



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Facultad de Filosofía y Letras

**EVALUACIÓN DEL RIESGO POR INUNDACIÓN
EN LA COLONIA EL SOL EN NEZAHUALCOYOTL,
ESTADO DE MÉXICO**

T E S I S :

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

Licenciada en Geografía

SUSTENTANTE:

DIANA IRAN LÓPEZ LÓPEZ

DIRECTOR DE TESIS:

DR. ANTONIO Z. MARQUEZ GARCÍA



Cd. Universitaria, D. F. 2016



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

Dedico este trabajo a mi hijo Leo, él es mi motor y me acompaño desde el inicio de esta travesía; recuerdo que cuando ingrese a la universidad, unos días después él nació, ha sido mi motivación y me ha hecho crecer en muchos sentidos. Siempre me ha acompañado.

También agradezco profundamente a mi asesor que ha sido otra persona que desde los inicios de la carrera ha estado presente, él me ha apoyado y dado consejos en momentos de duda e indecisión. Además de orientarme en la elaboración de este trabajo. Muchas gracias Dr. Antonio Márquez García.

Por supuesto, agradezco a mis sinodales por aceptar la revisión de este trabajo: Lic. Irene Ana María García Pérez, Dra. Frances Teresa Rodríguez Van Gort, Mtra. Margarita Cruz Almanza, Dra. Berenice Hernández Cruz; ustedes nutrieron esta tesis con sus observaciones. Les agradezco sinceramente.

Le doy las gracias a la UNAM, por darme la oportunidad de estudiar en sus aulas, de conocer a tanta gente interesante e inteligente, como los profesores quienes compartieron sus conocimientos e intereses conmigo y mis compañeros, que nos guiaron en este camino. Gracias a todos los profesores del Colegio de Geografía.

A los compañeros y amigos también gracias, Rafa Torres, Luis Morelos, Daniel Patiño, Marcela Ugarte, Laura Sánchez, Karina Rivera, Elizabeth Saucedo, Citlali Olivares y especialmente a Jesús Sánchez que siempre ha estado pendiente de mi avance de tesis y por tu apoyo. A todos les agradezco los momentos juntos, los trabajos en equipo, las prácticas de campo y claro su amistad.

Un agradecimiento especial a los habitantes de la colonia El Sol, que me proporcionaron información sobre la colonia. A la Lic. Ma. Alejandra Espino Vega, encargada de Protección Civil del Ayuntamiento de Neza, gracias por la entrevista. También al Servicio Meteorológico Nacional por proporcionar información sobre precipitación para este trabajo.

Además quiero agradecer a mi familia que en muchas ocasiones me apoyaron cuidando a mi hijo para que yo pudiera asistir a clases o a las prácticas de campo. ¡Gracias a toda la familia López!

INDICE

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN	5
1.1. Objetivo General	6
1.1.1. Objetivos específicos.....	6
1.2. Hipótesis.....	6
1.3. Marco Metodológico.....	6
CAPITULO II. MARCO CONCEPTUAL	7
2.1. Geografía de los riesgos	7
2.2. Conceptualización	11
2.2.1. Peligro.....	11
2.2.2. Amenaza.....	11
2.2.3. Riesgo	12
2.2.4. Vulnerabilidad	15
2.2.5. Capacidad de adaptación	16
2.2.6. Desastre.....	16
2.2.7. Protección Civil.....	18
2.2.8. Sistemas de alerta temprana	20
2.2.9. Fenómenos hidrometeorológicos. Inundaciones.....	21
2.3. Marco de referencia.....	24
CAPITULO III. ANÁLISIS DE LA AMENAZA A INUNDACIÓN PLUVIAL.....	26
3.1. Área de estudio	26
3.1.1. Geología	27
3.1.2. Ubicación geográfica	30
3.1.3. Topografía	30
3.1.4. Clima y tiempo.....	32
3.1.5. Hidrología	33

3.1.6.	Infraestructura hidráulica.....	34
3.2.	Estimar la amenaza	37
CAPITULO IV. VULNERABILIDAD O FACTORES ANTRÓPICOS FACTIBLES PARA INUNDACIÓN		55
4.1.	Formación del municipio.....	55
4.2.	Características de la población.....	56
4.3.	Percepción de la población de la colonia El Sol	59
4.4.	Estimar la vulnerabilidad.....	66
CAPITULO V. DETERMINAR EL RIESGO POR INUNDACIONES EN COLONIA EL SOL.....		73
5.1.	Diagnóstico de la amenaza.....	73
5.2.	Diagnóstico de la vulnerabilidad	76
5.3.	Estimación del Riesgo.....	77
CAPITULO VI. CAPACIDAD DE ADAPTABILIDAD Y PROPUESTAS PARA REDUCIR EL RIESGO A INUNDACIONES		82
6.1.	Capacidad de adaptabilidad	82
6.2.	Propuestas para reducir el riesgo a inundaciones	84
BIBLIOGRAFÍA.....		89

EVALUACIÓN DEL RIESGO POR INUNDACIÓN EN LA COLONIA EL SOL EN NEZAHUALCÓYOTL, ESTADO DE MÉXICO

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

La naturaleza es un sinfín de relaciones donde se muestra su dinamismo, desde el constante cambio del día y la noche o el cambio de estaciones que en latitudes altas es más marcado, como en los polos que el día dura 6 meses; o el movimiento de traslación, y por supuesto los cambios que existen en la dinámica de la Tierra como el acomodamiento de placas tectónicas que producen temblores y tsunamis, o la interacción de fenómenos físicos hidrometeorológicos que generan lluvias y ciclones. Son eventos naturales que si se dan en una zona inhabitada no causan ningún daño al ser humano. Sin embargo, si tienen una potencialidad más allá de los parámetros normales se considera amenaza y si existen condiciones de vulnerabilidad, por ejemplo, casas mal construidas en el lugar donde se presentan, conforman un riesgo y si este sobrepasa los límites de seguridad de la población puede convertirse en desastre.

El presente trabajo es una evaluación del riesgo a inundación por precipitación pluvial en la colonia El Sol, en el municipio de Nezahualcóyotl, Estado de México. El área de estudio, al interior de la Cuenca de México, cuenta con todo un historial de inundaciones, a lo largo de su historia esta colonia ha registrado varias inundaciones donde familias sufren daños a su patrimonio. En 2011, la colonia El Sol sufrió graves inundaciones por el desbordamiento del dren Xochiaca al norte de la colonia, al grado que se declaró zona de desastre todo el municipio. La colonia limita al norte con dicho dren y al este con Ciudad Jardín (complejo comercial y deportivo), que se encuentra situado a un nivel más alto que la colonia mencionada, por lo que el nuevo complejo no se inunda y las aguas corren hacia abajo anegando la porción este y norte de la colonia a estudiar. El problema es constante y varios vecinos comentan que cada temporada de lluvias se inundan, de ahí la importancia de este trabajo.

