



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE PLANEACIÓN URBANA Y REGIONAL



**RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIONES. CASO DE ESTUDIO:
CONJUNTO URBANO SAN ANDRÉS, MUNICIPIO DE CALIMAYA.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO COMO LICENCIADO EN PLANEACIÓN
TERRITORIAL

PRESENTA:

GLORIA TALAVERA SÁNCHEZ

DIRECTOR DE TESIS

Dr. En U. FERMÍN CARREÑO MELÉNDEZ

ASESORES DE TESIS

Dr. En C.A. Alejandro Rafael Alvarado Granados

Dr. En C.S. José Juan Méndez Ramírez

Toluca, Estado de México, 2018.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	7
CAPÍTULO 1. VULNERABILIDAD Y RIESGO: UN MARCO CONCEPTUAL-REFERENCIAL	15
1.1 CONCEPTUALIZACIÓN.....	16
1.1.1 Inundación.....	16
1.1.2 Escurrimiento.....	19
1.1.3 Encharcamiento.....	20
1.1.4 Amenaza (Peligro).....	22
1.1.4.1 Peligro.....	25
1.1.5 Riesgo.....	26
1.1.6 Vulnerabilidad.....	29
1.2 Colombia, por una adecuada articulación: gestión pública-instrumentación de planificación para la mitigación de los riesgos.....	36
1.3 Bolivia, ocurrencia y gestión de inundaciones en américa latina y el caribe-factores clave y experiencia adquirida.....	44
1.4 Jalisco. Análisis de riesgo por inundación. Metodología y aplicación a la cuenca Atemajac.....	48
1.5 Cuautitlán. “Con el Agua al cuello” Riesgo por inundación, vulnerabilidad socio-ambiental y gobernanza en el municipio.....	55
CAPÍTULO 2. CONTEXTO MUNICIPAL Y DEL CONJUNTO URBANO. (ANTECEDENTES)	63
2.1 Calimaya de Díaz González.....	64
2.2 Crecimiento Natural.....	69
2.3 Crecimiento Social.....	69
2.4 Salud y Servicios para su atención.....	70
2.5 Infraestructura de servicios.....	74
2.6 Actividades Económicas.....	76
2.7 Escenario Ambiental (Orografía).....	79
2.8 Usos de suelo.....	80
2.9 San Andrés Ocotlán. Residencial San Andrés.....	83

CAPÍTULO 3. Análisis del Conjunto Urbano Residencial San Andrés (Desde lo empírico)	90
3.1 Método Analítico-Comparativo.....	91
3.2 Método Aritmético.....	97
3.3 Resultados del Método Aritmético.....	104
3.3.1 Componente Social.....	104
3.3.2 Componente Económico.....	105
3.3.3 Componente Ambiental.....	106
3.3.4 Componente Físico.....	107
3.3.5 Normalización o Estandarización.....	108
 CAPÍTULO 4 Análisis de Resultados y Conclusiones	110
4.1 Resultados Estadísticos.....	112
4.1.1 Componentes.....	113
4.2 Índices de Vulnerabilidad por componentes.....	122
4.3 Conclusiones.....	133
4.4 Recomendaciones.....	138
 BIBLIOGRAFÍA.....	139

ÍNDICE DE TABLAS

No.	Título	Pág.
1	Terminología base	32
2	Marco Referencial y Metodología	37
3	Estrategias bajo estipulaciones legales ante desastres	41
4	Funciones para la estimación de la vulnerabilidad y sus componentes	43
5	Bolivia: Impacto de las inundaciones.	44
6	Resumen de los gastos obtenidos con el método HUT en los puntos de confluencia de las tributarias de las ocho microcuencas del río Atemajac	50
7	Indicadores del componente económico de los FVI	56
8	Frecuencia de inundaciones en la ZMCM	59
9	Compendio Casos de Inundación a nivel internacional, nacional y local	60
10	Población total por grupos de edad	67
11	Proyecciones de población Calimaya	67
12	Población por grupos de edad y sexo 2015	68
13	Crecimiento Natural Calimaya	69
14	Porcentaje de población migrante 2010	70
15	Servicios de Salud municipal	71
16	Infraestructura y equipamiento de salud Calimaya 2015	72
17	Requerimiento de atención médica por clínica de primer nivel en Calimaya	73
18	Cobertura de la población a seguridad social	73
19	Viviendas particulares habitadas	74
20	Ocupantes por vivienda	75
21	Porcentaje de viviendas con servicios	75
22	Población ocupada por sector, 2004, 2009, 2014	78
23	Población total por localidad	81
24	Servicios básicos	84
25	Servicios adicionales	84
26	Material en las viviendas	93
27	Clasificación del tipo de vivienda según el material usado en techo y muros	94
28	Valoración de las variables de vulnerabilidad	96
29	Índice de vulnerabilidad según el tipo de vivienda. CENAPRED	97
30	Componente Social	98
31	Desglosamiento de componentes para la función aritmética. Componente Social.	99
32	Desglosamiento de componentes para la función aritmética. Componente Económico.	100
33	Componente Económico	100
34	Desglosamiento de componentes para la función aritmética. Componente Ambiental.	101

35	Componente Ambiental	101
36	Desglosamiento de componentes para la función aritmética. Componente Físico	102
37	Componente Físico	103
38	Desglosamiento de componentes para la función aritmética. Normalización	103
39	Niveles de riesgo	104
40	Adaptación de indicadores. Componente Social	105
41	Adaptación de indicadores. Componente Económico	106
42	Adaptación de indicadores. Componente Ambiental	106
43	Adaptación de indicadores. Componente Físico	107
44	Índices Normalizados	108,123
45	Parámetros según el IDH	114
46	Índice de Desarrollo Humano municipal (componente Social)	115
47	Porcentaje de áreas verdes en zona de inundación	116
48	Promedio de precipitación anual	118
49	Distancia a la zona inundable	121
50	Valoración de las variables de vulnerabilidad en el Residencial San Andrés, Calimaya.	122
51	Resultado de los niveles de riesgo en el conjunto urbano	127

ÍNDICE DE FIGURAS Y GRÁFICAS

FIGURAS		
No.	Título	Pág.
1	Conjuntos Urbanos San Andrés Ocotlán	9
2	Río Hondo. Conjunto Residencial San Andrés Ocotlán	11
3	Esquematación de la Vulnerabilidad	32
4	Niveles alcanzados por el río Bogotá	40
5	Servicios de Respuesta a desastres, Bogotá	41
6	Cuenca Atemajac y su cauce principal dividido en cuatro tramos específicos.	50
7	Expresiones aritméticas para el Índice de Vulnerabilidad. (Flood Vulnerability Index)	53
8	Escurrimientos del Nevado de Toluca	89
9	Zonas Susceptibles a Inundación	90
GRÁFICAS		
1	Porcentual de la ocurrencia de desastres en Bolivia	48
2	Reportes de desastres por inundación de la ZMCM (1970-2011)	59
3	Distribución de la población municipal por edades y sexo	69
4	Servicios a nivel municipal	73

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

No.	Título	Pág.
1	Sección frontal Residencial San Andrés	114
2	Desgaste físico en zona de inundación	118
3	Áreas verdes en zona de inundación.	119
4	Áreas verdes en zona de inundación. Tramo aledaño Residencial San Andrés.	120
5	Río Grande, Calimaya	121
6	Conjunto Urbano Residencial San Andrés (interior entrada)	124
7	Residuos arrastrados después de inundación	127
8	Inundación sobre carretera Toluca-Tenango del Valle, zona Residencial San Andrés, 26 de junio de 2018	127

ÍNDICE CARTOGRÁFICO

No.	Título	Pág.
1	Mapa de Localización	67
2	Mapa Usos del Suelo, Calimaya	83
3	Mapa Usos del Suelo, San Andrés Ocotlán	87
4	Mapa de Riesgo por inundaciones, Calimaya	126
5	Mapa de Riesgo por inundaciones, Conjunto Urbano San Andrés Residencial	129

INTRODUCCIÓN

El asentamiento humano sobre cuerpos de agua en México tiene su antecedente en el establecimiento de algunas culturas mesoamericanas en nuestro territorio; uno de ellos es el asentamiento sobre el Sistema lacustre de la cuenca del Valle de México donde se encuentra la actual Ciudad de México, lo que marca un antecedente y predisposición al establecimiento de nuevos territorios en áreas no urbanizables debido a las reacciones naturales y el riesgo hidro-meteorológico que presentan los cuerpos de agua como las inundaciones por el incremento del nivel de aguas pluviales y fluviales.

Separando a las inundaciones en “pluviales y fluviales”, donde las primeras, según CENAPRED, son consecuencia de la precipitación, se presentan 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. Mientras que las inundaciones fluviales se generan cuando el agua que se desborda de los ríos queda sobre la superficie de terreno cercano a ellos (CENAPRED, 2009)

El crecimiento desmesurado en áreas de inundación, marca una pauta en la construcción de las diferentes ciudades y/o comunidades del país, teniendo como supuesto esta forma de urbanizar los nuevos territorios tanto en suelo resistente, como por aquellos rodeados por agua; dicho proceso se refiere al proceso de urbanización.

El proceso de urbanización en México trae consigo tanto beneficios como inequidades en el territorio. Algunos de estos cambios surgen a partir del establecimiento de lo que se considera favorable para la sociedad en las diferentes áreas ya urbanizadas, desde nuevas urbanizaciones, hasta zonas industriales; las modalidades de la vivienda, modifican de igual manera la urbanización de los territorios, dejando de lado las estipulaciones legales en las que se tienen considerados los usos de suelo de dichas zonas. Tal es el caso de los asentamientos en zonas urbanas y urbanizables en los que se construyen

fraccionamientos y conjuntos urbanos de distintas categorías para “mejorar” la calidad de vida de quienes serán los propietarios y habitantes de ellos.

Los conjuntos urbanos que forman parte de la zona urbanizada de México, generan impactos económicos, ambientales, sociales y por supuesto, territoriales en las actividades humanas, dándole importancia al primero, sin hacer parte de las prioridades los costos y riesgos infraestructurales y modificaciones al territorio que ello causa.

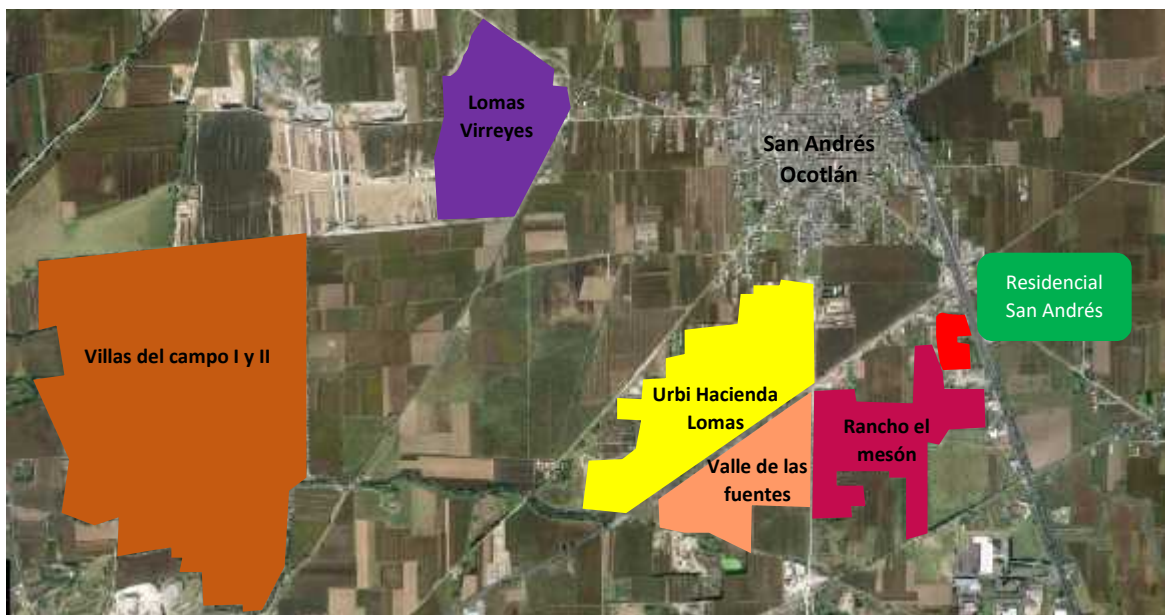
Es de resaltar que la misma definición de conjuntos urbanos, hace referencia a la funcionalidad de este tipo de construcciones. De acuerdo con Nájera (2007), surgen como resultado de propuestas de barrios multifuncionales, en donde se integran el trabajo, la habitación, la recreación, la cultura y la comunicación, como sistemas de lugares, de espacios habitables.

Es así que el establecimiento de los conjuntos urbanos de tipo interés social, medio, mixto y residencial son clave para el crecimiento poblacional y creación de nuevos asentamientos humanos. En el Estado de México, la construcción de fraccionamientos y conjuntos urbanos de los diferentes rangos en zonas urbanizables, ha ido en aumento en los últimos diez años, principalmente en la zona centro-sur del estado.

El municipio de Calimaya de Díaz González es muestra de dicho cambio, debido a que en los últimos años es uno de los objetivos a urbanizar por la cercanía con los municipios de Metepec y Toluca, de los que la densidad de población va en incremento y por lo tanto, los predios en detrimento.

La urbanización en dicho municipio, se ha caracterizado por acceder a la construcción de fraccionamientos y conjuntos urbanos residenciales en las diferentes zonas, tanto en la cabecera municipal como en las delegaciones, tales como Bosque de las Fuentes, Urbi Hacienda Lomas, Ibérica, Rancho El Mesón, Valle de las Fuentes, Lomas Virreyes, Villas del Campo Calimaya y Residencial San Andrés; siendo éste último el objeto primordial de investigación.

Figura 1. Conjuntos Urbanos San Andrés Ocotlán.



Fuente: Elaboración propia con base en Google Maps 2018.

El conjunto urbano Residencial San Andrés, ha acentuado las modificaciones físico-territoriales tales como la construcción de nuevos asentamientos humanos, trayendo cambios socio-demográficos como la migración hacia el municipio en los predios colindantes a las construcciones de la comunidad San Andrés Ocotlán perteneciente al municipio de Calimaya, y donde dichas modificaciones se pueden apuntar hacia el riesgo y vulnerabilidad por inundación en los límites que el Residencial tiene con el mismo municipio y con la carretera estatal Toluca-Tenango del Valle.

El conjunto urbano presenta daños por inundación en la construcción de este, así como la creación de la carretera elevada frente al fraccionamiento se presenta como parte de la solución parcial del problema de las inundaciones en la zona; es decir, que los niveles de agua fluvial en las avenidas, provenientes del río "Grande" se encuentran contenidos en esta zona en época de lluvias, y entre los cuales se encuentra a su paso los asentamientos humanos. Estos elementos son factores de riesgo para los habitantes tanto del Residencial San Andrés, como de los propietarios de los predios en ubicación opuesta a la zona de investigación.

Dichos predios solían ser utilizados para el comercio o actividades agrícolas, y que en la actualidad han sido desocupados. Cabe mencionar que tal como se consideran en el plan de desarrollo municipal actual en los usos de suelo, el conjunto urbano de tipo residencial se encuentra asentado en terrenos categorizados como no urbanizables, lo que incrementa el riesgo por inundaciones de la zona. De esta manera surge la interrogante para conocer ¿Será que el incremento del nivel de aguas pluviales en la zona residencial San Andrés y áreas colindantes son causantes del riesgo por inundación que dicha zona presenta?

El conjunto urbano, ha presentado inundaciones en las diferentes partes del mismo, teniendo como antecedentes la constante del incremento del nivel de aguas tanto pluviales como fluviales, resultado de los múltiples escurrimientos de agua provenientes del Volcán Xinantécatl, donde uno de los más relevantes es el que desemboca en el denominado río “Hondo.

Figura 2. Río Hondo. Conjunto Residencial San Andrés Ocotlán



Fuente: Elaboración propia con base en información de campo. Google maps 2018.

Como eje de articulación se estableció la siguiente hipótesis:

Dado que los niveles de aguas fluviales y su incremento en el conjunto urbano residencial se presentan de forma frecuente en temporales de precipitación, si se estiman los niveles de riesgo y vulnerabilidad por inundación en el conjunto urbano, entonces los daños en dichas áreas irán en detrimento, teniendo las prevenciones físico-territoriales necesarias.

La investigación tiene por objetivos:

GENERAL

Analizar el nivel de riesgo por inundaciones que presenta en el conjunto urbano Residencial San Andrés, a efecto de mostrar su estado actual para sugerir acciones no estructurales que coadyuven en la mitigación del riesgo.

ESPECÍFICOS

- Integrar un marco conceptual y referencial sobre la vulnerabilidad que permita encontrar referentes sobre inundaciones para evaluar los riesgos en conjuntos urbanos.
- Identificar las condiciones socio-territoriales del municipio de Calimaya en el contexto del conjunto urbano.
- Aplicar los indicadores que marcan el nivel de riesgo de la zona residencial San Andrés.
- Realizar un análisis empírico sobre la situación problemática actual del conjunto urbano residencial San Andrés de la comunidad de San Andrés Ocotlán en el municipio de Calimaya.

Para la presente investigación y como parte del primer capítulo, se abordaron los conceptos base; *inundación, escurrimiento, encharcamiento, amenaza o peligro, riesgo y vulnerabilidad*, de tal manera que permitieran esclarecer cada uno de ellos a fin de que su uso y aplicación se realizara de manera más precisa; tomando como aportaciones principales las realizadas por Darío Cardona (1993), el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED, 2006), Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, 2012).

En un segundo apartado del mismo capítulo, se retomaron los casos similares referentes a inundaciones. A nivel internacional, específicamente se analizaron los casos ocurridos en América Latina; Colombia y Bolivia, utilizando los trabajos publicados por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (IDIGER) de Colombia, entre otros.

A nivel nacional se revisó el caso de Jalisco, el cual se ha visto afectado por la cuenca Atemajac; el caso de Cuautitlán, el cual describe las inundaciones en las dos secciones de un fraccionamiento en el municipio perteneciente a la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

Para el segundo capítulo, se tomaron como base los datos estadísticos extraídos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), así como la información base de los planes de desarrollo municipal para describir un panorama general de los bienes bajo riesgo tangibles e intangibles con los que cuenta el conjunto residencial San Andrés, así como los elementos característicos del territorio al que pertenece la zona de estudio, tal es el caso de los usos del suelo predominantes del municipio y posteriormente a nivel de comunidad para delimitar la situación de San Andrés Ocotlán, adyacente a Calimaya, de tal manera que se pudiera llegar a nivel local del conjunto residencial.

En un tercer capítulo, se seleccionaron los indicadores a utilizar para el análisis matemático, mismo que permitiera determinar el índice de vulnerabilidad y el nivel de riesgo en el que se encuentra el conjunto residencial. Los indicadores se eligieron con base en el marco referencial descrito en el capítulo primero, siendo el caso de

Jalisco el de aporte principal, previa adecuación para el análisis de acuerdo con las características del asentamiento humano.

De la misma manera en que el caso de Jalisco proporciona la selección de indicadores, también permite la utilización de las fórmulas matemáticas para la obtención numérica del resultado que muestre de manera cuantitativa el riesgo por inundación en el que permanecen los habitantes del residencial.

Los indicadores fueron aplicados de la misma manera en que aparecen en el estudio publicado para el análisis de las inundaciones recurrentes por la cuenca Atemajac, separados en cuatro componentes: *social, económico, ambiental y físico*, lo que permitió segregar y visualizar el contexto del conjunto residencial.

Las fórmulas utilizadas están planteadas con abreviaturas de los indicadores seleccionados, mismos que sin traducción, se encuentran en inglés. Estas operaciones numéricas responden al proceso matemático de multiplicaciones y divisiones entre los indicadores ya separados por los componentes mencionados con antelación. Adicionalmente se aplicó una fórmula para normalizar los resultados obtenidos de cada componente y así conseguir un resultado que oscile en decimales entre 0 y 1 punto. Finalmente, se realiza la adición de los resultados de los cuatro componentes, con lo cual se obtuvo el nivel de riesgo según lo estipulado por el CENAPRED.

Una vez obtenido el resultado cuantitativo, dentro del apartado 4, se analizaron los resultados de los procedimientos matemáticos en cada uno de los componentes, donde se determinan los indicadores utilizados para el caso del conjunto residencial. Consecuentemente se tomó como base los rangos determinados por el Centro Nacional para la Prevención de Desastres para seleccionar la categoría del nivel de riesgo y así mostrarse tanto en el mapa de Inundaciones de San Andrés Ocotlán como en las imágenes tomadas del lugar, donde se mostraron algunas de las inundaciones ocurridas recientemente, los daños físicos, los residuos sólidos arrastrados por las inundaciones y contenidos en las orillas de la carretera donde se ubica el conjunto

CAPÍTULO 1. VULNERABILIDAD Y RIESGO: UN MARCO CONCEPTUAL-REFERENCIAL.

1.1 CONCEPTUALIZACIÓN

En este capítulo se presentan los conceptos esenciales para el esclarecimiento del uso de los mismos, los que van a ser utilizados de manera continua. Presentando la descripción desde distintas perspectivas, siendo los ámbitos de salud y agricultura algunos de los campos que coadyuvan en la explicación de la terminología empleada de manera sucesiva.

Dentro de los conceptos utilizados y descritos, son el término de *inundación*, *escurrimiento*, *encharcamiento*, *amenaza*, *riesgo*, *vulnerabilidad* y *peligro*. El uso de cada uno de ellos ha sido empleado para caracterizar los fenómenos suscitados en el territorio de forma indistinta, teniendo como objetivo el esclarecimiento de los conceptos a emplear.

Los medios utilizados para la descripción de la terminología, fue basada en trabajos especializados, así como en las definiciones de trabajos retomados de medios electrónicos y de organismos gubernamentales como CONAGUA.

1.1.1 INUNDACIÓN

El fenómeno de la inundación y sus consecuencias sobre el territorio, se presenta no sólo en zonas urbanizadas donde la economía les permite mitigar o aminorar los daños causados por dicho fenómeno, sino en cualquier urbanización donde su establecimiento en las conurbaciones de cuerpos de agua no fue regulado desde su construcción.

Este hecho ocurre en diferentes partes del mundo y a lo largo de nuestro país, donde se plantean los factores de riesgo y vulnerabilidad en sus respectivos casos. Basados en los resultados demostrados para cada uno de los estudios, es posible percatarse que la variabilidad entre cada uno dependerá desde la extensión territorial, extensión y tipo de cuerpo de agua, hasta los factores determinantes de los niveles de riesgo, peligro y vulnerabilidad del fenómeno en el área, así como factores ambientales, económicos y sociales a considerar tanto por el gobierno del territorio, como por la sociedad involucrada y/o afectada por el fenómeno.

Por la naturaleza y la estrecha relación que existe entre la sociedad y los fenómenos geográfico-naturales cuando se asienta una población en cualquier área geográfica, ésta se enfrenta a los cambios repentinos e inminentes que el territorio le presente, realizándolo con conocimiento previo, siendo éste en su mayoría empírico, lo que pone en riesgo la calidad de vida de los habitantes ya establecidos.

Uno de los fenómenos más comunes a los que la población se enfrenta es a la inundación, debido a que el asentamiento no se realiza bajo un estudio minucioso y especializado donde se asegure una distancia considerable de cualquier cuerpo de agua, mismo que resulte preventivo y resguarde en mayor proporción la estabilidad de la población.

Sin lugar a dudas, éste es uno de los acontecimientos que afecta de manera gradual y en diferentes ámbitos a la sociedad, por lo que resulta necesario comenzar poniendo como base el término de inundación, dado que es el punto focal de la presente investigación.

Cabrera (2010) define a la inundación como “un desastre natural causado por la acumulación de lluvias y agua en un lugar concreto”, resaltando así una situación lamentable de cualquier índole y siendo adaptada al aspecto territorial, ligando el término *desastre* a un fenómeno natural con limitantes para el control del mismo. Posteriormente hace referencia a las consecuencias ineludibles que una inundación trae consigo, planteando así que “Las inundaciones son uno de los desastres naturales que mayor número de víctimas producen en el mundo”, Cabrera (2010), planteamiento que enfatiza la importancia de una planeación preventiva como parte fundamental de los asentamientos humanos en sus distintas modalidades.

Por otra parte, Cabrera (2010) hace especial énfasis en el resultado usual de la inundación como parte de la interacción de las actividades del hombre con la naturaleza, explicando que “Las inundaciones fluviales son procesos naturales que se han producido periódicamente y que han sido la causa de la formación de las llanuras en los valles de los ríos, tierras fértiles donde tradicionalmente se ha desarrollado la agricultura en vegas y riberas.”

Dicha aportación, permite dar la importancia que el entorno tiene y que resulta favorecedor de las actividades humanas concebidas de forma habitual y que la población normalmente descarta para dar paso a una urbanización acelerada, generadora de mayores conflictos originados por un descontrol en la planeación de las construcciones habitacionales en zonas destinadas a un uso de suelo distinto dadas las características originarias de ellos.

Dado que resulta difícil separar el término *riesgo* de manera categórica del fenómeno natural ya mencionado progresivamente, se puede encontrar la descripción de inundación en los atlas de riesgo de los distintos niveles de gobierno en que debe ser manejado para la prevención de desastres, es decir, a nivel municipal y estatal, tomando como muestra el Atlas de Riesgos del Municipio de Querétaro 2015, donde define a la inundación como “un fenómeno en el cual se anega de agua un área determinada que generalmente está libre de ésta, [así enfatizando que] “El agua proviene del desbordamiento de arroyos, ríos o represas, o bien de escurrimientos de partes altas y se asocia a lluvias intensas, en el área o incluso en otras lejanas.” (ARMQ, 2015)

Resulta relevante esclarecer la definición de los términos empleados en los instrumentos estratégicos para la prevención de desastres, principalmente aquellos de índole natural, ya que usualmente puede tergiversarse el sentido de ellos; por tal motivo se ha tomado como muestra el Atlas de Riesgos que proporciona la información de forma anticipada a las dinámicas a emplear en las zonas de riesgo y que difícilmente es descrito en otros documentos de otras áreas geográficas.

Es así que puede determinarse el término de inundación, retomando las aportaciones previamente citadas por Cabrera (2010) y el definido en el ARMR (2015) como un fenómeno natural que es originado por la acumulación de lluvias de forma periódica en un lugar en especial, sin dejar aislada la actuación del hombre en la naturaleza, generando de manera gradual conflictos de mayor índole, es decir, una inundación tiene un límite natural de desbordamiento, al detectar el origen artificial de la ocupación del agua en una zona urbana, demuestra la participación humana en la causa y consecuencia del desastre.

1.1.2 ESCURRIMIENTO

Ligado a lo que pudiera considerarse como parte generadora de las inundaciones, es decir, reacción natural del medio urbanizado y que pone en riesgo al conjunto de población asentado, son los escurrimientos, mismos que provienen, como ya se ha mencionado anteriormente, del trayecto natural del agua sobre la superficie dada la cercanía con los cuerpos de agua, elevaciones, etc.

Aunado a la simple acumulación de agua como el origen de una inundación, los escurrimientos provenientes tanto de diversas elevaciones como de cuerpos de agua cercanos, juegan un papel adicional a la conformación y origen del fenómeno hidrometeorológico, ya que el incremento de los niveles acuíferos es determinante en las afectaciones al territorio.

De esta forma, según Porto y Gardey (2017) un escurrimiento es el “agua que comienza a fluir cuando un cauce o un depósito rebalsan”, teniendo como base dicha información, su asimilación puede darse de una forma menos compleja o distorsionada, al mismo tiempo que genera el planteamiento consecuencial de determinar que “El agua en este marco, avanza por la superficie, pudiendo provocar diversos inconvenientes.” Porto y Gardey (2017)

Por otra parte, Vega (2012) establece al escurrimiento como “el volumen de las precipitaciones que caen sobre una cuenca, menos la retención superficial y la infiltración” donde posteriormente se hace el contraste entre *escurrimiento superficial o directo* para tener una especificidad y claridad sobre la generación del desastre natural llamado inundación. Es así que Vega menciona con base en citas de investigaciones en Vermont, que el “El **escurrimiento superficial o directo** es función de la intensidad de la precipitación y de la permeabilidad de la superficie del suelo, de la duración de la precipitación, del tipo de vegetación, de la extensión de la cuenca hidrográfica considerada, de la profundidad del nivel freático y de la pendiente de la superficie del suelo.” Vega (2012).

Es por lo anterior, que deben considerarse diversos actores naturales para analizar durante la planeación de los asentamientos humanos, por lo que el resultado de las

afectaciones en las diferentes zonas urbanas, no sea más que el rebosamiento natural del escurrimiento superficial acuífero.

Ligado a lo descrito anteriormente, Navarro plantea en un artículo sobre el escurrimiento del agua en Torreón Coahuila, que “El escurrimiento del agua se desencadena cuando la intensidad de las precipitaciones sobrepasa la capacidad de absorción del suelo” Navarro (2008), es decir, si se resalta la reacción natural del área geográfica, el rebosamiento sería el resultado más próximo; en discrepancia, Navarro igualmente manifiesta que si se perturba el proceso de carga natural de un río mediante la construcción de presas río arriba corta el fluj de los sedimentos, de la misma forma que sucede de la explotación de arena y grava de los lechos activos de los cursos de agua, que crea un desequilibrio del perfil río abajo. G. de Marsily. (2001 citado en Navarro 2008). La explotación es otro de los elementos no considerados dentro de la participación del hombre en la alteración del proceso natural del fenómeno inundación.

1.1.3 ENCHARCAMIENTO

Como parte de la asociación que se tiene respecto al rebalsamiento, o rebosamiento de los ríos, existe la discrepancia y uso constante, en su mayoría erróneo, de la terminología al señalar un fenómeno natural sin conocimiento previo y/o especializado, esto debido al incremento del nivel de aguas pluviales contenidas en una zona.

Resulta común el uso del término *encharcamiento* para calificar el estancamiento de agua sobre un área, sin embargo, existen limitaciones físico-geográficas, así como las referidas a la capacidad de descripción por el ser humano sobre el proceso de contención del mismo líquido.

Cabe mencionar que una de estas limitaciones respecto al uso y determinación del término, es la escasa información generada para desasociar el *encharcamiento* de una *inundación*, ya que generalmente el término es utilizado para esclarecer algunos procesos en el área agrícola.

Es así que resulta pertinente poner en claro la eventualidad del uso del término, donde la Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO 2018), define al *encharcamiento* como cubrir de agua una parte de terreno que queda como si fuera un charco. Dicha descripción deja abierta la posibilidad de calificar de esta manera a cualquier evento natural sin importar la magnitud de este, es decir, que los niveles acuíferos contenidos en sea la zona cual fuere, no resultan necesarios para la determinación de un encharcamiento independientemente del nivel de riesgo que represente para la sociedad que habite o transite en el área.

Con base en el enfoque de la FAO (2018) ésta manifiesta una descripción más especializada, donde determina que un encharcamiento es el estado de la tierra en el que el nivel freático está ubicado en la superficie de la tierra o cerca de ella, lo que hace disminuir el rendimiento de los cultivos.

Este último, hace que resulte imprescindible retomar los instrumentos que hacen posible los procesos naturales de nuestro entorno, es decir, esa relación que el hombre urbano debe mantener con su espacio geográfico, recordando que no sólo el ser humano es afectado por el incremento de agua en su espacio habitable, sino también en aquellas áreas que le provean de una forma de vida como lo son las zonas de cultivo.

