096.4 m³/h
					118.27 m³/min
					1.97m³/s

Fuente: Elaboración Propia, con base en: mapa 2, INEGI (2001) y Aparicio (2007).

La consecuencia de esto se manifiesta en pérdidas de los bienes bajo riesgo. Dichos bienes, en la zona afectada están albergados en 216 viviendas, contabilizadas en campo, son residencia de 947 habitantes que tienen casas en propiedad.

Las pérdidas económicas que resultan de la inundación, son por un monto estimado de \$12'175,920.00 M/N que tienen origen en la valoración de las pérdidas en el menaje de las viviendas, dicha valoración se realizó a partir de una muestra al azar para conocer los bienes muebles que se encuentran dentro de la vivienda, para costearlos en los expendios correspondientes de la región. El resultado de dicho proceso se presenta en la tabla 3.9, considerando que la lámina de inundación a una altura de 30 cm. Tomando en cuenta, que conforme

aumenta la lámina de inundación, la cantidad de pérdidas del menaje de las viviendas se incrementa, como se ilustra en la figura 3.2.

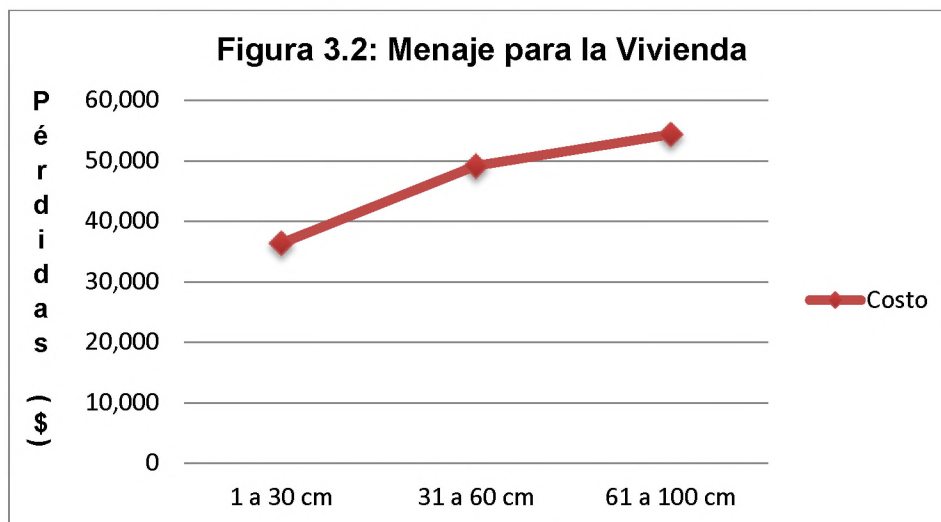
Tabla 3.9 Bienes Bajo Riesgo

Lámina de Inundación (cm)	Vulnerabilidad Física (Viviendas)	Menaje de Planta Baja	
		Mueble	Costo (Pesos)
1 a 30	117	Cama	5,380
		Sala	9,999
		Lavadora	5,799
		Cómoda	2,899
		Estufa	5,299
		Refrigerador	6,999
31 a 60	56	Centro de Entretenimiento	3,399
		Ropero	4,499
		Dispensador	4,899
		Alacena	1,999
61 a 100	43	Comedor	5,199

Fuente Elaboración Propia Con Base Visita de Campo.

Comentarios al Cuadro

Es importante destacar que las pérdidas por la inundación también repercuten en los bienes inmuebles, al humedecerse los muros y estructuras que acumulan “salitre” que demeritan a la construcción en un proceso que reduce capacidades de resistencia. Para fines de esta investigación, dichas pérdidas se consideran pérdidas intangibles, por su dificultad de valoración económica paulatina.



Fuente: Elaboración Propia en Base a CENAPRED (2006)

Cabe destacar que los valores de las pérdidas están referidos a precios del año 2015, en las mueblerías del municipio de Zinacantepec, que es donde se registran las pérdidas, que son el promedio de las viviendas, que son de tipo popular, pero con diferencias entre ellas.

Un riesgo asociado a la inundación en la zona de estudio, es el que se refiere a la salud humana, por ocurrir la inundación con una mezcla de aguas residuales sin tratamiento y pluviales, por lo que, a manera de indicador se presenta en la tabla 3.10 una cálculo de la calidad del agua residual, a partir del método de Evaluación Rápida de Fuentes de Contaminación Ambiental, que permite tener una estimación de datos sobre la carga contaminante *per cápita*, que se extrapola a la totalidad de la población de la microcuenca. Esto en base de que un habitante en promedio consume 150 litros de agua en sus actividades diarias y se depositan al sistema de drenaje con distintos tipos de partículas contaminantes, para el caso de la microcuenca se tiene una acumulación de 716 t/año en el rubro de partículas suspendidas.

A partir de los resultados obtenidos por el análisis temático de la zona de estudio, se observa que la configuración física de la microcuenca tiene una depresión, que fue aprovechada cuando el uso del suelo era agrícola, para la construcción de un

depósito de agua, que funcionó como infraestructura para el riego de los cultivos, pero la urbanización no lo respetó y utilizó el terreno del vaso, para la construcción de un equipamiento deportivo, que con las adecuaciones necesarias, pudo tener doble propósito: además de estadio deportivo, como vaso de regulación de excedentes, en un lugar plenamente identificado.

Tabla 3.10: Estimación de la Calidad del Agua Residual en la Microcuenca del Bordo La Calzada

Localidad	Población en la cuenca		Volumen de desecho		DBO		DQO		SS		N		P	
	Habitantes.	Miles de habitantes	m ³ /ha b/año	10 ³ m ³ /año	kg/hab/año	t/año	kg/hab/año	t/año	kg/ha b/año	t/año	kg/ha b/año	t/año	kg/hab/año	t/año
San Cristóbal Tecolotit	8,453	8.453	73.0	617.1	19.7	166.5	44	371.9	20	169	3.3	27.9	0.4	3.38
San Miguel Zinacantepec	18,271	18.27	73.0	1333.8	20.7	378.2	44	803.9	20	365	3.3	60.3	0.4	7.31
San Luis Mexchtepec	9,097	9.097	73.0	664.1	21.7	197.4	44	400.3	20	182	3.3	30.0	0.4	3.64
Total	35,821	35.82	73.0	2614.9	22.7	813.1	44	1576.1	20	716	3.3	118.2	0.4	14.33

Fuente: Elaboración Propia Con Base en Wieitzenfeld (1989)

Siglas:

DBO = Demanda bioquímica de oxígeno

DQO = Demanda química de oxígeno

SS = Sólidos suspendidos

N = Nitrógeno (Total)

P = Fósforo

CAPÍTULO IV

PROSPECTIVA Y

PROPUESTAS

4.1 Prospectiva

Continuando con el proceso de planeación y definida la problemática, así como las potencialidades para atenderla, corresponde la formulación de escenarios para establecer distintos futuros, a partir de diferentes criterios y el funcionamiento del proceso de inundación en el Barrio La Calzada.

De esta manera, las inundaciones que se presentan en la zona afectada han tenido un comportamiento con uno o dos eventos anuales durante los últimos seis años. Esto detonado por ocupar el terreno que perteneció al bordo La Calzada, desde el año 2005 aproximadamente, según informa los habitantes afectados.

Cabe destacar que de la mencionada obra de infraestructura hidroagrícola, se observa el dique que contenía al agua para el riego y la estructura de la compuerta, como se observa en la foto 1 del anexo fotográfico.

Para este fenómeno de inundaciones recurrentes en la zona, se formularon cuatro escenarios que son:

Tendencial: en este tipo de escenario se elaboran supuestos en donde conservan las dinámicas observadas en los componentes de los factores a estudiar, no se observan cambios significativos comportamiento.

Ideal: es la situación ideal que se quiere alcanzar.

Factible: es en el que se puede realizar los proyectos más adecuados que ayuden al mejoramiento de una situación concreta y;

Programático: se realiza a través de las acciones que proponen los distintos ámbitos de gobierno que reglamentan el territorio.

4.1.1 Escenario Tendencial

En este escenario la microcuenca se encuentra urbanizada en su totalidad, lo que ocasionaría que el flujo de agua dentro de los canales aumente a $2.2 \text{ m}^3/\text{s}$, ya que su capacidad actual es de $1.7 \text{ m}^3/\text{s}$ y la zona afectada tendrá un mayor aumento en la frecuencia de las inundaciones y en las láminas se espera un incremento en promedio de 2 a 2.3 m de altura, como resultado del mayor flujo de agua.

Lo anterior, ocasionaría un aumento en las pérdidas del menaje de las viviendas de una sola planta y eventualmente pérdidas parciales en la segunda planta, dependiendo de la altura de la vivienda. A su vez, por la combinación de aguas pluviales y residuales desencadenaría problemas de salud para los habitantes de la zona afectada.

4.1.2 Escenario Ideal

Dentro de éste escenario para la percepción de la población se debe concluir en su totalidad el embovedado de los canales que integran el sistema del bordo La Calzada, agregado con un buen sistema de alcantarillado y cunetas, las cuales conducirán el agua que fluye por las calles y la deposita en el canal embovedado. Con esto se evitarían los encharcamientos e inundaciones en las partes bajas dentro de la zona que se encuentra en riesgo de sufrir estos efectos, así las pérdidas materiales y los riesgos asociados no tendrán presencia en la zona.