El dren Xochiaca mencionado antes, descarga sus aguas en el Canal de la Compañía, el cual lleva las aguas negras hasta el estado de Hidalgo, este canal es muy importante en el drenaje de la Ciudad de México. Sin embargo, este canal se encuentra en muy malas condiciones, lo que representa un riesgo para una gran población que vive en los alrededores, además los drenes que se encuentran conectados como es el caso del dren Xochiaca podría tener un riesgo muy importante para la población si el Canal de la Compañía colapsara, como ya ha ocurrido en la zona de Chalco.

Se considera que el trabajo conjunto entre población y Protección Civil es un elemento fundamental para lograr una respuesta favorable al tema de riesgos, que intervendría desde su prevención, reacción en el momento de los eventos y recuperación que serían las acciones después de una inundación. Este trabajo incluye la educación, y la difusión de información respecto a que hacer antes de una inundación como medidas preventivas, cómo reaccionar ante un evento de este tipo y que hacer después de una inundación, además se proponen acciones de contención de la emergencia. Las medidas preventivas son muy importantes para evitar una inundación y no se llegue a presentar un desastre.

1.1. Objetivo General

Evaluar el riesgo a inundaciones pluviales en la colonia El Sol en Nezahualcóyotl, Estado de México, así como el impacto de la construcción de Ciudad Jardín en dicha zona, con el fin de elaborar una propuesta de prevención y adaptación al riesgo.

1.1.1. Objetivos específicos

- Evaluar la amenaza por inundación pluvial en la zona de estudio
- Analizar la vulnerabilidad, es decir los factores antrópicos factibles para inundación en la colonia El Sol
- Determinar el riesgo por inundaciones en el área de estudio
- Determinar la capacidad de adaptabilidad
- Elaborar propuestas para reducir el riesgo a inundaciones

1.2. Hipótesis

Existe el riesgo por inundación en el área de estudio, el cual se incrementa por la falta de articulación entre las autoridades competentes y la población; además la desigualdad social exacerba los escenarios de riesgo, como es el caso de Ciudad Jardín, con esta construcción se incrementa la vulnerabilidad y los escenarios adversos, ya que se privilegia la infraestructura y servicios del complejo a costa de la colonia El Sol.

1.3. Marco Metodológico

En el presente estudio se hace una revisión de bibliográfica (Cruz, 2010; Dieterich, 2010), se definen conceptos, se integran factores físicos y sociales, estudiando la amenaza y la vulnerabilidad para determinar el riesgo. La amenaza se estudia a partir de los aspectos físicos del área de estudio, como son la geología, la topografía, la hidrología, la precipitación; y se aplica la metodología CENAPRED (2004, además se calculan períodos de retorno (CNA, 2007), para estimar la amenaza. En el caso de la vulnerabilidad, se elaboraron encuestas para conocer cómo percibe el riesgo la población y se complementa con información bibliográfica para conocer el contexto social de la colonia. Para medir la vulnerabilidad se utilizaron los trabajos de Moguel (2011) y Rosique (2010), ellos ponderan las viviendas como parámetro de vulnerabilidad, su precariedad. Con la ponderación de la amenaza y la vulnerabilidad se calcula el riesgo mediante la fórmula tradicional $\text{Riesgo} = \text{Amenaza} * \text{Vulnerabilidad}$ (Cardona, 1993), esto se plasma en mapas mediante Sistemas de Información Geográfica. Finalmente se revisa la capacidad de adaptabilidad del área de estudio y se hacen propuestas de adaptación. En cuanto a la escala, el presente estudio se enfoca a nivel local, en una colonia, para determinar con mayor detalle las causas de las inundaciones, ya que hacerlo de manera más general solo arrojaría datos que no serían factibles para elaborar propuestas de tipo organizativo para prevenir riesgos.

El tema de riesgos es un tema geográfico, ya que requiere de una visión integral que desde sus orígenes ha tenido la geografía, estudiando tanto los aspectos naturales como los sociales, para comprender los factores que intervienen en el riesgo y permite hacer propuestas para evitarlo.

CAPITULO II. MARCO CONCEPTUAL

Desde la antigüedad el hombre se ha preocupado y ocupado de los riesgos que fenómenos naturales pueden provocar, noticias sobre sequías, inundaciones, terremotos están presentes en leyendas, relatos, escritos literarios; por ejemplo las plagas de Egipto, la erupción del Vesubio o el diluvio del Antiguo Testamento. Durante el siglo XVIII prevaleció la idea de que Dios era el artífice de las catástrofes. Fue aproximadamente en el año 1750 cuando Voltaire y Rousseau reflexionaron sobre el papel del hombre en el desarrollo de los desastres, Voltaire culpaba a Dios y a la naturaleza de lo ocurrido; mientras Rousseau defiende la bondad de la naturaleza y señala a la sociedad y al progreso humano, con la ocupación de zonas de riesgo como la causa de desastres. Entre ambos se da el primer debate sobre el papel del medio natural y el hombre en el desarrollo de un evento de rango extraordinario (Olcina y Ayala, 2002).

2.1. Geografía de los riesgos

En cuanto a la geografía, también en el siglo XVIII Ritter, geógrafo alemán, creía que la Tierra había sido creada por Dios y que la naturaleza funcionaba acorde a un plan divino, ideas que están presentes en su obra maestra: *Las ciencias de la Tierra en relación con la naturaleza y la historia de la humanidad*, donde realizó estudios sobre Asia y África. Sin embargo, sus ideas serían sustituidas por las de un plan natural con las aportaciones de Ratzel, su discípulo, quién sentó las bases del estudio entre el hombre y su medio, con particular atención a las influencias del clima, su obra *Antropogeografía* es un auténtico estudio de ecología humana donde el determinismo medioambiental está presente, y que representa las bases de la geografía de los riesgos. Otro discípulo de Ritter, Eliseo Reclus complementa las ideas de su maestro con su obra *Geografía universal* donde incluía estudios de Europa, América y Oceanía. Reclus ya recomendaba conocer y tomar en cuenta el medio natural telúrico (como él lo llamaba), en la fundación de colonias y comunas, se le considera uno de los iniciadores de la geografía urbana (Calvo, 2001). Otros geógrafos alemanes que retoman ideas de Ritter y Ratzel, son Richthofen y Hettner. Durante los siglos XVIII y XIX surge una corriente que algunos la califican de neanimista (concepción deificada y voluntarista de la naturaleza) que no tiene gran auge. Pero ante la reacción antipositivista y el triunfo del historicismo, las ideas deterministas sufren un declive (Calvo, 2001). Vidal de La Blanche, geógrafo francés, defendía la importancia de las acciones del hombre sobre la naturaleza como agente de cambio, se le considera el iniciador del posibilismo donde la libertad humana da múltiples posibilidades.