Puntualizando de igual manera que los niveles de agua contenidos en las zonas urbanizables o en las áreas de cultivo, son las que determinan el fenómeno suscitado, y dadas las características, bien pueda clasificarse como un encharcamiento o una inundación

Debido a la constante presencia de contención de agua en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, tanto la sociedad como los sistemas de gobierno suelen calificar y deducir este hecho como un encharcamiento; por lo que en 2006 el ahora ex Director del Sistema de Aguas de la Ciudad de México Germán Martínez manifiesta que la cantidad de agua que se puede concentrar en determinada zona depende de la densidad de las precipitaciones pluviales y la situación en la que se encuentra la infraestructura. Elemento que con frecuencia es omitido en los diagnósticos de las zonas afectadas ya sea por encharcamiento o por inundación.

Por otra parte, el entonces Director del Sistema de Aguas de la Ciudad de México explicó la diferencia entre inundación y encharcamiento, donde esclarece que en el caso de los encharcamientos, son todas aquellas concentraciones de agua que están bajo control, sin importar la altura, y que en contraste, son consideradas inundaciones aquellas aún de 20 centímetros de altura, siempre y cuando estén fuera del control de la autoridad. De esta manera, resulta comprensible determinar y deslindar la semejanza de ambas terminologías otorgadas a los sucesos en los cuales el fluido pluvial es el actor primordial.

1.1.4 AMENAZA (PELIGRO)

El uso de los términos *amenaza* y *peligro*, tienden a ser utilizados de forma paralela para la determinación detallada de la situación en la que el ser humano se encuentra. Es así que en este apartado se describen ambos conceptos para esclarecer la semejanza de ellos y que puedan ser usados de forma indistinta.

Darío Cardona A. (1993) expresa que los desastres pueden ser originados por un fenómeno natural, provocados por el hombre o ser consecuencia de una falla de carácter técnico en sistemas industriales o bélicos. Es así como debido a la naturalidad y la repentina sucesión de los fenómenos naturales dependiendo su categorización, los desastres pueden percibirse en consecuencia de las secuelas en los asentamientos humanos

Esto evidencia la posibilidad latente a la que las urbanizaciones se encuentran expuestas y de las cuales según Cardona (1993) el riesgo puede reducirse si se entiende como el resultado de relacionar la amenaza, o probabilidad de ocurrencia de un evento, y la vulnerabilidad de los elementos expuestos, o factor interno de selectividad de la severidad de los efectos sobre dichos elementos. Medidas estructurales, como el desarrollo de obras de protección y la intervención de la vulnerabilidad de los elementos bajo riesgo, y medidas no estructurales, como la regulación de usos del suelo, la incorporación de aspectos preventivos en los presupuestos de inversión y la realización de preparativos para la atención de

emergencias pueden reducir las consecuencias de un evento sobre una región o una población.

Es así que el término de amenaza conduce a su uso, determinándolo según Cardona A. (1993) y citando las definiciones de acuerdo a un conjunto de expertos de la United Nations Disaster Relief Organization, UNDRO, como “la probabilidad de ocurrencia de un evento potencialmente desastroso durante cierto período de tiempo en un sitio dado” UNDRO (1979) en Cardona (1993), por lo que resulta un tanto incierto el momento en el que un desastre pueda afectar a una zona urbana, aún tomando como base el uso de las tecnologías que han permitido reducir la magnitud de los efectos de los fenómenos en su mayoría naturales.

Por otra parte, Koolhaas (2016) citado en la revista digital especializada en temas de urbanismo, TYS MAGAZINE (2016), dentro del glosario de conceptos básicos sobre urbanismo y ordenación del territorio, señala que la *amenaza* es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural, tecnológico o provocado por el hombre, potencialmente nocivo para las personas, bienes, infraestructura y/o el medio ambiente, dentro de un periodo específico y en un área delimitada.

En contraste con Darío Cardona (1993) la revista considera en su enlistado de conceptos sobre el término, elementos más específicos donde implica además recursos artificiales que atenten con la estabilidad de habitación de las zonas urbanas y que generan afectaciones intangibles o indirectas como lo manifiesta Cardona (1993) hablando sobre los efectos de los desastres, mismos que varían dependiendo de las características propias de los elementos expuestos anteriormente y de la naturaleza del evento mismo.

Es de esta forma en la que resalta una clasificación sobre las pérdidas, separándolas en *pérdidas directas e indirectas* donde “las *pérdidas directas* están relacionadas con el daño físico, expresado en víctimas, en daños en la infraestructura de servicios públicos, en las edificaciones, el espacio urbano, la industria, el comercio y el deterioro del medio ambiente, es decir, la alteración física del hábitat. Cardona (1993) desde su perspectiva, realiza una interacción de los

diferentes actores de los procesos naturales que causan desastre, así mismo incluyendo de forma intrínseca e implícita el actuar antropológico.

Por consiguiente, Cardona (1993) puntualiza en que las *pérdidas indirectas* generalmente pueden subdividirse en efectos sociales, tales como la interrupción del transporte, de los servicios públicos, de los medios de información y la desfavorable imagen que puede tomar una región con respecto a otras; y en efectos económicos que representan la alteración del comercio y la industria como consecuencia de la baja en la producción, la desmotivación de la inversión y la generación de gastos de rehabilitación y reconstrucción. Por tanto, existe una diversidad de factores que impactan y al mismo tiempo son afectados por un descontrol de hechos naturales y falta de planeación del desarrollo de un área como parte previsoras del ordenamiento territorial.

Se explica entonces la razón por la cual Cardona (1993) liga los términos amenaza y peligro como sinónimos al conceptualizar una inundación, basado en los resultados del UNDRP (1979). Sin embargo, en una delimitación posterior citando a E. M. Fournier (1985), aclara que sí existe una diferencia poco perceptible entre estas dos terminologías, donde declara que la diferencia fundamental entre amenaza y riesgo está relacionada con la probabilidad de que se manifieste un evento natural o un evento provocado, mientras que el riesgo está relacionado con la probabilidad de que se manifiesten ciertas consecuencias, las cuales están íntimamente relacionadas no sólo con el grado de exposición de los elementos sometidos sino con la vulnerabilidad que tienen dichos elementos a ser afectados por el evento.

En conclusión, resulta asequible intrincar y asociar los términos *riesgo* y *amenaza* debido a su origen y aplicación en situaciones similares para determinar las condiciones de una zona envueltas en las probabilidades latentes del mismo medio de atentar con la estabilidad de los habitantes del territorio; sin embargo, las incertidumbres se despejan esclareciendo el detalle que los separa: la probabilidad de que ocurra un evento, es decir, una *amenaza* está unida a la probabilidad de que un hecho natural suceda. Por su parte, el *riesgo* se enfoca en las probabilidades de que las consecuencias se manifiesten en un área determinada.

1.1.4.1 PELIGRO

La idea constante de la sucesión de hechos benéficos o perjudiciales para los seres humanos se encuentra inmersa en el actuar natural del ser humano con el entorno físico, por lo que la probabilidad de que un fenómeno natural o un desastre ocurran es casi imperceptible. Es de esta forma como el uso los términos peligro, riesgo, amenaza y vulnerabilidad por organismos gubernamentales y la sociedad misma, logran determinarlos en muchas ocasiones como sinónimos dada la estrecha relación entre ellos.

Ejemplo de lo establecido de forma anticipada y como principio, para poder lograr una definición del término *peligro*, Porto y Gardey (2009) determinan el término como el riesgo o la contingencia inminente de que suceda algo malo realizando así el enfoque sobre la percepción natural de los individuos hacia las cosas desconocidas y que puedan atentar contra su estabilidad.

De esta manera, se perciben dos tipos de peligro: el latente y el potencial. Donde según Porto y Gardey (2009) el peligro latente es aquel que tiene potencial de daño pero aún no lo ha producido (como un posible desprendimiento de roca de una montaña que se encuentra en un área sin personas ni viviendas).

Por otra parte, el peligro potencial representa una amenaza capaz de afectar a las personas, sus propiedades o al medio ambiente, por lo que requiere de una evaluación del riesgo y una posible evacuación. Porto y Gardey (2009)

La Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja, FISCR (2012), plantea el término *peligro* en segregación según su causa como peligros: naturales, geofísicos, hidrológicos, climatológicos, meteorológicos o biológicos, así como los peligros tecnológicos o producidos por el hombre; [manifestando que] Los peligros naturales son fenómenos físicos causados por acontecimientos de aparición lenta o repentina. Pueden ser geofísicos (terremotos, derrumbes, tsunamis y erupciones volcánicas), hidrológicas (avalanchas e inundaciones), climatológicos (temperaturas extremas, sequías e incendios),

meteorológicos (ciclones y tormentas/oleadas) o biológicos (epidemias y plagas de animales o insectos).

Los peligros tecnológicos o producidos por el hombre (emergencias complejas/conflictos, hambre, poblaciones desplazadas, accidentes industriales y accidentes de tránsito) son acontecimientos provocados por el hombre y se producen cerca o dentro de asentamientos humanos, pudiendo causar degradación ambiental, contaminación y accidentes. FISCR (2012)

Como parte de la secuencia en la segregación de aquellos factores que implican peligro para los asentamientos humanos, la Comisión Nacional del Agua considera al peligro en enfoque a los fenómenos hídricos, esclareciendo que los fenómenos hidrometeorológicos incluyen los ciclones tropicales, las tempestades, las tormentas con granizo, los tornados, las ventiscas, las avalanchas, las oleadas costeras de tormenta y las inundaciones (incluyendo las repentinas). (CONAGUA, 2009)

Cabe resaltar la importancia que el factor peligro mantiene en el entorno físico, ya que resulta perceptible el actuar de éste fenómeno de forma material; de la misma manera que en la descripción global que Porto y Gardey (2009) manifiestan del término, logrando ejemplificar concretamente a escenarios cercanos. Estos escenarios se presentan de forma progresiva en el tiempo y alrededor del mundo, siendo América Latina el medio próximo de observación donde el riesgo, la vulnerabilidad y el peligro se desenvuelven en los asentamientos humanos.

A continuación se muestra de forma sintética tanto los conceptos como los autores más representativos retomados a lo largo del presente capítulo en la tabla 1.

1.1.5 RIESGO

Como parte fundamental del análisis y comprensión de un fenómeno en una zona determinada, es necesario establecer con claridad la situación teórica, es decir, esclarecer los términos con que el escenario o escenarios serán definidos y caracterizados. Parte de ello, es determinar como primer momento, el término de *riesgo*, para así llegar a una subdivisión a *riesgo* natural, el cual se asigna a aquellas

características que presenta un asentamiento humano ante los diferentes escenarios catastróficos naturales o antrópicos.

La naturaleza de la palabra envuelve diferentes disciplinas en las cuales resulta constante su empleo. Es así que Tocabens (2011) considera que el riesgo de una actividad puede tener dos componentes: la posibilidad o probabilidad de que un resultado negativo ocurra y el tamaño de ese resultado. Por lo tanto, mientras mayor sea la probabilidad y la pérdida potencial, mayor será el riesgo.

Ligado a su determinación sobre el riesgo, Tocabens (2011) en la revista médica cubana de epidemiología, remarca la funcionalidad de la toma de decisiones sobre el riesgo, es decir, que indudablemente al tomar una decisión de cualquier dimensión y en cualquier aspecto, naturalmente se evalúa el costo-beneficio, lo que a su vez, naturalmente involucra el riesgo que corremos con esa decisión y las ventajas o desventajas que esta nos puede traer. Naturalmente este fenómeno es aplicable al territorio, ya que dentro de la planificación geográfica, la toma de decisiones se realiza en torno al riesgo, así como a los cambios positivos o negativos, involucrando de la misma manera los fenómenos naturales en la zona.

Teniendo como enfoque el término de *riesgo* en el ámbito territorial, Cardona (1993) realiza un desglosamiento de la expresión, categorizándolo como *riesgo específico*, el cual se enfoca al grado de pérdidas esperadas debido a la ocurrencia de un evento particular y como una función de la Amenaza y la Vulnerabilidad.

Es de esta manera como se vincula particularmente la visión de Cardona (1993) hacia el efecto de los fenómenos naturales que se presentan en un área geográfica, dado que enfatiza las pérdidas de forma implícita en el elemento intangible y constante como lo es el riesgo.

Posteriormente, con un enfoque más específico hacia el ordenamiento del territorio como parte del urbanismo, Koolhaas (2016) citado en la revista digital TYS Magazine (2016), señala al *riesgo* como la contingencia o proximidad de un daño, que puede ocasionar pérdida de vidas humanas, personas damnificadas, daño en

propiedades o interrupción de actividades económicas, debido a un fenómeno natural o de origen antrópico no intencional.

Es así como el riesgo y la probabilidad actúan en el territorio, sin importar las características físicas de éste y determinando que dicho riesgo está constituido por los fenómenos naturales o aquellos ocasionados por el hombre, remarcando así que en su mayoría actúan los no intencionados.

Como parte fundamental del riesgo, se encuentran los *elementos bajo riesgo*, es decir, todos aquellos elementos que resultarán afectados en mayor o menor proporción como consecuencia de la presencia de algún desastre natural en los asentamientos humanos tal como lo menciona Cardona (1993), determinándolos como la población, las edificaciones y obras civiles, las actividades económicas, los servicios públicos, las utilidades y la infraestructura expuesta en un área determinada. Cardona (1993).

Resulta fundamental remarcar la funcionalidad y participación de dichos elementos, ya que son aquellos que proporcionan mecanismos adicionales a considerar en la calidad de vida de la población residente de un área geográfica que resulte en afectación en sucesión a un desastre.

De esta manera es como el Atlas de Riesgo del Municipio de Querétaro (2015), determina el riesgo como la probabilidad de que se produzca un daño originado por un fenómeno perturbador, englobando entonces cualquier tipo de suceso no contemplado o con cierto grado de dificultad para predecir y prevenir, para así salvaguardar la vida de los habitantes de un territorio.

Esto puede dar paso a lo que en otro momento Taboada (2014) citado en la revista digital de urbanismo TYS Magazine hace una división del riesgo en “riesgo natural” donde lo plantea como la probabilidad de que se desencadene un fenómeno de origen natural (climático, biológico, geológico, etc.), causando daños a personas o bienes.

El término *riesgo* se percibe como la probabilidad de que una amenaza se convierta en un desastre, dejando como base la ineluctable relación con la probabilidad, es

decir, aquello que deja en apertura un porcentaje de que suceda algo o en contra parte, la ausencia de este.

1.1.6 VULNERABILIDAD

La naturaleza del territorio y la sociedad habitante de la indistinta área geográfica, envuelve diversos elementos característicos del mismo, algunos planteados con antelación y resultando tener significados semejantes en su descripción y en el manejo de ellos para realizar la categorización de un fenómeno natural. Dichos elementos como el *peligro, riesgo, amenaza y vulnerabilidad*, se encuentran inmersos en la dinámica poblacional residente, los cuales de igual manera, convergen en el punto de la probabilidad de que un fenómeno natural se presente en un territorio de forma inusitada.

La *vulnerabilidad* definida desde las raíces de la misma palabra, está descrita como una mayor probabilidad de ser herido. Donde distintos factores influyen en el incremento de la vulnerabilidad de la población ante fenómenos, por ejemplo, ante un desastre natural. La pobreza es un factor de vulnerabilidad que deja a las víctimas inmovilizadas sin capacidad de responder adecuadamente. Feito (2007)

Partiendo de esta determinación sobre la influencia de la vulnerabilidad en los factores inherentes del territorio, el mismo sitio plantea una diferenciación del término dependiendo de aquel elemento a influir, es decir, segregándolos en campos específicos, tales como *vulnerabilidad social, informática, ambiental, económica, alimentaria, física y laboral*.

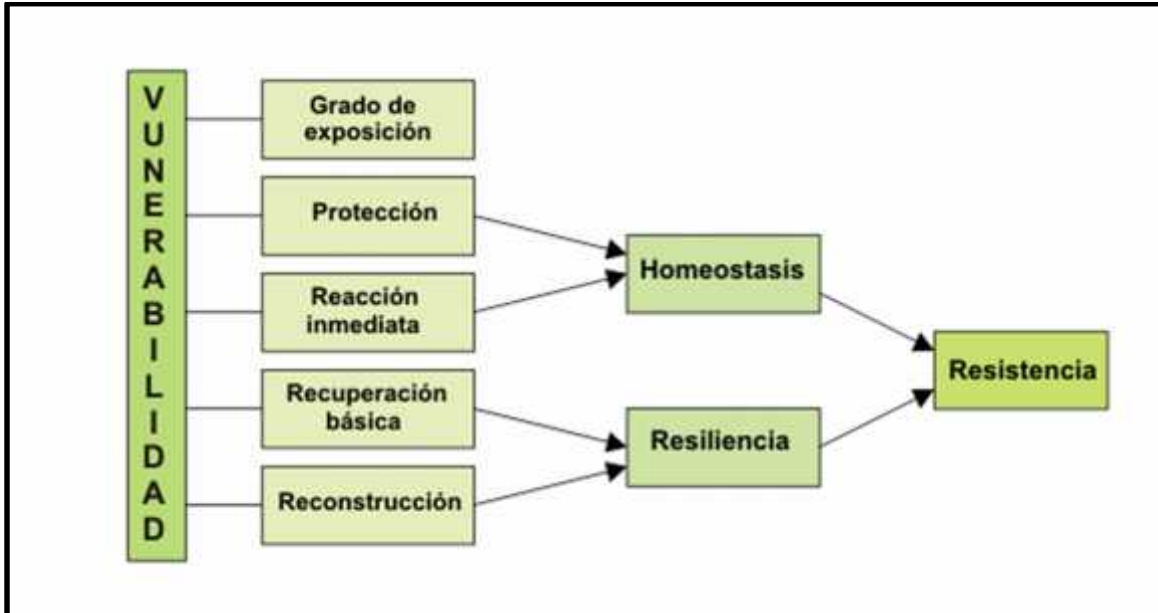
Por otra parte, la FISCR, Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja (2012) plantea la vulnerabilidad desde un enfoque distinto, describiéndola como la capacidad disminuida de una persona o un grupo de personas para anticiparse, hacer frente y resistir a los efectos de un peligro natural o causado por la actividad humana, y para recuperarse de los mismos. La vulnerabilidad casi siempre se asocia con la pobreza, pero también son vulnerables las personas que viven en aislamiento, inseguridad e indefensión ante riesgos, traumas o presiones. La exposición de las personas a riesgos varía en función de

su grupo social, sexo, origen étnico u otra identidad, edad y otros factores. Por otra parte, la vulnerabilidad puede adoptar diferentes formas: la pobreza, p. ej., puede resultar en que las viviendas no puedan resistir a un terremoto o huracán, y la falta de preparación puede dar lugar a una respuesta más lenta al desastre, y con ello a más muertes o a un sufrimiento más prolongado. FISCR (2012)

De acuerdo con Foschiatti (2002) del Instituto de Geografía (IGUNNE) en conjunto con la Facultad de Humanidades UNNE de Chaco, Argentina, Históricamente, los términos de *vulnerabilidad*, *riesgo*, *amenaza* y *catástrofes* han sido usados indistintamente, aunque cada uno tiene un significado preciso. *Vulnerabilidad* se expresa como un concepto múltiple en cuanto a su determinación y diagnóstico, aunque estrictamente su cálculo es imposible. A nivel territorial y de áreas prioritarias necesitadas de intervenciones focalizadas, el término vulnerabilidad refiere a una situación aproximada y posible. No posee un valor absoluto sino que dependerá de los tipos y valores de amenaza existentes, de la escala de estudio y de la profundidad y orientación metodológica del mismo. Foschiatti (2002)

Es así como la conceptualización general del término *vulnerabilidad* lo indica como la disposición interna a ser afectado por una amenaza. Si no existe la vulnerabilidad no se produce destrucción. [Depende del] *grado de exposición*, de la *protección*, de la *reacción inmediata*, de la *recuperación básica* y de la *reconstrucción*. Foschiatti (2002). La prevención de riesgos por reducción de la vulnerabilidad se logra cuando se actúa sobre las cinco áreas que la componen. Esquemáticamente podría resumirse:

Figura 3. Esquematación de la vulnerabilidad



Fuente: Foschiatti (2002) del Instituto de Geografía (IGUNNE) en conjunto con la Facultad de Humanidades (UNNE) de Chaco, Argentina “Vulnerabilidad Global y Pobreza”.

De la misma manera, la revista TYS Magazine expone a la vulnerabilidad como el grado de pérdida de un elemento o conjunto de elementos en riesgo, como resultado de la ocurrencia de un fenómeno natural o de origen antrópico no intencional. Se expresa de la escala de 0 (ningún daño) a uno (pérdida total).

Dicha explicación de la terminología, está explícitamente ligada al urbanismo, es decir, a los estudios realizados sobre el territorio y los daños causados sobre los habitantes del mismo.

Igualmente, el Atlas de Riesgo del Municipio de Querétaro 2015, retoma el concepto como base fundamental para la caracterización de los riesgos existentes en el municipio para su reducción, mencionando a la vulnerabilidad como la propensión de un sistema o un asentamiento humano a sufrir afectaciones de diversa índole con respecto a una amenaza para así dar paso a un subgénero del mismo término derivado del campo específico en el que la planeación se enfoca, como lo es la *vulnerabilidad social*, la cual se refiere al conjunto de características sociales y

económicas de la población que limita la capacidad de desarrollo de la sociedad; en conjunto con la capacidad de respuesta de la misma frente a un fenómeno.

Cabe resaltar que el concepto de vulnerabilidad planteado en el Atlas de Riesgo del Municipio de Querétaro (2015) enmarca aquellos elementos esenciales que permiten determinar los niveles de daño en que los asentamientos humanos se encuentran propensos a sufrir, manifestando la relación estrecha que el término amenaza mantiene con la vulnerabilidad.

Tabla 1. Terminología Base

CONCEPTO	AUTOR	DESCRIPCIÓN
INUNDACIÓN	Cabrera (2010)	Un desastre natural causado por la acumulación de lluvias y agua en un lugar concreto. Las inundaciones son uno de los desastres naturales que mayor número de víctimas producen en el mundo.
	Atlas de Riesgos Querétaro (2015)	fenómeno en el cual se anega de agua un área determinada que generalmente está libre de ésta
ESCURRIMIENTO	Porto y Gardey (2017)	Agua que comienza a fluir cuando un cauce o un depósito rebalsan. Volumen de las precipitaciones que caen sobre una cuenca, menos la retención superficial y la infiltración.
	Briones Navarro (2008)	El escurrimiento del agua se desencadena cuando la intensidad de las precipitaciones sobrepasa la capacidad de absorción del suelo.
ENCHARCAMIENTO	Martínez (2006)	Todas aquellas concentraciones de agua que están bajo control, sin importar la altura.

AMENAZA	Cardona A. (1993) Y United Nations Disaster Relief Organization, UNDRO (1979)	La probabilidad de ocurrencia de un evento potencialmente desastroso durante cierto período de tiempo en un sitio dado.
	Koolhaas (2016)	La probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural, tecnológico o provocado por el hombre, potencialmente nocivo para las personas, bienes, infraestructura y/o el medio ambiente, dentro de un periodo específico y en un área delimitada.
RIESGO	Cardona (1993)	Riesgo específico: grado de pérdidas esperadas debido a la ocurrencia de un evento particular y como una función de la Amenaza y la Vulnerabilidad.
	Koolhaas (2016)	Contingencia o proximidad de un daño, que puede ocasionar pérdida de vidas humanas, personas damnificadas, daño en propiedades o interrupción de actividades económicas, debido a un fenómeno natural o de origen antrópico no intencional.
	Taboada (2014) en TYS Magazine	Riesgo Natural: la probabilidad de que se desencadene un fenómeno de origen natural (climático, biológico, geológico, etc.), causando daños a personas o bienes.

<p>VULNERABILIDAD</p>	<p>Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja</p>	<p>La capacidad disminuida de una persona o un grupo de personas para anticiparse, hacer frente y resistir a los efectos de un peligro natural o causado por la actividad humana, y para recuperarse de los mismos.</p> <p>La vulnerabilidad puede adoptar diferentes formas: la pobreza, p. ej., puede resultar en que las viviendas no puedan resistir a un terremoto o huracán, y la falta de preparación puede dar lugar a una respuesta más lenta al desastre, y con ello a más muertes o a un sufrimiento más prolongado.</p>
	<p>Foschiatti (2002), UNNE de Chaco, Argentina</p>	<p>Disposición interna a ser afectado por una amenaza.</p> <p>El término vulnerabilidad refiere a una situación aproximada y posible. <u>No posee un valor absoluto sino que dependerá de los tipos y valores de amenaza existentes, de la escala de estudio y de la profundidad y orientación metodológica del mismo.</u></p>
<p>PELIGRO</p>	<p>Web Definiciones</p>	<p>El riesgo o la contingencia inminente de que suceda algo malo.</p> <p>El peligro potencial representa una amenaza capaz de afectar a las personas, sus propiedades o al medio ambiente, por lo que requiere de una evaluación del riesgo y una posible evacuación.</p>

	CONAGUA (2009)	Peligro por fenómenos hídricos: fenómenos hidrometeorológicos incluyen los ciclones tropicales, las tempestades, las tormentas con granizo, los tornados, las ventiscas, las avalanchas, las oleadas costeras de tormenta y las inundaciones (incluyendo las repentinas)
--	----------------	--

Fuente: Elaboración propia con base en información en capitulado 1.

1.2 COLOMBIA, POR UNA ADECUADA ARTICULACIÓN: GESTIÓN PÚBLICA-INSTRUMENTACIÓN DE PLANIFICACIÓN PARA LA MITIGACIÓN DE LOS RIESGOS.

La planificación se desarrolla con base en los instrumentos legales de los que se proveen para direccionarla al mejoramiento de la calidad de vida de la población, existen muchos espacios que han limitado el trabajar conjunto de estos elementos, es decir, en contraste a lo que originalmente era el objetivo primordial de la relación planificación-legalidad, éste se ha desvirtuado debido a propósitos ajenos, que impiden llevar a cabo las distintas estrategias y líneas de acción como parte de una solución parcial de los cambios constantes que el crecimiento urbano trae consigo.

El gobierno no es la parte central de la presente investigación, ya que el proceso de urbanización de un territorio no es producto sólo de la legislación del desarrollo urbano local, sin embargo, funge como uno de los elementos relevantes en la accesibilidad que los conjuntos urbanos tienen para el establecimiento de nuevas áreas a urbanizar y permean la vulnerabilidad de los predios ante el riesgo latente de una inundación.

De ésta manera, se realiza un comparativo de las estrategias planteadas por los grupos gubernamentales para contrarrestar los estragos que el fenómeno ha dejado en los casos a mencionar, o como parte preventiva de la vulnerabilidad en la que se encuentra la población de dicho lugar, es decir, el papel que las políticas públicas tienen en la regulación del territorio, haciendo especial énfasis en los conjuntos urbanos, los cuales se ven afectados por el incremento del nivel de aguas pluviales y fluviales, así como las modificaciones y reconfiguraciones al territorio como resultado de las líneas de acción llevadas a cabo en escenarios a corto, mediano y largo plazo.

En la siguiente tabla se muestra de manera breve los casos retomados para la realización de dicho comparativos, así como la metodología empleada en cada uno de ellos para que posteriormente se retome como posibilidad del análisis metodológico llevado a cabo en la presente investigación.

Tabla 2. Marco Referencial y Metodología.

CASO	METODOLOGÍA																															
<p>Predes, Perú. Metodología para el análisis de vulnerabilidad y riesgo ante inundaciones y sismos, de las edificaciones en centros urbanos, (2008)</p>	<p>Matriz de Valoración de variables de vulnerabilidad. Seleccionando los campos de: “Estado de Conservación” y “Distancia al borde del río/rebalse del cuerpo de agua” como parte complementaria a la matriz base.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>METODOLOGIA HEURISTICA: PONDERACIÓN Y VALORACIÓN DE VARIABLES DE VULNERABILIDAD DE LAS EDIFICACIONES ANTE INUNDACIONES</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">VARIABLES DE VULNERABILIDAD</th> <th style="width: 10%;">Materiales</th> <th style="width: 15%;">Estado de Conservación</th> <th style="width: 15%;">Emplazamiento borde del río</th> <th style="width: 10%;">Zonas bajas respecto a la vía</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">PONDERACIÓN (P)</td> <td style="text-align: center;">6</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">10</td> <td style="text-align: center;">10</td> </tr> <tr> <td rowspan="4" style="text-align: center;">VALOR (V) (De los Indicadores)</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">Muy Alto</td> <td style="text-align: center;">Adobe</td> <td style="text-align: center;">Muy Malo</td> <td style="text-align: center;">SI</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">Alto</td> <td style="text-align: center;">Quircha</td> <td style="text-align: center;">Malo</td> <td style="text-align: center;">--</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">Medio</td> <td style="text-align: center;">Adobe reforzado</td> <td style="text-align: center;">Regular</td> <td style="text-align: center;">--</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">Bajo</td> <td style="text-align: center;">Ladrillo</td> <td style="text-align: center;">Bueno</td> <td style="text-align: center;">NO</td> </tr> </tbody> </table> </div>	VARIABLES DE VULNERABILIDAD	Materiales	Estado de Conservación	Emplazamiento borde del río	Zonas bajas respecto a la vía	PONDERACIÓN (P)	6	4	10	10	VALOR (V) (De los Indicadores)	4	Muy Alto	Adobe	Muy Malo	SI	3	Alto	Quircha	Malo	--	2	Medio	Adobe reforzado	Regular	--	1	Bajo	Ladrillo	Bueno	NO
VARIABLES DE VULNERABILIDAD	Materiales	Estado de Conservación	Emplazamiento borde del río	Zonas bajas respecto a la vía																												
PONDERACIÓN (P)	6	4	10	10																												
VALOR (V) (De los Indicadores)	4	Muy Alto	Adobe	Muy Malo	SI																											
	3	Alto	Quircha	Malo	--																											
	2	Medio	Adobe reforzado	Regular	--																											
	1	Bajo	Ladrillo	Bueno	NO																											
<p>Jalisco. Análisis de riesgo por inundación. Metodología y aplicación a la cuenca Atemajac. (2017)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Modelo paramétrico: Se consideran 4 elementos generales (social, económico, ambiental y físico). • Procedimiento aritmético por componentes (social, económico, ambiental y físico). <p>COMPONENTE SOCIAL:</p> $FVI_{social} = \frac{P_{fa}, U_a, dis, C_m, \dots}{P_e, AP, C_{pr}, W_s, E_r, HDI}$ <p>COMPONENTE ECONÓMICO:</p> $FVI_{económico} = \frac{L_u, U_m, I_{neg}, U_a, \dots}{L_{ei}, F_i, A_{minv}, D_{sc}, P_e, V_{year}}$ <p>COMPONENTE AMBIENTAL:</p> $FVI_{ambiental} = \frac{U_g, Rainfall}{E_v, L_u}$ <p>COMPONENTE FÍSICO:</p> $FVI_{físico} = \frac{T, P_r, \dots}{E_v, D_{sc}, D_i, Rainfall, V_{year}}$ <ul style="list-style-type: none"> • Estandarización o Normalización de los resultados de los índices por componentes mediante la expresión aritmética: $FVI = \frac{FVI_i}{\max^n (FVI_i)}_{i=1}$ <ul style="list-style-type: none"> • Generación del índice de vulnerabilidad total mediante la expresión aritmética: 																															

$$FVI_{total} = FVI_{social} + FVI_{económico} + FVI_{ambiental} + FVI_{físico}$$

Fuente: Elaboración propia con base en capitulado 1. Predes, Perú. Metodología para el análisis de vulnerabilidad y riesgo ante inundaciones y sismos, de las edificaciones en centros urbanos, (2008)

Como se ha dicho anteriormente, el fenómeno de inundación se ha reconocido no sólo a nivel nacional, si no también internacional, dentro del cual América Latina se ha visto afectada por el mismo; casos como Perú, Bolivia, Colombia, México, entre otros son sólo algunos ejemplos en los que el factor ambiental es el detonante generador de cambios sociales, físico-territoriales, económicos, etc., de los asentamientos humanos. Muchos de ellos son en distintas situaciones, ejemplo de que la evaluación de vulnerabilidad, riesgos, peligros y amenazas de forma temprana, reduce en gran medida la pérdida de la calidad de vida de los habitantes de las zonas afectadas.