Para esto la capacidad del embovedado es de $7 \text{ m}^3/\text{s}$, lo que representa que al tener esta capacidad el puente que se encuentra a la salida de la microcuenca que en la actualidad tiene $1.7 \text{ m}^3/\text{s}$ no tenga la suficiente capacidad para que fluya el agua y producirá una saturación de agua en este punto y tendrá otras problemáticas iguales o extremas que las que actualmente se presentan en la zona.

Por lo anterior, para materializar este escenario, es necesaria la construcción de otras obras civiles.

Desde la perspectiva del autor, el escenario ideal el puente o punto de salida de la microcuenca tiene la capacidad de conducir 3 m³/s, para que no exista un déficit en el aforo de desagüe de la zona de estudio, que inunda la zona afectada.

Asimismo, la construcción de vasos de regulación en las zonas que aún no se encuentran construidas cercanas a los canales. Dichos vasos tendrán forma de pistas para patinetas a niveles inferiores de los del canal y unas pequeñas zonas verdes o campos de futbol a los alrededores de dichas pistas. Esto para regular el flujo del agua en temporada de lluvias.

La instalación de plantas tratadoras de agua en base al sistema Xochicalli, en el cual se realiza el cultivo de hortalizas, cultivos de campo y de forraje, extrayendo la materia orgánica que llevan las aguas residuales.

4.1.3 Escenario Programático

El uso de suelo del territorio de la zona afectada tiene una denominación H.250.A, lo que representa que en dicho tipo de uso sea habitacional y tenga una densidad de 40 viviendas por hectárea, lo que representa que la zona por su extensión territorial tendrá un aumento del 450% en las viviendas lo que aumentaría la demanda del sistema de drenaje sanitario para las 984 viviendas que se incrementan, combinado con la cartografía de riesgos en la que no se especifica nada sobre el canal sin nombre ni el antiguo bordo que existió, la problemática que se presenta se puede aumentar aún más, ya que las restricciones municipales no existen para prohibir la construcción es esta zona vulnerable a los riesgos de inundación y riesgos asociados por los residuos que contienen.

4.1.4 Propuestas del Escenario Factible

La ampliación del puente por parte del gobierno municipal, ya que son sus atribuciones, para disminuir la probabilidad de fenómenos que dañen a la población.

La construcción de zonas verdes deprimidas en las cercanías del canal para retener las aguas pluviales y fluviales, esto por parte de la asociación del nivel de gobierno estatal y municipal, ya que a la vez de ser una zona de dispersión para la población, actúan como zonas de amortiguamiento del agua del canal y disminuye los riesgos de inundación en la zona afectada.

La construcción de plantas tratadoras autosuficientes a través de su producción de cualquier producto que se cultive por parte de la población de la zona afectada o una comisión que se encargue de su mantenimiento y de las actividades que se realicen para su buen funcionamiento y la disminución de las partículas suspendidas y la materia orgánica que contienen las aguas residuales.

4.1.5 Propuesta Metodológica

Luego de realizar el ejercicio de identificación de la amenaza, su valoración y de las condiciones de vulnerabilidad en un caso particular, es importante destacar los procedimientos seguidos, como una consecuencia del ejercicio empírico que se apoyó en los marcos teórico y de referencia.

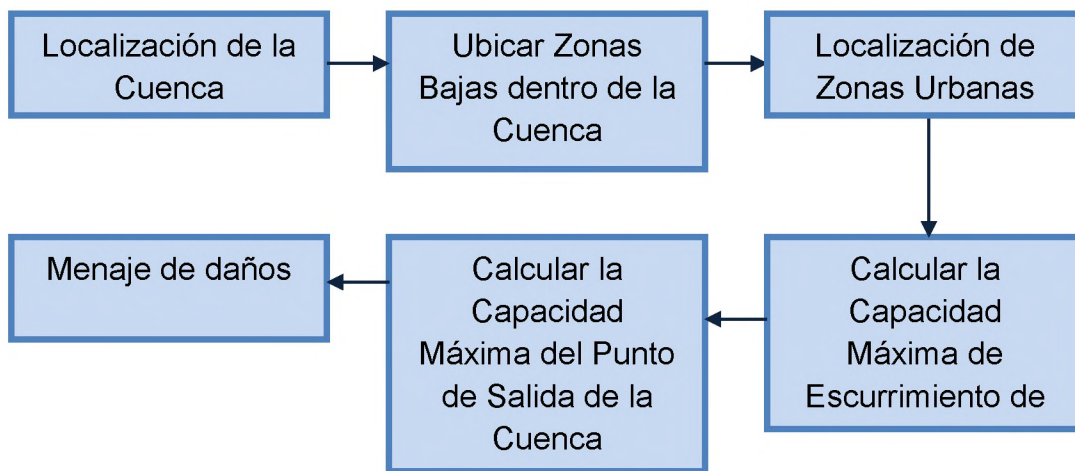
Esta propuesta inicia con la delimitación de la zona de estudio, para el caso de los estudios de hidrología superficial se parte de la localización de la cuenca, para analizar los puntos con mayor riesgo, los cuales por su localización son los más bajos de está.

Asimismo localizar las concentraciones urbanas que se encuentran dentro de la cuenca, para conocer los procesos de urbanización y el tipo de uso de suelo, lo cual proporcionara los datos de cantidad de territorio urbanizado y sacar el

coeficiente de escurrimiento máximo en base a la cantidad de impermeabilización del suelo.

El siguiente paso es el cálculo de la capacidad máxima del punto de salida de la cuenca en base a la fórmula de Manning, la cual contrastada con el coeficiente de escurrimiento nos proporciona el déficit o superávit del flujo de agua dentro de la cuenca. Ya que esto si se presenta un excedente se producen las inundaciones en estas zonas, las cuales resultan con daños materiales y sanitarios a la población que se encuentra asentadas en las zonas bajas de la cuenca.

Figura 4.1: Esquema Metodológico



4.2 Recomendaciones

Para la prevención de los desastres, por inundación, en el caso del Barrio La Calzada en la comunidad de San Luis Mextepec Municipio de Zinacantepec, se plantean medidas de mitigación, divididas en: estructurales y no estructurales, encaminadas a la reducción de riesgos de la zona, mismas que se mencionan a continuación.

Dentro de las estructurales se encuentran la ampliación del puente que funciona como “cuello de botella”, en el cierre de la microcuenca de El Bordo La Calzada, en su parte baja, toda vez que limita el flujo del líquido y promueve el desbordamiento del canal colector principal.

Otras obras para mitigar el daño, es el establecimiento de un vaso regulador, dentro del perímetro de la zona afectada, en el predio, todavía baldío que está señalado en el mapa 5 del anexo cartográfico. Para darle uso a dicho vaso, mientras no se ocupa, es conveniente establecer la construcción de zonas vedes para generar un beneficio adicional a la población.

Para la atención del riesgo asociado a la inundación, por la calidad del agua que fluye por el canal colector principal, es conveniente su mejoramiento, a partir de su depuración, mediante la construcción de pequeñas plantas de tratamiento, *in situ*, esto es, en el mismo lugar donde se generan, o muy cerca de su origen, haciendo uso de la tecnología Xochicalli, que se ilustra en el anexo metodológico, que tienen la ventaja de recuperar agua, nutrientes y energía.

Por su parte, dentro de las medidas de mitigación no estructurales, se mencionan las actividades que corresponden a diversos actores involucrados en la problemática de referencia; de esta manera, se destacan las de la población y las del gobierno municipal, las cuales se enlistan a continuación:

Para la Población

- Dentro del ámbito de este trabajo de investigación, es necesaria la educación ambiental y en materia de protección civil, para la población en su conjunto, con la finalidad de entender procesos elementales de comportamiento de los elementos de la naturaleza, en este caso del agua que escurre superficialmente y no padecer de pérdidas por decisiones desinformadas en este campo. Esta situación, es reflejo de otros campos de la educación en los que la población en su conjunto, tiene graves deficiencias, como es el caso de educación para la salud, educación vial, por mencionar algunos.
- Difundir entre la población, en su conjunto, conocimiento sobre los procesos de inundación y en particular los que en esta zona se presentan, para que asuman papeles protagónicos en su mitigación, tanto para las nuevas construcciones, como para las modificaciones que se tengan en las existentes.
- Mantener la atención sobre el comportamiento del canal, en temporada de lluvias, con la finalidad de realizar las acciones que sean necesarias, antes de la temporada de lluvias.

Para el Gobierno Municipal

- Difundir entre los distintos sectores del gobierno municipal, conocimiento sobre los procesos de inundación y en particular los que en esta zona se presentan, para que asuman papeles protagónicos en su mitigación, así como para identificar otros sitios que adolecen de la misma problemática, para darles atención.
- Diseñar un plan municipal de desarrollo urbano y un atlas de riesgos municipales, con participación de la ciudadanía, para conocer con detalle las zonas que requieren restricciones por conducción de agua y que tienen mayor exposición a los riesgos dentro del municipio, para regular su aprovechamiento, a partir de los criterios de seguridad de las personas y sus bienes.
- Es importante realizar estudios especializados basados en la historia de los predios por urbanizar, ya que si, en la actualidad no se registran

inundaciones, no quiere decir que años atrás no sucedió ya sea por las condiciones físicas del terreno o como en el caso de estudio el de desecar algún cuerpo de agua.

- También se deben establecer, para el caso de inundaciones los niveles para la construcción, de manera similar a los alineamientos oficiales, con la finalidad de que las viviendas no se encuentren por debajo del nivel de las vialidades.
- Es de tener en cuenta que las guarniciones y banquetas funcionen como barrera del agua y la haga fluir, con una cantidad suficiente de atarjeas.