El desarrollo de las ciencias de la naturaleza desde finales del siglo XIX hasta nuestros días, tiene como resultado un impulso a cuestiones medioambientales con el desarrollo de diversas ciencias, entre ellas la Geografía, la cual estudia la relación que tiene el hombre con su entorno. Durante este siglo surgen muchas sociedades geográficas, además de que se patrocinan las exploraciones. Respecto al tema de riesgos, se impone la previsión y la responsabilidad individual, a su vez la responsabilidad convierte a la seguridad en un deber (Olcina y Ayala, 2002). Además la información sobre riesgos comienza a divulgarse en periódicos o revistas a partir de la segunda mitad de este siglo; y continúa así durante el siglo XX. Ricardo Beltrán y Róspide, geógrafo español, publicó estudios sobre la geografía de las calamidades en el Boletín de la Real Sociedad Geográfica y por supuesto continuó creciendo la investigación en la geografía de los riesgos (Bu, 1997 en Olcina y Ayala, 2002).

En los años 20 del siglo XX Harlan Barrows, ilustre geógrafo, definió a la geografía como "ecología humana"¹, haciendo hincapié en las relaciones existentes entre los medios ambientales naturales de un lado, y las actividades productivas del hombre de otro. Esta definición generaría más tarde la nueva rama de la geografía de los riesgos (Calvo, 1984). Muchos geógrafos se han preocupado por analizar las relaciones generales entre las poblaciones humanas y el medio, y su mutua adaptación. El hombre es parte de la naturaleza que lo rodea y esta naturaleza es dinámica e incierta aún con el desarrollo científico. "La ecología humana se insertó dentro de un amplio marco ecológico y evolutivo, e incluyó el estudio del impacto humano sobre el entorno, la nutrición, los desastres ecológicos, la demografía y en la comprensión del modo en que los seres humanos responden a su entorno" (Becerra y Cortés, 2006). En cuanto a desastres, en 1928 se presentó una gran inundación en la cuenca del Mississippi, a raíz de esto se aprobó y tomó relevancia la ley *Flood Control Act*, para el control de inundaciones de este gran río de E.U. (Calvo, 1984), el gobierno debía hacer frente a los problemas que causaban las inundaciones.

Para la década de los 40 Gilbert White un discípulo de Barrows publicó su tesis doctoral denominada *Human Adaptation to Floods* en 1945, la cual ya de manera más formal sentó las bases de la geografía de los riesgos, tema que continuó trabajando a lo largo de su vida profesional, dicha tesis también dio importantes aportaciones a la geografía de la percepción. White trabajó desde la Universidad de Chicago el tema con bases en la ecología humana; cuestionó las soluciones puramente ingenieriles para el control de inundaciones y propuso soluciones alternativas, ya que las soluciones dadas por la administración en lugar de disminuir las inundaciones, las aumentaron a lo que denominó "paradoja hidráulica" (Calvo, 1984; Saurí, 2006). Estas soluciones alternativas tomaban en cuenta como se adapta el hombre al riesgo y la comprensión de la política pública "abanico de opciones", sitio donde él ya tenía experiencia y donde hizo importantes aportaciones (White en Calvo, 1984; Saurí, 2006).

Durante la década de los 50, se adicionó al tema de los riesgos el tema de la percepción, por parte de geógrafos estadounidenses principalmente, como los trabajos de Kirk y Lowenthal en *Geografía, experiencia e imaginación* y *Environment perception and behavior* (Hernández, 1982), posteriormente los de Cox y Golledge (60's y 70's) acercaron las ideas de comportamiento a los estudios territoriales; el tema de percepción del riesgo atrajo a geógrafos, urbanistas, sociólogos, psicólogos, geólogos, entre otros (Olcina y Ayala, 2002).

Durante los años 60, continúan los trabajos sobre percepción del riesgo, tanto por los autores ya mencionados como nuevas aportaciones. En 1964 dentro del ámbito geográfico, Burton y Kates definen los riesgos naturales como el conjunto de elementos del medio físico y biológico nocivos para el hombre y causados por fuerzas ajenas a él. Sin embargo, serían las enseñanzas de su

¹ Lezama (2002) La ecología humana, toma conceptos de la biología para explicar los fenómenos humanos bajo un nivel de vida comunitaria, por ejemplo: equilibrio, competencia, dominio y sucesión. Donde la competencia es uno de los rasgos más sobresalientes que asume la lucha por la existencia en el medio urbano, por la obtención de los recursos necesarios a la vida humana: la vivienda, el suelo, el alimento, etc.

La ecología humana para Park (uno de sus iniciadores), es caracterizada por un darwinismo modernizado, dotándola de un fuerte principio de "lucha por la existencia", generada a través de la solidaridad entre especies de un mismo conjunto humano; se refiere a la comunidad que une sus energías para resistir la presión de fuerzas externas. La ecología humana tiene un gran desarrollo en la escuela de Chicago, y le da a esta corriente un pensamiento original en el estudio de la ciudad, en un intento por aplicar la ciencia natural a la organización social urbana Castillo (2014)

mentor G. White que al colaborar con ellos, Burton y Kates se convierten en los primeros en manejar el concepto de riesgo moderno con un enfoque global, es decir la importancia del factor humano en el tratamiento de eventos extraordinarios; ideas que destacaron en *The Environment as Hazard*. Este libro recibió críticas por parte del círculo geográfico, sin embargo en el ámbito de la administración pública tuvo gran aceptación como en programas de seguros contra inundaciones, control de usos de suelo y adecuación de infraestructuras y viviendas en riesgo (Olcina y Ayala, 2002). White también dio valor a la participación de las comunidades afectadas, en base a sus estudios sobre la percepción del riesgo. Además en esta década se formulan políticas de mitigación en base a la tecnología apoyadas en la ciencia (Calderón, 2001). Gilbert White junto con Burton y Kates continuaron haciendo importantes aportaciones en la década de los setentas.