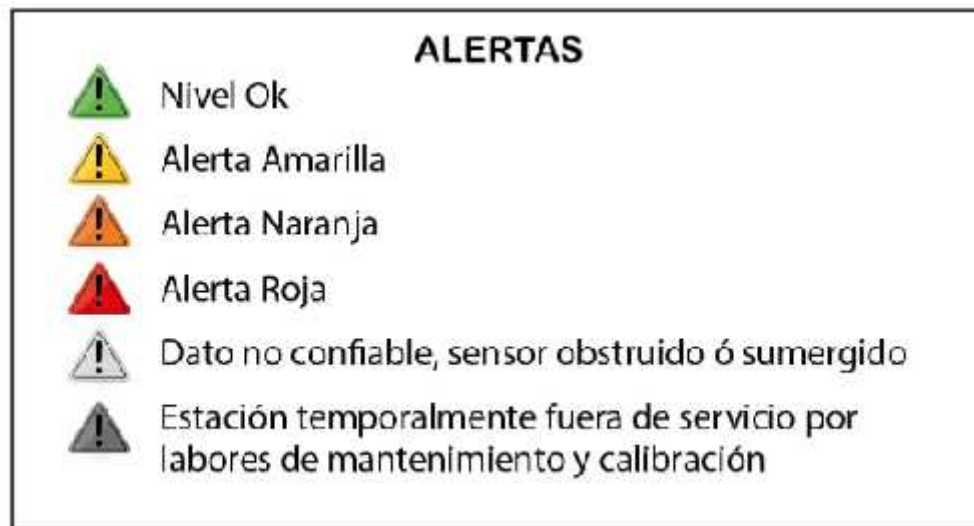
En primer lugar, Colombia ha sido uno de los países de América Latina, que ha enfrentado inundaciones con grandes consecuencias hablando de pérdidas materiales, humanas y modificaciones tanto geográficas como territoriales. Uno de los más recientes fue el fenómeno de “la niña” en los años 2010-2011 donde se presentó uno de los periodos más lluviosos, y donde el número de viviendas afectadas fueron 522 mil en el 96% de los municipios del país. IDIGER (2016)

En el año 2017 se han presentado eventos de precipitación con intensidad y duración fuertes. Uno de los más graves se presentó en la ciudad de Mocoa el 4 de abril de 2017. Posteriormente el gobierno colombiano realizó un análisis sobre los factores determinantes en los fenómenos de riesgo y vulnerabilidad ocurridos a través del tiempo y aquellos que están por ocurrir en caso de seguir una misma tendencia, donde se habla de una planeación desordenada o dicho en otras palabras, falta de planeación de los asentamientos humanos, los cuales siguen una tendencia de urbanización descontrolada. De esta manera, manifiestan contar con la instrumentación necesaria para realizar el análisis y prevención de un gran porcentaje de los desastres ocurridos por fenómenos hidro-meteorológicos como la

nubosidad, la intensidad posible de las lluvias, y algunos niveles de los cauces, análisis de lluvias acumuladas diferenciadas según las áreas aferentes a las estaciones. IDIGER (2016)

Por su parte, la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá (EAB) en conjunto con el gobierno colombiano, cuenta con el sistema de alerta del río Bogotá donde categoriza con seis colores los niveles alcanzados por el río como se muestra a continuación.

Figura 4. Niveles alcanzados por el río Bogotá.



Fuente: IDIGER (Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático) Bogotá

De la misma manera, para mitigar los riesgos por inundación, en su mayoría causados por el desbordamiento del río, el gobierno implementará sistema de alerta temprana, basados en tecnología de radar y sensores para poder monitorear, vigilar y controlar la cuenca media del río Bogotá y la laguna de Fúquene. IDIGER (2016)

Por otra parte, el país cuenta con regulación legislativa especializada para la prevención y el control de las inundaciones. Uno de sus instrumentos legales es el Acuerdo 546-2013 y en el marco del Plan de Desarrollo 2016 – 2020 “Bogotá Mejor para Todos”, el Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático - IDIGER junto con las entidades del Sistema Distrital de Gestión de Riesgos y

Cambio Climático (SDGR-CC) formularon el *Marco de Actuación Estrategia Distrital de Respuesta a Emergencias*.

El Marco de Actuación es el instrumento de las entidades del SDGR-CC que define la organización y coordinación para la respuesta a emergencias. Dicho instrumento, está considerado como la base para el planeamiento y actuación de diversas actividades de emergencia tales como búsqueda y rescate, salud, evacuación asistida, ayuda humanitaria, alojamientos temporales, agua potable, entre otros; así como la misma capacitación para su puesta en marcha.

Figura 5. Servicios de Respuesta a desastres, Bogotá.



Fuente: IDIGER (Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático) Bogotá

Así mismo, el gobierno colombiano en su intento por reducir los riesgos, realiza mantenimientos preventivos en los cuerpos de agua y en las estructuras de recolección, transporte y disposición del agua, donde se lleva a cabo la extracción de residuos sólidos y algunos símiles que resultan en la mayoría de los casos, parte causal de los desastres, en caso específico de las inundaciones, ya que impide el trayecto natural que los cuerpos de agua mantienen para su rebalsamiento. Dichas

acciones se implementan a través de convenios y contratos suscritos, en los cuales 5407 km en cuerpos de agua han sido tratados en un periodo de tres años 2014-2017.

Las colaboraciones realizadas por parte del gobierno y el sector privado, específicamente empresas externas, son muestra de la relación no discernida que se puede mantener entre ambos sectores como parte de la mitigación de los daños a la población como parte de las acciones preventivas como consecuencia de fenómenos como la inundación, dando como resultado la generación de programas y servicios que anticipen su participación hacia los habitantes.

Aunado a las acciones previamente esclarecidas, los gobiernos colombianos en sus distintas jerarquías, generaron estrategias bajo estipulaciones legales con fundamento en los desastres causados por fenómenos hidrometeorológicos en su país, en los cuales determinaron áreas por kilómetros asistidos, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 3. Estrategias bajo estipulaciones legales ante desastres

ESTRATEGIAS	KILÓMETROS INTERVENIDOS
CONVENIO 492/2014 (IDIGER - IDIGER)	22
CONVENIO 195/2014 (IDIPRON – IDIGER)	2720
CONVENIO 430/2014 (AGUAS DE BOGOTÁ – IDIGER)	367
CONVENIO 007 DE 2015 (-SDIS - IDIGER)	793
CONVENIO 008 DE 2015 (AGUAS DE BOGOTÁ – IDIGER)	897
INICIATIVAS COMUNITARIAS	67
CONVENIO 018 DE 2017 (AGUAS DE BOGOTÁ – EAB - IDIGER) Actualmente en ejecución	428
CONVENIO 444 de 2017 (AGUAS DE BOGOTÁ – EAB - IDIGER)	43
Total	5407

Fuente: IDIGER (Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático) Bogotá
El gobierno colombiano no ha manifestado un método cuantitativo preciso que permita generar datos y delimitar al fenómeno en alguna categoría. Sin embargo,

existen diversas propuestas de forma ajena al gobierno de Colombia, es decir, investigaciones que dan la apertura a la propuesta del seguimiento de una metodología para un análisis más certero sobre vulnerabilidad ante las amenazas de inundación, remoción en masa y flujos torrenciales en cuencas hidrográficas. Es aquí que Rodríguez y Calderón (2017) basan la propuesta en la aplicación de una micro-cuenca del río Combeima, ubicada en el departamento del Tolima en Colombia.

Rodríguez y Calderón (2017) centran la atención en aquello en lo que todo territorio queda expuesto: la vulnerabilidad. Debido a la amplitud de lo que el término implica, lo subdividen en vulnerabilidad global, vulnerabilidad por exposición, vulnerabilidad por fragilidad y vulnerabilidad determinada por la capacidad de adaptación y respuesta, asignándole a cada una, una operación aritmética, de tal forma que arrojen resultados más precisos y certeros sobre vulnerabilidad del territorio. A continuación se muestran las operaciones para determinar el grado de vulnerabilidad de cada aspecto a considerar.

Tabla 4. Funciones para la estimación de la vulnerabilidad y sus componentes.

Tipo de vulnerabilidad	Función
Vulnerabilidad global (V)	$V = \frac{VE + VF + VCAyR}{3}$ <p>Vulnerabilidad global (V) Vulnerabilidad por exposición (VE) Vulnerabilidad por fragilidad (VF) Vulnerabilidad determinada por capacidad de adaptación y respuesta (VCAyR)</p>
Vulnerabilidad por exposición (VE)	$VE = \frac{VEE + VEI + VESP + VEP}{4}$ <p>Vulnerabilidad por exposición de los ecosistemas (VEE) Vulnerabilidad por exposición de la infraestructura (VEI) Vulnerabilidad por exposición de los sistemas de producción (VESP) Vulnerabilidad por exposición de la población (VEP)</p>
Vulnerabilidad por fragilidad (VF)	$VF = \frac{VFF + VFSE + VFA + VFI}{4}$ $VFA = \frac{CPUS + NDEF + IECC}{3}$ <p>Vulnerabilidad por fragilidad física (VFF) Vulnerabilidad por fragilidad socioeconómica (VFSE) Vulnerabilidad por fragilidad ambiental (VFA) Vulnerabilidad por fragilidad institucional (VFI) Conflictos por uso del suelo (CPUS) Nivel o grado de deforestación (NDEF) Impacto estimado del cambio climático (IECC)</p>
Vulnerabilidad determinada por la capacidad de adaptación y respuesta (VCAyR)	$VCAyR = \frac{VCAyRACE + VCAyRPR + VCAyGGT}{3}$ <p>Vulnerabilidad determinada por ahorro y capacidad de endeudamiento (VCAyRACE) Vulnerabilidad determinada por percepción del riesgo (VCAyRPR) Vulnerabilidad determinada por la gobernanza y capacidad de gestión territorial (VCAyGGT)</p>

Fuente: Rodríguez y Calderón “Metodología para el análisis de vulnerabilidad ante amenazas de inundación, remoción en masa y flujos torrenciales en cuencas hidrográficas, 2017.

Si bien Colombia no ha sido reconocido por sus altos índices en avances tecnológicos, incrementos en la producción, exportación de productos nacionales, entre otros, en el ámbito territorial ha prestado especial atención debido a su localización y colindancia con el Mar Caribe, el Océano Pacífico y la cuenca del Orinoco, es decir, presenta riesgo latente de desastres naturales por inundación debido a que se encuentra rodeado por agua; sin embargo, ha sabido contrarrestar y disminuir en gran porcentaje el índice de riesgo por vulnerabilidad hidrometeorológica.

Aún sigue luchando por gestionar la regulación del riesgo mediante políticas públicas encaminadas a este ámbito en especial, generando estrategias que

coadyuven al resarcimiento de los daños causados por fenómenos naturales, compartiendo el estatus con países de América Latina, a los que los desastres por fenómenos naturales de orden hidrológico han afectado de manera significativa.

1.3 BOLIVIA. OCURRENCIA Y GESTIÓN DE INUNDACIONES EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE – FACTORES CLAVE Y EXPERIENCIA ADQUIRIDA.

Las inundaciones forman parte de uno de los fenómenos naturales causales de desastres con mayor número de afectaciones, tales como daños económicos y pérdidas de vida. De acuerdo con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) entre 1970-2013 el desastre natural por inundación fue el más frecuente de todos los desastres en América Latina y el Caribe, por lo que es la región más vulnerable de los desastres naturales (BID 2013)

Debido a su ubicación geográfica, Bolivia es uno de los países con mayor vulnerabilidad y riesgo por inundación de América Latina y el Caribe, teniendo como precedentes la sucesión cercana de fenómenos hidrometeorológicos que marcaron los niveles de afectación humana dentro de los más altos, tal como se muestra en la tabla sobre el impacto de las inundaciones en este país.

Tabla 5. Bolivia: Impacto de las inundaciones

Muertos	1983	250 muertos
	2003	76 muertos
	2003	69 muertos
Gente afectada	1 de enero de 2001	357.250 afectados
	6 de enero de 1986	310.000 afectados
	1 de enero de 1997	190.000 afectados
Pérdidas económicas	marzo de 1983	400 millones de dólares
	1 de enero de 2001	121 millones de dólares
	19 de febrero de 2002	100 millones de dólares

Fuente EM-DAT: The OFDA/CRED International Disaster Database. Citado en Mazuelo (2011)

Dos de los sucesos que señalan los niveles altos de mortalidad por desastre natural son principalmente los fenómenos de “El niño” en 2007, “La niña” 2008 dentro de los eventos más recientes, ya que los bolivianos han enfrentado este fenómeno desde 1983 con otro fenómeno también denominado *El Niño*, donde el resultado más crítico del desastre fueron 250 muertos, seguido de las inundaciones del 2002 y 2003, con resultados de 76 y 69 muertos respectivamente, Mazuelo (2011), así como afectaciones económicas en sucesión como se muestra anteriormente. Es importante resaltar indicadores alternos como el *número de habitantes afectados* y las *pérdidas económicas* a las cuales ascienden los daños materiales, siendo en 1983 y 2001 de los acontecimientos con mayor número de víctimas.

Para conocer la situación en la que se encuentra la zona de desastre y designarle una categoría, es necesario el uso de instrumentación cuantitativa y cualitativa que permita el manejo de la información, tal como los elementos presentados en el caso de Bolivia, donde los indicadores permiten generar un panorama global de la situación precedente y actual respecto de los fenómenos hidrometeorológicos.

Uno de los municipios que se ha visto afectado por las inundaciones es Santa del Yacuma en el estado del Beni en Bolivia, donde la región es afectada anualmente por eventos extremos de inundaciones con efectos negativos en el desarrollo según los estudios realizados por García F., Suárez y Herbas (2017). De esta manera, para obtener resultados más disciplinados, llevaron a cabo la ecuación de riesgos que es el producto de la Amenaza por la Vulnerabilidad ($R = A \times V$) propuesto por la UNESCO y Naciones Unidas. Igualmente se realizó el Análisis de riesgos en sus dos componentes Análisis de Amenazas y Análisis de Vulnerabilidades. Para la amenaza se determinó los factores intensidad o grado del evento y para la vulnerabilidad los factores de exposición, fragilidad y resiliencia., para luego calcular el grado de riesgo según los sectores analizados.

Posteriormente se llevó a cabo un análisis cualitativo, en el que el análisis de riesgo participativo fue desarrollado en Talleres con las Organizaciones Territoriales de Base (OTB's), representantes clave designados por las comunidades, autoridades

y personal técnico que maneja la unidad de riesgos del municipio perteneciente al gobierno autónomo. García F., Suárez y Herbas (2017).

El análisis de riesgos incluyó la elaboración de mapas de percepción local de riesgos y complementada con mapas de riesgos con Sistemas de Información Geográfico (SIG). Dentro de este estudio, el cual se enfocó en una evaluación del riesgo y medidas de mitigación para eventos de inundación en el Municipio de Santa Ana Del Yacuma (Beni, Bolivia), los responsables hacen resaltar que:

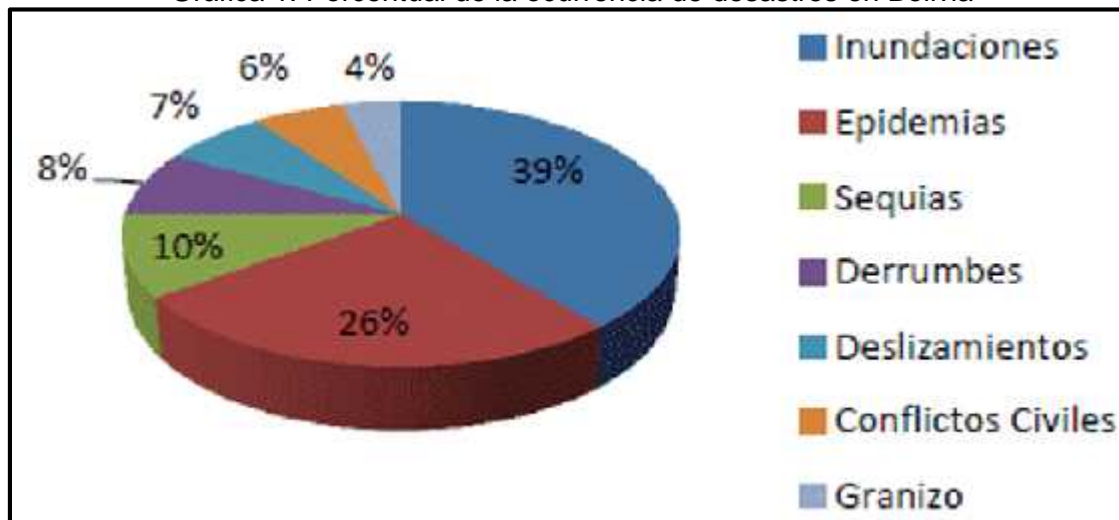
El análisis de riesgos incluyó la elaboración de mapas de percepción local de riesgos y complementada con mapas de riesgos con Sistemas de Información Geográfica (SIG).

El tipo de investigación aplicada a este proyecto fue de tipo "Evaluativa-Analítica" empleando el método "Deductivo-Sintético" mediante procedimientos mixtos, realizados en campo y en gabinete para lograr la determinación el riesgo a través de la perspectiva local o percepción real de los actores principales; esto mediante programas de talleres participativos realizados con todas las Organizaciones Territoriales de Base (OTB's) del área, representantes designados de las comunidades cercanas de interés, autoridades y personal técnico que maneja la unidad de riesgos del municipio perteneciente al gobierno autónomo.

Para la recolección de datos básicos, se precisó realizar la toma de información primaria que consistió en la interacción directa con actores locales en trabajos de campo, talleres y entrevistas que se realizaron en el municipio, mismos datos que ameritaron ser verificados mediante el llenado de fichas de campo con información esencial para el análisis respectivo de determinación del riesgo. Como parte del proceso de Análisis de riesgos, se construyeron mapas de la amenaza, vulnerabilidades y riesgo de inundación con base en Sistemas de Información Geográfica, para su uso en la proposición de medidas de mitigación de acuerdo a los niveles de riesgo en la zona, priorizando en las zonas de mayor riesgo con medidas inmediatas, mediatas y a largo plazo. Es importante recalcar que la selección de medidas se realizó con base en el principio de realidad local que involucra aspectos de posibilidades económicas, sociales y geográficas.

Es así como se realizó un comparativo histórico, base para determinar, cualificar y cuantificar el riesgo y así poder zonificarlo, partiendo de información primaria y secundaria sobre desastres naturales, especialmente sobre precipitaciones a nivel nacional y municipal. Aunado a dicho análisis, se mostró de forma gráfica que las inundaciones en Bolivia son el factor principal en la producción de mayor cantidad de muertos y damnificados, García F., Suárez y Herbas (2017) como se muestra en la gráfica 1.

Gráfica 1. Porcentual de la ocurrencia de desastres en Bolivia



Fuente: Realización de García F., *et.al.* (2017) con base en recopilación de datos en “Evaluación del riesgo y medidas de mitigación para eventos de inundación en el Municipio de Santa Ana Del Yacuma (Beni, Bolivia)”

Con base en la investigación y análisis de datos hidrológicos históricos, es decir, niveles de precipitación anual, se determinó que dada la ocurrencia de los eventos de inundación para el municipio de Santa Ana Del Yacuma los rangos oscilan entre 293 a 410 mm, lo que define a esta región, como una de las más azotadas por inundaciones. Queda demostrado parcialmente que el riesgo en el municipio de Santa Ana Del Yacuma es latente y cada vez mayor, de tal forma que si no se implementan acciones que ayuden a mitigar dicho riesgo, las pérdidas incrementarán y serán lamentables.

De acuerdo con el BID, la falta de una adecuada gobernabilidad también juega un papel muy importante en la mitigación de riesgos y vulnerabilidad en una región, puesto que esto parte desde la falta de instrumentación, planificación y establecimiento de las estrategias de acción para zonas de desastre, capacitación del personal que llevará a cabo dichas acciones y por lo tanto la aplicación de dichas estrategias, así como el vacío legal que fundamente lo descrito anteriormente.

1.4 JALISCO. ANÁLISIS DE REISGO POR INUNDACIÓN: METODOLOGÍA Y APLICACIÓN A LA CUENCA ATEMAJAC.

De la misma forma en la que los desastres naturales ocurren en el mundo, México es uno de los países de América Latina que ha enfrentado desastres por inundación en la mayoría de los estados costeros dada su ubicación y posición geográfica. Sin embargo, la misma posibilidad presenta los aquellos ubicados en las zonas céntricas del país.

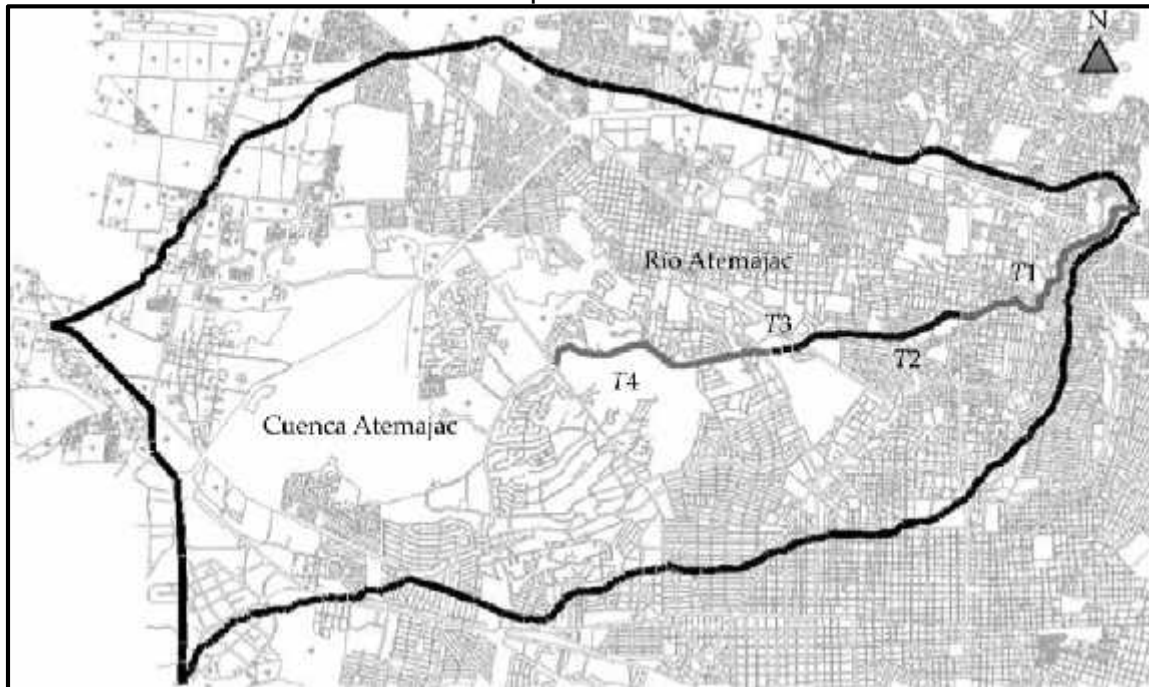
Uno de ellos es el estado de Jalisco, el cual alberga al Área Metropolitana de Guadalajara, donde se localiza en la extensión de siete cuencas hidrográficas. Por tal motivo, se realizó un análisis de riesgo por inundación respecto a la cuenca Atemajac en el mismo estado, misma que pertenece a la cuenca hidrográfica Santiaguito que desemboca en el Océano Pacífico, en la costa de Nayarit, México. A su vez, la cuenca hidrográfica Río Santiago pertenece a la región hidrológica 12 Lerma-Santiago y se encuentra bajo la dirección de la Región Administrativa VIII (Conagua, 2012). La cuenca Atemajac comparte los municipios de Guadalajara al suroeste y de Zapopan al noreste (Hernández-Uribe, *et al.* 2017)

Puesto que las inundaciones en la zona se presentan de forma anual y el crecimiento urbano paulatino funge como elemento detonador de fenómenos hidrometeorológicos, se han considerado un foco de atención para su estudio, pero sobre todo para su prevención como resultado de dicho análisis, así como la puesta en marcha de diversas estrategias para su remoción.

Como parte inicial del cálculo del riesgo por inundación en la cuenca Atemajac, se puso en práctica el modelo determinista, el cual arroja resultados para reproducir la física de las inundaciones bajo diferentes escenarios. Mediante este método, se generaron simulaciones numéricas del tránsito de avenidas extraordinarias en el río Atemajac para definir áreas y tirantes de inundación. Con los resultados de las simulaciones numéricas se estimaron los costos de los daños causados por las inundaciones, para finalmente crear los mapas que señalan zonas de riesgo por inundaciones a lo largo del río Atemajac a la escala urbana, basados en los costos de daños. (Hernández-Uribe *et al.* 2017)

Posteriormente, dividieron el río en cuatro tramos basados en la forma geométrica de éste, así como en las características socioeconómicas de las zonas aledañas al río.

Figura 6. Cuenca Atemajac y su cauce principal dividido en cuatro tramos específicos.



Fuente: Hernández-Uribe, *et al.* (2017) "Análisis de riesgo por inundación: metodología y aplicación a la cuenca Atemajac."

Aunado a la división realizada al río y con base en la recopilación de datos, Hernández-Uribe *et al.* (2017) utilizaron el modelo HEC-RAS que permite caracterizar el tránsito de avenidas en una dimensión de una manera relativamente sencilla y rápida, considerando rasgos como topografía, infraestructura vial y obras hidráulicas. Los hidrogramas que se impusieron en el HEC-RAS se calcularon a través de un estudio hidrológico, donde se aplicaron los métodos empíricos de Burklie-Ziegler, Mc Math y el Racional, y los métodos hidrológicos del hidrograma unitario instantáneo (HUI), del hidrograma unitario sintético (HUS) y del hidrograma unitario triangular (HUT). Se calcularon los volúmenes de escurrimiento de las ocho microcuencas que drenan al río Atemajac para diferentes periodos de retorno Hernández-Uribe, *et al.* (2017) esto para realizar simulaciones, ya que les permitió

caracterizar el tránsito de avenidas en una dimensión de una manera relativamente sencilla y rápida, considerando rasgos como topografía, infraestructura vial y obras hidráulicas.

De la misma manera en que se dio pie a la aplicación de dicho modelo, se llevaron a cabo algunos alternos que permitieran tener una amplitud sobre la situación, sin embargo fue el modelo HUT el que a pesar de funcionar de forma promedio, éste permite considerar la distribución temporal de la lluvia desde la primera hora hasta la hora 24, teniendo intervalos de una hora en un rango de las primeras seis horas, posteriormente un nuevo intervalo de seis horas para concluir con un intervalo de doce horas. Hernández-Uribe, *et al.* (2017)

Es de esta manera como el modelo provee de un control más detallado de los niveles de riesgo para cada sección definida donde permite tener un panorama general de los niveles de agua máximos alcanzados en cada tramo de la cuenca, de tal manera que pueda proveer de acciones de prevención en escenarios a corto mediano y largo plazo, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 6. Resumen de los gastos obtenidos con el método HUT en los puntos de confluencia de las tributarias de las ocho microcuencas en el río Atemajac.

Puntos de Control PC	Q _{máx} (m ³ /s)					
	T _r = 5 años	T _r = 10 años	T _r = 20 años	T _r = 25 años	T _r = 50 años	T _r = 100 años
PC1 Acueducto	33.11	44.90	55.04	56.56	67.97	78.45
PC2 Las Palmas	72.99	98.88	121.24	131.11	148.51	170.56
PC3 Colorados	89.54	121.49	149.16	161.46	184.51	213.01
PC4 Plaza Patria	104.63	141.67	174.59	189.60	217.35	251.81
PC5 Country	173.66	231.95	282.99	307.62	345.99	396.40
PC6 Zapopan	251.37	332.45	402.33	434.95	485.06	551.01
PC7 El Batán	285.82	377.33	456.78	493.16	551.01	625.88
PC8 Periférico	313.10	412.74	499.60	538.90	602.70	684.42

Fuente: Hernández-Uribe, *et al.* (2017) "Análisis de riesgo por inundación: metodología y aplicación a la cuenca Atemajac"

Los diferentes escenarios representados por tramos a lo largo de la cuenca Atemajac, como se muestran en la tabla anterior, marcan aquellas zonas de mayor acumulación de agua con invasión a zonas urbanas; mismas que demuestran los puntos críticos que puedan resultar con afectaciones mayores en caso de desastre por inundación.

Debido a la falta de datos y aforos sobre desbordamientos en la zona, se realizaron encuestas a comerciantes y vecinos, junto con recorridos, para estimar los tirantes máximos alcanzados y poder contrastar con los cálculos del modelo. Hernández-Uribe, *et al.* (2017)

Para una segunda parte del análisis de riesgo, se llevó a cabo el modelo paramétrico para medir la vulnerabilidad, donde se consideraron los cuatro elementos generales que resultan afectados: social, económico, ambiental y físico. La metodología implementada fue la propuesta por Balica (2012, citado en Hernández-Uribe, *et al.* 2017), la cual considera tres escalas espaciales: cuenca, subcuenca y área urbana. Partiendo de dicha evocación, y dadas las características de la zona de estudio, dentro del análisis se tomó en cuenta la escala área urbana.

De igual manera y para cada indicador, se tomaron en cuenta los mismos conceptos fundamentales: exposición (E), susceptibilidad (S) y resiliencia (Res), a través de las siguientes expresiones aritméticas para determinar el índice de Vulnerabilidad: Hernández-Uribe, *et al.* (2017)

Figura 7. Expresiones para el Índice de Vulnerabilidad (Flood Vulnerability Index)

$$FVI_{\text{Social}} = \frac{P_{fa}, U_a, disc, C_m}{P_e, AP, C_{pr}, W_s, E_r, HDI} \quad (1)$$

$$FVI_{\text{Económico}} = \frac{L_u, U_m, I_{neq}, U_a}{L_{ei}, F_i, A_{mino}, \frac{D_{sc}}{V_{year}}, P_e} \quad (2)$$

$$FVI_{\text{Ambiental}} = \frac{U_g, R_{ainfall}}{E_v, L_u} \quad (3)$$

$$FVI_{\text{Físico}} = \frac{T, P_r}{\frac{E_v}{R_{ainfall}}, \frac{D_{sc}}{V_{year}}, D_i} \quad (4)$$

Fuente: Hernández-Uribe, *et al.* (2017) "Análisis de riesgo por inundación: metodología y aplicación a la cuenca Atemajac"

Los valores para cada uno de los indicadores, fueron extraídos de 208 áreas geoestadísticas básicas (AGEBs) del INEGI del censo 2010, ya que abarcan la subcuencas en las que fue dividido el río; así mismo, se consideraron fuentes alternas de información, siendo los gobiernos locales y encuestas que se aplicaron de forma directa a la población involucrada por mencionar algunos.