CONCLUSIONES

“El agua corre por donde puede correr y las crecientes tienen la fuerza para modificar lo que encuentra a su paso” Rubio Carlos.

Los desastres causados en la zona donde la población crece y ocupa espacios sin el control y sin las restricciones en los cauces y cuerpos de agua, no dependen de la cantidad de lluvia, por lo que no se les pueden llamar naturales. En tal sentido, su mitigación se debe buscar en las formas de urbanización a seguir.

Desde la perspectiva de los estudios urbanos y de la planeación urbana, es necesario atender las necesidades y problemáticas relacionadas con el agua, a partir de las cuencas, para adecuar las acciones de urbanización a las condiciones físicas existentes y evitar gastos de energía innecesarios, así como generar problemáticas para los ocupantes de las zonas urbanizadas.

Por lo anterior, la planeación urbana, que define usos y destinos del suelo, a través del ordenamiento territorial de los asentamientos humanos, es el instrumento óptimo para fundamentar desde un punto de vista de los elementos biofísicos del territorio, las modalidades para urbanizar una superficie. De acuerdo con los alcances de los planes de desarrollo municipal vigentes en el Estado de México, dicha condición se debe cubrir, sin embargo, en caso del plan municipal vigente en Zinacantepec, esto no se cumple.

De esta manera, el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zinacantepec y el Atlas de Riesgos del mismo municipio, son algunos de los instrumentos de planeación que dieron lugar a la construcción social del riesgo, Toda vez que existen incoherencias, porque tratan de evitar desastres y al no registrar el peligro que existe en la zona afectada, como un espacio susceptible a inundaciones, se usaron esos terrenos para la ocupación con 40 viviendas por hectárea (H-250.A).

De manera paralela, los promotores del asentamiento en el Barrio La Calzada, no fueron sensibles a la problemática que generaron por realizar el asentamiento en las condiciones actuales, impulsados solamente por criterios económicos. Esta

situación a pesar de que ahí existió un bordo para el riego agrícola, que se utilizó para construir un equipamiento deportivo, pero sin las medidas de mitigación contra las inundaciones.

Por otra parte la ocupación de las viviendas, en los terrenos contiguos a esta obra mantuvo el drenaje agrícola para su funcionamiento, ante la carencia de obras de urbanización que quedaron a cargo de los propios colonizadores.

El plan urbano, no definió las restricciones correspondientes al canal agrícola que alimentó al bordo para riego y que al término de esta función se mantuvo, y se mantiene como el colector principal para el sistema de alcantarillado que combina las aguas residuales domésticas con las pluviales.

Por su parte, el Atlas de Riesgos del municipio, a pesar de que su formulación es a partir del trabajo de campo, no identificó esta zona como susceptible de inundación, y menos aún, reconoció su microcuenca de captación, en la que se pueden establecer regulaciones para mitigar este fenómeno de pérdidas para la población.

De esta manera, es evidente, que el instrumento para la regulación urbana y el registro de los sucesos peligros en el territorio municipal, no fueron congruentes con la realidad de esta sección del municipio, por lo que cabe preguntarse, ¿en cuántos y cuáles lugares la población que es direccionada a asentarse en éste y otros municipios, lo hace en situación de vulnerabilidad?

Un elemento desatendido por la autoridad municipal que regula la expansión urbana es el la educación para la realización de cambios en el uso del suelo, ya que comúnmente, cuando la ocupación cambia hacia lo urbano, existen usos y costumbres que hacen a la población disponer de los terrenos heredados, para realizar sus construcciones, sin permisos municipales; para lo cual, existe un vacío de educación en materia urbana, para la población, sobre todo, de aquella que cuenta con grandes extensiones de tierra, en las reservas territoriales, ante la ganancia de corto plazo, venden indiscriminadamente que puedan dar cuenta de

los posibles peligros y condiciones de vulnerabilidad; pero de manera similar, las propias autoridades agrarias, ante la inminente urbanización, no toman en cuenta los eventos peligrosos, ni consolidan el núcleo urbano, de la estructura territorial de la tierra de propiedad social, como lo establece la Ley Agraria.

Las inundaciones se pueden prever a partir de las zonas altas de la cuenca, mediante la conservación de las tierras productivas, manejadas con criterios de conservación, que den lugar al mantenimiento de las funciones ambientales, que requieren los ciclos de la naturaleza, con lo cual se fomentaría la infiltración del agua al subsuelo, los terrenos que se encuentran impermeabilizados por las construcciones tienen una infiltración pluvial nula y ocasiona el aumento de los escurrimientos en la infraestructura de drenaje público, en las calles.

Los factores que desencadenaron los riesgos en la zona son en teoría fácil de percibir, pero la población y el gobierno municipal no actuaron en conjunto para poderlos identificar.

Esto ya que el gobierno municipal en el artículo 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos tiene la facultad de aprobar la normatividad que rige el comportamiento tanto de las actividades humanas como de la infraestructura, servicios y riesgos, esto para que el gobierno municipal tenga una mayor control de los sucesos que se producen en su territorio y poderlos prevenir y disminuir los fenómenos dañinos que se presentan y se pueden suceder.

FUENTES CONSULTADAS

- Ballina Rivas, Iriana y Rosendo Lugardo, Nancy (2009). *Análisis de indicadores socioeconómicos para la valoración de daños indirectos provocados por inundaciones en zonas habitacionales y agrícolas de la Subcuenca Río Tejalpa curso alto del Río Lerma*, Tesis para obtener la Licenciatura en Ciencias Ambientales.
- Caravaca, Inmaculada, *Et Al* (1993). “Crecimiento Urbano y Marginación Social en Latinoamérica: Actuaciones Espontaneas y Políticas de Intervención”. En: el *Boletín de la A.G.E.N.* 1992-1993 / No. 15-16.
- Comisión de Aguas del Estado de México, (2009). *Atlas de Inundaciones en la temporada de lluvias 2009*, Toluca, México.
- Cardona, Omar (1993). “Evaluación de la Amenaza, la Vulnerabilidad y El Riesgo: Elementos Para El Ordenamiento Y La Planeación Del Desarrollo”. En: Maskrey, Andrew (Comp.). *Los Desastres No Son Naturales*. La RED de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina. Colombia.
- Cardona, Omar (2001). *Estimación Holística del riesgo Sísmico utilizando Sistemas Dinámicos Complejos*. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona.
- Centro Nacional de Prevención de Desastres (2001). *Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México, Atlas Nacional de Riesgos de la República Mexicana*. Secretaría de Gobernación, Sistema Nacional de Protección Civil y Centro Nacional de Prevención del Desastre. México.
- Ferradas, Pedro (1994). “Callao: Cuando el Río Habla es Porque Inundaciones Anuncia”. En: *Desastres y Sociedad* Agosto-Diciembre 1994 / No.3 / Año 2. Especial: Desbordes, Inundaciones Diluvios, La RED de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina, Colombia.

- García, Norlan, *Et Al*, (2009). *Características e Impactos Socio Económicos de los Principales Desastres Ocurridos en la República Mexicana en el Año 2007*, Secretaría de Gobernación, Centro Nacional de Prevención del Desastre. México.
- Gobierno Federal, (2010). *Ley General de Asentamientos Humanos*, Secretaria de Gobernación, México.
- Gobierno Federal (2011). *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*, Secretaria de Gobierno, México.
- Gobierno Federal, (2011). *Ley de Aguas Nacionales*, Secretaria de Gobernación, México.
- Gobierno Federal, (2011). *Ley de Planeación*, Secretaria de Gobernación, México”, Secretaria de Gobernación, México.
- Gobierno Federal, (2012). *Ley General de Protección Civil*, Secretaria de Gobernación, México.
- Gobierno Federal, (2013). *Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018*, SEDATU, México.
- Gobierno Federal, (2014). *Programa de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Zonas Urbanas*, CNA, México.
- Gobierno Federal, (2014). *Programa Nacional de Protección Civil 2014*, Secretaria de Gobernación, México.
- Gobierno Federal, (2014), *Programa Prevención de Riesgos en los Asentamientos Humanos*, SEDATU, México.
- Gobierno Municipal De Zinacantepec, (2003). *Plan Municipal de Desarrollo Urbano 2003*, H. Ayuntamiento, Zinacantepec, México.
- Gobierno Municipal De Zinacantepec, (2012). *Atlas Municipal de Riesgos 2012*, H. Ayuntamiento, Zinacantepec, México.
- Gobierno Municipal De Zinacantepec, (2013). *Plan De Desarrollo Municipal de Zinacantepec 2013-2015*, H. Ayuntamiento, Zinacantepec, México.
- Gobierno Municipal De Zinacantepec, (2015). *Bando Municipal de Zinacantepec 2015*, H. Ayuntamiento, Zinacantepec, México.