Durante la década del 70, a partir de los trabajos de Hewitt y Burton sobre peligrosidad de los lugares se abre paso el análisis territorial, el geógrafo Hewitt, anteriormente ya había estudiado las bases teóricas para explicar fenómenos extremos de acuerdo a probabilidad, por lo que hizo aportes importantes al tema de riesgos (Olcina y Ayala, 2002). Durante esta década se crítica fuertemente el paradigma de la escuela de Chicago, se denuncia el papel secundario que se le había dado a los factores socioeconómicos y la falta de perspectiva histórica en los análisis, así como una pobreza teórica. Así surgen las aportaciones radicales en la búsqueda de un marco explicativo más amplio y una teoría social que explique la desigualdad ante la catástrofe (Calvo, 2001).

También en esta década se da un boom respecto al medio ambiente con el surgimiento de grupos ambientalistas en todo el mundo, en 1972 se celebraría en Estocolmo la primera Conferencia Mundial sobre Medioambiente y Desarrollo Humano organizado por las Naciones Unidas, donde se evidenció la necesidad de tomar medidas conjuntas en todo el planeta para atacar problemas ambientales, en esta conferencia ya se trataba la peligrosidad natural y sus consecuencias sociales, y se reconocía a la planificación racional como un medio para resolver los conflictos entre desarrollo y medioambiente (Olcina y Ayala, 2002), aunque no se manejaba directamente el tema de riesgos.

Durante la década del 80, se continúan los trabajos de riesgos con muy diversos enfoques, lo que refuerza el carácter multidisciplinario del tema. Hewitt continúa una revisión radical de la interpretación de desastres. Así se matizan puntos de vista contrastantes, los que vienen del paradigma dominante y por otro lado sus críticos, el análisis de riesgos se orienta hacia las condiciones materiales y productivas del contexto histórico (Calvo, 2001). En 1982, Tricart publica su artículo sobre *El hombre y los cataclismos* donde habla de la conciencia del riesgo y decisión política necesarios para el ordenamiento territorial, en esa misma publicación Faucher escribe *una geografía humana de los riesgos naturales* donde le da relevancia a la cartografía de riesgos (Aneas de Castro, 2000). Durante esta década se logra avanzar de la visión catastrofista a considerar el riesgo como tal (Olcina, 2008).

En la década de los 90, autores franceses como Faugere, G. Kervern y P. Rubise retoman el estudio de riesgos y ciencias del peligro, las llamadas cindinicas, y comparten que para el desarrollo de estas ciencias es necesario el aporte de diversos especialistas (Aneas de Castro, 2000). De la necesidad de contar con una visión más global en el tema de riesgos, Saurí & Ribas (1996) proponen un enfoque contextual de los riesgos como una alternativa, viendo que los primeros estudios se basaban en la ecología humana, trataban sobre todo los factores físicos del fenómeno que podía causar desastre aunado a la geografía de la percepción y el comportamiento; mientras otros enfoques desde la economía política, daban mayor peso a los factores

estructurales. Por tanto, esta aproximación contextual es una propuesta donde se trata de integrar factores individuales y locales con factores estructurales. Blaikie (1996) afirma que “existen ciertos procesos globales a los cuales se debe prestar más atención, como el crecimiento de la población, la urbanización rápida, presiones financieras internacionales, degradación de la tierra, cambio ambiental global y las guerras; amenazas que se convierten en riesgo y pueden causar un desastre”. Es en esta década cuando toma mayor relevancia el término vulnerabilidad, aunque anteriormente ya se había empleado, se da mayor peso a cuestiones sociales y estructurales; y con el análisis de la vulnerabilidad surgen otros nuevos conceptos como resistencia y resiliencia (Olcina, 2008).

A nivel internacional, los años 1990 a 1999 se declararon como el “Decenio Internacional para la Reducción de Desastres Naturales” por parte de la ONU con el objetivo de reducir la pérdida de vidas y daños materiales además de perturbaciones sociales por fenómenos naturales; esta iniciativa logro la puesta en marcha de programas de adaptación al riesgo en países pobres, mientras que en los países ricos no hubo avances relevantes. Con los esfuerzos de este decenio, los organismos internacionales buscan cambiar el esquema clásico sobre desastres: emergencia, restauración, remplazamiento y reconstrucción; a otro basado en la prevención y respuesta para la reducción del riesgo. De tal manera, en los últimos años se ha superado la idea de una naturaleza perversa que provoca estragos y ahora se acepta el papel del hombre como causa de desastres; además se da mayor importancia a la planificación del territorio y al estudio de la escala local (Olcina y Ayala, 2002), para evitar asentamientos en zonas de riesgo o construir de acuerdo a las condiciones naturales del lugar. “La escala local es decisiva en este aspecto, puesto que los planes municipales de ordenación urbana deben impedir la ubicación de usos y actividades en áreas con riesgo natural elevado” (Olcina, 2010).

En los inicios del siglo XXI, a pesar de las nuevas orientaciones interdisciplinarias al tema de riesgos, se continúa favoreciendo el conocimiento de los parámetros físicos de los riesgos (Calvo, 2001). Sin embargo desde las ciencias sociales se hacen aportes interesantes y se cuestionan los conceptos aplicados al tema, así surgen nuevas concepciones como: territorios de riesgo, región-riesgo, paisajes de riesgo y sociedad del riesgo (Olcina, 2008) -más adelante se definen-. También se dan avances en cuestiones tecnológicas como el empleo de sistemas de información geográfica e imágenes de satélite. Se da mayor desarrollo a los sistemas de alerta temprana en todo el mundo, que ya se habían puesto en marcha en países avanzados como (E. U. y Japón). Debido a los desastres presentados en diversos lugares del mundo; dichos sistemas combinan la predicción con la gestión de emergencias, y tienen mayor auge debido a la expansión de las comunicaciones (Olcina y Ayala, 2000). En los últimos años ha cobrado importancia el tema de cambio climático, así los riesgos de origen natural se vinculan con este (IPCC, 2007 en Olcina, 2008).

El tema de riesgos no es exclusivo de la geografía, varias disciplinas han incursionado en su desarrollo, desde la economía, la sociología, la psicología, la administración, la geología, la ingeniería, han aportado sus conocimientos y enriquecido el tema, así se ha construido un cierto consenso sobre los términos utilizados, a continuación se revisan.