Por otra parte, para dar seguimiento y tener una base más sólida respecto a la información arrojada mediante los indicadores ya definidos, se realizó un comparativo con los modelos determinista y paramétrico.

Como parte de los resultados obtenidos, se tiene que a pesar de que las manchas de inundación no crecen de forma significativa en la superficie, la profundidad es

mayor en las zonas inundables para el caso del periodo de retorno de 100 años, siendo de 1.00 m como máximo; mientras que para 50 años, los tirantes de inundación alcanzan como máximo 0.80 m. (Hernández-Uribe *et al.*, 2017) tomando en cuenta los lineamientos del Manual para el Control de Inundaciones (Cenapred 2011) los periodos de diseño para los que debe calcularse de acuerdo con las características de avenida para un diseño de protección contra inundaciones, es de entre 50 y 100 años, es decir, para poblaciones entre medianas y pequeñas, éste rango es el ideal.

Uno de las características relevantes y que presentan un tramo con mayor afectaciones donde las líneas de acción irían encaminadas principalmente, es en el tramo central, el cual cuenta con la mayor concentración de población y mayor porcentaje de viviendas abandonadas, así como el índice más alto de mortalidad infantil y el penúltimo índice de acceso a medios de comunicación en comparación con los otros tramos en los que fue dividido el río Atemajac.

Los resultados de costos de daños respecto al factor económico, se determinaron en miles de dólares dependiendo con los índices de marginación de la zona como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 7. Indicadores del componente económico de los FVI

FVI económico (FVI _E)									
Indicador	Abreviación	Concepto	I1	I2	I3	I4	Unidad	Descripción	Fuente
Uso de suelo	Lu	E	8.88	14.57	10.8	38.64	%	% de áreas verdes	AGEB
% de área urbanizada	Ua	E	91.12	85.43	89.20	61.36	%	% de área urbanizada	AGEB
Desempleo	Um	S	3.58	2.62	2.49	2.29	%	% de personas desempleadas de la población económicamente activa	AGEB
Desigualdad	Ineq	S	0.70	0.49	0.40	0.44	adm	Número entre 0 y 1, en función de la educación; 0 significa baja vulnerabilidad	AGEB
Volumen de lluvia anual	Vyear	S	602	480	180	180	m ³	Volumen de lluvia escurrido para un periodo de retorno de T= 50 años	Método determinista
Expectativa de vida	Let	S	75.4	75.4	75.4	75.4	adm	Años de expectativa de vida	cuentalamejor.org.mx
Inversión gubernamental	AmInv	Res	12.37	12.57	12.37	12.37	\$	Inversión estimada anual para mantenimiento, en millones de pesos	SIOP
Capacidad de regulación	Dre	Res	0.001	0.001	0.001	0.001	m ³	Capacidad de vasos reguladores según el organismo operador	SIAPA
Seguros contra inundación	Fi	Res	0	0	0	0	\$	Monto de las viviendas aseguradas	Enquesta
Experiencias de aprendizaje	Pc	Res	0.75	0.59	1.00	1.00	adm	% de personas que cuenta con experiencia en inundación	Encuesta

Fuente: Hernández-Uribe, *et al.* (2017) "Análisis de riesgo por inundación: metodología y aplicación a la cuenca Atemajac.

La metodología utilizada en el análisis de riesgo por inundación en el estado de Jalisco, es muestra de los procesos aritméticos que pueden servir de guía para un análisis más profundo de aquellos casos similares en los que la urbanización ha invadido el paso natural de los cuerpos de agua, así como el manejo de la información cuantitativa para la generación de acciones preventivas o de resarcimiento de los daños que las inundaciones han dejado.

1.5 CUAUTITLÁN. RIESGO POR INUNDACIÓN, VULNERABILIDAD SOCIOAMBIENTAL Y GOBERNANZA EN EL MUNICIPIO.

La movilidad urbana es un fenómeno natural-social que ha marcado la dinámica territorial, incluyendo a México y su estructura geográfico-social, estados y municipios, así como sus niveles gubernamentales. Dentro de la movilidad urbana se encuentra la desconcentración y reubicación de los factores involucrados en la dinámica urbana que en su mayoría, el movimiento se lleva a cabo del centro a la periferia, conformando lo que anteriormente se conocía como *zonas conurbadas*, actualmente *zonas periurbanas*.

El factor industrial ha reconfigurado tanto el territorio como los elementos anexos, es decir, aspectos sociales, ambientales territoriales y económicos. Éste último ha buscado su conjugación con el territorio mediante la construcción de viviendas en los diferentes sectores sociales, tales como la creación de viviendas residenciales, de interés social, etc., mismas que en la capital mexicana y a su vez en la metrópoli, han expandido el mercado inmobiliario.

Observamos cotidianamente que en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) el crecimiento descontrolado de la mancha urbana, ha sido ejemplo de la reconfiguración del territorio consecuencia de la desconcentración, caso específico del sector industrial reubicado del centro a la periferia, coadyuvado de la construcción excesiva de viviendas de interés social y unidades habitacionales, motivadas por el costo por construcción de las inmobiliarias y adquisición de los grupos sociales.

De acuerdo con Alfie-Cohen *et al.*, (2016) en las zonas metropolitanas es evidente que el cambio de uso de suelo adhiere al territorio. Dichas consecuencias detonan fenómenos que alteran el actuar cotidiano de las urbanizaciones, dentro de los cuales se resaltan aquellos del ámbito hidrológico, es decir, hidro-meteorológicos.

El Estado de México no se encuentra exento de presentar reconfiguraciones territoriales causales o consecuenciales de fenómenos naturales, en regiones como Ecatepec de Morelos, Valle de Chalco, Cuautitlán, Netzahualcóyotl, entre otros; las

inundaciones se han presentado de manera recurrente dada la densidad de población y la conformación compleja de este espacio socio-territorial, estos fenómenos atentan contra un grupo diverso y heterogéneo de estos municipios.

El estudio estuvo enfocado al caso de las inundaciones en el fraccionamiento Los Olivos I y II en el municipio de Cuautitlán, que forma parte de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM).

Como parte de las consecuencias de los acelerados cambios, las sobrecargas, la falta de planeación y las consecuencias negativas a partir de decisiones unilaterales, estos generan condiciones de vulnerabilidad socio-ambiental, de riesgo y desastre. Alfie-Cohen *et al.*, (2016). En dicho análisis se toma como parte alterna la participación del Estado en la mitigación de los riesgos, donde la gobernanza del riesgo como un nuevo campo de estudio permite entender la forma en cómo los habitantes de un espacio enfrentan el desastre, de qué manera esta situación permea sus interacciones sociales y cuáles son las consecuencias ambientales de las decisiones tomadas.

Para lo cual, el objetivo fue prevenir la aparición de nuevos riesgos de desastres y reducir los existentes implementando medidas integradas e inclusivas de índole económica, estructural, jurídica, social, sanitaria, cultural, educativa, ambiental, tecnológica, política e institucional que prevengan y reduzcan el grado de exposición a las amenazas y la vulnerabilidad a los desastres, aumenten la preparación para la respuesta y la recuperación y refuercen de ese modo la resiliencia (ONU, 2015: 12 citado en Alfie-Cohen *et al.*, 2016).

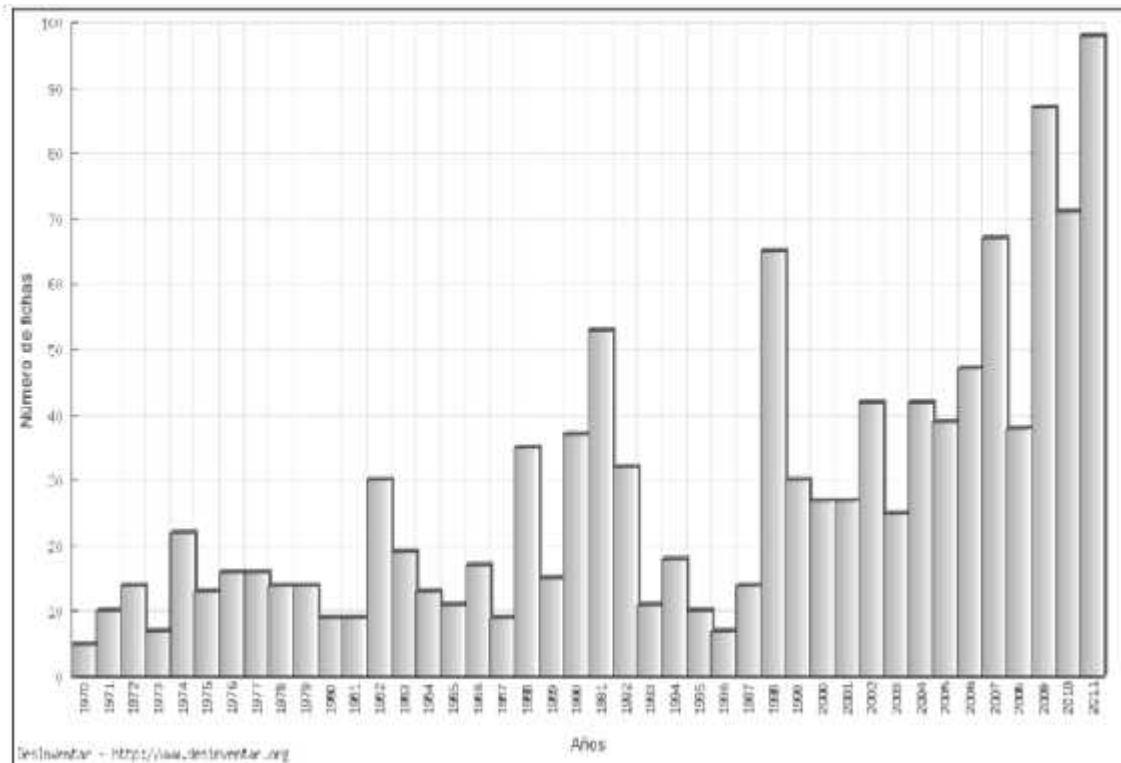
La elección del área geográfica de estudio se realizó a partir de la denominación de esta como zona de desastre por la Secretaría de Gobernación a nivel federal y debido a las características presentadas, ya que el fraccionamiento se encuentra cerca del río Cuautitlán el cual es afluente de aguas residuales y que ha causado desbordamientos y afectaciones a los habitantes del conjunto habitacional.

Como parte de la metodología y las fuentes para la recopilación de información, se realizó una búsqueda detallada en notas periodísticas y así dar cuenta de los

vínculos entre los actores señalados. Las fuentes seleccionadas fueron La Jornada y El Universal, por ser los que cubrieron de manera secuencial los hechos. Asimismo, se analizaron textos oficiales y académicos para explicar la producción social del espacio urbano en el municipio de Cuautitlán; resaltaron la práctica industrial e inmobiliaria y los conflictos entre las autoridades locales y los ejidatarios por la expropiación de sus terrenos para construir industrias y, recientemente, unidades habitacionales. Por otra parte, se realizaron dos entrevistas grupales: a las personas afectadas que habitan el fraccionamiento y al personal de Protección Civil del municipio de Cuautitlán, con la finalidad de recuperar las experiencias y percepciones de los sujetos en cuanto a sus formas de gobernar el riesgo y el desastre, así como las maneras de organización social y toma de decisiones. Cada grupo focal fue de seis integrantes y se efectuaron en dos sesiones de sesenta minutos, durante septiembre y octubre de 2012, respectivamente. (Alfie-Cohen *et al.*, 2016).

Con base en la recopilación de datos de la base internacional *Desinventar*, el incremento de los registros es a partir de fuentes hemerográficas, es decir, una aproximación al número de desastres (inundaciones), sobretudo en los primeros años como se muestra en la gráfica siguiente (gráfica 2), donde se da un panorama de la sucesión periódica y la ocurrencia del fenómeno a través del tiempo, partiendo del año 1970 hasta el 2011.

Gráfica 2. Reportes de desastres por inundación de la ZMCM (1970-2011)



Fuente: Alfie-Cohen *et al.*, 2016 “Con el agua al cuello”. Riesgo por inundación, vulnerabilidad socioambiental y gobernanza en el municipio de Cuautitlán con datos de [www. desinventar.org](http://www.desinventar.org) (27 de noviembre de 2015).

Si bien la metodología utilizada no está enfocada al perfil aritmético en el análisis realizado para el caso del municipio de Cuautitlán sino que fue inclinado hacia el analítico, los resultados pertenecen a la misma índole, es decir que obedecen a un enfoque más propositivo relativo a la gobernanza y su responsabilidad aplicada en la resiliencia tanto de lo material-físico de la infraestructura propia de los asentamientos humanos, es decir, conjuntos urbanos antes denominados fraccionamientos Los Olivos I y II, como de los residentes de estos. De tal forma que “La información obtenida sirvió para hacer un análisis complementario de las inundaciones. Es decir, los hechos ocurridos en el fraccionamiento Los Olivos I y II son la consecuencia de los efectos negativos de la práctica inmobiliaria e industrial en el municipio, las cuales provocan determinadas condiciones de vulnerabilidad socioambiental que, junto con las amenazas naturales, posibilitan el riesgo y el

desastre. La finalidad fue establecer la falta de prevención frente al desastre y la necesidad de hacer resiliente a la población local.” (Alfie-Cohen *et al.*, 2016)

Las inundaciones se fueron volviendo más frecuentes y teniendo como resultado, mayores afectaciones tanto en viviendas como en personas evacuadas de su residencia debido a la acelerada urbanización.

Tabla 8. Frecuencia de inundaciones en la ZMCM

MUNICIPIO	LUGAR	AÑO
Tlanepantla	Valle dorado	Septiembre 2009
Valle de Chalco	Canal de la Compañía	5 febrero 2010
Cuautitlán	Río Cuautitlán	Junio 2011
Ecatepec y Nezahualcóyotl	Río de los Remedios	Julio de 2011

Fuente: Elaboración propia con base en datos históricos de la ZMCM (Alfie-Cohen *et al.*, 2016)

Así, la urbanización ha provocado el desequilibrio y la vulnerabilidad de los ecosistemas debido a la sobrecarga en el territorio. En la primera década de este siglo, los reportes en cuanto a los desastres por inundación en la ZMCM, según la base de datos de Desinventar, han tenido un aumento considerable. La vulnerabilidad y el riesgo en cada espacio que compone la ciudad adquieren características propias. Las relaciones de poder entre los actores estatales (gobierno local) y no estatales (empresarios) actuarán como un factor adicional sobre la producción social del espacio urbano, la construcción de la vulnerabilidad socio-ambiental que, junto a las amenazas naturales, posibilita el riesgo y el desastre.

De acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo Urbano (PMDU) para 1994 ya existían un total de 153 industrias (Plan Municipal de Desarrollo Urbano, PMDU 2009). A consecuencia de ello, el municipio de Cuautitlán se colocó en la quinta posición, entre otros municipios (Tlanepantla, Naucalpan, Toluca y Ecatepec de Morelos), en cuanto a las aportaciones locales del PIB estatal. La mayoría de las industrias se asentaron sobre terrenos ejidales y pequeñas propiedades agrícolas, lo cual ocasionó tensiones entre las autoridades locales, empresarios y ejidatarios.¹⁵ Por ejemplo, en 1961 las autoridades municipales y estatales,

permutaron una superficie de 3,500 metros cuadrados para la construcción de diversas industrias (Sandre, 1999 citado en Alfie-Cohen *et al.*, 2016)

Es de esta manera como se reafirma la idea de la interacción inherente que el sector político ejerce en el proceso de urbanización y su reacción en el territorio, donde a través de la historia, el ámbito privado se ha apropiado de secciones de suelo para la construcción de nuevas viviendas, además de la ineluctible acción de aprobaciones a construcciones en espacios que carecen de las condiciones necesarias para su asentamiento.

Cada uno de los casos planteados anteriormente hace resaltar el punto focal de aportación a la investigación, mostrando las características semejantes entre sí, como las desiguales que proporcionen visiones distintas del manejo de información tanto cuantitativa como cualitativa, dando paso a la metodología utilizada en cada situación a nivel internacional, nacional y local, tal como se demuestra en la siguiente tabla:

Tabla 9. Compendio Casos de Inundación a nivel Internacional, nacional y local.

CASO	CARACTERÍSTICAS	METODOLGÍA	RESULTADOS
Colombia	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis sobre los factores determinantes en los fenómenos de riesgo y vulnerabilidad. • Cuentan con instrumentación para realizar análisis y prevención de gran porcentaje de los desastres. • Análisis de lluvias acumuladas. • Sistema de alerta del río Bogotá • Gobierno implementará sistema de alerta temprana. Tecnología de radar y sensores • Regulación legislativa especializada. 	<ul style="list-style-type: none"> • El gobierno no ha manifestado método cualitativo que permita generar datos y delimitar el fenómeno en alguna categoría 	

	<ul style="list-style-type: none"> • Gobierno realiza mantenimientos preventivos en cuerpos de agua y estructuras de recolección, transporte y disposición del agua. Extracción de residuos sólidos 		
Bolivia	<ul style="list-style-type: none"> • Uno de los países con mayor vulnerabilidad y riesgo por inundación en América Latina. • Fenómenos de “El niño 2007” “La niña 2008” • 1983 teniendo resultados críticos 250 muertos 	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de mapas de percepción local de riesgos. • Mapas de riesgos con SIG complementarios. • Investigación de tipo “Evaluativa-Analítica” • Recolección de datos básicos • LLENADO DE FICHAS DE CAMPO 	<ul style="list-style-type: none"> • Las inundaciones en Bolivia son el factor principal en la producción de mayor cantidad de muertos y damnificados. • Falta de instrumentación, planificación y establecimiento de estrategias de acción para zona de desastre. Capacitación de personal para llevar a cabo dichas acciones
Atemajac (Jalisco)	<ul style="list-style-type: none"> • Cuenca Atemajac, perteneciente a la región hidrológica 12 Lerma-Santiago. • Inundaciones de forma anual • Crecimiento urbano paulatino, elemento detonador de fenómenos hidro-meteorológicos 	<ul style="list-style-type: none"> • Cálculo del riesgo. Método Determinista (resultados para reproducir la física de las inundaciones. • Simulaciones numéricas por tirantes de inundación • División del río en cuatro tramos (de acuerdo a la forma geométrica del río y características socioeconómicas de las zonas) • Modelo HUT. Permite considerar la distribución temporal de la 	<ul style="list-style-type: none"> • Los resultados de costos de daños en el factor económico se determinaron en miles de dólares dependiendo de los índices de marginación de la zona.

		<p>lluvia desde la primera hora hasta la hora 24</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modelo paramétrico: Se consideran 4 elementos generales (social, económico, ambiental y físico). • Se consideran 3 escalas espaciales: cuenca, subcuenca y área urbana. • Se tomó la escala <u>área urbana</u>. 	
<p>Cuautitlán (Estado de México)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Factor industrial busca su conjugación con el territorio mediante la creación de viviendas residenciales, de interés social, etc. • Construcción excesiva de viviendas de interés social y unidades habitacionales, motivadas por el costo por construcción de las inmobiliarias 	<ul style="list-style-type: none"> • Búsqueda detallada en notas periodísticas. • Análisis de textos oficiales y académicos • Entrevistas grupales a personas afectadas que habitan el fraccionamiento y al personal de Protección civil del municipio de Cuautitlán 	<ul style="list-style-type: none"> • Metodología no enfocada al perfil aritmético. Está inclinado hacia el método analítico que obedece a un enfoque propositivo <ul style="list-style-type: none"> • Los hechos ocurridos en los fraccionamientos Los Olivos I y II son consecuencia de los efectos negativos de la práctica inmobiliaria e industrial en el municipio

Fuente: Elaboración propia con base en información recopilada de Alfie-Cohen *et al.*, 2016., Hernández-Uribe, *et al.* 2017., García F., *et.al.* 2017., Illescas *et al.*, 2016.

**CAPÍTULO 2. CONTEXTO MUNICIPAL Y
DEL CONJUNTO URBANO.
(ANTECEDENTES).**

En el presente capítulo se describen aquellos elementos bajo riesgo tanto tangibles como no tangibles, en los que el fenómeno de la inundación afecte, es decir, aquellos elementos físicos-materiales de los que la sociedad se sirve para su forma de vida, y los elementos de servicios que la población presta como parte de la calidad de vida de los habitantes tanto del municipio como de sus delegaciones, tal es el caso de San Andrés Ocotlán a la cual el conjunto Residencial San Andrés pertenece.

La descripción de los elementos parte a nivel cabecera municipal, delimitando los servicios, equipamiento e infraestructura a los que los habitantes de las delegaciones tienen acceso. Posteriormente se determinan los elementos no los que la delegación San Andrés cuenta, para poder concretar la caracterización del conjunto residencial.

2.1 CALIMAYA DE DÍAZ GONZÁLEZ

El municipio de Calimaya forma parte de la zona centro del Estado de México, ya que tiene colindancia con la ciudad de Toluca, capital del mismo, así como once municipios adyacentes que en forma conjunta forman la región XIII, tales como Almoloya de Juárez, Almoloya del Río, Chapultepec, Metepec, Mexicaltzingo, Rayón, San Antonio la Isla, Tenango del Valle, Texcalyacac, Toluca y Zinacantepec.

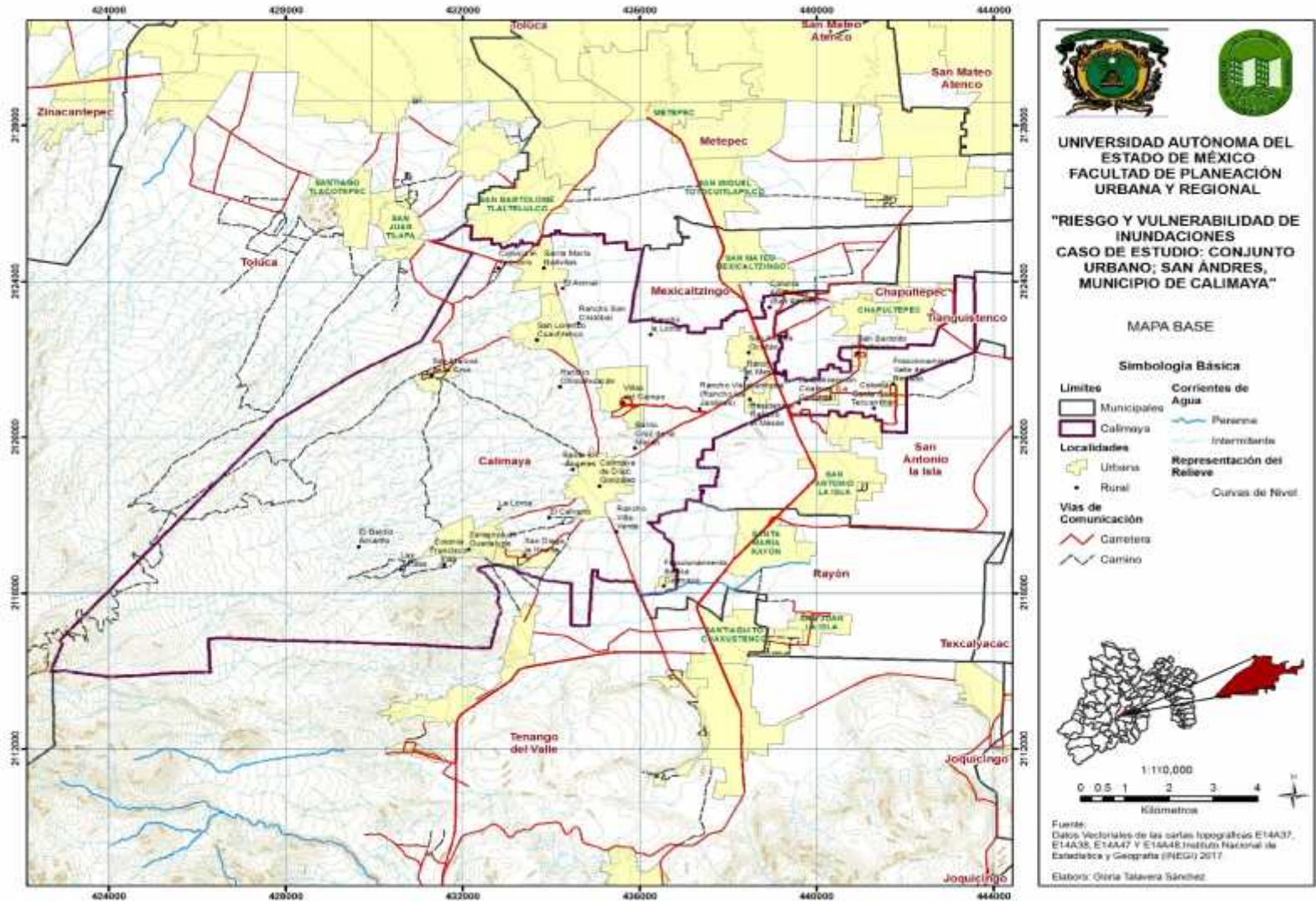
Debido a la movilidad urbana en los años recientes del centro de la capital estatal hacia las conurbaciones, el municipio de Calimaya cuenta con una población total de 56, 574 habitantes según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) 2010. Encuesta Intercensal 2015 y el Plan de Desarrollo Municipal 2016-2018.

De esta manera, según el Plan de Desarrollo Municipal 2016-2018, el municipio está conformado por nueve barrios, siete colonias, cuatro ranchos, dos fraccionamientos en la cabecera y ocho delegaciones: San Andrés Ocotlán, San Bartolito Tlatelolco, La Concepción Coatipac, San Diego la Huerta, San Lorenzo Cuauhtenco, San Marcos de la Cruz, Santa María Nativitas y Zaragoza de Guadalupe.

Debido a su cercanía con municipios clave para la dinámica y movimiento poblacional, el municipio de Calimaya ha ido incrementando el número de

habitantes en los últimos ocho años. En una forma gráfica, la localización y distribución de la población del municipio de Calimaya se muestra en el siguiente mapa.

Mapa 1. Localización



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI 2017.

En la siguiente tabla se muestra el incremento de población en los cortes de tiempo manejados por el Instituto Nacional de Geografía e Informática (INEGI), así como la complementación de los datos del Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México (IGECEM)

Tabla 10. Población total por grupos de edad

Año	Total	Hombres	Mujeres	TCI
2000	35 196	17 287	17 909	0.00
2010	47 033	23 061	23 972	2.85
2015	56 574	27 542	29 032	3.96

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal 2016-2018. IGECEM. Dirección de Estadística, con información del INEGI. Censo General de Población y Vivienda 2000, 2010. Encuesta Intercensal, 2015.

*TCI: Tasa de Crecimiento Intercensal

El acelerado crecimiento de habitantes en la zona, ha rebasado incluso las proyecciones que se tenían estimadas a tres años, partiendo del año 2013. Siendo esta, una diferencia de 1,867 habitantes más de los que se tenían proyectados.

Tabla 11. Proyecciones de Población Calimaya

Censo			Proyecciones		
2000	2005	2010	2013	2015	2017
35,196	38,770	47,033	50,701	52,831	54,707

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal 2013-2015 con información de INEGI

Destaca que la población total real rebasa las proyecciones realizadas para 2015 con una diferencia considerable de miles de habitantes, de tal forma que la población total actual también se ha rebasado, lo que representa un 3.3% de incremento respecto a la población actual real y la proyectada incluso para años anteriores.

Así, haciendo un desglosamiento de la población residente del municipio, el grupo de población predominante en la zona, es aquel que oscila en rangos de 15 a 64 años de edad, siendo las mujeres el grupo con mayor número de habitantes,

representando el 65.86% del total de la población, de esta manera se muestra en la siguiente tabla donde se presenta el incremento porcentual por grupos de edad.

Tabla 12. Población total por grupos de edad y sexo 2015.

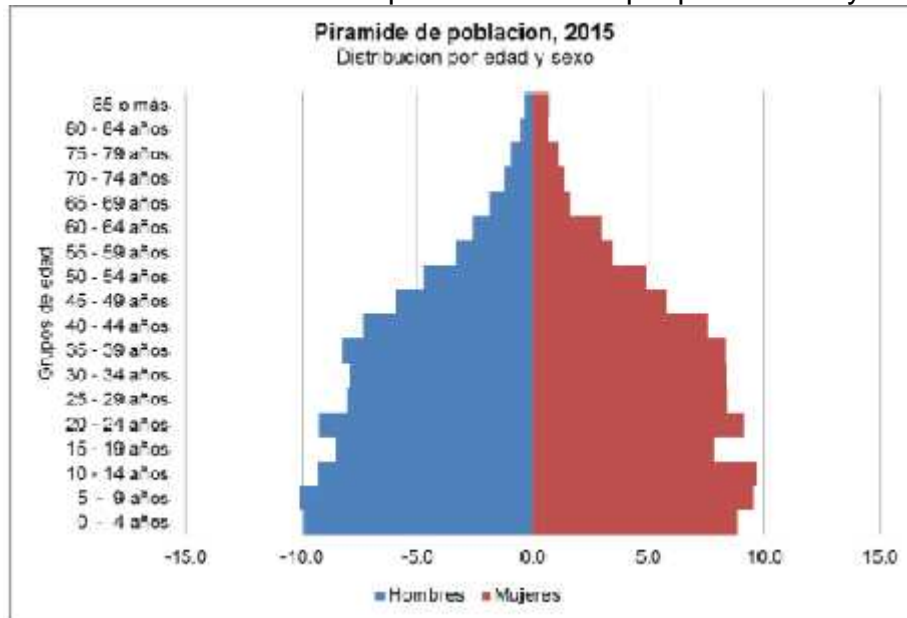
Grupos de edad	2015					
	Total	por ciento	Hombres	por ciento	Mujeres	por ciento
Total	56,574	100.00	27,542	100.00	29,032	100.00
0 a 14 años	16,189	28.62	8,050	29.23	8,139	28.03
15 a 64 años	37,451	66.20	18,140	65.86	19,311	66.52
65 años y más	2,921	5.16	1,343	4.88	1,578	5.44
No especificado	13	0.02	9	0.03	4	0.01

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal 2016-2018 con base en datos de la Encuesta Intercensal 2015.

El incremento de los grupos de edad mostrados anteriormente, enfatizan los grupos poblacionales que se encuentran en posibilidades de movilidad, es decir, en dinámicas migratorias, lo que moviliza la pirámide de población municipal respectiva

Por otra parte, existen otros grupos de población que van teniendo auge en el crecimiento del municipio que van de los 5 a los 39 años, tal como se muestra en la pirámide a continuación.

Gráfica 3. Distribución de la población municipal por edades y sexo



Fuente: Plan de Desarrollo Municipal 2016-2018. Elaboración con base en INEGI. Censo de población y vivienda 2010.