- Gobierno del Estado de México, (1993). *Ley de Asentamientos Humanos del Estado de México*, Secretaria de Gobierno, Estado de México, México.
- Gobierno del Estado de México, (2012). *Constitución Política del Estado Libre y Soberano de México*, Secretaria de Gobierno, Estado de México, México.
- Gobierno del Estado de México, (2012). *Programa Sectorial Estado Progresista 2012-2017*, Secretaria de Gobierno, Estado de México, México.
- Gobierno del Estado de México, (2008). *Plan Estatal de Desarrollo Urbano 2008*, Secretaria de Gobierno, Estado de México, México.
- Gobierno del Estado de México, (2011). *Plan Estatal de Desarrollo 2011-2017*, Secretaria de Gobierno, Estado de México, México.
- Gobierno del Estado de México, (2012). *Código Administrativo del Estado de México*, Secretaria de Gobierno, Estado de México, México.
- Gobierno del Estado de México, (2012). *Ley de Planeación del Estado de México Y Municipios*, Secretaria de Gobierno, Estado de México, México.
- Gobierno del Estado de Nuevo León, (2012). *Plan de Contingencias de Fenómenos Hidrometeorológicos para el año 2012*, Secretaria de Gobierno, Nuevo León, México.
- Hernández Aja, Agustín (2007). "Áreas Vulnerables en el Centro de Madrid", En: *Cuaderno de Investigación Urbanística*, No. 53. Instituto Juan de Herrera, Madrid, España.
- Herzer, María (1998). *Construcción del riesgo, desastre y gestión ambiental urbana: Perspectivas en debate*. Instituto de Investigaciones Gino Germani, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía, (1996). *Conteo de Población y Vivienda 1995*, Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía, México.

- Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía, (2006). *II Censo de Población y Vivienda 2005*, Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía, México.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía, (1991). *XI Censo General de Población y Vivienda 1990* Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía, México.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía, (2001). *XII Censo General de Población y Vivienda 2000* Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía, México.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía, (2011). *XIII Censo General de Población y Vivienda 2010* Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía, México.
- Martínez, Katuska, (2011). *Tipos de Vulnerabilidad*, Consultado en: <http://katuska-gestionderiesgo.blogspot.mx/2011/01/tipos-de-vulnerabilidad.html> El 22 Abril 2014.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2005) *Serie Ambiente y Ordenamiento Territorial, Guía Metodológica 1, Incorporación de la Prevención y la Reducción de Riesgos en los Procesos de Ordenamiento Territorial*, PANAMERICANA FORMAS E IMPRESOS S. A., Bogotá, Colombia.
- Moreno J. y Múnera B. (2000). *Riesgos y vulnerabilidad: un enfoque de Actuación en lo urbano*. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia.
- Organización de las Naciones Unidas /EIRD (2004). *Vivir con el riesgo: Informe mundial sobre iniciativas para la reducción de desastres*. Secretaría Interinstitucional de la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres, Naciones Unidas (ONU/EIRD), Ginebra, Suiza.
- Peña, Juan (2007). *Efectos Ecológicos de los Cambios de Coberturas y Usos del Suelo en la Marina Baixa (Alicante)*. Instituto Alicantino de Cultura. Alicante, España.

- Ramírez, Jeisson (2011). "Riesgos Urbanos: una Reflexión Sobre la Construcción del Riesgo en los Espacios Periurbanos en América Latina", En: *Revista Geográfica de América Central*. Número Especial EGAL, 2011. Costa Rica, Revista Geográfica de América Central, Costa Rica.
- Romero Gilberto y Maskrey Andrew (1993). "Como Entender los Desastres Naturales". En: Maskrey, Andrew (Comp.). *Los Desastres No Son Naturales*. Pág. 6-10. La RED de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina. Colombia.
- Rubio Carlos E. (2011). *Área Inundable Del Canal Del Dique, Gestión Ambiental Del Riesgo Por Inundación*, ONU HABITAT–Colombia, CEDETEC, Colombia.
- Secretaría de Desarrollo Urbano, (2007). *Plan Estatal de Desarrollo Urbano: Mapa de Riesgos, Clave D-13*, Estado de México, México.
- Servicio Técnico para el Desarrollo Rural. *Vulnerabilidad y Desastres*, Consultado en: <http://www.bvd.org.ni/digitalizacion/pdf/spa/doc0208/doc0208.pdf> El 25 Mayo 2014
- Soldana, Álvaro (2009). "Conceptos Sobre Riesgo". En: *Foro Virtual RIMD creado para la Capacitación en Teledetección Aplicada a la Reducción del Riesgo por Inundaciones*, Falda del Carmen, Córdoba, Argentina.
- Sotelo, Gilberto (1997). *Apuntes de Hidráulica II*, Facultad De Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Vázquez Sánchez, Martin (2011) *La vulnerabilidad por inundación en el municipio de San Mateo Atenco, Estado de México 1990-2005*, Tesis para obtener la Licenciatura en Planeación Territorial.
- Wilches-Chaux, Gustavo (1993). "La Vulnerabilidad Global", En: Maskrey, Andrew (Comp.). *Los Desastres No Son Naturales*, La RED de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina. Colombia.

ANEXO METODOLÓGICO

Para cumplir con el objetivo de proponer un esquema metodológico, para el estudio de amenazas, vulnerabilidad física y valoración de bienes expuestos, con fines a una eventual mitigación, haciendo uso del proceso de planeación, mediante un caso de estudio, se siguieron dos procesos paralelos: uno de gabinete y otro de campo.

Trabajo de gabinete

Inició por definir los conceptos usados para la comprensión de la construcción de riesgos y desastres, ante la presencia de fenómenos peligrosos, así como los procesos que siguen estas construcciones, mediante la recopilación de información detallada referente al tema, desde la perspectiva de los estudios latinoamericanos de La Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina y del Centro Nacional de Protección de Desastres.

También se destacó el comportamiento hidrológico del agua de lluvia y su transformación en escurrimiento superficial y la urbanización como ente modificador de esta dinámica, que se llevó a cabo por el cambio de uso del suelo, para comprender, desde una perspectiva teórica el fenómeno en la zona de estudio.

De manera similar, se consultaron y retomaron referencias de las leyes en la materia, para la definición de un marco jurídico que oriente las propuestas técnicas derivadas de la tesis; así, se examinaron:

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.
- Ley General de Asentamientos Humanos.
- Ley de Planeación.
- Ley General de Protección Civil.
- Ley de Aguas Nacionales.
- Constitución Política del Estado Libre y Soberano de México.
- Ley de Asentamientos Humanos del Estado de México.

- Ley de Planeación del Estado de México Y Municipios.
- Código Administrativo del Estado de México.
- Libro Quinto: Del ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y del desarrollo urbano de los centros de población.
- Libro Sexto: de la Protección Civil.
- Bando Municipal de Zinacantepec.
- Reglamento del Consejo Municipal de Protección Civil.
- Reglamento Del Comité Municipal Para La Protección Contra Riesgos Sanitarios De Zinacantepec.

Al mismo tiempo, se procedió a la búsqueda de instrumentos de planeación, vigentes, que regulan el territorio donde se encuentra la zona de estudio, a fin de identificar las posibilidades y limitaciones que ofrece el aprovechamiento del suelo en dicha zona. Por lo que se retomaron los planteamientos de:

- El Plan Nacional de Desarrollo Nacional 2013-2018.
- Programa Prevención de Riesgos en los Asentamientos Humanos.
- Programa de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Zonas Urbanas (APAZU).
- Plan Estatal de Desarrollo 2011-2017.
- Programa Sectorial Estado Progresista 2012-2018.
- Plan de Desarrollo Municipal 2013-2015.
- Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zinacantepec
- Referencias Espaciales de Riesgos en el Territorio Municipal

Para precisar la metodología y alcances a seguir en este proceso, se consultaron algunos estudios afines a esta temática, para lo cual se retomaron 4 que son:

- Análisis de indicadores socioeconómicos para la valoración de daños indirectos provocados por inundaciones en zonas habitacionales y agrícolas de la Subcuenca Río Tejalpa curso alto del Río Lerma
- La vulnerabilidad por inundación en el municipio de San Mateo Atenco, Estado de México 1990-2005

- Callao: Cuando el Río Habla es Porque Inundaciones Anuncia
- Inundable Del Canal Del Dique, Gestión Ambiental Del Riesgo Por Inundación

Otras actividades de gabinete, fueron el procesamiento de la información sobre el caso de estudio, de donde destaca la consulta y elaboración de mapas, estadísticas y textos.

Trabajo de campo

Por su parte, el trabajo de campo consistió en recorridos de reconocimiento y levantamiento de información, a través de observaciones directas, entrevistas estructuradas que se realizaron con informantes clave y verificación obtenida y procesada en gabinete.

De esta manera, el caso de estudio, se trabajó a partir de un proceso de planeación que incluye: caracterización, diagnóstico, prospectiva y propuesta. La caracterización inició por definir la zona de estudio, que es la microcuenca donde se encuentra la zona inundable que se denominó: "zona afectada".

Para la zona de estudio se analizaron y representaron en tablas los factores sociales y físicos, dentro de los primeros se consideró a la población, la vivienda y los servicios disponibles, mediante la información estadística del INEGI. Por su parte, los factores físicos analizados tuvieron como fuente de información la cartografía de escala 1:50,000 del INEGI, así como imágenes de la zona de distintas escalas, y material estadístico de la CNA.

Con base en el análisis social y físico, se realizó el diagnóstico para evaluar la zona afectada a partir de la capacidad del colector principal y la cantidad de escurrimiento, desde la lluvia máxima en 24 horas.

Estimación del Ecurrimiento Máximo

La realización de este procedimiento se llevó a cabo mediante una visita de campo, para medir las dimensiones de los puntos que resultan de importancia

para el fenómeno de las inundaciones como lo son el puente o salida de la cuenca y la bóveda del canal.

Para este procedimiento fue necesario obtener las medidas de dicha infraestructura hidráulica, para lo cual se realizó la medición mediante la inserción de un palo dentro del agua para conocer su profundidad del canal en estos puntos, ya que la medida de lo angosto se pudo medir con el instrumento de medición conocido como “metro”. Mientras que para la medida de la pendiente del canal no se contaba con el equipo adecuado y se optó por realizar el método al que llamamos del “Objeto Flotante” en el cual se tomó una distancia de diez metros de longitud y se arrojó un objeto que flotara y se tomó la velocidad del objeto entre los dos puntos, esto ayudo a obtener el tercer dato para calcular la fórmula de Manning.