2.2. Conceptualización

2.2.1. Peligro

Peligro viene del latín *periculum*: prueba, tentativa. También se traduce como "contingencia inminente de perder una cosa o de que suceda un mal" (Espasa Calpe, 1975 en Aneas de Castro, 2000). Diversos diccionarios coinciden en que amenaza y peligro son términos equivalentes, en francés: *péril, danger, alea*; en inglés: *peril, hazard*. Este último es el mismo que se utiliza para amenaza, así ambos conceptos se utilizan como sinónimos, aunque el término amenaza es más ampliamente utilizado para el estudio de riesgos.

Existen definiciones particulares al concepto peligro, en 1964 Burton y Kates definieron el peligro ambiental como "todos aquellos elementos del ambiente físico nocivos para el hombre y causados por fuerzas ajenas a él" (Burton y Kates en Cruz, 2003). Para Aneas de Castro (2000) peligro es la ocurrencia o amenaza de ocurrencia de un acontecimiento natural o antrópico, capaz de causar pérdidas de gravedad en donde se produzca; y se refiere al fenómeno tanto en acto como en potencia. Mientras Olcina y Ayala (2002) incluyen la severidad como característica de un peligro.

Smith (1992 en Aneas de Castro, 2000) define al peligro como una amenaza potencial para los seres humanos y su bienestar. Dicho autor ha definido los peligros ambientales como eventos geofísicos extremos y accidentes tecnológicos mayores, que representan una amenaza inesperada para la vida humana y pueden causar daños importantes al ambiente y propiedades.

2.2.2. Amenaza

El término amenaza Wilches-Chaux (1993) lo define como "probabilidad de que ocurra un riesgo frente al cual una comunidad es vulnerable". Mientras Cardona (1993) la define como "la probabilidad de ocurrencia de un evento o resultado no deseable, con una cierta intensidad en un cierto sitio y en un cierto período de tiempo".

También, Cardona (1993) menciona que es importante diferenciar la amenaza del evento que la caracteriza, puesto que la **"amenaza significa la potencialidad de la ocurrencia de un evento con cierto grado de severidad, mientras que el evento en sí mismo representa al fenómeno en términos de sus características, su dimensión y ubicación geográfica"**. Así, no es la presencia de un fenómeno natural la amenaza como tal, ya que en nuestra vida cotidiana convivimos con ellos, tenemos frecuentes lluvias, días calurosos, vientos, además de sismos diarios imperceptibles que no representan una amenaza a la humanidad; la amenaza viene con la magnitud e intensidad del fenómeno. En la figura 1, se diferencia la amenaza del riesgo, donde hay amenaza pero no hay vulnerabilidad no existe riesgo.

Aneas de Castro (2000) afirma que amenaza es un factor externo a una comunidad expuesta, representado por la potencial ocurrencia de un fenómeno desencadenante (o accidente), el cual puede producir un desastre al manifestarse. También se define como proceso o fenómeno de carácter natural o tecnológico que puede originar daños a la población, los bienes materiales o el ambiente natural (Olcina y Ayala, 2002). Podemos observar que la amenaza no es en sí el fenómeno natural o en su caso la presencia de un proceso tecnológico, sino la probabilidad de que dicho fenómeno o proceso salga de su habitual comportamiento y se convierta en riesgoso para el sitio en el que se presenta.



Figura 1. Amenaza (izquierda) es un evento con cierta potencialidad y grado de severidad, mientras Riesgo (derecha) representa la presencia de una amenaza como puede ser el desbordamiento de un río y la vulnerabilidad que en este caso sería la precariedad de las viviendas. Imágenes: madrimasd.org , 2015.

Cardona (1991 en Cruz 2003), caracteriza la amenaza de acuerdo a tres variables:

- a. Ubicación
- b. Severidad
- c. Recurrencia

Las variables a y c determinan el comportamiento espacio-temporal del fenómeno; mientras la literal b determina la forma en que se manifiesta. Así, la ubicación se refiere a las fuentes, áreas de ocurrencia, extensión y zonas de influencia. La severidad define los efectos esperados. Y la recurrencia tiene que ver con los lapsos de tiempo en que un fenómeno puede ocurrir con cierta intensidad. Estas son variables indispensables para el estudio de la amenaza. Los fenómenos naturales que pueden representar una amenaza, son: sismos, tsunamis, volcanes, huracanes, deslizamientos, sequías. Aunque también existen amenazas antrópicas, estas son: guerras, terrorismo, explosiones, contaminación (Cruz, 2003), todas estas son amenazas que no tienen que ver con fenómenos naturales, pero si afectan al ser humano.

Aunque nuestros conocimientos de mecanismos causales físicos son incompletos, algunos registros largos (por ejemplo de huracanes, terremotos, deslizamientos de nieve o sequías), nos permiten especificar la probabilidad estadística de muchas amenazas o peligros en tiempo y espacio (Blaikie et al, 1996).

Más allá de las clasificaciones, amenaza y peligro tienen la misma esencia, ambas están relacionadas. Algunos autores utilizan el concepto peligro, y otros amenaza, pero las dos tienen que ver con “la posibilidad de que ocurra un evento extremo capaz de producir daño”, por lo tanto en este trabajo se refiere solo a la amenaza.

2.2.3. Riesgo

Como señala Giddens, el concepto estuvo desde sus orígenes, vinculado al espacio geográfico; de ahí se trasladaría al mundo financiero para indicar el cálculo de las consecuencias probables de las decisiones inversoras para prestamistas y prestatarios. En la actualidad, el concepto riesgo, se emplea para referirse a una amplia gama de situaciones de incertidumbre (Giddens, 2003 en Olcina, 2008), se define como la probabilidad de que ocurra una amenaza o peligro, sea natural, social o económico capaz de causar daño.

Desde la visión económica, el riesgo adopta las siguientes definiciones: es el producto matemático de la probabilidad de ocurrencia de un evento peligroso y de la estimación de daños susceptibles a causa del mismo (Villeveille et al, 1997 en Olcina 2008). “Todo fenómeno extremo y coyuntural que produce impactos negativos sobre el medio y la sociedad; resultaría de multiplicar el valor de la peligrosidad por los daños causados y se suele medir en unidades monetarias” (Pita et al [coord.], 1999 en Olcina 2008). Por su parte, Olcina y Ayala (2002) definen el riesgo cómo daño o pérdida esperable a consecuencia de la acción de un peligro sobre un bien a preservar, sea la vida humana, los bienes económicos o el entorno natural. Estas definiciones estarían relacionadas con lo que hoy se conoce como exposición respecto al riesgo.