Puede destacarse el decrecimiento de los grupos de población que van de los 15 a 19 años, tanto en hombres como en mujeres, siendo este último el que mayor decrecimiento ha marcado, teniendo como probabilidad que la movilidad urbana se presenta a partir de dichas edades, como consecuencia de la poca diversidad de actividades económicas dentro del municipio y sus localidades.

2.2 CRECIMIENTO NATURAL

El municipio se ha ido consolidando a través de la movilidad poblacional, sin embargo, tanto en la cabecera como en las delegaciones adyacentes, existe aún un porcentaje de aquellos que residen de forma permanente, es decir, originarios de estas zonas urbanas, por medio de los cuales es factible mostrar el crecimiento natural del municipio, mostrado en la siguiente tabla.

Tabla 13. Crecimiento natural Calimaya

PERIODO	NATALIDAD	MORTALIDAD	Mortalidad Hombres	MUJERES
2010	1,080	238	126	112
2015	1,106	239	120	119

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.

En el 2010, el municipio presentó un índice de natalidad de 1,080 habitantes, en contraste con el 2015 que mostró un ligero crecimiento hacia 1,106 habitantes teniendo una tasa de crecimiento natural en 2010 de 1.84 y en 2015 de 1.26, lo que muestra un decrecimiento natural del municipio, siendo el poblamiento en fraccionamientos y conjuntos habitacionales la principal causa de dicho efecto.

2.3 CRECIMIENTO SOCIAL

Dentro de la dinámica poblacional del municipio, el efecto migratorio, se ha visto remarcado por aquellas residencias de los habitantes no originarios de la zona, es decir, por aquellos cuya movilidad ha impulsado su asentamiento en las áreas periurbanas de las que presentan una densidad de población mayor.

Otro de los factores que reflejan el crecimiento o decrecimiento del municipio de Calimaya, ha sido el fenómeno que a nivel nacional ha marcado tanto la economía como la reestructuración demográfica, la migración, dicho fenómeno ha permeado en los grupos poblacionales del municipio, marcando entradas de forma local y/o regional, es decir, con la construcción de nuevas viviendas y asentamientos humanos en el municipio. De la misma manera, el municipio de Calimaya se ha visto afectado en la migración de habitantes originarios de la zona hacia urbanizaciones que implican mayores distancias, como son a Estados Unidos de América o a otros países, tal como se ha registró en el 2010 por el INEGI y se hizo manifiesto en el Plan de Desarrollo Municipal 2016-2018, siendo notable que dicha dinámica no ha tenido cambios significativos en la actualidad.

Tabla 14. Porcentaje de población migrante 2010

Población residente en el municipio	Reside en otra entidad	Reside en Estados Unidos	Reside en otro país	No especificado
96.96	2.28	0.21	0.05	0.50

Fuente: Elaboración propia con información de INEGI 2010

2.4 SALUD Y SERVICIOS PARA SU ATENCIÓN.

La preservación y conservación del bienestar de los habitantes de un territorio, debe estar apoyado por los servicios prestados a través del gobierno del mismo. Uno de ellos son los servicios de salud para la población de los asentamientos centrales o aquellos adyacentes a estos, jugando un papel elemental en casos de desastre en el territorio.

En el municipio de Calimaya, los servicios de salud prestados en los últimos años, partiendo del año 2010, han sido por las instituciones IMSS, ISSSTE, ISSSTE Estatal, Pemex, Defensa o Marina, Seguro popular o Para una nueva generación, por Instituciones privadas o alguna Otra institución como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 15. Servicios de Salud municipal.

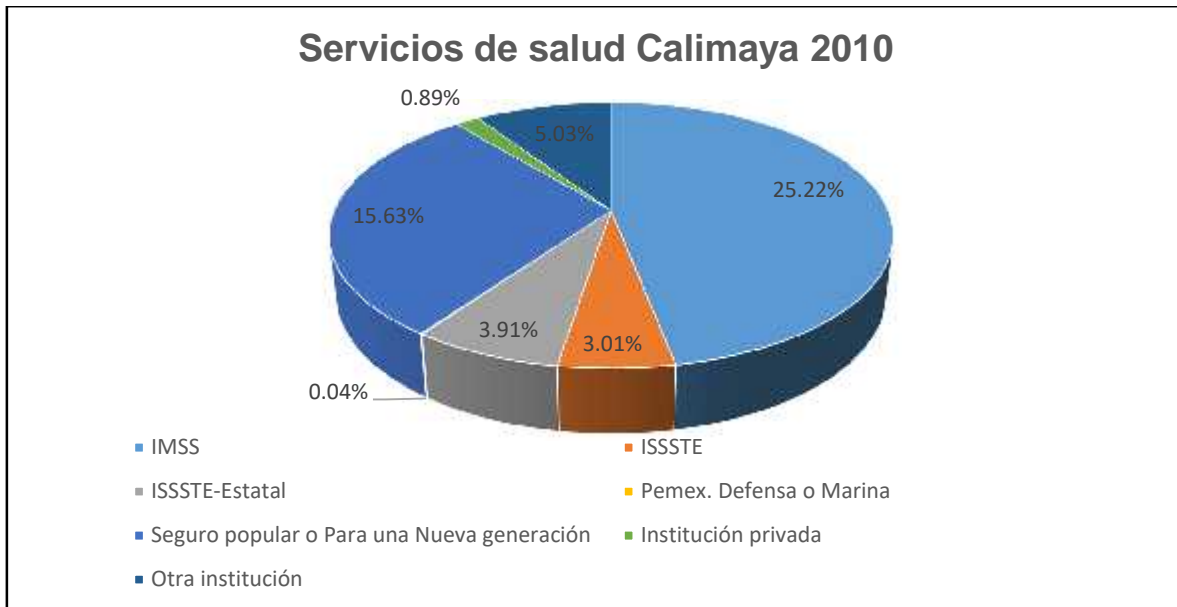
Institución	Población	Porcentaje
Total de la Población	47,033	100%
IMSS	11,864	25.22%
ISSSTE	1,419	3.01%
ISSSTE-Estatal	1,841	3.91%
Pemex. Defensa o Marina	22	0.04%
Seguro popular o Para una Nueva generación	7,354	15.63%
Institución privada	419	0.89%
Otra institución	2,369	5.03%

Fuente: Modificación con base en información del PDM Calimaya 2013-2015.

Destaca el mayor porcentaje de población se encuentra atendido por el Instituto Mexicano del Seguro Social siendo del 25.22% del total de la población, seguido del seguro popular, otras instituciones, el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado y Estado de México, así como otras instituciones que el gobierno federal pone a disposición para los servidores públicos de otros organismos.

De manera porcentual, los servicios prestados en el municipio son los otorgados por el Instituto Mexicano del Seguro Social, seguido del seguro Popular, alguna institución alterna no gubernamental y posteriormente aquellas adyacentes al gobierno nacional como ISSSTE, Pemex, la Defensa o la Marina. De manera gráfica, puede mostrarse a continuación.

Gráfica 4. Servicios a nivel municipal.



Fuente: Elaboración propia con base en tabla Servicios de Salud modificada del PDM Calimaya 2013-2015.

Para el año 2015, se realiza un análisis más detallado de dichos servicios, partiendo del personal existente para el ofrecimiento de este, donde según datos del IGECEM existe un bajo número de personal médico para la atención y ofrecimiento del servicio de salud respecto al gran número de habitantes que requieren de él, es decir, que por cada médico existente en el municipio, 2,829 habitantes requieren de su atención. Dicha relación resulta alta realizando un comparativo a nivel estatal, el cual muestra que 742 habitantes requieren del servicio por cada médico.

Es necesario esclarecer el requerimiento de la atención médica basado en la infraestructura y equipamiento de salud en el municipio, donde se cuenta con unidades de consulta externa y unidades dependientes de otras instituciones.

Tabla 16. Infraestructura y equipamiento de salud Calimaya 2015

Número de unidades	Tipo	Instituciones
7	Consulta externa	
5	dependiente	ISEM
2	dependiente	DIFEM

Fuente: Elaboración propia con información del PDM 2016-2018

En lo que respecta a la infraestructura de primer nivel en donde se requiere atención médica por cada clínica en el municipio de Calimaya de Díaz González, dentro de la administración gubernamental de dicha zona, se establece la tipología, el número de equipamientos, la ubicación y el aspecto de la cobertura como se muestra a continuación.

Tabla 17. Requerimiento de atención médica por clínica de primer nivel en Calimaya

Tipología	Nombre	No. De equipamientos	Ubicación	Cobertura de atención
Rural de 01 Núcleo Básico	Unidad de Consulta Externa: Calimaya Norte	1	Calimaya de Díaz González	Local
Urbano de 03 Núcleos Básicos	Unidad de Consulta Externa: Calimaya Sur	1	Calimaya de Díaz González	Local
Rural de 02 Núcleos Básicos	Unidad de Consulta Externa: Guadalupe Zaragoza	1	Zaragoza de Guadalupe	Local
Rural de 01 Núcleo Básico	Unidad de Consulta Externa: La Concepción Coatipac	1	Santa María Nativitas	Local
Rural de 02 Núcleo Básico	Unidad de Consulta Externa: San Lorenzo Cuauhtenco	1	San Lorenzo Cuauhtenco	Local

Fuente: PDM 2016-2018 con base en información de ISEM 2016

Derivado de todo ello, la derecho-habiciencia muestra el porcentaje de población en posesión de la prestación del servicio de salud en caso de riesgo o urgencia, otorgado por las instituciones de gobierno. Sin embargo aún existen residentes del municipio de Calimaya, que no cuentan con la prestación del servicio público de salud, dejando a un gran porcentaje de la población en riesgo al no tener afiliación a alguna de las instituciones.

Tabla 18. Cobertura de la población a seguridad social

Habitantes sin seguridad social	Cobertura	Habitantes con seguridad social	Cobertura
11,790	20.70%	44,784	78.62%

Fuente: PDM 2016-2018, con base en información de INEGI, 2010

Aunado al porcentaje presentado en la tabla anterior, donde se manifiesta que la mayor parte de la población cuenta con algún servicio de salud, existe un porcentaje

adicional que demuestra que el riesgo en este municipio puede ir en incremento debido a la exposición en la que el resto de los habitantes de encuentran en caso de ocurrir un desastre que atente contra su salud.

2.5 INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS

La vivienda funge un papel fundamental para el desarrollo, crecimiento y bienestar de la población, por lo que resulta indispensable la evolución progresista o de decrecimiento en una región, considerando los fenómenos de movilidad, es decir, migración de dentro hacia afuera y en sentido contrario.

En el municipio de Calimaya, dichos fenómenos han detonado el incremento en construcciones de viviendas en la cabecera municipal y en las conurbaciones a ella, generando así nuevas urbanizaciones y en distintas categorizaciones, tales como el incremento de los conjuntos urbanos en las delegaciones pertenecientes a este.

Para el año 2010, el número de viviendas particulares habitadas se contabilizaban en 10,694, hecho que en el año 2015 se modificó para generar un incremento de 2,700 viviendas, para así tener un total de 13,394 viviendas particulares habitadas.

Tabla 19. Viviendas particulares habitadas

Periodo	Viviendas particulares habitadas
2010	10,694
2015	13,394

Fuente: Elaboración propia con información de INEGI. Encuesta intercensal 2015.

Por otra parte, el hacinamiento se convierte en un factor importante en la susceptibilidad de la población en caso de riesgo, lo que disminuye la calidad de vida de los residentes del territorio, tanto de quienes habitan de forma permanente, como de quienes son habitantes temporales en los nuevos asentamientos; de tal forma que es importante determinar el número de ocupantes en viviendas habitadas, calculando el promedio de habitantes en cada una de ellas.

Resultado de dicho cálculo, se realiza el comparativo de los años 2010 y 2015, teniendo así un decrecimiento del primer periodo al siguiente, es decir, que para el

año 2010, el número de ocupantes por vivienda era de 4.41, lo que mostraba un índice en incremento y generador de hacinamiento en el municipio.

Ésta situación ha ido cambiando, ya que para el año 2015, según la encuesta intercensal, el promedio del número de ocupantes por vivienda decreció hacia 4.22 personas.

Tabla 20. Ocupantes por vivienda

Periodo	Viviendas particulares habitadas	Promedio de ocupantes en viviendas particulares habitadas
2010	10,694	4.41
2015	13,394	4.22

Fuente: Elaboración propia con información de INEGI. Encuesta intercensal 2015.

Como parte de los elementos generadores de calidad de vida de la población residente, se encuentran los servicios con los que se cuentan en cada una de las viviendas habitadas, comenzando por aquellos que permiten realizar actividades básicas, hasta los que proporcionan comodidad en actividades alternas.

De esta manera, se hace un desglosamiento de los servicios básicos con los que se cuenta en el municipio tales como agua entubada, drenaje, energía eléctrica, sanitario, computadora, entre otros.

Para el año 2010, la cobertura de servicios básicos en el municipio llegaba a grandes porcentajes, sin embargo, era necesario cubrir aún los que permiten llevar a cabo actividades fundamentales para los habitantes de la comunidad.

Tabla 21. Porcentaje de viviendas con servicios

Servicio	Total	Porcentaje de viviendas
Viviendas particulares habitadas	10.694	
Agua entubada	98.39	
Agua entubada dentro de la vivienda	73.20	
Drenaje	96.20	
Excusado o sanitario	95.67	
Energía eléctrica	97.86	
Lavadora	57.65	
Computadora	22.86	

Fuente: Elaboración propia con información de INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010.

2.6 ACTIVIDADES ECONÓMICAS

Como principales actividades económicas que resaltan en el municipio, son la extracción y procesamiento de recursos pétreos para la construcción y la agricultura, ocupando gran parte de su territorio geográfico en ambas actividades.

Dichas actividades resultan relevantes en el sustento y aportación económica para el municipio dado su cimiento histórico, ya que una es actividad consecencial de la anterior, remontando su generación en el siglo XVIII y teniendo como auge el siglo XIX con el porfiriato.

Teniendo como comienzo de su mejora en la economía, dejando atrás condiciones de esclavitud, entre otras, “Calimaya tuvo un ascenso económico en el nivel de vida de su población y un cambio radical en la fisonomía de sus pueblos, especialmente en la cabecera municipal. El fenómeno que dio la característica a aquella etapa de su historia fue el incremento del comercio, la arriería y las actividades conexas a la agricultura campesina, que por años había sido predominante en la economía local.” (Chávez y Peniche 2016)

Por otra parte, debido a su cercanía con la ciudad de Toluca, al convertirse ésta en capital del Estado de México, “hubo un incremento paulatino en la demanda interna de productos, en consecuencia, un aumento en la producción agrícola aledaña e intensificación de la actividad comercial en la región. De la misma manera, por su cercanía con la ciudad de México, el valle de Toluca fue un sitio de producción y abasto para otros lugares.” (Ídem)

Llegado el porfiriato, “Calimaya, era el último puerto de las arrierías del sur, donde los comerciantes pasaban la última noche antes de llegar a Toluca. En 1897, año en que llegó el ferrocarril al pueblo, los terratenientes locales no veían en la agricultura más que un complemento de sus actividades económicas, y si bien surtían con una parte pequeña de su cosecha los mercados de Toluca y México, su producción estaba destinada, prioritariamente, al autoconsumo y a las poblaciones de Calimaya y sus pueblos sujetos.

En otros términos, dentro de algunas variantes, se dedicaron a dos actividades: la agricultura y el comercio. Paralelamente al comercio, había transportistas, que con una o dos carrozas llevaban pasajeros y mercancías entre uno y otro punto del municipio. No faltaba en qué ocuparse en aquellos años. Prueba de ello es que, antes de iniciarse el siglo XX, la tierra pareció haber pasado a un segundo término. Aquella fue una buena época para Calimaya, quizá en el orden económico, la mejor de su historia.” (Ídem)

Por otra parte, y que de igual manera tiene relevancia tanto en ocupación físico-geográfica como económica, es la extracción y el procesamiento de materiales para la construcción, campo en el que el municipio se ha dado a conocer a nivel regional.

Con la inauguración del ferrocarril de Toluca a Tenango y cuya ruta incluía a los municipios de Toluca, Metepec, Mexicaltzingo, Calimaya y Tenango, este significó grandes cambios para la vida del municipio. La actividad comercial aumentó considerablemente en la última década del siglo XIX y en la primera del XX; además de comerciar con la ciudad de Toluca y México y con la zona de Morelos, los calimayenses también lo hacían en otros puntos del estado; Villa Victoria, Valle de Bravo, Tonalico e Ixtapan de la Sal, entre otros. De Calimaya salían las recuas hacia otros puntos del estado y, al regresar a la cabecera municipal se enviaban por ferrocarril tanto los productos traídos de fuera como los elaborados en el municipio.

Con el ferrocarril, la agricultura y la ganadería del distrito de Tenango tuvieron un ascenso, pues ese medio de transporte permitió rebasar el mercado local y aumentar la venta a la ciudad de México.

El ferrocarril también causó efectos desastrosos en el grueso de la población; muchos arrieros fuereños dejaron de pernoctar en Calimaya. Al aumentar la producción agrícola en el distrito, también aumentó el número de trabajadores en las haciendas y el interés por la tierra volvió a ser importante, casi como un fenómeno paralelo al cierre de los comercios locales. El comerciante-agricultor se vio beneficiado por el ferrocarril, pero las múltiples actividades que se habían generado en el pueblo por la arriería comenzaron a declinar.” (Ídem)

Es así que con el cambio de actividad económica como principal, el predominio del comercio fue perdiendo fuerza, no sin llegar al punto de su eliminación, sin embargo, es así como surge otra actividad alterna a ella. Ésta es la extracción de materiales para la construcción, así como su manipulación y manejo en distintas formas para su venta en los municipios que conforman la región.

Dentro de las diferentes actividades llevadas a cabo por los habitantes del municipio, las encaminadas al comercio interno en sus diversas modalidades, al igual que el trabajo en el sector minero, son aquellas en las que sus habitantes emplean mayor número de recursos humanos, incrementando en mayor o menor porcentaje en distintos cortes de tiempo.

Tabla 22. Población ocupada por sector, 2004, 2009, 2014

Sector	Población ocupada en 2004	Población ocupada en 2009	Población ocupada en 2014
21 Minería	74	92	93
22 Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final	8	7	13
23 Construcción		10	11
31-33 Industrias manufactureras	573	819	629
43 Comercio al por mayor	46	96	79
46 Comercio al por menor	963	1,530	1,418
52 Servicios financieros y de seguros			1
53 Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	36	31	68
54 Servicios profesionales, científicos y técnicos	6	16	11
56 Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	9	43	67
61 Servicios educativos	12	25	52
62 Servicios de salud y de asistencia social	28	66	86
71 Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	237	69	86
72 Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	62	183	216
81 Otros servicios excepto actividades gubernamentales	125	238	271

Fuente: Sistema Automatizado de Información Censal (SAIC), 2014. Plan de Desarrollo Municipal 2016-2018

2.7 ESCENARIO AMBIENTAL (OROGRAFÍA)

Debido al cambio y alternancia de actividad económica del municipio del comercio interno y extracción de materiales para construcción, aspecto que ha ido ganando extensión física y en recursos humanos; son factores esenciales y determinantes tanto en las actividades generadoras de empleos para los residentes del municipio como causales en menor porcentaje, del origen de fenómenos de riesgo: deslaves, desgajamientos, entre otros. El predominio de los minerales manipulados en el municipio son aquellos empleados en la construcción como arena, grava, arcilla, tepojal, etc.

El municipio tiene su cercanía con elevaciones relevantes y que su extensión abarca otros municipios, como lo es el monte de Tepemaxalco que forma parte del sistema montañoso característico del municipio, mismo que a su vez está conformado por dos elevaciones similares y que es comúnmente conocido como El Cerro de los Cuates o por el Cerro de Putla.

Así mismo, el Nevado de Toluca o Xinantécatl, es parte esencial de la estructura y dinámica del municipio, el cual a nivel nacional forma parte de la Cordillera Neovolcánica Transversal y del Cinturón de Fuego del Pacífico, uniéndose a la sierra de Tenango, la Sierra de Temascaltepec y a la llamada Sierra del Hospital. A su vez, pertenece al Parque Nacional Nevado de Toluca, el cual envuelve al Valle de Toluca y de Tenango, así como a los municipios de Metepec, Zinacantepec, Chapultepec, Calimaya, Ixtapan de la Sal, Tenango del Valle, Tenancingo, Almoloya de Juárez, Villa Guerrero, Coatepec Harinas y Temascaltepec.

A esta elevación montañosa, se le denominó “el padre de las nueve aguas” debido a la cantidad de escurrimientos y formación de ríos que de él se derivaban en su extensión sobre el Estado de México y sus municipios cercanos, caso concreto, el municipio de Calimaya, mismo que dentro de su caracterización es poseedor de zonas boscosas predominantes, haciéndolos parte de actividades económicas tales como el pastoreo controlado; igualmente son actores principales dentro de los elementos dañados en caso de desastre.

Es así como dicho montículo genera la conformación de cuerpos acuíferos, donde éste pertenece a la Región Hidrológica denominada Lerma-Santiago y que a su vez tiene colindancia con la subcuenca Río Almoloya-Otzolotepec dentro de las más relevantes. Dichas cuencas o aguas superficiales son en su mayoría escurrimientos intermitentes, dentro de los cuales predominan de forma local los arroyos de Las Cruces en la cercanía de la delegación San Marcos de la Cruz, el Ojo de Agua en la cercanía de la delegación Zaragoza de Guadalupe, Zacango en la comunidad de Santa María Nativitas y Las Palmas en la cercanía a la delegación San Lorenzo Cuauhtenco.

Sin embargo, destaca el río Grande, caracterizado por presentar crecidas en temporales de lluvia que van de mayo a agosto, incrementándose los niveles del río principalmente en los meses de julio y agosto, por lo que es considerado como río de caudal intermitente.

Muchos de estos arroyos son creados por escurrimientos cuyo origen se encuentra en el Nevado de Toluca y que sirven de provisiones para la toma de abastecimiento para las diferentes colonias y comunidades del municipio, sin embargo algunos cuerpos de agua del municipio son utilizados como colectores de aguas residuales como lo es el caso de río Zacango que presenta descargas y azolve en la comunidad de la cual es afluente y proveedor al zoológico del mismo nombre.

2.8 USOS DE SUELO

Calimaya se caracteriza por conservar gran parte de su extensión territorial con un uso predominantemente no urbanizado, hablando específicamente de la cabecera municipal en primer momento, esto debido a que sus delegaciones presentan un acelerado proceso de urbanización debido a su colindancia con municipios del Valle de Toluca, es decir, que la movilidad urbana y reconfiguración territorial se ha presentado del centro de la capital estatal hacia sus puntos más cercanos, dejando al municipio de Calimaya como una zona con alta probabilidad para nuevos asentamientos.

Debido a este acelerado proceso de urbanización en las conurbaciones del municipio, el mismo plan de desarrollo municipal desde los periodos 2013-2015 y 2016-2018, mantienen un registro sobre las comunidades y tipos de vivienda en crecimiento, siendo principalmente en las comunidades de San Andrés Ocotlán, Santa María Nativitas y San Lorenzo Cuauhtenco; donde la primera es uno de los puntos centrales del acrecentado asentamiento de viviendas tipo residencial debido y que por su localización geográfica, Calimaya tiene como vialidades de comunicación principal, la carretera Toluca-Tenango, oportunidad que le proporciona el desarrollo de actividades económicas alternas y por lo tanto, el crecimiento poblacional, ya sea a través de sus delegaciones o de la propia cabecera municipal. Siendo el tercer asentamiento con mayor número de habitantes después de la cabecera municipal.

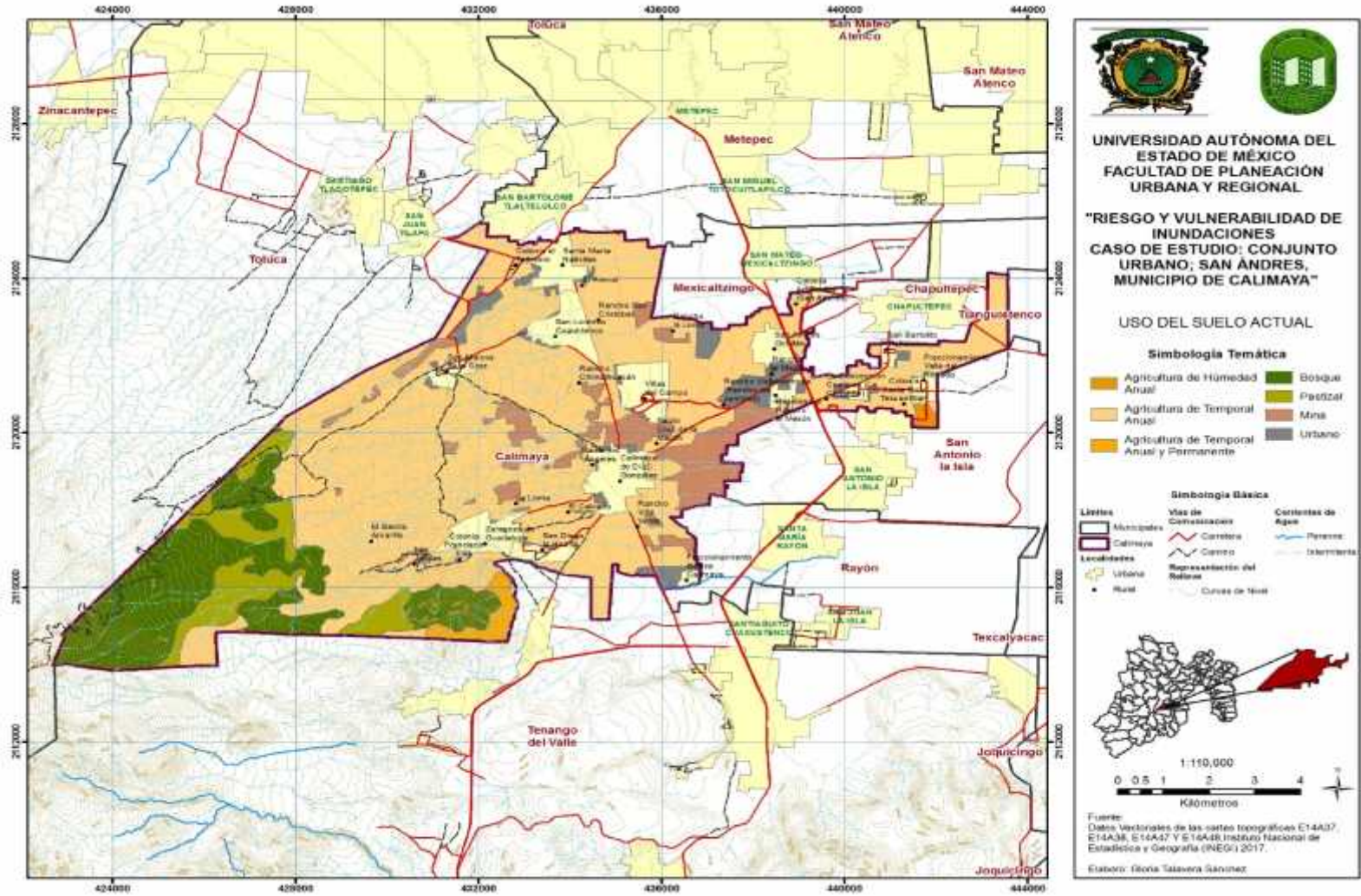
Con lo que respecta al Plan de Desarrollo Municipal 2016-2018, se hace manifiesto el gran porcentaje del suelo en uso agrícola, haciendo énfasis en la alta tendencia al cambio de uso de suelo, ya sea habitacional en las periferias de las localidades (como se ha ido acrecentando en los últimos años) o en su caso para la extracción de los materiales pétreos.

Tabla 23. Población total por localidad

Número	Localidad	Población Total	Número	Localidad	Población Total
1	Calimaya de Díaz González	11135	17	Las Juntas	742
2	La Concepción Costipac (La Conchita)	2163	18	La Loma	299
3	San Andrés Ocotlán	5388	19	Rancho la Loma	154
4	San Bartolito Tlaltecoco	1514	20	El Arrenal	133
5	San Diego a Huerta	2540	21	El Calvario	838
6	San Lorenzo Cuauhtenco	3220	22	Colonia el Tenmoro	724
7	San Marcos de la Cruz	1121	23	Barro Cruz de la Misión	199
8	Santa María Nativitas	6258	24	Rancho Villa Verde	5
9	Zaragoza de Guadalupe	5393	25	El Baldo Amarillo	18
10	Villas del Campo	1635	26	Colonia Arboledas (San Andrés)	1219
11	Rancho San Cristóbal	27	27	Residencial Rancho el Mesón	139
12	Rancho Vista Hermosa (Rancho los Jardines)	26	28	Barro los Angeles	310
13	Rancho Chirihualucán	40	29	Fraccionamiento Banca Calimaya	11
14	Rancho el Mesón	37	30	Fraccionamiento Valle del Nevado	614
15	Colonia Santa Cruz Tecuanillán	274	31	Localidades de una vivienda	5
16	Colonia Francisco Villa	777			

Fuente: PDM 2015. Censo de Población y Vivienda INEGI 2010. Principales resultados por localidad (ITER).

Mapa 2. Usos del Suelo Calimaya.



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI 2017.

Como lo menciona García González (2018) esta vialidad, así como la carretera “Toluca-Santiago Tianguistenco y recientemente la autopista Lerma-Tenango del Valle, a partir de las cuales se intercomunican a municipios importantes como Lerma, San Mateo Atenco y otros estados como Morelos y la Ciudad de México, partiendo del traslado de bienes y personas, la evolución del proceso de organización espacial de la expansión residencial periurbana que caracteriza al pasado reciente y al estado actual”, son ejes detonadores de dicha expansión en la zona sur de la capital del estado.

2.9 SAN ANDRÉS OCOTLÁN. RESIDENCIAL SAN ANDRÉS.

Como parte del natural proceso de urbanización en la conurbaciones de asentamientos ubicados en el centro de los territorios, se contempla un movimiento de desplazamiento circundante, impulsando tanto subvenciones como disparidades en el territorio. Ejemplo de ello, son las delegaciones y/o comunidades con las que se conforma el territorio jerárquicamente hablando, es decir, las dimensiones geográficas en las que se dividen los asentamientos humanos como son los municipios o cabeceras municipales.

Los cambios geográfico-sociales mencionados anteriormente, han influenciado de la misma manera al municipio de Calimaya, teniendo así delegaciones lindantes que a su vez muestran cambios similares, caso concreto, es la delegación de San Andrés Ocotlán, la cual se encuentra al noreste de la cabecera municipal.

Esta delegación cuenta con 5,388 habitantes según el Censo de Población y Vivienda INEGI, 2010, donde 2,685 son hombres y 2,703 son mujeres, de los cuales, el 3.14% de dichos habitantes, provienen de fuera del Estado de México. Siendo de los municipios cercanos como Metepec y Toluca en su mayoría, no dejando la posibilidad de municipios como Tenango del Valle e incluso Zinacantepec.

Existe un total de 1300 viviendas en la delegación San Andrés Ocotlán, mismas que cuentan con los servicios básicos tales como electricidad, agua entubada y excusado o sanitario, así como aquellos que les genera una mayor comodidad y

calidad de vida a los residentes, es decir, servicios como radio, televisión, refrigerador, lavadora, automóvil, computadora personal, teléfono fijo, teléfono celular e internet.