Para esto las lluvias que se presentan en la zona de estudio se tiene el dato de lluvia máxima en 24 horas, en el cual se estima que estuvo lloviendo en todo este tiempo, cuando en la zona que vivimos las lluvias más frecuentes que se presentan son Orográficas que son lluvias vespertinas y en las que la lluvia es muy saturada y poco prolongadas.

Esto hace que los valores de las formulas expresadas en el trabajo puedan variar por los factores de cambio, tanto en la cantidad de lluvia en determinado tiempo como las de la capacidad de la infraestructura hidráulica de la zona.

Cálculo de los Bienes Bajo Riesgo

Para conocer el valor de las pérdidas materiales más frecuentes que sufre la población en la zona se realizó una consulta ciudadana relacionada con los bienes que puede perder dentro de su vivienda, se llevó a cabo mediante una visita de campo a algunos hogares en los cuales sé nos permitió la entrada, para observar los muebles que se encontraban en sus viviendas, para así posteriormente sacar

el promedio de los muebles que se tenían con más frecuencia y eran más comunes dentro de las viviendas.

Esta consulta nos resultó de mucha importancia ya que al sacarse los promedios de los muebles se realizó una visita a tiendas departamentales, en las cuales se tomaron precios de muebles similares y se hizo una cotización para sacar costos promedios de los bienes bajo riesgo que se encuentran en los hogares afectados por las inundaciones.

Elaboración de cartografía

Dentro de la cartografía el procedimiento que se utilizó para la realización de los mapas que se presentan en el trabajo se utilizó el programa ArcGIS®10.1, en el cual se tiene un sistema de proyección de coordenada WGS 1984 UTM Zona 14 Norte, la escala numérica que se tiene es de 1:14,000, los layers que se realizaron fueron:

- Antiguo Vaso
- Canales
- Cuerpos de Agua
- Edafología
- Expansión Urbana
- Geología
- Infraestructura Sanitaria
- Láminas De Inundación
- Limite Municipal
- Localidades
- Microcuenca
- Ríos
- Traza Urbana
- Usos de Suelo

- Vialidades Primarias
- Zona Afectada
- Zonas De Estudio

Par la delimitación de la zona de estudio se realizó mediante dos métodos el de la digitalización cartográfica mediante las curvas de nivel, que son las que delimitaron la Microcuenca, a su vez se realizó una visita de campo para comprobar las pendientes que coincidieran con las digitalizadas para tener una mayor certeza de la concentración del agua pluvial que se dirige hacia la segunda zona.

Esta segunda franja se le conoce como zona afectada y está dada por las viviendas y calles que resultan afectadas por las inundaciones, ya sea en mayor o menor proporción como se marcan en los mapas.

Proceso de Reutilización de Aguas Residuales Xochicalli

Las plantas de tratamiento Xochicalli funcionan con la absorción por parte de vegetales las sustancias orgánicas que se encuentran en las aguas residuales que circulan por los colectores principales. A su vez las aguas se pueden utilizar para el riego de hortalizas, árboles frutales, entre otras.