Se revisan algunas definiciones relevantes desde las ciencias sociales: Cuny (1983 en Wilches-Chaux, 1993) “grado relativo de probabilidad de que ocurra un evento amenazador”. Para Cardona et al (1989) es la “probabilidad de exceder un nivel de consecuencias sociales, económicas o técnicas en un cierto sitio y en un cierto período de tiempo” diferencia la amenaza del riesgo indicando que la primera se refiere a la probabilidad de ocurrencia de un evento, mientras el riesgo es la probabilidad de que se manifiesten consecuencias relacionadas con la vulnerabilidad. Por su parte Wilches-Chaux (1993) define el riesgo como “fenómeno de origen natural o humano que signifique un cambio en el medio ambiente que ocupa una comunidad determinada, vulnerable a ese fenómeno”. Calvo (2001) sostiene que es “el umbral de cambio tolerable que se ve sobrepasado en un plazo breve y se desencadena una situación que conduce a la catástrofe”. Por tanto, riesgo se entiende como la probabilidad de un individuo o grupo de estar expuesto y afectado, es la posibilidad de ocurrencia de un peligro (Aneas de Castro, 2000). El sociólogo, Beck ve al riesgo como “enfoque moderno de la previsión y control de las consecuencias futuras de la acción humana; diversas consecuencias no deseadas de la modernización radicalizada”. Dicho autor habla de los nuevos riesgos, aquellos derivados de los errores de la medicina y la biología, el cambio climático, la pérdida de biodiversidad, colapso de sistemas informáticos; donde la modernidad genera en la sociedad un grado de riesgo sea a la salud, al ambiente, al trabajo, entre otros factores; estos riesgos muchas veces no tienen un responsable y por ello son difícilmente asegurados o compensados (Beck, 2002 en Olcina y Ayala, 2002).

Así, los riesgos se definen como los efectos negativos que resultan de las interrelaciones entre la sociedad y el medio natural, en contraposición a los recursos o capacidades, que serían los efectos positivos resultantes de estas interrelaciones. **La definición de riesgo natural implica, la conjunción de dos realidades inseparables; la primera, el fenómeno físico por sí mismo** (los mecanismos responsables de su desarrollo, su frecuencia, su probabilidad de ocurrencia, entre otros); **y la segunda, la vulnerabilidad, es el grado según el cual un territorio y una sociedad se encuentran expuestos a recibir daños de distinto tipo** (Saurí & Ribas, 1996). Ver figura 2.

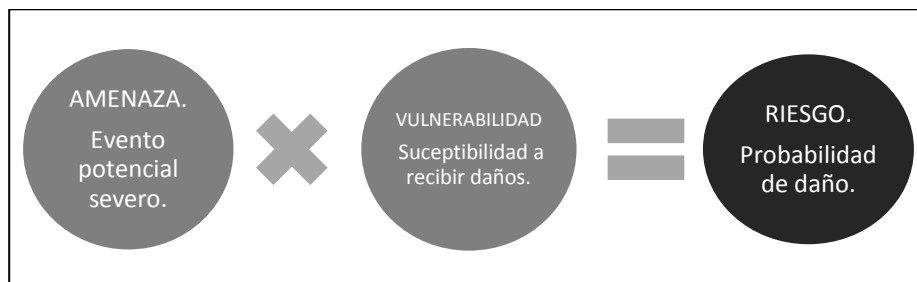


Figura 2. Representación del riesgo. Elaboró Diana Irán López.

Dentro del análisis de riesgo se han introducido tres conceptos que formarían parte del riesgo: amenaza, vulnerabilidad y exposición. Cada uno de ellos se relaciona con los tres componentes del espacio geográfico: la naturaleza, el hombre y el territorio. La amenaza es el fenómeno o proceso de carácter natural que puede originar daños a una comunidad, a sus actividades o al medio natural; la vulnerabilidad es la pérdida esperable de un determinado bien expuesto, el bien vulnerable más apreciado es la vida humana; por ello el grado de riesgo es más elevado cuando corre peligro la vida de las personas. Por último, la exposición es la disposición sobre el territorio de un conjunto de bienes a preservar que pueden ser dañados por un peligro natural (Olcina, 2008). Estas variables son relevantes a la hora de elaborar un análisis de riesgos.

En los últimos años, han aparecido nuevos conceptos, que reflejan nuevas unidades de análisis territorial: la sociedad del riesgo, territorios de riesgo, región-riesgo y paisajes de riesgo. El sociólogo Ulrich Beck describe a la sociedad del riesgo como la sociedad industrial o post-industrial contemporánea, de tal manera que existe una relación entre desarrollo y riesgo. Dicha sociedad surge donde las instituciones y normas fracasan en la seguridad (Beck en Olcina s/f). Así, se ha caracterizado a la sociedad actual posmoderna, como sociedad del riesgo global, a partir de cinco nuevos procesos: globalización, individualización, revolución de los géneros, subempleo y riesgos globales (naturales, tecnológicos y financieros) Beck (1992 en Olcina y Ayala, 2002; Olcina, 2008).

Por su parte, Olcina (2008) afirma, “si existe una sociedad del riesgo, es porque en la Tierra hay áreas con peligros naturales y seres humanos que viven cerca o directamente en ellas, transformando así el medio en territorios de riesgo”. El análisis territorial de la peligrosidad natural y sus efectos en las sociedades humanas muestra que, en la superficie terrestre, es posible delimitar unidades espaciales que comparten una afección similar de algún episodio natural de rango extraordinario. De este modo, el riesgo potencial en un territorio se convierte en un elemento de significación geográfica importante en el análisis de dicho medio.

Podemos diferenciar a la sociedad del riesgo, de acuerdo a Beck, como población posmoderna, donde la seguridad fracasa; mientras el territorio de riesgo es aquel donde se asientan sociedades que por sus características geográficas naturales se consideran territorios de riesgo o bien por las transformaciones que esas mismas sociedades generan adquieren esta denominación, ya que la sociedad puede agravar el riesgo. Esto se contrapone con el determinismo ambiental que aún responsabiliza a los fenómenos naturales como factor primordial para causar desastre.

Por otra parte, la región-riesgo, es el espacio geográfico de dimensiones conocidas, donde sobresale la vulnerabilidad de una población ante un episodio natural extremo, y sus implicaciones en dicha sociedad, como un rasgo importante del medio geográfico. Existen ejemplos mundiales de espacios geográficos de riesgo, a diversa escala. La región-riesgo es una unidad de trabajo aplicada (Olcina, s/f), es el caso de Asia Meridional, Filipinas, el Caribe, Centroamérica, regiones de África, llanuras aluviales de grandes ríos chinos (Yangtse), América andina (Olcina, 2008). También se habla de paisajes de riesgo, que se definirían como plasmaciones visuales de los territorios de riesgo, y corresponden con áreas urbanas de países menos desarrollados (Olcina, 2008).