Tabla 24. Servicios Básicos

Servicio	Porcentaje
Electricidad	99.84
Agua entubada	98.36
Excusado o sanitario	98.69

Fuente: Elaboración propia con información de mexico.pueblosamerica.com

Tabla 25. Servicios Adicionales

Servicios	Porcentaje
Radio	83.87
Televisión	96.89
Refrigerador	67.24
Lavadora	60.20
Automóvil	40.05
Computadora personal	22.93
Teléfono fijo	30.08
Teléfono celular	58.31
Internet	15.48

Fuente: Elaboración propia con información de mexico.pueblosamerica.com

En la tabla 23 destaca el incremento en el porcentaje de contar con el servicio adicional de radio y televisión respectivamente; servicios que con el paso del tiempo pueden formar parte de los servicios básicos. Seguido de éstos servicios, son los de lavandería, refrigeración y cómputo de los que van en incremento porcentual. Cabe destacar la inclusión del servicio telefónico y de internet como parte de la oferta en los nuevos asentamientos humanos.

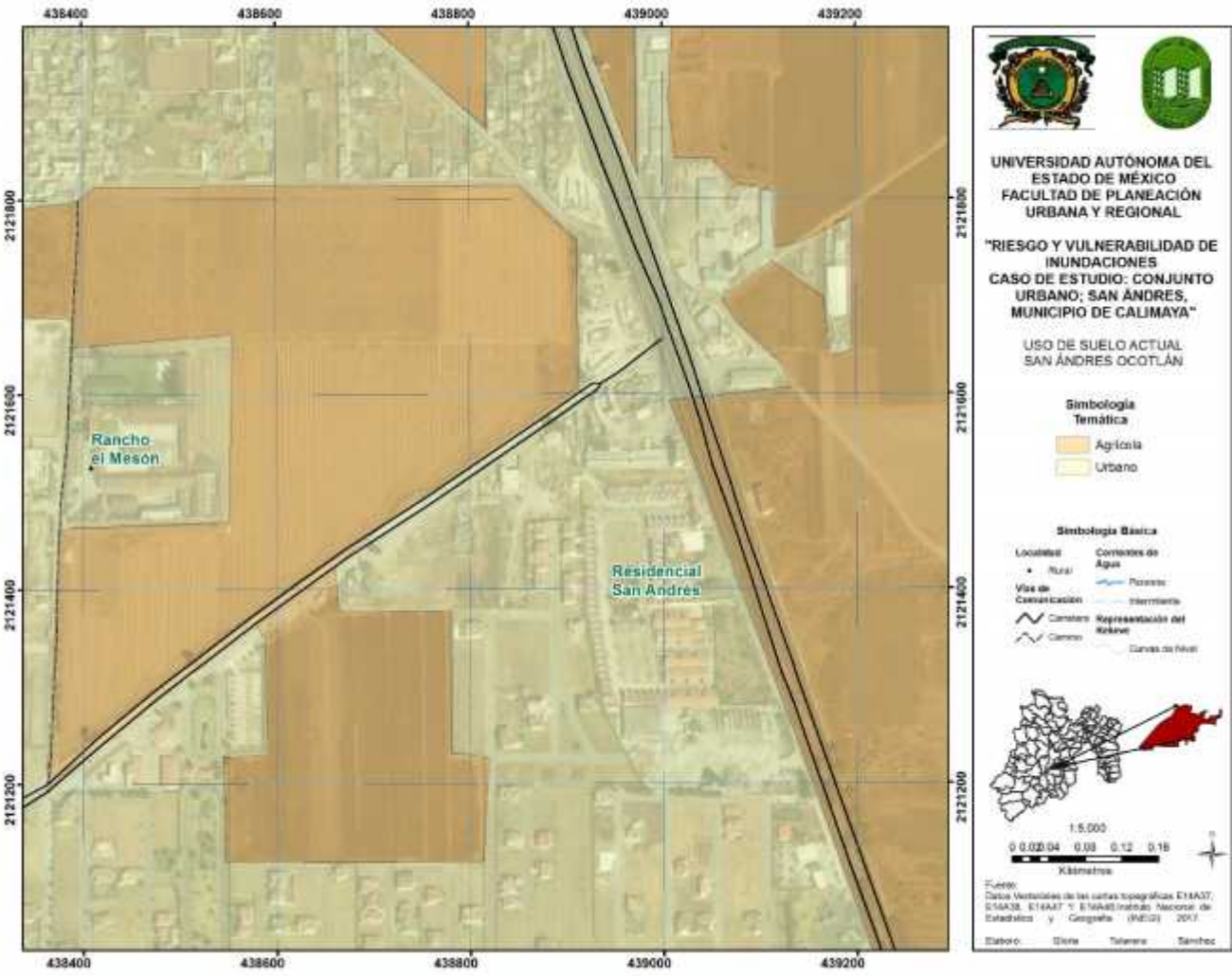
Aunado a los servicios básicos proporcionados para la mayoría de las viviendas, los servicios adicionales son los que marcan un plus en las nuevas construcciones dentro y fuera de los conjuntos urbanos, siendo éstos últimos los que ofertan y aseguran la posibilidad de contar con ellos.

Es de esta manera que ha sido la reciente construcción de fraccionamientos y conjuntos urbanos en las distintas delegaciones del municipio de Calimaya y su cabecera, siendo así la delegación de San Andrés, una de las opciones geográficas a urbanizar actualmente, es decir, que San Andrés Ocotlán, por su cercanía con municipios de altas densidades de población como Metepec y Toluca, funge como opción primordial para el desplazamiento poblacional.

La delegación cuenta con habitantes residentes en un territorio aún considerado por el Plan de Desarrollo Municipal 2016-2018 con un uso de suelo agrícola de temporal en un gran porcentaje; lo que permite analizar y determinar el rezago en el cambio de usos de suelo en aquellos que de forma física, se encuentran en condiciones de “zona urbana”. Situación que presentan los conjuntos urbanos ya construidos y habitados y que son conectados por vialidades jerarquizadas para su comunicación como la carretera estatal Toluca-Tenango del Valle.

El Mapa 3 de usos del suelo, que a continuación se muestra, permite visualizar la ganancia que tiene el suelo agrícola sobre el territorio de la delegación de San Andrés Ocotlán, siendo el foco de atención el uso de suelo sobre el que se encuentra establecido el conjunto urbano residencial. Lo que permea la posibilidad aún mayor sobre el riesgo y vulnerabilidad que el tipo de suelo agrícola le proporciona, rescatando las aportaciones de la FAO (Food Agriculture Organization), 2018, que establece las consecuencias del incremento de los niveles de agua en este tipo de suelos, manifestando que hace disminuir el rendimiento de los cultivos.

Mapa 3. Usos del Suelo, San Andrés Ocotlán.



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI 2017

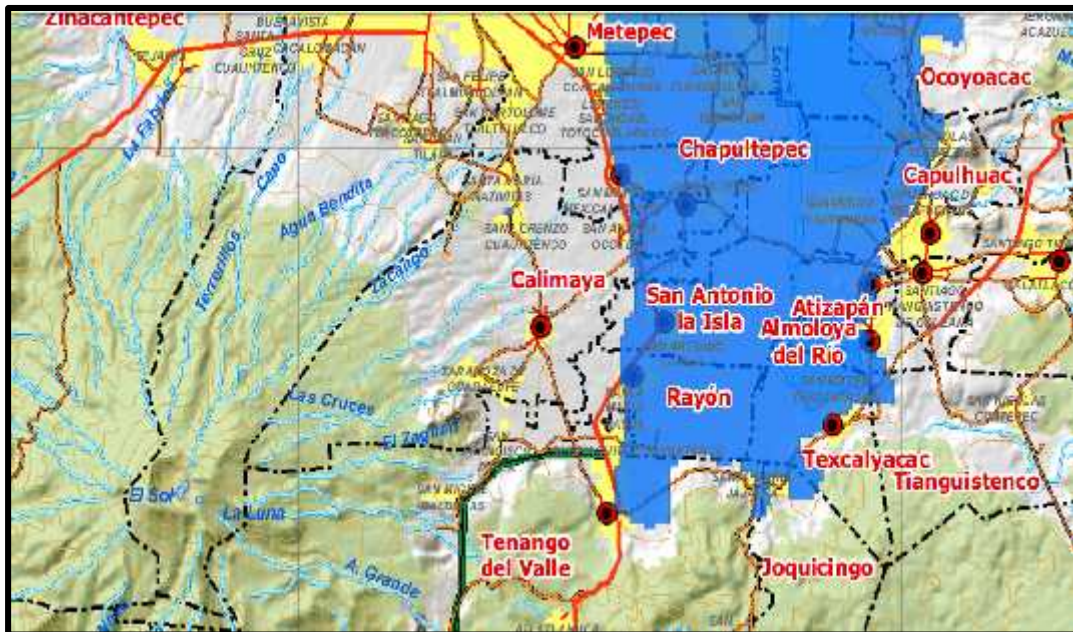
Resultado de ello es la construcción del conjunto urbano Residencial San Andrés, el cual forma parte de un proceso dividido en tres etapas según González (2018). El conjunto fue construido en una segunda etapa considerada en 9 años 2001-2010. Siendo el “siete de diciembre de 2007 cuando se publica en la Gaceta de Gobierno del Estado de México la autorización a la empresa inmobiliaria Hemajo de Atlacomulco S.A. de C.V., el conjunto urbano cerrado denominado Residencial San Andrés, en una superficie de 25,597.29 m² , con 121 viviendas en 53 lotes y 4 manzanas en condominio cerrado de tipo medio, ubicado en la periferia de San Andrés Ocotlán, en los suelos de vocación agrícola clasificados por el PDM (2003) como suelo agrícola de mediana productividad (AG-MP), en el km. 12.6 de la carretera Toluca-Tenango del Valle.”

Contando de manera general con equipamiento de tipo educativo: “a) un aula de jardín de niños; b) dos aulas de escuela primaria o secundaria,” equipamiento básico como “c) jardín vecinal, e) zona deportiva y juegos infantiles.” Así como “infraestructura primaria: a) suministro de agua potable y descarga de aguas negras y pluviales; b) vialidad”. (Ídem)

De esta manera, se da un panorama sobre los elementos en los que se genera un impacto en beneficios o afectaciones en el factor social.

Caracterizado por un relieve de alta montaña y localizado en las faldas del ícono representativo del estado, es decir, el volcán Xinantécatl, mismo que debido a las variaciones climáticas en el transcurso del año, principalmente en las mediaciones del mismo, impacta tanto a la cabecera del municipio de Calimaya, como a localidades adyacentes con la gran cantidad de escurrimientos que buscan una trayectoria natural. Algunos de ellos son los derivados de comunidades como Las Cruces, que encuentra a su paso la delegación de San Andrés Ocotlán, fungiendo ésta como balsa en temporales, donde el agua pluvial incrementa sus niveles de manera significativa mostrándose a continuación.

Figura 8. Escurrimientos del Nevado de Toluca



Fuente: Plan Estatal de Desarrollo 2007. Plano "Zonas Susceptibles a inundación"

Sin aún ser estipulado en el Plan de Desarrollo Municipal, es a nivel estatal que se encuentran zonificadas las áreas con mayor susceptibilidad a presentar inundaciones, incluyendo una porción del municipio de Calimaya, específicamente su delegación en conurbación a este: San Andrés Ocotlán y pudiéndose percibir que el conjunto urbano Residencial San Andrés se encuentra dentro de dicha zonificación. Como se muestra en la siguiente figura.

Figura 9. Zonas Susceptibles a inundación



Fuente: Plan Estatal de Desarrollo 2007. Plano “Zonas Susceptibles a inundación”

Uno de los efectos secundarios del desplazamiento urbano son las alteraciones al medio natural en el entorno y los riesgos a los que el territorio está expuesto. La invasión por construcciones en las direcciones naturales que los cuerpos de agua toman en temporales de lluvia es muestra de dichas alteraciones de orden antropogénico.

Tener en cuenta cada uno de los elementos que constituyen un asentamiento humano establecido, como el número de habitantes, número de viviendas, servicios básicos y adicionales con los que cuenta la población, permiten tener un antecedente y base sobre los factores que presenten posibles daños en la zona en caso de ocurrir un desastre. Incrementando los niveles de pérdidas humanas y materiales

**CAPÍTULO 3. ANÁLISIS DEL CONJUNTO
URBANO RESIDENCIAL SAN ANDRÉS.
(DESDE LO EMPÍRICO)**

Los factores de riesgo, peligro y vulnerabilidad se encuentran inmersos en la naturaleza del territorio, mismos que resultan imperceptibles en su actuar. De tal forma, la población encuentra difícil generar una capacidad de respuesta favorable ante un fenómeno de desastre como lo es la inundación.

Como parte de la planeación estratégica en los distintos niveles del territorio, la prevención juega un papel importante para la mitigación y reducción de una parte porcentual de los efectos físicos, materiales y sociales que los fenómenos naturales traen consigo en los grupos de población del área geográfica.

El municipio de Calimaya pertenece al grupo de municipios en la cuenca del río Lerma, por lo que funge como uno de los rebalsadores de la desembocadura del río, trayendo consigo una serie de inundaciones constantes, principalmente en los meses de temporales de lluvia, donde en el municipio se concentran en los meses de mayo a septiembre, siendo los meses de junio a septiembre donde se presenta un incremento de humedad con precipitaciones máximas de 190 mm, teniendo incremento máximo de 750.5 mm.

De esta manera, resulta fundamental la realización de la prevención de la vulnerabilidad por inundación en el conjunto urbano San Andrés en el municipio de Calimaya, mediante dos procesos metodológicos, el primero, es el utilizado por el CENAPRED, en el cual plantea los rangos de vulnerabilidad de acuerdo con los materiales de construcción y los daños económicos a las viviendas, delimitándolos en categorías desde “muy baja, baja, media, alta y muy alta”.

El segundo proceso metodológico utilizado es el algebraico, estipulado en la metodología empleada en el marco referencial del municipio de Atemajac perteneciente al estado de Jalisco, en el cual se realiza el manejo de los indicadores de los componentes social, económico, ambiental, físico y social, complementándolos con el método realizado en el estudio llevado a cabo en la localidad de Jajalpa perteneciente al municipio de Tenango del Valle en el Estado de México, en el cual se realiza el manejo de indicadores de vivienda, salud y población.

3.1 MÉTODO ANALÍTICO-COMPARATIVO

Como se menciona previamente, la Guía de Contenido Mínimo para la elaboración de Atlas Nacional de Riesgos 2016 determina que debe estimarse la vulnerabilidad de los bienes expuestos, tomando en cuenta la susceptibilidad de daños que pudieran ocasionar las intensidades de cada agente perturbador y expresarlo mediante funciones de vulnerabilidad, las cuales se definen mediante curvas que relacionan el *valor esperado* del daño y la *desviación estándar* con la intensidad del fenómeno amenazante.

Por lo tanto “para estimar la vulnerabilidad de los sistemas expuestos se utilizarán las intensidades para los fenómenos geológicos e hidrometeorológicos especificados en los capítulos IV y V de dicha Guía”

Para llevar a cabo dicho proceso metodológico, se realizó una recopilación de información por medio de censos temáticos referentes a los agentes perturbadores involucrados en la zona del conjunto urbano Residencial San Andrés, mismos que son comparados con los establecidos por el CENAPRED 2006.

Si bien el conjunto urbano es considerado como uno de los nuevos efectos para los asentamientos humanos en las diferentes regiones, resulta indispensable poner en consideración como base, la categorización de las viviendas según el material de su construcción.

Tabla 26. Material en las Viviendas

En muros		En techo	
Tipo	Descripción	Tipo	Descripción
M1	Cartón o plástico	T1	Cartón o plástico
M2	Piedra	T2	Lámina (cartón, asbesto, plástico o galvanizado)
M3	Láminas de cartón	T3	Palma
M4	Bahareque	T4	Teja
M5	Adobe sin repellido	T5	Losa de concreto sobrepuesta o vigueta
M6	Madera	T6	Losa de concreta ligada
M7	Adobe con repellido		
M8	Tabique de barro o concreto sin elementos de concreto		
M9	Tabique de barro o concreto con elementos de concreto		

Fuente: CENAPRED 2006, citado en Vázquez (2011)

Según González (2018) existe “libertad otorgada a los inversionistas, la política de vivienda y la presión demográfica entre otros” misma que les concede libertad en el uso de materiales para la construcción de las viviendas, sin embargo, por el nivel de construcción con el que las empresas crean las viviendas ofertadas para los residentes de las mismas, debe seleccionarse el tipo de dichos materiales para determinar el riesgo existente en la zona.

Sin embargo, es indispensable mostrar los aquellos que se encuentran estipulados en el Centro Nacional de la Prevención de Desastres (CENAPRED), tomándolos como base para la delimitación de aquellos materiales utilizados para la construcción de las viviendas, siendo que la regulación de ellos no exime a los conjuntos urbanos cerrados o de diversa índole.

Es así que para poder asignar un nivel de riesgo en la zona según el Centro, se presenta una tabla con la jerarquización del tipo de vivienda de acuerdo con los materiales utilizados en techo y muros, mismo que delimita el tipo en el que se

encuentra y que funge como precedente de forma física visual para determinar el nivel de daño en caso de desastre

Tabla 27. Clasificación del tipo de vivienda según el material usado en techo y muros.

No.	Tipo	Combinaciones entre tipo de material para techo y muros
1	I	Viviendas con muros de cartón o plástico y techo de cartón o plástico
2	II	Viviendas con muros de piedra sobre piedra y techo de lámina (cartón, plástico, asbesto o galvanizado)
3	III	Viviendas con muros de piedra sobre piedra y techo de palma
4	I	Viviendas con muros de láminas de cartón y techo de lámina (cartón, plástico, asbesto o galvanizado)
5	II	Viviendas con muros de bahareque y techo de lámina (cartón, plástico, asbesto o galvanizado)
6	III	Viviendas con muros de bahareque y techo de palma
7	I	Viviendas con muros de adobe sin repellado y techo de lámina (cartón, plástico, asbesto o galvanizado)
8	II	Viviendas con muros de adobe sin repellado y techo de palma
9	III	Viviendas con muros de adobe sin repellado y techo de teja
10	IV	Viviendas con muros de madera y techo de lámina (cartón, plástico, asbesto o galvanizado)
11	IV	Viviendas con muros de madera y techo de palma
12	IV	Viviendas con muros de adobe con repellado y techo de lámina (cartón, plástico, asbesto o galvanizado)
13	IV	Viviendas con muros de adobe con repellado y techo de palma
14	IV	Viviendas con muros de adobe con repellado y techo de teja
15	V	Viviendas con muros de adobe con repellado y techo de losa de concreto sobrepuesto o vigueta y bovedilla
16	IV	Viviendas con muros de mampostería sin elementos de concreto y techo de lámina (cartón, plástico, asbesto o galvanizado)
17	IV	Viviendas con muros de mampostería sin elementos de concreto y techo de palma
18	IV	Viviendas con muros de mampostería sin elementos de concreto y techo de teja
19	V	Viviendas con muros de mampostería sin elementos de concreto y techo de losa de concreto sobrepuesta o vigueta y bovedilla
20	IV	Viviendas con muros de mampostería con elementos de concreto y techo de lámina (cartón, plástico, asbesto o galvanizado)
21	IV	Viviendas con muros de mampostería con elementos de concreto y techo de palma
22	IV	Viviendas con muros de mampostería con elementos de concreto y techo de teja
23	V	Viviendas con muros de mampostería con elementos de concreto y techo de losa de concreto sobrepuesta o vigueta y bovedilla
24	V	Viviendas con muros de mampostería con elementos de concreto y techo de losa de concreto ligado

Fuente: CENAPRED, 2006.

Teniendo los elementos previos, estos funcionan como guía para la determinación del índice de vulnerabilidad en el conjunto urbano residencial San Andrés. Es de esta manera como se presenta la organización de los rangos del índice de vulnerabilidad planteado por el Centro Nacional de Prevención de Desastres.

Por otra parte, es importante considerar los materiales de construcción de las viviendas, ya que permite realizar una estimación de los daños en los bienes de los residentes de ellas.

De esta manera, se establece la descripción de cada tipo de residencia, es decir, se describen las características generales de las viviendas para cada tipología, en donde se determinan los rubros correspondientes a cada construcción. Siendo asignado así un rango dentro del índice de vulnerabilidad en el área, establecido por el Centro Nacional de la Prevención de Desastres.

Funciones de vulnerabilidad para el manejo de casa

Vivienda tipo I Este tipo corresponde a los hogares más humildes, una vivienda consta de un solo cuarto multifuncional, construido con material de desecho. Así mismo, el menaje es el mínimo indispensable. Para este tipo de vivienda se cuantificó un menaje con un costo aproximado de \$12,500.

Vivienda tipo II El segundo tipo corresponde a hogares que pueden ser clasificados como de clase baja, donde la vivienda puede ser descrita como una vivienda de autoconstrucción o viviendas construidas con materiales de la zona, la mayoría de las veces sin elementos estructurales. Con respecto al menaje, la hipótesis es que las diferentes habitaciones cuentan con sus muebles propios y están más o menos definidas, su costo en menaje es de \$50,000.

Vivienda tipo III El tercer tipo de viviendas también puede ser clasificado como clase baja, similar al tipo II pero con techos más resistentes, construida la mayoría de las veces sin elementos estructurales. El menaje corresponde el necesario para las diferentes habitaciones, como en el anterior nivel; sin embargo se considera de mayor calidad y por lo tanto un mayor costo, que le corresponde a \$150,500

Vivienda tipo IV El cuarto tipo de viviendas se identifica como la típica para la clase media, es decir, que puede ser equiparada con una vivienda de interés social, construida la mayoría de las veces con elementos estructurales. El menaje que se ha seleccionado corresponde con el de una casa típica de una familia de profesionistas que ejercen su carrera y viven sin complicaciones económicas, teniendo un menaje de \$300,000

Vivienda tipo V Finalmente, el último sector de viviendas, corresponde al tipo residencial, construida con acabados y elementos decorativos que incrementan sustancialmente su valor. El menaje está formado por artículos de buena calidad y con muchos elementos de comodidad, en este tipo de vivienda se cuantificó un costo de \$450,000

Fuente: CENAPRED, 2006.

En nuestro país se ha sido aplicado un método de forma constante, mediante el vaciado de información en una matriz como parte de una planeación preventiva en aquellas zonas que presentan mayores rasgos de afectación por fenómenos hidrometeorológicos, donde se consideran los rangos planteados previamente en las tablas de “Clasificación de viviendas” y en la descripción anterior del “Tipo de Vivienda” según los materiales utilizados para la construcción de las mismas, establecidas por el Centro Nacional para la Prevención de Desastres (CENAPRED) 2006.

Sin embargo, existen factores que se han dejado de lado y que resultan importantes tener en consideración, tales como la distancia con cuerpos de agua; éste elemento, nos permite generar información anticipada, al conocer la distancia ya sea en metros o kilómetros de los asentamientos urbanos.

Por otra parte, conocer el estado de conservación de las viviendas permite determinar con antelación de manera visual, aquellos daños ocasionados por el fenómeno de inundación en las viviendas. Ambos indicadores, marcan el grado de vulnerabilidad de la zona de forma anticipada.

Es de esta manera como se plantea complementar a la matriz de ponderación y valoración de las variables de vulnerabilidad los indicadores previamente descritos a aquella utilizada por el CENAPRED. Ambos indicadores, forman parte de la metodología presentada y aplicado en los estudios realizados en Predes, Perú.

De tal forma que la matriz para la valoración de los riesgos por inundación contienen los indicadores que facilitarán la prevención y reducción de daños de los habitantes, sin exclusividad de la zona que se analice.

Tabla 28. Valoración de las variables de vulnerabilidad

No. De viviendas	Materiales		Estado de conservación	Distancia al borde del río/ rebalse del cuerpo de agua	Tipo	Vulnerabilidad
	Muros	Techo				

Fuente: Elaboración propia con información complementaria de CENAPRED,2006 y Lozano,2008.

Para el caso de las viviendas en el Residencial San Andrés, la matriz anterior puede ser aplicada sin mayores complicaciones, dentro de la cual se hace referencia a la determinación detallada de la situación en la que se encuentran las viviendas.

Resultado del análisis de los elementos descritos previamente, CENAPRED establece el índice de Vulnerabilidad en el que se encuentran las viviendas, partiendo del tipo de vivienda, los que van de I, II, III, IV y V, y que corresponden a los rangos de “Alto, Medio-Alto, Medio, Medio-bajo, y Bajo” respectivamente en ese orden. Tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 29. Índice de vulnerabilidad según el tipo de vivienda. CENAPRED

Tipo	Índice de Vulnerabilidad
I	Alto
II	Medio-Alto
III	Medio
IV	Medio Bajo
V	Bajo

Fuente: CENAPRED, 2006, citado en Vázquez, 2011

3.2 MÉTODO INSTRUMENTAL

Este método, tiene por objetivo, determinar el índice de vulnerabilidad de la zona de análisis, para lo cual se realiza la recopilación de información numérica para la realización de los procedimientos y cálculos matemáticos, en beneficio de la obtención de resultados que permitan ubicarlos en los rangos establecidos por el Centro Nacional para la Prevención de Desastres.

La organización de información se realiza mediante los indicadores del entorno del Residencial, de tal manera que se lleva a cabo el método paramétrico utilizado para el análisis de la cuenca Atemajac en Jalisco, donde se dividen en cuatro componentes: social, económico, ambiental y físico.

Para llevar a cabo los procedimientos metodológicos, se tomaron los datos de la localidad, al igual que los correspondientes al conjunto urbano, sin embargo, para la realización de las operaciones, fue necesario tomar los datos del municipio para un resultado más cercano.

Cada indicador responde a los rubros de los componentes respectivos, tales como *población en el área de inundación, acceso a medios de comunicación, porcentaje de área urbanizada, volumen de lluvia anual, capacidad de regulación*, entre otros.

- **Componente Social**

Para generar el índice de vulnerabilidad para el componente social, se tomó en consideración los elementos más relevantes adaptados a la localidad y al conjunto urbano; donde cada indicador corresponde a la población en el área de inundación, porcentaje de área urbanizada, porcentaje de viviendas en abandono, mortalidad, experiencias de aprendizaje (número de personas que han sido afectadas por inundación en función de la población), mortalidad, acceso a medios de información, índice de desarrollo humano, sistemas de alarma, rutas de evacuación, conciencia/preparación, como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 30. Componente Social

Indicador	Unidad
Población en área de inundación	hab.
Porcentaje de área urbanizada	%
Mortalidad	hab.
Acceso a medios de comunicación	% viviendas
Índice de Desarrollo Humano	adim.
Experiencias de aprendizaje	hab
Porcentaje de viviendas en abandono	%
Sistemas de alarma	adim
Rutas de evacuación	%
Conciencia/preparación	adim

Fuente: Elaboración propia con recopilación de información en Hernández-Urbe et al., 2017

Como parte del proceso para la obtención del índice de vulnerabilidad, se consideró la siguiente expresión:

$$FVI_{\text{social}} = \frac{P_{fa}, U_a, dis, C_m.}{P_e, AP, C_{pr}, W_s, E_r, HDI}$$

Donde cada indicador se encuentra abreviado como sigue, de tal forma que para un mejor análisis y comprensión se desglosa de la siguiente manera:

Tabla 31. Desglosamiento de componentes para la función aritmética.
Componente social

EXPRESIÓN	CORRESPONDENCIA
FVI_{social}	Flood Vulnerability Index (Índice de Vulnerabilidad por inundación)
P_{fa}	Población en área de inundación
U_a	Porcentaje de área urbanizada
dis	Porcentaje de viviendas en abandono
C_m	Mortalidad infantil
P_e	Experiencias de aprendizaje
AP	Conciencia/preparación
C_{pr}	Acceso a medios de información
W_s	Sistemas de alarma
E_r	Rutas de evacuación
HDI	Índice de Desarrollo Humano

Fuente: Elaboración propia con base en desglosamiento de indicadores con recopilación de información en Hernández-Urbe et al., 2017

- **Componente económico**

De igual forma, para la generación y obtención del índice de vulnerabilidad del componente económico, se toma en consideración los indicadores que corresponden no sólo a dicho sector, sino también al componente territorial debido a los aspectos expuestos.

Cada indicador corresponde al porcentaje de uso de suelo en áreas verdes, porcentaje de área urbanizada, desempleo, desigualdad, volumen de lluvia anual, expectativa de vida, inversión gubernamental, capacidad de regulación, seguros contra inundación y experiencias de aprendizaje.

Para lo cual, la generación el índice de vulnerabilidad se continúa mediante la expresión:

$$FVI_{\text{económico}} = \frac{L_u, U_m, I_{\text{ineq}}, U_a}{L_{ei}, F_i, A_{\text{minv}}, D_{\text{sc}}, P_e} \cdot V_{\text{year}}$$

La expresión anterior puede desglosarse de la siguiente manera:

Tabla 32. Desglosamiento de componentes para la función aritmética.
Componente económico

EXPRESIÓN	CORRESPONDENCIA
FVI_{económico}	Flood Vulnerability Index (Índice de Vulnerabilidad por inundación)
L_u	Uso de suelo
U_m	Desempleo
I_{ineq}	desigualdad
U_a	Porcentaje de área urbanizada
L_{ei}	Expectativa de vida
F_i	Seguros contra inundación
A_{minv}	Inversión gubernamental
D_{sc}	Capacidad de regulación
V_{year}	Volumen de lluvia anual
P_e	Experiencias de aprendizaje

Fuente: Elaboración propia con base en desglosamiento de indicadores con recopilación de información en Hernández-Urbe et al., 2017

Los indicadores, se encuentran determinados por una unidad de medida para su maleabilidad, por lo que su caracterización se muestra según el componente a analizar, tal es el caso del componente económico que posee los indicadores siguientes con la unidad que le corresponde

Tabla 33. Componente económico

Indicador	Unidad
Población de uso de suelo (áreas verdes)	%
Porcentaje de área urbanizada	%
Volumen de lluvia anual	mm
Capacidad de regulación	m ³
Desempleo	%
Desigualdad	adim
Expectativa de vida	adim
Inversión gubernamental	\$
Seguros contra inundación	\$
Experiencias de aprendizaje	adim

Fuente: Elaboración propia con recopilación de información en Hernández-Urbe et al., 2017

- **Componente Ambiental**

Dentro del componente ambiental, los indicadores relevantes considerados para el análisis son: el porcentaje de uso de suelo de acuerdo a las áreas verdes, porcentaje de crecimiento urbano, promedio de precipitación anual y la tasa de evaporación anual.

La expresión aritmética como base fundamental para el proceso de generación del índice de vulnerabilidad en el presente componente es la siguiente:

$$FVI_{\text{ambiental}} = \frac{U_g, R_{\text{rainfall}}}{E_v, L_u}$$

Dentro de los indicadores que componen la expresión, se desglosan como continúa:

Tabla 34. Desglosamiento de componentes para la función aritmética. Componente ambiental.