ANEXO FOTOGRÁFICO

Foto 1: Dique



Foto 2: Estadio de San Luis Mextepec Fase I



Foto 3: Estadio de San Luis Mextepec Fase II



Foto 4: Estadio de San Luis Mextepec Fase III



Foto 5: Puente del Canal



Foto 6: Bienes Afectados y Lámina de Inundación



Foto 7: Láminas de Inundación

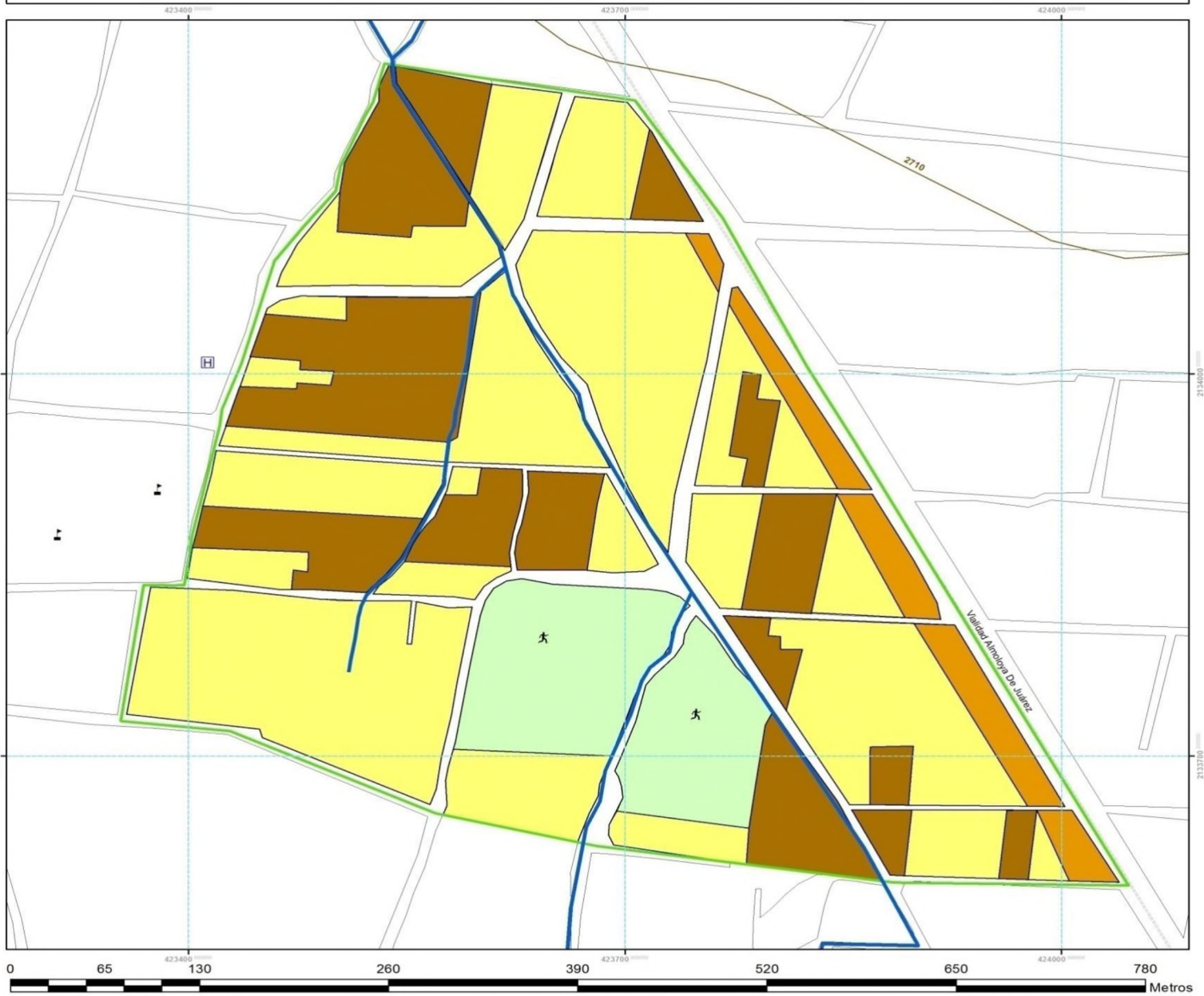


Foto 8: Viviendas Vulnerables



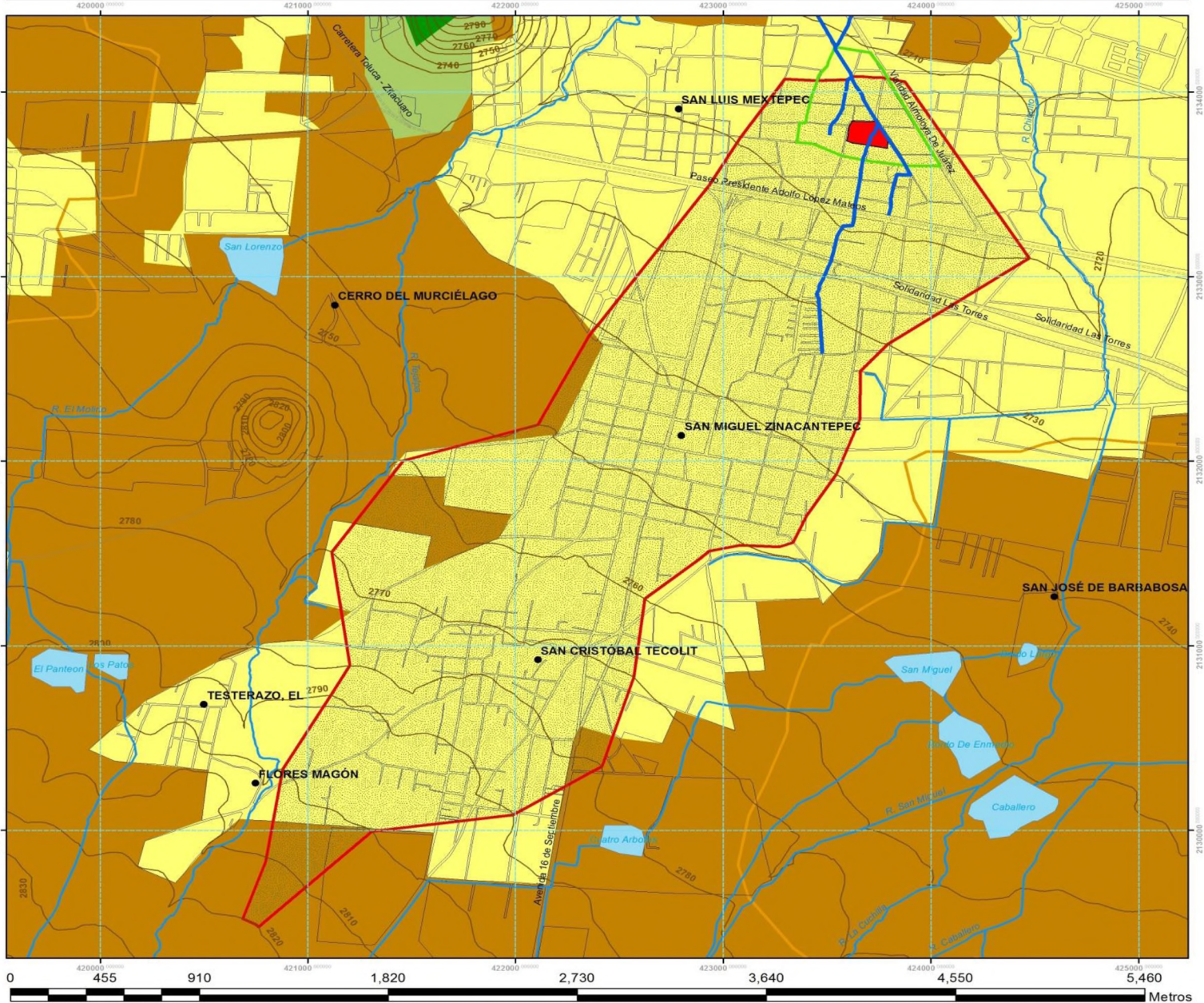
ANEXO CARTOGRÁFICO

BIENES EN LA ZONA AFECTADA



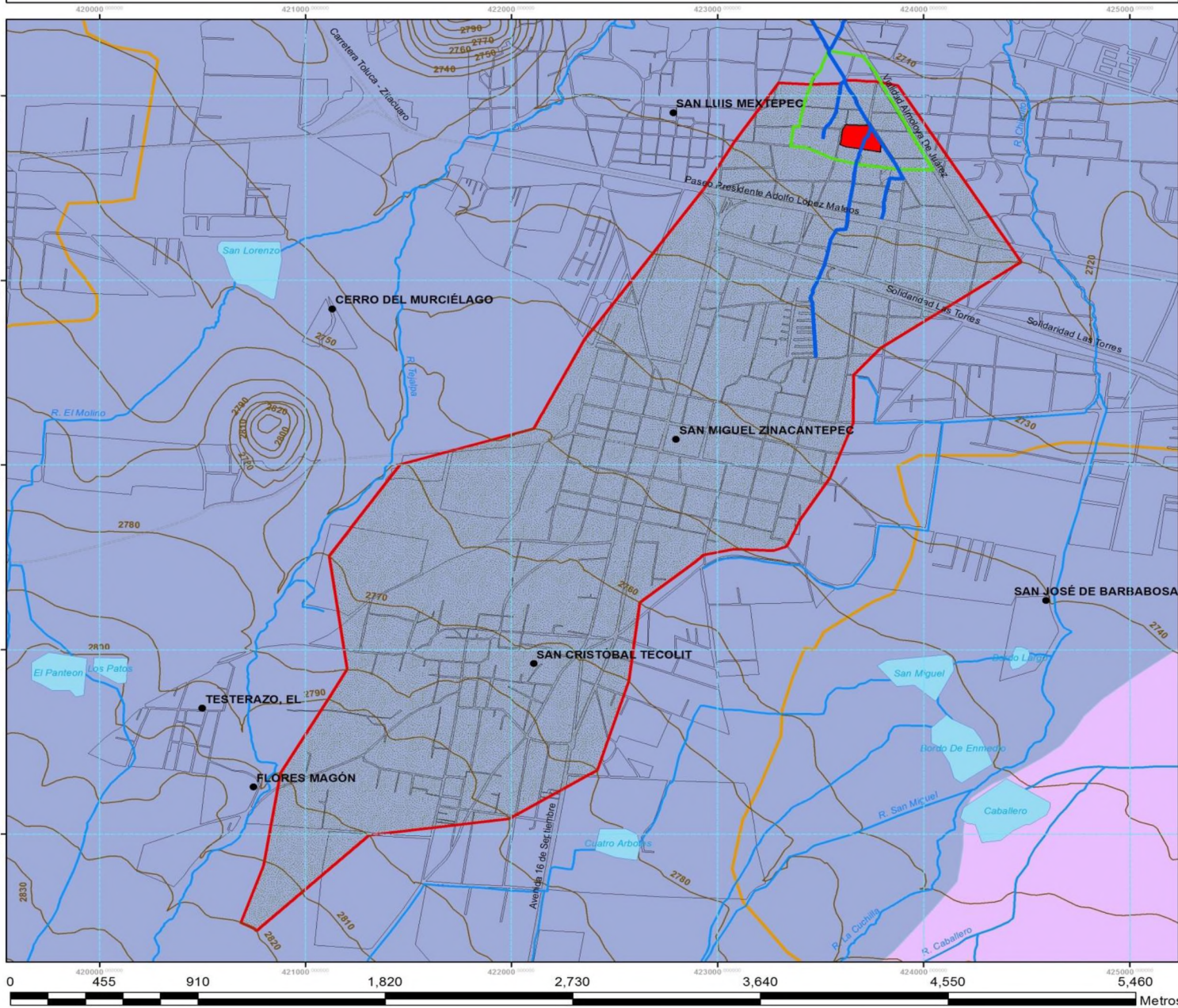
<p>UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO FACULTAD DE PLANEACIÓN URBANA Y REGIONAL</p>	<p>SIMBOLOGÍA BÁSICA</p> <ul style="list-style-type: none"> Canal "Sin Nombre" Vialidades Primarias Curvas de Nivel Zona Afectada Traza Urbana 		
<p>SIMBOLOGÍA TEMÁTICA</p> <ul style="list-style-type: none"> Centro Médico Escuela Instalacion Deportiva <p>Usos De Suelo</p> <ul style="list-style-type: none"> Corredor Comercial Equipamiento Uso Agrícola Uso Habitacional 		<p>MAPA 5</p> <p>Barrio La Calzada, San Luis Mextepec, Zinacantepec.</p> <p>Elaborado Por: Gustavo Oro Tapia</p> <p>Fuente: Elaboración Propia con Base en Carta Topográfica E14-A37 San Miguel, Zinacantepec.</p>	

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN



<p>UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO FACULTAD DE PLANEACIÓN URBANA Y REGIONAL</p>	<p>SIMBOLOGÍA BÁSICA</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Localidades — Canal "Sin Nombre" — Ríos — Vialidades Primarias — Curvas de Nivel — Cuerpos de Agua — Zona Afectada — Antiguo Vaso — Microcuenca del Bordo La Calzada — Traza Urbana — Limite Municipal 	<p>MAPA 6</p> <p>Microcuenca del Bordo La Calzada, San Luis Mextepec, Zinacantepec.</p> <p>Elaborado Por: Gustavo Oro Tapia</p> <p>Fuente: Elaboración Propia con Base en Carta Topográfica E14-A37 San Miguel, Zinacantepec.</p>	
<p>SIMBOLOGÍA TEMÁTICA</p> <ul style="list-style-type: none"> — Zona Urbana — Zona Agrícola — Bosque — Pastizal 			

HIDROLOGÍA





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE PLANEACIÓN URBANA Y REGIONAL

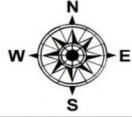
SIMBOLOGÍA TEMÁTICA

- Subcuenca del Río Tejalpa
- Subcuenca del Río Verdigril

RH12Aj Lerma-Santiago
 Coeficiente de Escorrentía de 10 a 20%

SIMBOLOGÍA BÁSICA

- Localidades
- Canal "Sin Nombre"
- Ríos
- Vialidades Primarias
- Curvas de Nivel
- Cuerpos de Agua
- Zona Afectada
- Antiguo Vaso
- Microcuenca del Bordo La Calzada
- Traza Urbana
- Limite Municipal