2.2.4. Vulnerabilidad

La idea de vulnerabilidad abarca tanto condiciones físicas que exponen al riesgo como condiciones socioeconómicas, además muchos autores la relacionan con la capacidad de recuperación individual o general de la sociedad afectada. Diversos autores coinciden en que esta es la parte donde se debe trabajar para lograr disminuir los desastres. Se revisaron diferentes conceptualizaciones del término.

Para Cuny (1983 en Wilches-Chaux 1993) la vulnerabilidad es la condición por la cual los asentamientos humanos o las edificaciones se encuentran en peligro en virtud de su proximidad a una amenaza, este sería un ejemplo de vulnerabilidad física. Cardona *et al* (1989 en Wilches-Chaux 1993) sostiene que es el nivel o grado al cual un sujeto o elemento expuesto puede verse afectado cuando está sometido a una amenaza. Por su parte, Calvo (1984) la define como “el grado de eficacia de un grupo social determinado para adecuar su organización frente a aquellos cambios en el medio natural que incorporan el riesgo”, también menciona que la vulnerabilidad aumenta en relación directa con la incapacidad de una sociedad de adaptarse al cambio, lo cual influye en la intensidad de los daños que pueden producirse. Por su parte, Wilches-Chaux (1993) la define como incapacidad de una comunidad para absorber mediante el autoajuste, los efectos de un determinado cambio en un medio ambiente, o incapacidad ante el cambio. Lo opuesto a vulnerable es el término seguro.

Los grupos más vulnerables son aquellos que tienen mayor dificultad para reconstruir sus medios de subsistencia después del desastre. Pero la vulnerabilidad es siempre distinta, dependiendo de las características de las vulnerabilidades presentes. Algunos grupos de la sociedad son más propensos que otros al daño, pérdida y sufrimiento, en el contexto de diferentes amenazas, por ejemplo una comunidad ribereña puede estar habituada a las inundaciones, pero no a un incendio que puede representar mayor vulnerabilidad que una inundación. Además existen factores como el económico que producen mayor vulnerabilidad, poca gente rica se ve afectada si comparamos el número de víctimas pobres con las ricas; ya que el dinero compra diseño e ingeniería que reducen al mínimo (pero claro que no eliminan) los efectos de esos sucesos (Blaikie et al, 1996). Otro factor importante en el tema de vulnerabilidad es el educativo, ya que a mayor información, mejores decisiones y acciones que disminuyen la vulnerabilidad. Además, “las condiciones de vulnerabilidad se van gestando y acumulando progresivamente hacia una situación de riesgo, que muchas veces se menosprecia y puede dar lugar al desastre” (Cruz, 2003).

Como se observa, el concepto de vulnerabilidad es social, ya que hace referencia a las **características que le impiden a un determinado sistema humano adaptarse a un cambio ambiental y está relacionada con la falta de seguridad ante una situación de riesgo**. Además la condición de vulnerabilidad de un grupo humano puede dar lugar a nuevos riesgos, los cuales generan nuevas vulnerabilidades y como consecuencia, nuevas posibilidades de desastre (Wilches-Chaux, 1993).

Otra variable que se toma en cuenta para la evaluación de la vulnerabilidad, es el nivel de exposición de un grupo social, por su localización relativa al peligro en cuanto a la posibilidad de ser afectado o sufrir daño, y se refiere a las personas y a los bienes afectados, generalmente es expresado en dinero, pero también representa el número de víctimas y es útil para medir los costos, si ocurriera una emergencia, a esta variable se le denomina exposición. Pero muchos autores incluyen la exposición como parte de la vulnerabilidad y no como variable independiente.

Relacionado con la capacidad Blaikie (1994) define a la vulnerabilidad como “características de una persona o grupos de ellas en relación con su capacidad de anticipar, enfrentar, resistir y recuperarse de un evento extremo”, o de una amenaza natural. “La capacidad de respuesta estará condicionada por varios factores, entendidos como elementos determinantes de la vulnerabilidad dentro de la esfera económica, política y social” (Becerra y Cortés, 2006).

2.2.5. Capacidad de adaptación

Algunos autores también han hecho el contraste entre vulnerabilidad y capacidad o habilidad para proteger su comunidad, hogar y familia y una forma de restablecer los medios de vida (Anderson y Woodrow 1989 en Blaikie et al 1996). A partir de esta visión han aparecido dos nuevas expresiones que se incluyen en el análisis de riesgos: las de resistencia y resiliencia que están relacionadas precisamente con la capacidad. Por resistencia, se entiende la capacidad social de continuar con su dinámica normal después de una perturbación y depende fundamentalmente de las condiciones de la vida cotidiana de sus habitantes, en especial las que se refieren a bienestar y a salud pública. La resiliencia, por su parte, concierne a la capacidad de esta misma sociedad de recuperarse lo más rápidamente posible de las alteraciones negativas provocadas por una perturbación y, en este caso depende del grado de preparación social ante una posible calamidad, incluye la preservación y la restauración de sus estructuras y funciones básicas (Olcina, 2008; UNISDIR, 2009). Exposición, resistencia y resiliencia se relacionan con presiones o factores económicos, políticos y sociales de carácter global (Saurí, 2003). Sin embargo, el concepto más utilizado es el de resiliencia y se asocia precisamente a la capacidad de una sociedad para hacer uso de sus recursos y fortalezas para disminuir la vulnerabilidad y el riesgo así como su recuperación, también denominada capacidad de adaptabilidad o capacidad de adaptación, concepto que se adopta en esta investigación.

Así, la connotación social de la resiliencia es la capacidad de los individuos, grupos sociales o comunidades para recuperarse o responder positivamente a un desastre, incluye la resistencia, recuperación, creatividad, adaptación y respuesta (Hernández, 2011). El término capacidad es definido como la combinación de recursos y fortalezas disponibles de una comunidad, sociedad u organización que le permitan reducir el nivel de riesgo; ya sea con medios físicos, institucionales, sociales o económicos, así como aptitudes personales o colectivas (UNISDR, 2009). El fortalecimiento de las capacidades de un país y de su población permite compensar o directamente reducir el impacto de una amenaza, o incluso evitar el riesgo. Por lo tanto, la **capacidad de adaptación se define como la combinación de todas las fortalezas y recursos disponibles dentro de una comunidad o sociedad que puedan reducir el nivel de riesgo o los efectos de un desastre** (DIPECHO, 22/10/2015).