EXPRESIÓN	CORRESPONDENCIA
FVI_{ambiental}	Flood Vulnerability Index (Índice de Vulnerabilidad por inundación)
U_g	Crecimiento Urbano
R_{rainfall}	Lluvias (promedio de precipitación anual)
E_v	Evaporación (tasa de evaporación anual)
L_u	Uso de suelo (porcentaje de áreas verdes)

Fuente: Elaboración propia con base en desglosamiento de indicadores con recopilación de información en Hernández-Urbe et al., 2017

Los indicadores se muestran con la unidad de medida correspondiente como se presentan en la tabla, donde contiene los elementos característicos al componente en análisis

Tabla 35. Componente ambiental

Indicador	Unidad
Uso de suelo (áreas verdes)	%
Lluvias (promedio de precipitación anual)	mm/año
Crecimiento urbano	%
Evaporación	mm/año

Fuente: Elaboración propia con recopilación de información en Hernández-Urbe et al., 2017

- **Componente físico**

Uno de los factores determinantes es el componente físico, en el cual los índices considerados para su análisis es la topografía de cauces del río, proximidad al río, tasa de evaporación, promedio de precipitación al año, volumen de lluvia escurrido, capacidad de regulación y la longitud de la estructura rompe picos.

Para la obtención del índice de vulnerabilidad respecto a este componente, se procedió a la siguiente expresión:

$$FVI_{\text{físico}} = \frac{T, P_r, \dots}{\frac{E_v}{\text{Rainfall}}, \frac{D_{sc}}{V_{\text{year}}}, D_l}$$

Donde cada elemento es desglosado particularmente para un mejor análisis de la siguiente manera:

Tabla 36. Desglosamiento de componentes para la función aritmética.
Componente físico

EXPRESIÓN	CORRESPONDENCIA
FVI_{físico}	Flood Vulnerability Index (Índice de Vulnerabilidad por inundación)
T	Topografía de cauces
P_r	Proximidad al río
E_v	Tasa de evaporación
Rainfall	Lluvias
D_{sc}	Capacidad de regulación
V_{year}	Volumen de lluvia anual
D_l	Diques (longitud de la estructura rompepicos)

Fuente: Elaboración propia con base en desglosamiento de indicadores con recopilación de información en Hernández-Uribe et al., 2017

Los elementos correspondientes al componente físico, se han desglosado como se muestra en la tabla, aunado a la unidad en la que se presenta.

Tabla 37. Componente físico

Indicador	Unidad
Proximidad al río	m
Lluvias (promedio de precipitación al año)	mm
Capacidad de regulación	adim.
Volumen anual	mm
Topografía de cauces	adim
Tasa de evaporación	mm/año
Diques	km

Fuente: Elaboración propia con recopilación de información en Hernández-Urbe et al., 2017

De esta manera, resulta necesario que la generación de los resultados obtenidos de cada componente se normalicen, es decir, se estandaricen con una expresión más; de tal forma que los rangos se encuentren dentro de los estipulados en la tabla de índices de vulnerabilidad según el CENAPRED, siendo así la expresión:

$$FVI = \frac{FVI_j}{\max_{i=1}^n (FVI_i)}$$

Donde:

Tabla 38. Desglosamiento de componentes para la función aritmética. Normalización

EXPRESIÓN	CORRESPONDENCIA
FVI	Flood Vulnerability Index (Índice de Vulnerabilidad por inundación)
FVI_j	Índice de Vulnerabilidad por componente
máxⁿ	Resultado mayor de los componentes
i=1	Indicador estándar a 1
FVI_i	Cada índice de los componentes <i>social, ambiental, económico y físico</i>

Fuente: Elaboración propia con base en desglosamiento de indicadores con recopilación de información en Hernández-Urbe et al., 2017

3.3 RESULTADOS DEL MÉTODO INSTRUMENTAL

Tal como se presentó al inicio de este apartado, se tomaron como base los rangos de medición del CENAPRED para conocer la situación presente del grado de vulnerabilidad en la que se encuentra un asentamiento humano. Por tal motivo, se utilizaron los procesos para la elaboración numérica y generación de los índices que tengan como vertiente los rangos entre 0 y 1, donde 0 representa un índice de vulnerabilidad bajo y la contraparte del rango 1 que representa un índice de vulnerabilidad alto. Sin embargo, los resultados no sólo tendrán como resultados rígidos los establecidos anteriormente, sino que sus variaciones se encuentran en rangos que permitan determinar un grado de vulnerabilidad que no se presente en los extremos bajos o muy altos.

El Centro Nacional de Prevención de Desastres plantea los criterios para estimar el índice de riesgo de forma cualitativa, donde se encuentra complementado con rangos numéricos para su comparación, mismos que se agrupan en cinco niveles:

Tabla 39. Niveles de riesgo

Valor de I_{RF} , I_A , I_{Mun}	Nivel de riesgo
0.0 $I_{RF}, I_A, I_{Mun} < 0.2$	Muy bajo
0.2 $I_{RF}, I_A, I_{Mun} < 0.4$	Bajo
0.4 $I_{RF}, I_A, I_{Mun} < 0.6$	Medio
0.6 $I_{RF}, I_A, I_{Mun} < 0.8$	Alto
0.8 $I_{RF}, I_A, I_{Mun} 1.0$	Muy alto

Fuente: CENAPRED 2006

Para el análisis situacional de los índices de vulnerabilidad del conjunto urbano cerrado Residencial San Andrés, se realiza una segregación de información en grupos llamados componentes.

3.3.1 COMPONENTE SOCIAL

Para efectos de adaptación de acuerdo a la zona en estudio, de los indicadores propuestos para este apartado según el componente, se consideran solamente los indicadores de porcentaje de población en área de inundación, porcentaje de área

urbanizada, mortalidad, acceso a medios de comunicación, índice de desarrollo humano y experiencias de aprendizaje.

Tabla 40. Adaptación de indicadores. Componente Social

Indicador	Registro	Unidad
Población en área de inundación	5,200	hab.
Porcentaje de área urbanizada	100	%
Mortalidad	4.22	hab.
Acceso a medios de comunicación	48.98	% viviendas
Índice de Desarrollo Humano	0.79	adim.
Experiencias de aprendizaje	200	hab

Fuente: Elaboración propia con recopilación de información INEGI, 2015, PDU 2010, Gobierno del Estado de México "Reincidencia de inundaciones 2002-2016"

De esta manera, el proceso aritmético permite utilizar los indicadores marcados en la tabla anterior de la siguiente forma:

$$FVI_{\text{social}} = \frac{P_{fa}, U_a, C_m.}{C_{pr}, W_s, HDI}$$

Y teniendo como resultado el índice no estandarizado del componente social:

$$FVI_{\text{social}} = 21.15$$

3.3.2 COMPONENTE ECONÓMICO

Dentro de este componente, se realizó la adaptación de los indicadores característicos del conjunto urbano cerrado de la misma manera como se hicieron con el anterior y los posteriores. Es de esta manera en que se realiza una adaptación del estado en el que se encuentra el residencial, por lo que para este efecto, se han tomado en consideración los índices relevantes para el área, siendo así el porcentaje de uso de suelo en áreas verdes, porcentaje de área urbanizada, volumen de lluvia anual y la capacidad de regulación los indicadores predominantes.

Tabla 41. Adaptación de indicadores. Componente Económico

Indicador	Registro	Unidad
Población de uso de suelo (áreas verdes)	16.12	%
Porcentaje de área urbanizada	100	%
Volumen de lluvia anual	109	mm
Capacidad de regulación	0.001	m ³
Desigualdad (entre 0 y 1)	0	adim

Fuente: Elaboración propia con recopilación de información INEGI, 2015, PDU 2010, Gobierno del Estado de México "Reincidencia de inundaciones 2002-2016"

Contando con los indicadores anteriores, la metodología cuantitativa se lleva a cabo de la siguiente manera:

$$FVI_{\text{económico}} = \frac{L_u, I_{\text{neg}}, U_a}{\frac{D_{\text{sc}}}{V_{\text{year}}}}$$

Teniendo como resultado el índice no estandarizado subsecuente:

$$FVI_{\text{económico}} = 12.67$$

3.3.3 COMPONENTE AMBIENTAL

Con las adecuaciones a la caracterización del asentamiento es de esta manera como se tomaron como principales para el análisis del estado del conjunto urbano los factores de uso de suelo y promedio de precipitación anual, quedando de la siguiente manera:

Tabla 42. Adaptación de indicadores. Componente Ambiental

Indicador	Registro	Unidad
Uso de suelo (áreas verdes)	16.12	%
Lluvias (promedio de precipitación anual)	705.5	mm

Fuente: Elaboración propia con recopilación de información INEGI, 2015, PDU 2016-2018, Gobierno del Estado de México "Reincidencia de inundaciones 2002-2016"

Dichos indicadores mostrarán el punto de atención de este componente, es decir, aquellos elementos del entorno que resultan con mayores afectaciones y/o actores principales en la ocurrencia de las inundaciones en el conjunto urbano de la delegación de San Andrés.

Realizando el cálculo de la siguiente expresión para este componente:

$$FVI_{\text{ambiental}} = \frac{\text{Rainfall}}{L_u}$$

Los elementos seleccionados para el proceso de cálculo permiten tener como resultado el índice no estandarizado:

$$FVI_{\text{ambiental}} = 43.78$$

3.3.4 COMPONENTE FÍSICO

Tomando en consideración los índices cercanos y con mayor generación de información, se realizó la adaptación para la zona, por lo que se utilizaron los rubros de proximidad al río, el promedio de precipitación al año en el área, la capacidad de regulación del suelo y el volumen anual de acumulación de agua.

Tabla 43. Adaptación de indicadores. Componente Físico

Indicador	Registro	Unidad
Proximidad al río	31.46	m
Lluvias (promedio de precipitación al año)	705.5	mm
Capacidad de regulación	0.001	adim.
Volumen anual	190	Mm

Fuente: Elaboración propia con recopilación de información INEGI, 2015, PDU 2016-2018, Gobierno del Estado de México "Reincidencia de inundaciones 2002-2016"

Dichos indicadores dan la pauta para la elaboración del cálculo de la expresión:

$$FVI_{\text{físico}} = \frac{P_r}{R_{\text{rainfall}} \cdot \frac{D_{sc}}{V_{\text{year}}}}$$

Teniendo como resultado de los elementos anteriores, el índice de vulnerabilidad no estandarizado para el componente físico:

$$FVI_{\text{físico}} = 22.74$$

3.3.5 NORMALIZACIÓN O ESTANDARIZACIÓN

Los resultados de cada componente por sí solos muestran alteraciones en las escalas de riesgo establecidas por CENAPRED, organismo que establece rangos no disgregados para las zonas que se encuentran en riesgo latente de un fenómeno natural. Por lo tanto, se llevó a cabo el cálculo de normalización que concentre los resultados de los índices de cada componente y los puntualice dentro de la tabla de los niveles de riesgo físico.

La expresión de normalización se estableció de la siguiente manera:

$$FVI = \frac{FVI_i}{\max_{i=1}^n (FVI_i)}$$

Al igual que la recopilación de la información estadística fue segregada en componentes, la normalización se llevó a cabo de la misma manera, teniendo que:

Tabla 44. Índices normalizados

Componente	Resultado normalizado (estandarizado)
Social	0.13
Económico	0.08
Ambiental	0.26
Físico	0.14

Fuente: Elaboración propia con base en cálculos de índices de vulnerabilidad

Para obtener como resultado final el Índice de Vulnerabilidad Total, se procedió a realizar la suma de cada uno de los índices normalizados por componente, resultado que propicia la ubicación del nivel de riesgo que existe en el conjunto urbano dentro de los rangos predeterminados. Teniendo entonces el cálculo siguiente:

$$FVI_{total} = FVI_{social} + FVI_{económico} + FVI_{ambiental} + FVI_{físico}$$

$$FVI_{total} = 0.61$$

Dicho resultado da pie a la generación y localización dentro de los rangos tanto del índice de vulnerabilidad, como del nivel de riesgo por inundación del conjunto urbano Residencial San Andrés, teniendo en cuenta todas aquellas adecuaciones realizadas por la naturalidad del asentamiento urbano, es decir, la dimensión geográfica analizada se concentró en un solo asentamiento de tipo cerrado.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

El ser humano en convivencia social, se ha enfrentado a cambios de distinta índole de forma diádica, muchos de ellos sin previsión y planeación como lo son los fenómenos naturales o antrópicos, generando en ellos la capacidad para dar frente a una nueva forma de vida, resultado de daños materiales y o sociales. Dicho de otra forma, resiliencia.

La resiliencia es la capacidad natural de resistencia de un grupo de personas ante cambios adversos, siendo descrito el concepto en la revista TYS Magazine como el “grado de reacción del medio receptor y su capacidad de regenerar su estado inicial luego de recibir el efecto de los agentes impactantes.” Muchos de estos agentes resultan difíciles de evitar, dado que la naturaleza del territorio impide su eliminación, sin embargo, existen aquellos en los que la causa principal es la participación misma de la población residente del área habitada.

Dentro de la planeación se consideran los factores más relevantes para el establecimiento de nuevos asentamientos humanos y para generar en la medida de lo posible, la mejora de la calidad de vida de la población habitante presente y de la proyectada en un futuro cercano, sin embargo, aún se han dejado en segundo término elementos que vulneran no sólo la calidad, sino la vida misma de un porcentaje considerable de los habitantes y generando una problemática en cadena.

Es de esta manera como la reincidencia del fenómeno de inundación en el municipio de Calimaya, permite la producción de la investigación sobre el grado de riesgo y vulnerabilidad en la que se encuentra una pequeña porción de una de las comunidades pertenecientes al municipio que actualmente tiene la función de receptor de nuevas poblaciones provenientes de áreas geográficas con alta densidad demográfica como lo es la ciudad de Toluca o el municipio de Metepec.

Para llevar a cabo la presente investigación, se tomó como base el método conceptual referencial, donde se describen de forma inicial los conceptos básicos inmersos en el fenómeno presentado en el conjunto urbano Residencial San Andrés.

Aunado a dicha descripción conceptual, el método referencial determina la implantación de los casos símiles tanto en la presentación del fenómeno mismo con un cuerpo de agua de las mismas características, la generación de los daños sobre asentamientos humanos y el proceso para la generación del índice de vulnerabilidad que el territorio presenta, como medida de prevención.

Uno de los casos con mayor relevancia y expuestos en esta investigación es aquel desarrollado a nivel estatal por la cuenca Atemajac en el estado de Jalisco. La trascendencia de dicho caso, data del proceso metodológico desarrollado para generar un índice de vulnerabilidad, así como en la determinación de los indicadores para su obtención. Es decir, se extrajo el método aritmético desarrollado para la cuenca de aquel estado y se aplicó de la misma manera para el caso del conjunto residencial, obteniendo los indicadores más cercanos para el área.

4.1 RESULTADOS ESTADÍSTICOS

Siguiendo la metodología planteada para la obtención de indicadores numéricos, se realizó una adaptación según la caracterización en la que los conjuntos urbanos cerrados se encuentran, es decir, tanto las características sociales como físicas se hacen presentes y marcan una diferencia notable y comparativa con la del resto de los asentamientos humanos del municipio de Calimaya, por lo que se seleccionaron aquellos elementos que permitieran determinar los índices de vulnerabilidad que por naturaleza permean a los grupos urbanos.

Fotografía 1. Sección frontal Residencial San Andrés.



Fuente: Elaboración propia 27 de abril de 2018

4.1.1 COMPONENTES

Para tener una percepción más cercana de la estimación del peligro en que se encuentra el conjunto urbano, los elementos numéricos se encuentran agrupados en componentes.

El requerimiento de los indicadores se solicitaba en su totalidad para el proceso aritmético, sin embargo, la adecuación de los indicadores a un asentamiento del tipo urbano cerrado limitaron a una selección y/o adaptación de la información para su proceso.

- COMPONENTE SOCIAL

Algunos de los indicadores se llevaron al proceso de adaptación de la situación social del conjunto urbano, tal es el caso del indicador “mortalidad infantil” planteado en el desarrollo del índice de vulnerabilidad de este componente en el trabajo realizado para la cuenca Atemajac de donde fue extraída la función matemática. El cambio se realizó de forma etérea al indicador “mortalidad”, que dada la edad promedio de los residentes no altera los resultados obtenidos en este componente.

En el sector social se permite observar que la totalidad de residentes del conjunto urbano se encuentra dentro del área de inundación, debido a su extensión física y ubicación geográfica.

Para efectos de accesibilidad tales como televisión, radio e internet, es por lo menos la mitad de los residentes quienes tienen oportunidad de acceder a ellos en caso de emergencia. Aunado a ello uno de los indicadores que resulta de cierta forma un elemento subjetivo es el Índice de Desarrollo Humano, el cual pretende medir la calidad de vida en la que los habitantes se desarrollan en un área geográfica urbanizada.

Como parte de los indicadores del sector social para la obtención de los índices de vulnerabilidad y riesgo en que se encuentra el conjunto urbano Residencial San Andrés, se procedió a la obtención de dicho índice, donde para el caso del Residencial San Andrés, se utilizó el promedio obtenido para el municipio de Calimaya del cual es política y administrativamente perteneciente.

Los parámetros determinados para la categorización del nivel de Desarrollo Humano desde un país hasta un municipio y/o localidad, van de 0 a 1, entendiéndose 0 como el nivel de desarrollo más bajo y 1 como el nivel más alto.

El municipio de Calimaya, y por lo tanto el conjunto residencial posee un IDH de 0.79, interpretándose entonces como un área en un nivel medio de desarrollo según los parámetros establecidos por el PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo) para clasificar a los países del mundo, mostrándose en la siguiente tabla su ubicación respecto a los parámetros establecidos

Tabla 45. Parámetros según el IDH

Nivel de Desarrollo	Parámetro
Países con Alto desarrollo humano	IDH de 0.80
Países con Medio desarrollo humano	IDH entre 0.50 y 0.80
Países con Bajo desarrollo humano	IDH menor de 0.50

Fuente: Elaboración propia con información en Economy Weblog
 (<https://economy.blogs.ie.edu/archives/2009/10/%C2%BFque-es-el-indice-de-desarrollo-humano-idh/>)

Por otra parte, uno de los elementos que cobran mayor relevancia son las experiencias de aprendizaje, traducidas como el número de personas afectadas por el fenómeno de inundación en función de la población. Dicho dato estadístico fue recopilado de las reincidencias de inundaciones en el municipio a través de medios hemerográficos y de los registros del Gobierno del Estado de México por región, siendo que el municipio pertenece a la región Lerma.

Tabla 46. Índice de Desarrollo Humano municipal (Componente Social)

Indicador	Registro	Unidad
Población en área de inundación	5,200	hab.
Porcentaje de área urbanizada	100	%
Mortalidad	4.22	hab.
Acceso a medios de comunicación	48.98	% viviendas
Índice de Desarrollo Humano	0.79	adim.
Experiencias de aprendizaje	200	hab

Fuente: Elaboración propia con recopilación de información INEGI, 2015, PDU 2010, Gobierno del Estado de México "Reincidencia de inundaciones 2002-2016"

- COMPONENTE ECONÓMICO

Los elementos característicos de este componente estarían basados en aspectos monetarios propiamente, sin embargo, es de resaltar que los rubros implican no sólo los ingresos de la población residente, sino las facilidades con las que cuentan los habitantes en situaciones de desastre, especificando al fenómeno hidrometeorológico dada la ubicación de la construcción de las viviendas, tales como un *seguro contra inundación*, mismo que no se encuentra contemplado en el momento de realizar la posesión y habitación del inmueble. De adjuntarse al costo total de las residencias inmobiliarias, éste generaría un reforzamiento en la seguridad de los habitantes y un incremento en la probabilidad de adquisición de los inmuebles en su mayoría o totalidad.

Debido a la ausencia de algunos de los elementos contemplados para este apartado, y a la omisión de algunos otros debido a la situación implícita de los

residentes tales como desempleo, desigualdad, porcentaje de personas con experiencia en inundaciones e inversión gubernamental, éste último no resulta necesario tomar en consideración dado que el conjunto urbano implica la participación de agentes independientes del ámbito gubernamental; se logró realizar una adaptación de los rubros restantes estipulados en el proceso aritmético.

Se consideró el porcentaje de uso de suelo en áreas verdes aledañas a la construcción, el porcentaje de éstas muestran parte del daño por la reincidencia de inundaciones en la zona externa del conjunto urbano. Estos daños visibles proporcionan un detrimento en la posesión de inmuebles, dado que muestran el desgaste y la vulnerabilidad permanente del fenómeno.

Tabla 47. Porcentaje de áreas verdes en zona de inundación

Indicador	Registro	Unidad
Porcentaje de uso de suelo (áreas verdes)	16.12	%
Porcentaje de área urbanizada	100	%
Volumen de lluvia anual	109	mm
Capacidad de regulación	0.001	m ³

Fuente: Elaboración propia con recopilación de información INEGI, 2015, PDU 2010, Gobierno del Estado de México "Reincidencia de inundaciones 2002-2016"

El resto de las variables convergen en la caracterización de la zona, tanto del conjunto urbano como de las construcciones aledañas y de la afectación del fenómeno hidrometeorológico, generando un incremento o decremento en la comercialización tanto de los productos ofertados de los comercios como de los predios pertenecientes al residencial, tales como el volumen de lluvia por año y la capacidad del suelo de regular los niveles acumulados del líquido fluvial como se muestra en la imagen siguiente.

Fotografía 2. Desgaste físico en zona de inundación



Fuente: Elaboración propia 5 de mayo de 2018.

- COMPONENTE AMBIENTAL

Dentro de este componente, las variables planteadas se utilizaron como medio de análisis del entorno físico, así como del proceder natural de los elementos geográficos, tales como el porcentaje de áreas verdes, resaltando de igual manera las áreas contiguas a la construcción, así como las condiciones en las que se encuentran.

Es así que representan el 16% respecto a las urbanizaciones, sin embargo las condiciones en las que se encuentran resultan detonantes en la acumulación de los niveles de agua en los temporales de lluvia, debido a la proximidad de uno de los escurrimientos del Río Grande, foco alarmante para la población por el incremento acelerado del líquido proveniente del Volcán Xinantécatl aunado a la acumulación de agua en los meses de junio a septiembre. Muestra del deterioro y acumulación de los residuos sólidos en las áreas verdes colindantes, pueden visualizarse en la siguiente fotografía.

Fotografía 3. Áreas Verdes en zona de inundación



Fuente: Elaboración propia 27 de abril de 2018.

Los niveles de acumulación de agua por precipitación alcanzan los 109 mm en promedio. Estas acumulaciones complementadas con fenómenos antrópicos como la acumulación de residuos sólidos de desecho, son generadores de una acumulación mayor de agua, alcanzando los 705.5 mm, que representan un incremento considerable de los niveles de agua, elemento que resultó relevante para la determinación del índice de vulnerabilidad y riesgo del conjunto urbano, destacado de los que se retomaron del modelo metodológico de la cuenca Atemajac, resaltándose como a continuación se muestra en la tabla.

Tabla 48. Promedio de precipitación anual

Indicador	Registro	Unidad
Uso de suelo (áreas verdes)	16.12	%
Lluvias (promedio de precipitación anual)	705.5	mm

Fuente: Elaboración propia con recopilación de información INEGI, 2015, PDU 2016-2018, Gobierno del Estado de México "Reincidencia de inundaciones 2002-2016"

Aunado a los niveles alcanzados, el arrastre de residuos sólidos como materiales de construcción provenientes de las minas distribuidas en el municipio y en sus localidades, éstos provenientes de los escurrimientos naturales de las elevaciones físicas como el Nevado de Toluca son factores que limitan la filtración del agua como se muestra en la siguiente imagen.

Fotografía 4. Áreas verdes en zona de inundación. Tramo aledaño Residencial San Andrés.



Fuente: Elaboración propia 27 abril de 2018.

- COMPONENTE FÍSICO

Uno de los resultados de la segregación de información estadística fue el componente físico, apartado que permite diagnosticar de forma complementaria la situación presente del conjunto urbano.

Resultado de las adecuaciones realizadas a los indicadores característicos tanto del apartado como del conjunto mismo, fue la selección de variables que permitieran determinar de forma más cercana el grado de vulnerabilidad en la que se encuentra tanto la población residente como de las construcciones, donde muestra la distancia

que mantienen las viviendas respecto al río y los daños secuenciales que este genera sobre dichos elementos.

La distancia de 3.586 km de las edificaciones respecto al Río Grande demuestra un espacio considerable que determinaría un nivel de vulnerabilidad bajo si se evaluara de forma cualitativa únicamente, sin embargo, debido a la presencia de diversos escurrimientos provenientes de una de las elevaciones rocosas más importantes del Estado de México y debido a las formas de las pendientes de la misma, se retoma la variable de la distancia conforme a los metros de perímetría que mantiene de la zona inundable.

Es de esta manera como los escasos 31.462 m de distancia, generan una muestra del riesgo latente del conjunto urbano frente a las reincidencias de inundaciones que ha sufrido el municipio y caso especial la zona en donde el Residencial San Andrés se encuentra edificado. La acumulación de agua sobre las avenidas principales se muestra en la siguiente imagen, mostrando un panorama del nivel de riesgo y de la vulnerabilidad en la que la población se encuentra.

Fotografía 5. Río Grande, Calimaya



Fuente: Elaboración propia 28 de junio de 2018.

Cabe destacar el elemento clave dentro de los indicadores adaptados con anterioridad para el caso del conjunto urbano, remarcando que la distancia que mantiene el asentamiento urbano respecto al cuerpo de agua, como se muestra en la tabla, es clave para la determinación de la situación actual y futura de los habitantes de la zona

Tabla 49. Distancia a la zona inundable

Indicador	Registro	Unidad
Proximidad al río / Zona inundable	31.46	m
Lluvias (promedio de precipitación al año)	705.5	mm
Capacidad de regulación	0.001	adim.
Volumen anual	190	mm

Fuente: Elaboración propia con recopilación de información INEGI, 2015, PDU 2016-2018, Gobierno del Estado de México "Reincidencia de inundaciones 2002-2016"

Dada la relevancia de la variable previamente planteada, debido a las consecuencias físicas inmediatas que el incremento en los niveles de inundación trae consigo, la recopilación de información ha partido desde la utilización de métodos cualitativos como el registro de las condiciones físicas de las viviendas.

El CENAPRED establece una matriz de registro en la cual las variables a considerar parten desde el material de construcción tanto en techo como en muros, nivel de desplante del terreno, tipo de vivienda (contemplada por el mismo Centro Nacional de Prevención de Desastres), vulnerabilidad (no estipulado bajo un proceso de medición aritmético) niveles de agua en metros por escenarios y tirantes en el caso de que el análisis del cuerpo de agua sea seccionado. Sin embargo, para obtener mayores indicadores que de forma cualitativa se determinen, se propone la complementación de la matriz de valoración de las variables de vulnerabilidad, adjuntando campos como el estado de conservación de las viviendas analizadas y registradas, así como la distancia al borde del río o rebalse del cuerpo de agua, siendo este último una de las variables que den un acercamiento y permitan realizar

un comparativo con la obtención de índices deterministas del nivel de vulnerabilidad en el que el conjunto urbano se encuentra.

Estas variables se encuentran estipuladas en los estudios realizados en países latinoamericanos como lo es el proceso metodológico llevado a cabo en Predes, Perú. En el caso local, la matriz fue llevada a cabo, a fin de recabar la información basada en el estudio empírico del conjunto urbano residencial, quedando de la siguiente manera:

Tabla 50. Valoración de las variables de vulnerabilidad en el Residencial San Andrés, Calimaya

No. De viviendas	Materiales		Estado de conservación	Distancia al borde del río/ rebalse del cuerpo de agua	Tipo	Vulnerabilidad
	Muros	Techo				
1300	Concreto	Concreto	Bueno	31.46 m	V	Bajo

Fuente: Elaboración propia con información complementaria de CENAPRED, 2006 y Lozano, 2008

4.2 ÍNDICES DE VULNERABILIDAD POR COMPONENTES

El proceso metodológico llevado a cabo, implicó la segregación de los índices por componentes del territorio, de la forma en como se ha mencionado previamente en la investigación; teniendo como resultados los mostrados en la siguiente tabla de acuerdo al sector correspondiente.

Tabla 44. Índices normalizados.

Componente	Resultado normalizado (estandarizado)
Social	0.12
Económico	0.07
Ambiental	0.25
Físico	0.13

Fuente: Elaboración propia con base en cálculos de índices de vulnerabilidad.

Debido a que una de las principales características del tipo del conjunto urbano, es decir, condominio cerrado de tipo medio, es el monto para la adquisición de los

inmuebles; y este a su vez determina la dinámica de la comunidad residente respecto a las actividades económicas predominantes en los habitantes de las viviendas, las condiciones físicas de habitación y calidad de vida de la población marcan una diferencia notable respecto al resto de las establecidas en el la localidad. Es así que el índice de vulnerabilidad del componente económico es el más bajo respecto al resto de los analizados.

En un segundo nivel, uno de los sectores con un mayor índice de vulnerabilidad es el componente social, donde pudiera entenderse como las desigualdades de la población respecto a los servicios con los que cuentan los habitantes, sin embargo, por las condiciones marcadas para el acceso a la adquisición de los inmuebles, este aspecto no determina el resultado del índice de vulnerabilidad social persé, sino que resalta al grupo poblacional que se encuentra residiendo en la zona de inundación, de tal manera que el nivel de riesgo incrementa con dichas variables.

Fotografía 6. Conjunto urbano Residencial San Andrés



Fuente: Imagen tomada de <http://www.sumainmobiliarias.com/es/casa-en-condominio-venta-arboledas-san-andres-calimaya/d579069.html>

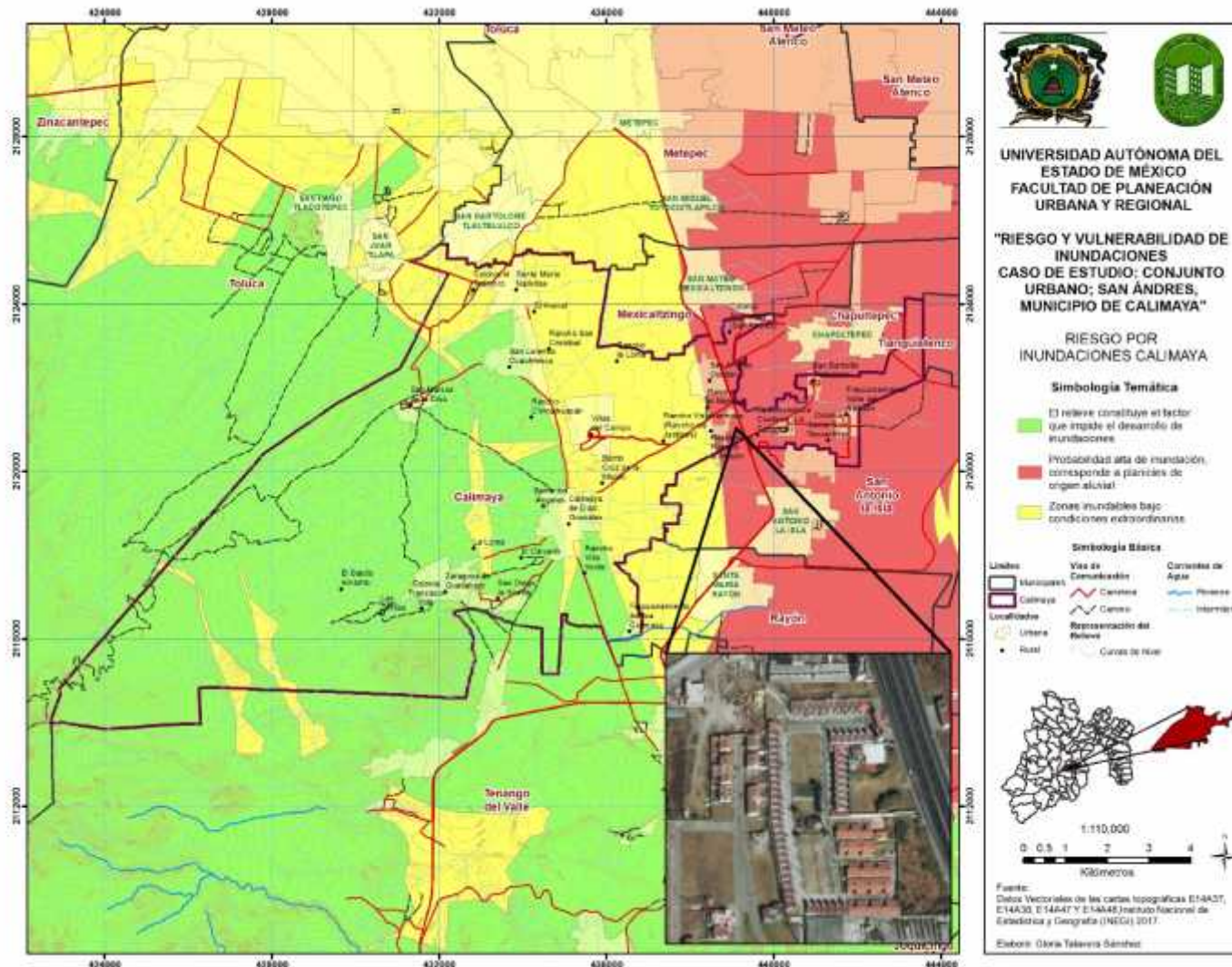
Seguido del componente social, el sector con un incremento en el índice de vulnerabilidad se encuentra en el rubro físico, de tal forma que la distancia que mantiene la edificación frente al área de inundación acrecienta el nivel de riesgo al

que los habitantes del conjunto se enfrentan en los temporales de lluvia, así mismo los daños materiales y la limitación en el acceso sobre la vialidad que poseen como comunicación con las urbanizaciones cercanas, siendo ésta la carretera estatal Toluca – Tenango del Valle.