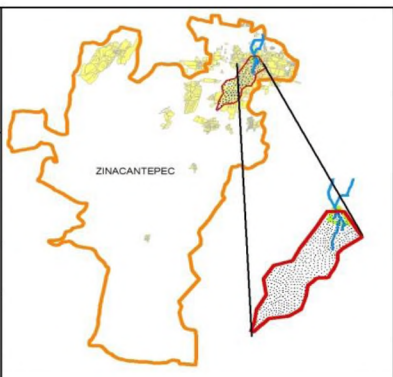


MAPA 7

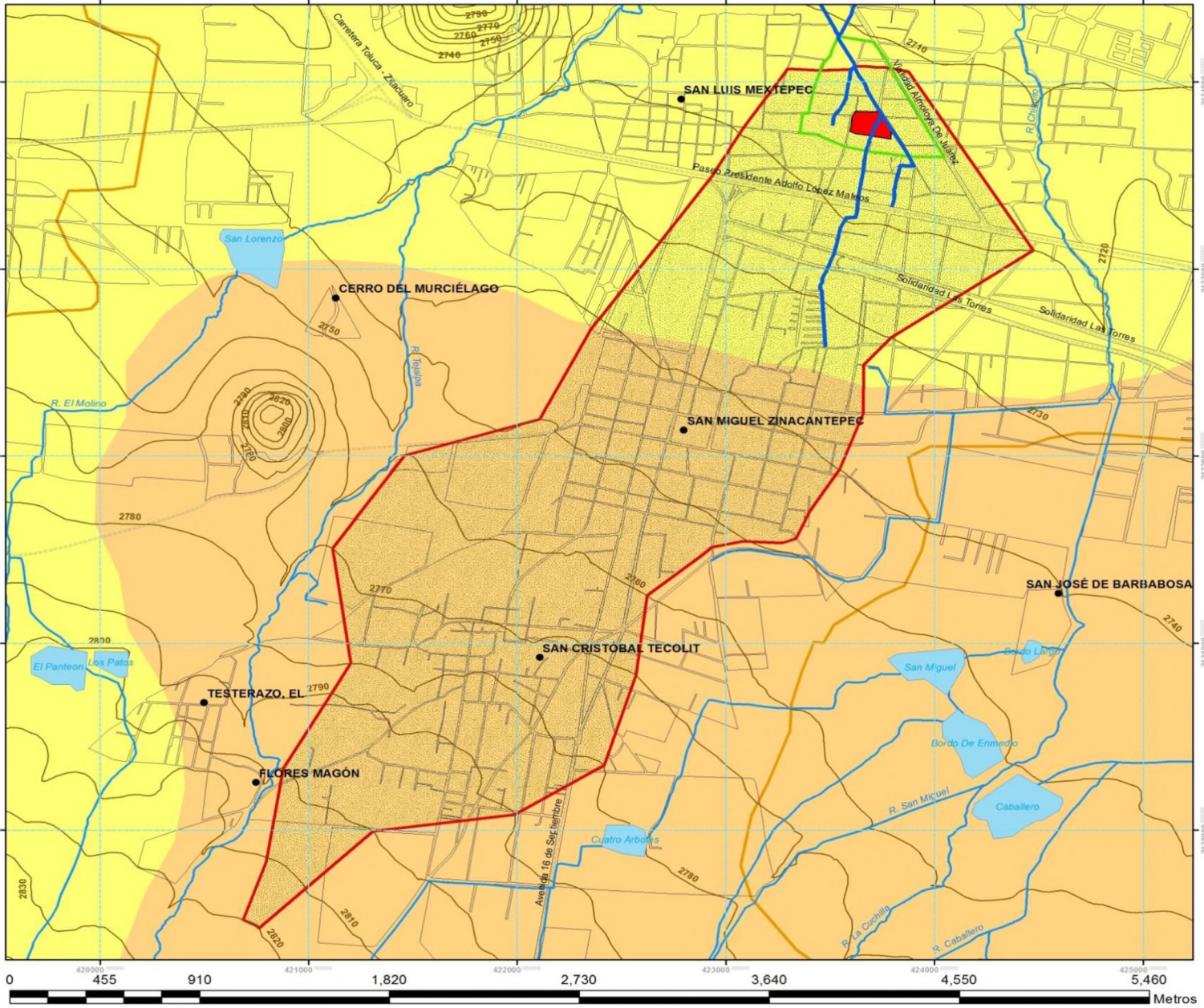
Microcuenca del Bordo La Calzada, San Luis Mextepec, Zinacantepec.

Elaborado Por: Gustavo Oro Tapia

Fuente:
 Elaboración Propia con Base en Carta Hidrológica de Aguas Superficiales E14-2 Ciudad de México.