Finalmente, el componente con mayor índice de vulnerabilidad al que los residentes del conjunto urbano se enfrentan, es en el sector ambiental, demostrando que factores como el porcentaje de áreas verdes que se encuentran en la zona inundable y el incremento en los niveles de agua por lluvia acumulada anual, son los elementos que impulsan a definir la contención y por ende la falta de filtración y/o esparcimiento del agua pluvial en la zona del conjunto urbano residencial.

Se muestra a continuación, en el Mapa 4 de riesgo por inundaciones a nivel municipal, un panorama general del riesgo por inundaciones que el municipio mantiene respecto a diversos factores, internos y externos, marcando en color verde a aquellos factores internos, tales como la distancia que mantiene del relieve, es decir, de las elevaciones que permean el escurrimiento del agua hacia la urbanización del municipio de Calimaya. De color amarillo se marcan las zonas inundables bajo condiciones extraordinarias, dando apertura a los fenómenos antrópicos, y generando por consecuencia aquellas zonas marcadas en color rojo como áreas con alta probabilidad de inundación, siendo aquellas de planicie aluvial, y que se encuentran en zonas urbanas donde puede notarse que parten desde la localidad de San Andrés Ocotlán.

Mapa 4. Riesgo por Inundaciones, Calimaya.



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI 2017.

Por una parte el remolque de materiales sólidos del suelo provenientes de zonas altas de la localidad San Andrés y su estancamiento en las áreas de escurrimiento, como se muestra en la imagen siguiente; provocan la acumulación adicional a los niveles promedio en las vialidades, llegando a presenciar fenómenos como la inundación, donde los daños en su mayoría se encuentran de forma material, dejando las pérdidas humanas en minoría casi nulidad.

Fotografía 7. Residuos arrastrados después de inundación.



Fuente: Imagen tomada de Google maps, noviembre 2013.

Fotografía 8. Inundación Sobre la carretera Toluca Tenango del Valle, zona Residencial San Andrés 26 de junio de 2018



Fuente: Imagen tomada de MXQ Noticias.mx, 26 de junio de 2018.

Resultado de la conjunción de los índices por componente analizados, se obtuvo el índice de vulnerabilidad total o nivel de riesgo en el que se encuentra el conjunto urbano Residencial San Andrés en el municipio de Calimaya, sin embargo, debido a los dígitos totales, resultó necesario realizar una cantidad total global para poder localizarlo dentro de los rangos establecidos por el CENAPRED; de tal manera que el índice total demuestra que se encuentra en un nivel de riesgo Alto, rescatando que las variables consideradas para su análisis: niveles de agua por precipitación acumulada anualmente y el entorno físico-ambiental previamente descritos, fungieron como determinantes y relevantes para la delimitación del riesgo latente en el que los habitantes se encuentran.

Tabla 51. Resultado de los niveles de riesgo en el conjunto urbano.

Valor de I_{RF}, I_A, I_{Mun}	Nivel de riesgo
0.0 $I_{RF}, I_A, I_{Mun} < 0.2$	Muy bajo
0.2 $I_{RF}, I_A, I_{Mun} < 0.4$	Bajo
0.4 $I_{RF}, I_A, I_{Mun} < 0.6$	Medio
0.6 $I_{RF}, I_A, I_{Mun} < 0.8$	Alto
0.8 $I_{RF}, I_A, I_{Mun} < 1.0$	Muy alto

Fuente: CENAPRED 2006

Como un panorama visual del resultado obtenido para la determinación del nivel de riesgo y de la situación en la que el conjunto urbano se encuentra, el Mapa 5, de Riesgo por Inundaciones en el Residencial San Andrés, muestra con un rango de colores, el nivel de riesgo en la zona. El color verde fue el utilizado para resaltar las zonas con baja susceptibilidad a inundación; el color amarillo para aquellas zonas con media susceptibilidad y en color rojo, aquellas con Alta susceptibilidad a inundación. Siendo éste último rango el predominante en el conjunto urbano.

Mapa 5. Riesgo por inundaciones Conjunto Urbano San Andrés Residencial



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI 2017

Los hechos presentados en la zona colindante al conjunto residencial respecto al fenómeno hidro-meteorológico, son una muestra de que los peligros y riesgos a los que la sociedad se enfrenta, ocurren de forma indistinta del área geográfica, suscitándose desde nivel local, nacional e internacional. Donde las medidas de prevención y mitigación de los daños físicos y humanos corresponden a la dimensión de la que se trate.

De igual forma la instrumentación y la metodología dependen de aquellos ámbitos que presenten mayores afectaciones. Desarrollando así, por una parte, tecnología que coadyuve en la prevención de desastres del sector hídrico; así como la generación de métodos estadísticos que permitan calcular y detectar el nivel de daño en distintos escenarios, esto como parte de la generación de líneas de acción para el mejoramiento de la estancia de los habitantes de una zona determinada.

Es a nivel internacional como se consideraron los casos de inundación ocurridos en América Latina, como los ocurridos en Colombia, este análisis se utilizó como referencia para resaltar la participación que el gobierno ha mantenido respecto a los desastres por inundación dado que manifiestan contar con instrumentación para realizar análisis y prevención de gran parte de los desastres suscitados o en situaciones futuras, realizándolo mediante el uso de un Sistema de Alerta del Río Bogotá, y con base en el funcionamiento de dicho sistema, el gobierno colombiano pretende implementar un sistema de alerta temprana mediante tecnología de radar y sensores que les permitan llevar a cabo acciones preventivas.

En contraparte, el mismo gobierno no ha manifestado contar con un método cualitativo para la recopilación de información, es decir, la compilación de información por contacto directo con los habitantes afectados. Éste método ofrece información adicional a aquella estipulada en los formatos de llenado, los cuales resultan complementarios y de utilidad para la realización de acciones alternas a las dictaminadas netamente por los resultados estadísticos.

En continuidad con los desastres producidos en América Latina, Bolivia ha sido uno de los países afectados por las inundaciones, manifestando haber sido centro de inundaciones de gran magnitud en dos ocasiones en su historia, dejando pérdidas humanas que superan los dos centenares de fallecidos por tal desastre.

Por tal motivo, parte de la metodología llevada a cabo ha sido a través del mapeo de percepción local de riesgo y mapas complementarios utilizando Sistemas de Información Geográfica.

Igualmente, se ha llevado a cabo un método de índole cualitativa mediante el llenado de fichas de campo para la recopilación de datos que permitan realizar investigaciones de tipo “Evaluativas-Analíticas”; siendo ésta una de las características que llevan a considerar como relevante para contrastar con el caso de los fenómenos hidro-meteorológicos a nivel local como lo es en el conjunto residencial.

Resultado de la puesta en práctica de la metodología expuesta en Bolivia, mostró que las inundaciones en este país, son el factor principal en la producción de mayor cantidad de muertos y damnificados, así como resaltar que los factores gubernamentales son parte generadora de los daños en los asentamientos humanos, debido a la falta de instrumentación, planificación y establecimiento de estrategias de acción para zonas de desastre; complementando dichas áreas de oportunidad con la capacitación futura de personal para llevar a cabo acciones de prevención.

Continuando con una línea de referencia jerarquizada, a nivel nacional el fenómeno se ha presentado en zonas donde los cuerpos de agua se han visto asediados por el establecimiento acelerado de asentamientos humanos, no evitando la toma natural de su expansión y cause.

Caso concreto, en Atemajac, Jalisco la cuenca se encuentra rodeada de construcciones que resultaron afectadas debido a las reincidencias del incremento en los niveles de agua contenidos.

Debido a la metodología utilizada para el análisis exhaustivo de la cuenca, este caso fue parte clave para el desarrollo y obtención de los índices de vulnerabilidad en el conjunto urbano cerrado en el municipio de Calimaya en el Estado de México.

El análisis evaluativo llevado a cabo para la cuenca Atemajac se realizó mediante la segregación del cuerpo de agua en tramos, seguido de la puesta en marcha del método HUT, que permite considerar la distribución temporal de la lluvia en cortes de tiempo breves, que van desde la primera hora hasta la hora 24. Posteriormente se hizo la descomposición de la información obtenida mediante el modelo paramétrico, donde se desglosan los datos estadísticos en cuatro elementos generales: social, económico, ambiental y físico. Dentro del mismo análisis se establecen dos escalas de investigación: subcuenca y área urbana, seleccionando a esta última como principal para la recopilación de información y determinación de los indicadores.

Es siguiendo este proceso metodológico como se determinan tanto las variables como los indicadores para la generación del índice de vulnerabilidad y nivel de riesgo en el que se encuentra el conjunto residencial, preponderando la realización de los cálculos de manera indistinta a los espacios geográficos en análisis.

Parte de los resultados obtenidos con el método aplicado, fue la estimación de los daños en el ámbito económico, éstos calculados en miles de dólares, resaltando la dependencia de los índices de marginación de la zona.

Partiendo de esta última declaración, es como se encuentra la concordancia con los resultados numéricos obtenidos para el conjunto urbano, ya que las características físicas del constructo, así como las de los residentes muestran en parte el índice de marginación en la zona.

Finalmente la construcción excesiva de viviendas de interés social y unidades habitacionales, motivadas por el costo por construcción de las inmobiliarias en Cuautitlán, Estado de México, son claro ejemplo de uno de los escenarios proyectados para la zona sur-este del mismo dado que el fenómeno de inundación se ha presentado en zonas que resultan en cierta proporción como un símil, como

es el caso de los fraccionamientos Los Olivos I y II; sin embargo el contraste surge de las afinidades con el tipo de construcción indiferente al políticamente establecido por los sectores gubernamentales, así como en la metodología seguida para la recopilación de información en medios alternos como las fuentes hemerográficas que mantienen un registro de los hechos de la zona; parte que resultó complementaria para el establecimiento de las variables consideradas en el desarrollo de los índices de vulnerabilidad en el conjunto residencial.

La participación conjunta tanto de los actores gubernamentales como de los agentes inmobiliarios juegan un papel determinante en la dinámica de prevención y mitigación del desastre debido a que los efectos, en su mayoría, son negativos, esto derivado de los resultados obtenidos por las reincidencias del fenómeno.

4.3 CONCLUSIONES.

La urbanización sobre cuerpos de agua tiene su antecedente en el establecimiento de grupos humanos en su cercanía, dejando de lado el proceso natural que éste ejerce sobre el territorio.

En nuestro país, los asentamientos se llevaron a cabo sobre los mismos cuerpos de agua, siendo el Lago de Texcoco ejemplo de la expansión y construcción viable sobre estos.

El proceso de expansión urbana se diversifica según las necesidades de los grupos de población, llevando a la formación y construcción de localidades, municipios, y dentro ellos fraccionamientos y conjuntos urbanos, categorizándolos de la misma forma en la que las necesidades tanto económicas como sociales (seguridad, distancia a los puntos de destino, calidad de vida) se los permite, es decir, construcciones de tipo medio, medio residencial y residencial por mencionar algunos.

El fenómeno hidrometeorológico se presenta no sólo en zonas urbanizadas donde la economía les permite mitigar o aminorar los daños causados por dicho fenómeno, sino en todas aquellas urbanizaciones donde su establecimiento en las conurbaciones de cuerpos de agua no fue regulado desde su construcción.

La inundación es uno de los fenómenos más comunes a los que se enfrenta la población, originado por factores naturales donde su eliminación no se encuentra dentro de las posibilidades humanas, llegando al establecimiento de acciones que disminuyan los niveles de riesgo en los que los residentes de la zona se encuentran.

La relación políticas públicas-planeación se encuentra íntimamente estrecha debido a la autorización de las diversas acciones para la mitigación de daños sobre los asentamientos que se encuentran en niveles altos de riesgo de presentarse inundaciones.

El fenómeno de inundación y la relación político-gubernamental es un hecho presentado no solo a una jerarquización del territorio, es decir que el fenómeno y sus consecuencias se manifiesta a nivel internacional, marcándose en épocas

meteorológicas donde los niveles de agua se incrementan de forma inusitada, dejando daños físicos, materiales y humanos.

Casos en países de Latinoamérica como Colombia, donde manifiestan contar con instrumentación que van desde el análisis cuantitativo hasta sistemas de alerta del río Bogotá, para prevención de un gran porcentaje de desastres de ésta índole; Bolivia, que cuenta con la elaboración análisis a partir de Sistemas de Información Geográfica para la elaboración de mapas de percepción local de riesgos como forma de recopilación de datos básicos; Perú que en conjunto con el gobierno de dicho país, plantea la puesta en marcha de la recopilación de información de datos básicos desde el método cualitativo a través del llenado de una matriz que considera elementos segregados en otros análisis, y México que en ciertos puntos del país, como Jalisco o la Ciudad de México, conjunta el trabajo de análisis de riesgos en sus zonas con mayor índice de vulnerabilidad y niveles de riesgo. Estos países son arquetipo de la colaboración conjunta del sector social y gubernamental o la ausencia de ellos en el decrecimiento de los daños en la calidad de vida de la población habitante.

Dentro de esta estrecha relación, el conjunto urbano residencial en la localidad perteneciente al municipio de Calimaya, pese a las condiciones físicas que pueda caracterizarlo, se encuentra en disparidad a las acciones llevadas a cabo para el resto de los habitantes del municipio, debido a la autonomía parcial en la que se desenvuelven los residentes. Una de las consecuencias a dicha disparidad es la ausencia de la evaluación del riesgo en el que el conjunto urbano se encuentra, hecho que de llevarse a cabo, coadyuvaría en la puesta en marcha de las diversas acciones para impulsar no sólo a la localidad, sino al municipio en los distintos sectores: económicos, territoriales, ambientales y sociales, debido a que a través de su historia, el municipio ha fungido como comunidad de paso, donde en escasas ocasiones el municipio tuvo un ascenso económico en el nivel de vida de la población, originado por la actividad comercial cotidiana inmersos en el municipio en el siglo XVIII, cambiando así en el siglo XIX con la implementación del ferrocarril,

transporte que transformó las actividades del municipio hasta la fecha, sirviendo como localidad conectora de diversos municipios colindantes hacia la capital estatal.

Estos antecedentes juegan el papel de reflectores de los servicios administrados para los habitantes de cada una de las localidades pertenecientes al municipio de Calimaya, como se efectúa en San Andrés Ocotlán, lugar donde se encuentra establecido el conjunto urbano; así como hacia la cabecera misma.

El déficit en la cobertura de servicios representa un incremento en los niveles de riesgo de las zonas urbanas establecidas en áreas susceptibles a inundación. De forma global, el municipio ofrece servicios en los distintos factores a satisfacer las necesidades de la población, así como tener la función de prevención de riesgos y atención oportuna en situaciones de desastre. Sin embargo, el municipio de Calimaya se ha quedado rezagado en el porcentaje de abastecimiento de los servicios básicos, así como en el equipamiento utilizado en su práctica, ya que la atención a la población en caso de desastres funge un papel importante en la capacidad que la zona posee.

De acuerdo al índice de vulnerabilidad y niveles de riesgo altos en los que el conjunto urbano se encuentra, no se han realizado acciones relevantes para que dichos niveles decrezcan. Las acciones de desazolve por parte del personal de protección civil no han sido suficientes, ya que el tipo de inundación en la zona es mayor a éstas actividades delimitadas como básicas, así como la construcción de un puente elevado en la parte frontal del conjunto urbano San Andrés sobre la carretera estatal Toluca-Tenango, no es una medida preventiva o de aminoración del fenómeno.

Si bien “Las inundaciones son manifestaciones de la dinámica de la naturaleza; su ocurrencia es por tanto, natural y nunca podrán ni evitarse totalmente ni pronosticarse con total certeza.” (CONAGUA, 2009), las actividades para la disminución de los daños causados por la presencia de fenómenos hidrometeorológicos como las inundaciones, son relevantes dentro del proceso de planeación en el territorio; por lo tanto se considera como fundamental la puesta en marcha de acciones estructurales y no estructurales según el tipo de inundación

ocurrida en la zona, que partan desde la creación de un Atlas de Riesgo, que hasta el momento es ausente; el análisis periódico a través del mapeo de zonas vulnerables y susceptibles a inundación, hasta las actividades estructurales para su construcción y operación, ya planteadas como necesarias que van desde presas de almacenamiento, presas rompepicos, presas para retener azolves, bordos perimetrales, longitudinales, muros longitudinales a lo largo de una o ambas márgenes del río, etc.; entre las más comunes y en consideración al tipo de inundación presentada en la zona.

Las inundaciones son eventos aleatorios en cuya aparición y dinámica intervienen numerosas variables. Su caracterización es a través de estudios relacionados principalmente con la estadística, la probabilidad, la hidráulica fluvial, la hidrología y la edafología. (Ídem) Debido a lo anterior, la delimitación de los elementos característicos de la zona donde se encuentra establecido el conjunto urbano, denota el tipo de inundación a tratar estipulado por la Comisión Nacional del Agua en el Inventario Nacional de Obras de Protección Contra Inundaciones en Causas Naturales, definiendo la reincidencia del fenómeno en el municipio de Calimaya como inundaciones súbitas o flash, las cuales se presentan en cuencas ubicadas en zonas con montaña de fuerte pendiente, ésta dada por la cercanía con el Nevado de Toluca, cuyos escurrimientos son factores originarios de dichas inundaciones. La impermeabilidad y sobrecarga de líquido pluvial demuestra la imprevisión y peligrosidad del fenómeno.

“Los problemas más urgentes de resolver en el país son: los de las cuencas del río Lerma y del Valle de México; donde la densidad demográfica es alta” (ídem) cuenca a la que por su conexión el municipio pertenece.

Es así que parte de la obtención de los resultados de la presente investigación es el logro de los objetivos tanto del general como de los específicos establecidos. El logro del objetivo general se obtuvo mediante el proceso metodológico aritmético retomado de los casos de estudio a nivel nacional (llevado a cabo en la cuenca Atemajac en el estado de Jalisco) y a nivel internacional llevado a cabo en Perú,

proporcionando matrices de observación con categorías puntuales complementarias a las utilizadas para los casos nacionales.

El alcance de los objetivos específicos se establece mediante la conceptualización de los términos fundamentales como parte del esclarecimiento base para la investigación sobre los fenómenos hidrometeorológicos, así como el desglosamiento y diferenciación de la terminología englobada en el caso de estudio.

De igual manera, la hipótesis establecida queda demostrada dentro de los resultados arrojados por los procedimientos matemáticos desarrollados en los capítulos de la investigación, así como por el método comparativo establecido por los niveles de riesgo e índices de vulnerabilidad estipulados por el CENAPRED y donde de manera alterna la Comisión Nacional del Agua manifiesta las diferentes alternativas en acciones tanto estructurales como no estructurales para la puesta en marcha en zonas con alto nivel de riesgo a inundación y vulnerabilidad.

Es importante destacar la ausencia de un Atlas de Riesgo Municipal, y por consecuencia, la ausencia de algún instrumento donde se estipulen la localización de las zonas de riesgo y dentro de la cual se puntualice el conjunto urbano residencial como parte de las áreas de riesgo por inundación.

4.4 RECOMENDACIONES

Las inundaciones son un fenómeno que resulta difícil de predecir, sin embargo, los procesos cuantitativos y de recopilación de información cualitativa, permiten tener un panorama general del peligro sobre el territorio, así como del riesgo que se corre como consecuencia, en muchos casos, de fenómenos antrópicos

En cuanto a la participación de la planeación ante fenómenos naturales, es importante que se realicen acciones no estructurales como medidas de prevención, se habla de forma puntual de la realización de un Atlas de Riesgo Municipal, donde se tomen en consideración todos los asentamientos humanos, independientemente de la categoría de su construcción, donde se describa y localice la zona en que se encuentra el conjunto urbano y que de igual manera se realice el cálculo del nivel de riesgo.

Dentro de los Planes de Desarrollo Municipal, es necesario que se incluya un apartado sobre Riesgos, en el que se incluya de forma general, la localización del conjunto residencial como parte de las zonas en riesgo por inundación.

Otra de las medidas preventivas se enfoca en el mapeo anual de la zona del conjunto urbano, para conocer el incremento del daño por inundación y dar paso a obras estructurales de ser necesario como presas de control de azolves, así como la definición de las acciones que deben llevar a cabo las instancias pertinentes del municipio de Calimaya, debido a que jurídica y administrativamente el conjunto residencial pertenece a este.

Respecto a las instancias, es necesario tener coordinación por parte de Desarrollo Urbano municipal y de Protección Civil para poner en marcha la capacitación a los asentamientos humanos por medio de información impresa respecto al actuar ante las inundaciones y en caso de desastre, esto es, conocer a qué instancias pueden recurrir en caso de emergencia.

De igual manera, se debe dar un seguimiento por parte de las administraciones municipales sobre las acciones de prevención para dar continuidad, aminorar el riesgo y fortalecer el desarrollo del territorio.

BIBLIOGRAFÍA

- Alfie-Cohen, Miriam; Castillo-Oropeza, Oscar Adán (2016) “Con el agua al cuello”. Riesgo por inundación, vulnerabilidad socioambiental y gobernanza en el municipio de Cuautitlán. Quivera, vol. 18, núm. 2, julio-diciembre, 2016, pp. 55-84. Universidad Autónoma del Estado de México.
- Ana Campos G., Niels Holm-Nielsen, Díaz G. Carolina, et. al, (2012). Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia: un aporte para la construcción de políticas públicas. Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento/Banco Mundial Colombia. 1ª edición en español, marzo de 2012. Disponible en: gestiondelriesgo.gov.co/sigpad/archivos/GESTIONDELRIESGOWEB.pdf
- Atlas de Riesgos del Municipio de Querétaro 2015. SIGEMA S. A. de C.V.
- Belkis Echemendría Tocabens, 2011. Definiciones acerca del riesgo y sus implicaciones. Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología. La Habana, Cuba. Rev. Cubana, Hig. Epidemiol. Vol.49 no.3 Ciudad de la Habana sep.-dic. 2011
- Briones Navarro M., (2008) Esguerrimiento del Agua. El Siglo de Torreón. Miércoles 23 de abril 2008. Disponible en: <https://www.elsiglodetorreon.com.mx/noticia/346569.esguerrimiento-del-agua.html>
- Cabo, E., González J. A., Muñoz P. “Probabilidad, riesgo, odds y tasa” (2014) Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona Tech., Bioestadística para no estadísticos. Septiembre 2014.
- Cancino F., (2006) “Explica GDF diferencia entre inundación y encharcamiento” El Universal. Lunes 17 de julio de 2006. Ciudad de México. <http://archivo.eluniversal.com.mx/notas/362813.html>
- Centro de Colaboración Geoespacial. IGCEM. INEGI. http://cc.edomex.gon.mx/seig/cat_descargas.php?grupo=-1&secretaria=-1&geometria=-1&fecha=-1
- Cardona A., Omar Darío (1993) Evaluación de la Amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo. “Elementos para el Ordenamiento y la Planeación del Desarrollo”.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) 20 de febrero de 2009. Inventario Nacional de Obras de Protección contra Inundaciones en cauces naturales.

Disponible en: <http://www.gob.mx/conagua/documentos/inventario-nacional-de-obras-de-proteccion-contra-inundaciones-en-cauces-naturales-38800>

- Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja. Base de datos de Emergencias (EM-DAT). <https://www.ifrc.org/es/introduccion/disaster-management/sobre-desastres/definicion-de-peligro/>
- Feito, L. (2007) Vulnerabilidad. Anales del Sistema Sanitario de Navarra. Universidad Rey Juan Carlos, Madrid. Vol. 30, supl.3 Pamplona 2007. Disponible en http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272007000600002&lng=es&tlng=es.
- Fernández Illescas, C., Buss Stefan (2016). Ocurrencia y Gestión de Inundaciones en América Latina y el Caribe-Factores claves y experiencia Adquirida (Bolivia). Banco Interamericano de Desarrollo (BID). División de Agua y Saneamiento. Febrero 2016. Disponible en: <https://publications.iadb.org/handle/11319/7620>
- Flores Corona, L., López Batiz, O., Pacheco Martínez M.A., Reyes Salinas C., Rivera Vargas, D., Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) (2006). Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. "Fenómenos Hidrometeorológicos." Serie: Atlas Nacional de Riesgos.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (2012), AQUASTAT Web Site ENCHARCAMIENTO <https://www.riego.org/glosario/encharcamiento-fao/>
- Foschiatti, Ana María H. (2002). Vulnerabilidad Global y Pobreza. Consideraciones conceptuales. Facultad de Humanidades. Universidad Nacional del Nordeste Chaco, Argentina.
- García González, María de Lourdes (2018). Expansión residencial periurbana de la zona metropolitana de Toluca: Caso de estudio Calimaya, Chapultepec y San Antonio la Isla en el periodo 1990-2015. Pp 188,189.
- García F. W., Suárez Lima Y., Herbas B. E., (2017). Evaluación del riesgo y medidas de mitigación para eventos de inundación en el Municipio de Santa Ana del Yacuma (Beni, Bolivia) Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1683-07892017000200002

- Hernández-Uribe, R.E., Barrios-Piña, H. & Ramírez, A. (mayo-junio, 2017) “Análisis de riesgo por inundación: metodología y aplicación a la cuenca Atemajac”. *Tecnología y ciencias del Agua*, 8 (3), 5-25.
- INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. Conteo Nacional de Población 2015.
- Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (IDIGER). Caracterización General de Escenario de Riesgo de Inundación por Desbordamiento. Disponible en: www.idiger.gov.co/rinundacion
- J.M. Taboada (2014) Riesgos naturales y planificación urbanística. *TYS Magazine. Territorio y Urbanismo*. Disponible en: <http://www.tysmagazine.com/riesgos-naturales-y-planificacion-urbanistica/>
- Loera Chávez y Peniche, Margarita. Una mirada al Siglo XIX desde la villa de Calimaya. *Historias*. Num. 93 (2016) Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) pp. 33-62. Disponible en: mediatica.inah.gob.mx/repositorio/islandora/objects/issue:1142
- Lourdes Vega (2012) “Esguerrimiento”. Departamento de Geología. Universidad de Sonora. Disponible en: gaia.geologia.uson.mx/academicos/lvega/ARCHIVOS/ESGUERRIMIENTO/.htm
- Lozano Cortijo, Olga (2008) Metodología para el análisis de vulnerabilidad y riesgo ante inundaciones y sismos, de las edificaciones en centros urbanos. Ed. Predes. Centro de Estudios y Prevención de Desastres. 1ª edición, noviembre 2008. Disponible en: www.eird.org/plataforma-tematica-riesgo-urbano/recopilacion-de-articulos/olga-lozano.pdf
- Ojeda Couchoud, M., Sovero Sovero, H.F, et, al (2015) Perfil de Riesgo por Inundaciones en Perú. Informe Nacional. Banco Interamericano de Desarrollo (BID). División de Medio Ambiente, Desarrollo Rural y Gestión del Riesgo por Desastres. Octubre 2015. Disponible en: <https://publications.iadb.org/handle/11319/8194>
- Pérez Porto J., Gardey A., 2009. Definición de Peligro. Disponible en: <http://definicion.de/peligro/>
- Pérez Porto J., 2017. Definición de Esguerrimiento. Disponible en: <http://definicion.de/esguerrimiento/>

- Plan de Desarrollo Municipal de Calimaya 2013-2015.
- Plan de Desarrollo Municipal Calimaya, México 2016-2018.
- Plan Estatal de Desarrollo Urbano 2007. Mapa: Zonas Susceptibles a inundación. Gobierno del Estado de México
- “¿Qué es vulnerabilidad?” (2012) En Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja. Disponible en: www.ifrc.org/es/introduccion/disasters-management/sobre-desastres/que-es-un-desastre/que-es-la-vulnerabilidad/
- R. Koolhaas (2016) “Ciudad genérica” en TYS Magazine (2016) *Conceptos básicos sobre urbanismo y ordenación del territorio*.
- Salamanca Manzuelo, L., Quiroga Becerra de la Roca, R., Zamora Auza, B. (2011) Ochenta y cinco años de la historia de desastres en Bolivia (1920-2005) Revista Virtual REDESMA. Octubre 2011. Vol. 5(2). Disponible en: www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/rvr/v5n2/a04.pdf
- Salinas Salinas, M. A., Jiménez Espinoza, M. (2004) Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) Inundaciones, Serie Fascículos, 1ª edición, 2004. Versión Electrónica, 2014. Disponible en: <http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/3-FASCCULOINUNDACIONES.PDF>
- “San Andrés Ocotlán” (2015) en PueblosAmerica.com Disponible en: <https://mexico.pueblosamerica.com/i/san-andres-ocotlan/>
- Sánchez Cabrera M. A., 2010. Ensayo sobre inundaciones. Lectura y Redacción a través del Análisis del Mundo Contemporáneo. 27 de octubre de 2010. Universidad Veracruzana. Facultad de Administración.
- Tocabens (2011) Definiciones acerca del riesgo y sus implicaciones. Revista Cubana de Higiene y Epidemiol 2011. Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología. La Habana Cuba.
- TYS Magazine, 2016. Conceptos básicos sobre urbanismo y ordenación del territorio. Territorio y urbanismo. Junio 2016. www.tysmagazine.com/conceptos-basicos-urbanismo-ordenacion-del-territorio/
- Vázquez Sánchez M., (2011) “La Vulnerabilidad por inundación en el Municipio de San Mateo Atenco, Estado de México 1990-2005. Universidad Autónoma del Estado de México.