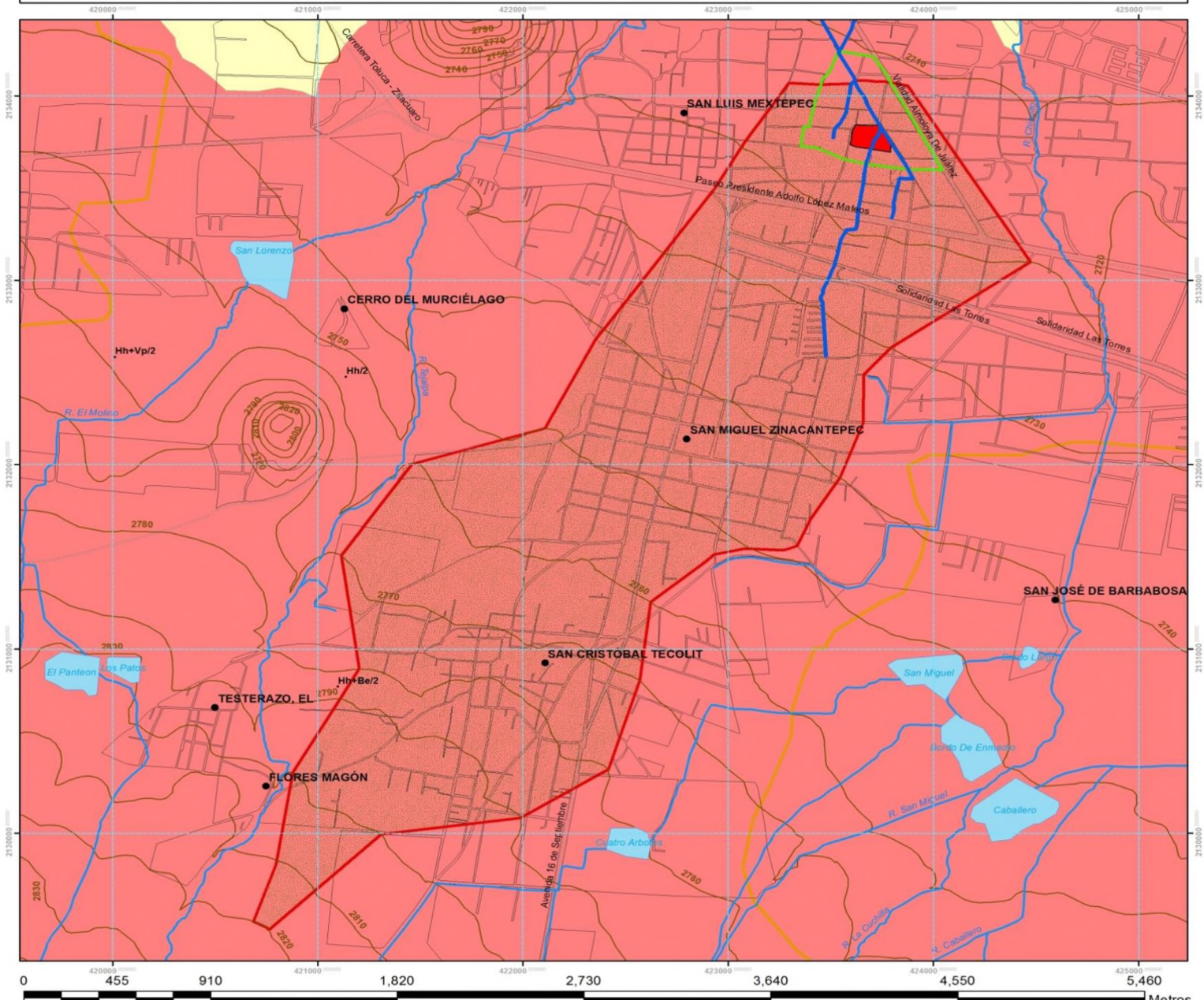


GEOLOGÍA



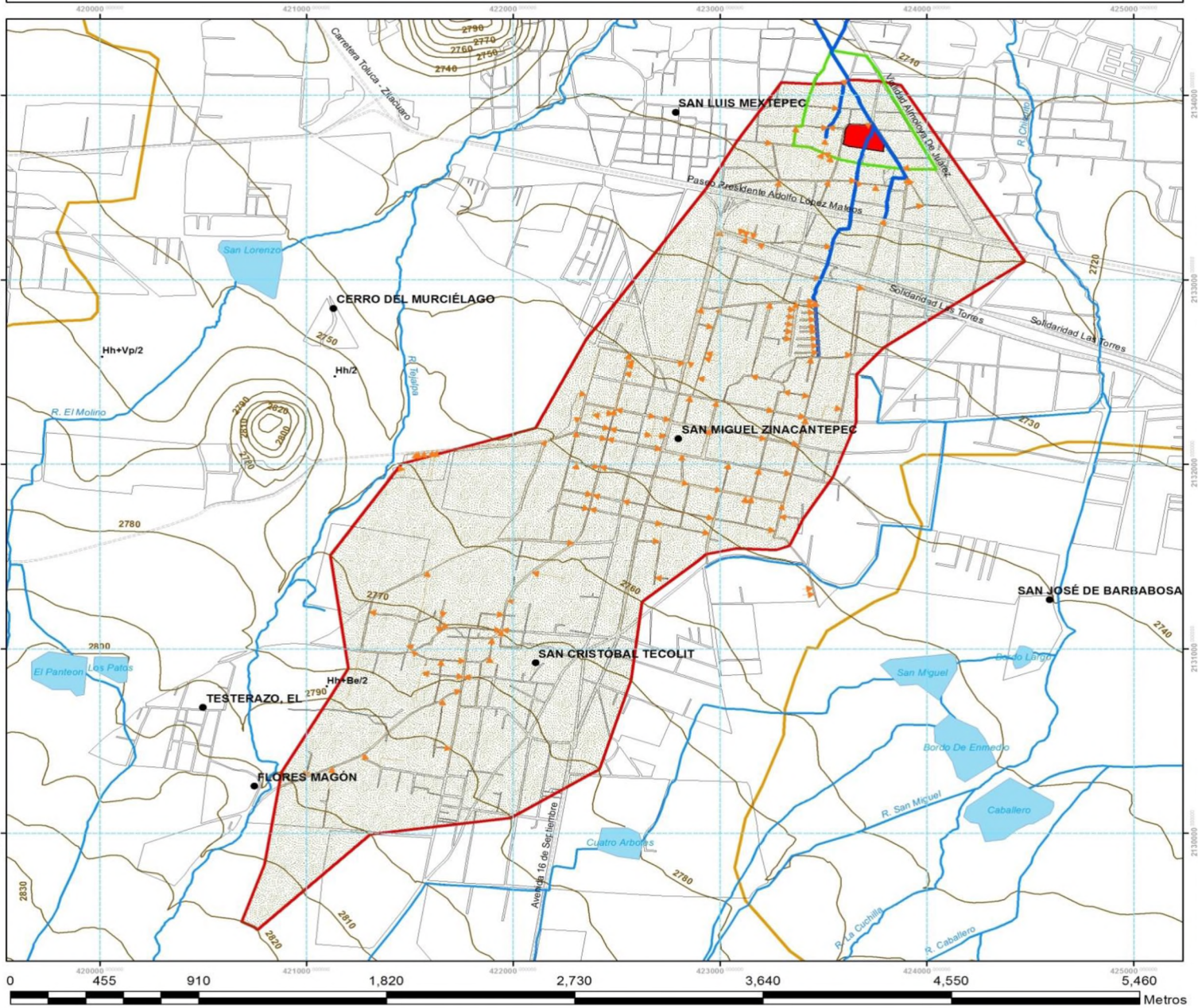
<p>UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO FACULTAD DE PLANEACIÓN URBANA Y REGIONAL</p>	<p>SIMBOLOGÍA BÁSICA</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Localidades — Canal "Sin Nombre" — Ríos — Vialidades Primarias — Curvas de Nivel ■ Cuerpos de Agua ■ Zona Afectada ■ Antiguo Vaso ■ Microcuenca del Bordo La Calzada — Traza Urbana — Límite Municipal 	<p style="text-align: center;">N W —+— E S</p> <p style="text-align: center;">MAPA 8</p> <p style="text-align: center;">Microcuenca del Bordo La Calzada, San Luis Mextepec, Zinacantepec.</p> <p style="text-align: center;">Elaborado Por: Gustavo Oro Tapia</p> <p style="text-align: center;">Fuente: Elaboración Propia con Base en Carta Geológica E14-A37 San Miguel, Zinacantepec.</p>	
<p>SIMBOLOGÍA TEMÁTICA</p> <p>Tipo de Roca</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Aluvial ■ Arenisca 			

EDAFOLOGÍA



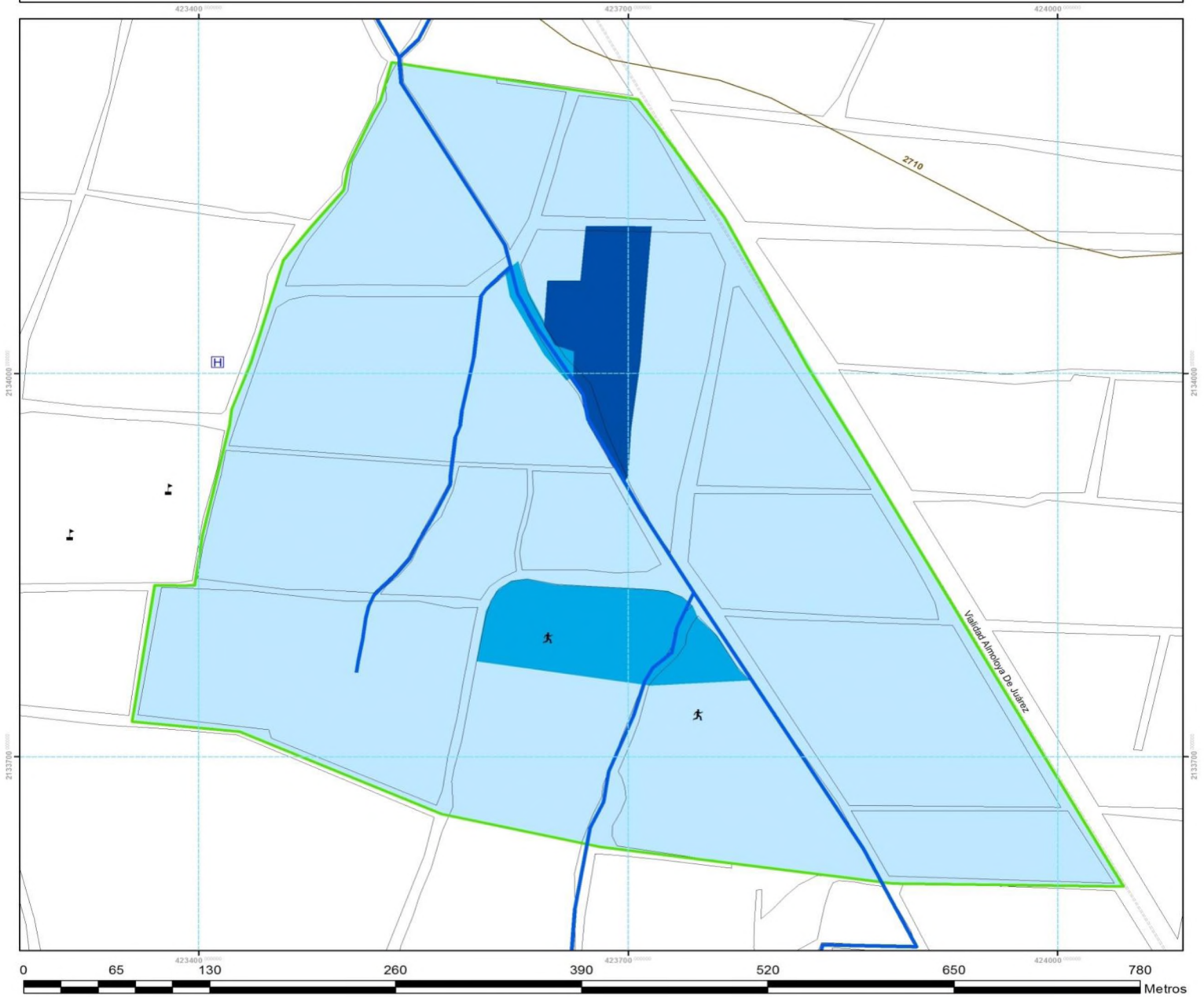
<p>UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO FACULTAD DE PLANEACIÓN URBANA Y REGIONAL</p>	<p>SIMBOLOGÍA BÁSICA</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Localidades — Canal "Sin Nombre" — Ríos --- Vialidades Primarias — Curvas de Nivel ■ Cuerpos de Agua ■ Zona Afectada ■ Antiguo Vaso ■ Microcuenca del Bordo La Calzada □ Traza Urbana ■ Limite Municipal 	<p>MAPA 9</p> <p>Microcuenca del Bordo La Calzada, San Luis Mextepec, Zinacantepec.</p> <p>Elaborado Por: Gustavo Oro Tapia</p> <p>Fuente: Elaboración Propia con Base en Carta Edafológica E14-A37 San Miguel, Zinacantepec.</p>	
<p>SIMBOLOGÍA TEMÁTICA</p> <p>Tipo de Suelo</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Feozem ■ Vertisol <p>Unidades De Suelo Be Cambisol Cromico H Feozem Hh Feozem Aplico Vp Vertisol Pelico</p> <p>Clase Textural 1 Gruesa 2 Mediana 3 Fina</p> <p>Hh+Be/2 Suelo Predominante+ Suelo Secundario/ Clase Textural</p>			

INFRAESTRUCTURA SANITARIA



<p>UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO FACULTAD DE PLANEACIÓN URBANA Y REGIONAL</p>	<p>SIMBOLOGÍA BÁSICA</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Localidades — Canal "Sin Nombre" — Ríos — Vialidades Primarias — Curvas de Nivel ■ Cuerpos de Agua ■ Zona Afectada ■ Antiguo Vaso ■ Microcuenca del Bordo La Calzada — Traza Urbana — Limite Municipal 	<p>MAPA 10</p> <p>Microcuenca del Bordo La Calzada, San Luis Mextepec, Zinacantepec.</p> <p>Elaborado Por: Gustavo Oro Tapia</p> <p>Fuente: Elaboración Propia con Base en Carta Topográfica E14-A37 San Miguel, Zinacantepec.</p>	
<p>SIMBOLOGÍA TEMÁTICA</p> <ul style="list-style-type: none"> — Infraestructura Sanitaria 			

INUNDACIONES



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE PLANEACIÓN URBANA Y REGIONAL

SIMBOLOGÍA TEMÁTICA	
	Centro Médico
	Escuela
	Instalación Deportiva
Lámina De Inundación	
	De 0 a 30 cm de Altura
	De 31 a 60 cm de Altura
	De 61 a 100 cm de Altura

SIMBOLOGÍA BÁSICA	
	Canal "Sin Nombre"
	Vialidades Primarias
	Curvas de Nivel
	Zona Afectada
	Traza Urbana

MAPA 11

**Barrio La Calzada,
San Luis Mexitepec,
Zinacantepec.**

Elaborado Por:
Gustavo Oro Tapia

Fuente:
Elaboración Propia con Base en
Carta Topográfica E14-A37
San Miguel, Zinacantepec.