2.2.6. Desastre

Otro concepto es el desastre, es un error conceptual denominar a los desastres como naturales, ya que estos se caracterizan por pérdidas humanas y económicas a corto plazo, además de su origen social, así como también es social la respuesta que puede generar en la población. Los desastres están relacionados con el proceso histórico de desarrollo o subdesarrollo del lugar donde se presentan, y rebasan el impacto inmediato, afectando el desarrollo futuro (Lavell, 1993).

Para Wilches-Chaux (1993) desastre es el producto de la convergencia en un momento y lugar, determinado de dos factores, amenaza y vulnerabilidad. Por su parte, Cardona (1993) lo define como “evento de origen natural, tecnológico o provocado por el hombre que causa alteraciones intensas en las personas, en los bienes, en los servicios y/o medio ambiente”. Para Macías (1993),

“desastre es una manifestación de fuerzas de la naturaleza, que induce condicionantes críticas de corto, mediano y largo plazo hacia las formas sociales que impacta”. De acuerdo a UNISDR (2009) desastre sería la **“interrupción en el funcionamiento de una comunidad o sociedad que ocasiona una gran cantidad de muertes al igual que pérdidas e impactos materiales, económicos y ambientales que exceden la capacidad de la comunidad o la sociedad afectada para hacer frente a la situación mediante el uso de sus propios recursos”**.

Cuando un sistema natural produce un evento necesario para mantener su equilibrio, pero que afecta el funcionamiento normal de un sistema social, se considera dicho evento como peligroso y sus consecuencias como un desastre. Si, por el contrario, es un sistema social el que desequilibra un ecosistema, mediante la contaminación, la deforestación y otras actividades, usualmente las consecuencias diarias no son vistas como micro-desastres hasta que estas pequeñas, pero permanentes fuerzas desequilibradoras, se acumulan y se manifiestan en un evento catastrófico, entonces se percibe el desastre (Fernández y Rodríguez, 1996). Estos micro-desastres, son alteraciones rutinarias, no dramáticas pero si recurrentes, que afectan regularmente territorios, estas pueden ser inundaciones, sismos, erupciones volcánicas menores, deslizamientos, entre otros (Lavell, 1993). Mientras un gran terremoto siempre llama la atención, aun cuando no cause una gran mortalidad, es contrastante con el desastre permanente que experimentan grandes sectores de la población todos los días, que no es percibido o interpretado como tal, la pobreza por ejemplo (Maskrey, 1993).

El desastre se concibe de acuerdo a las variables tiempo y espacio. Desde el punto de vista temporal los desastres son interpretados como eventos súbitos, aunque este calificativo depende del contexto; en un extremo de la escala del tiempo podrían localizarse como impactos instantáneos, desastres provocados por terremotos, erupciones volcánicas, o accidentes aéreos; mientras que los impactos prolongados que pueden considerarse desastres son la desertificación, las hambrunas y las guerras, eventos que usualmente son más severos en términos demográficos. Existe la tendencia de relacionar la magnitud de los desastres con aquellos eventos que afectan la distribución demográfica. En cuanto al espacio, el impacto de los desastres es extremadamente variado; algunos son aislados y localizados; otros son difusos y dispersos. Por lo tanto, algunos sólo afectan a una población, mientras que otros son lo suficientemente amplios como para afectar a varias poblaciones (Cardona, 1993).

En los países latinoamericanos es notorio el énfasis que se le da al aspecto físico del desastre, en cuanto al estudio y predicción de las amenazas; sin embargo la sociedad no es objeto de estudio, ni de acción en la mayor parte de las investigaciones (Lavell, 1993). “El enfoque dominante concibe a los desastres como eventos temporal y espacialmente segregados, en los cuales la causalidad principal deriva de extremos en los procesos físico-naturales (terremoto, huracán, tsunami, etc.); este enfoque relega los factores sociales y económicos a una posición dependiente de los procesos físicos” (Hewitt en Lavell, 1993). Motivo por el cual es importante un estudio global o contextual del tema como lo propone Saurí (2003), donde se estudie las variables físicas y sociales de acuerdo al contexto de cada sitio, para conocer mejor la problemática particular.

De acuerdo a la Ley General de Protección Civil mexicana, desastre es: “el estado en que la población de una o más entidades federativas sufre severos daños por el impacto de una calamidad devastadora, sea de origen natural o antropogénico, enfrentando la pérdida de sus miembros, infraestructura o entorno, de tal manera que la estructura social se desajusta y se impide el cumplimiento de las actividades esenciales de la sociedad, afectando el funcionamiento de los sistemas de subsistencia”. La tabla 1, es un resumen de los conceptos revisados que más se adecuan a este trabajo.

Tabla 1. Conceptos idóneos para el presente trabajo.

CONCEPTO	AUTOR	DEFINICIÓN
Amenaza	Cardona (1993)	Potencialidad de la ocurrencia de un evento con cierto grado de severidad, mientras que el evento en sí mismo representa al fenómeno en términos de sus características, su dimensión y ubicación geográfica
Riesgo	Saurí & Ribas (1996)	Conjunción de dos realidades: la primera, el fenómeno físico por sí mismo; y la segunda, la vulnerabilidad, es el grado según el cual un territorio y una sociedad se encuentran expuestos a recibir daños de distinto tipo
Vulnerabilidad	Wilches-Chaux (1993)	Características que le impiden a un determinado sistema humano adaptarse a un cambio ambiental y está relacionada con la falta de seguridad ante una situación de riesgo, sea por cuestiones sociales, educativas, políticas, etc.
Capacidad de adaptación	DIPECHO (2015)	Es la combinación de todas las fortalezas y recursos disponibles dentro de una comunidad o sociedad que puedan reducir el nivel de riesgo o los efectos de un desastre
Desastre	UNISDR (2009)	Interrupción en el funcionamiento de una comunidad o sociedad que ocasiona una gran cantidad de muertes al igual que pérdidas e impactos materiales, económicos y ambientales que exceden la capacidad de la comunidad o la sociedad afectada para hacer frente a la situación mediante el uso de sus propios recursos

2.2.7. Protección Civil

El origen de la Protección (o Defensa) Civil, viene de las necesidades de guerra, es por ello que en muchos países la Protección Civil está bajo el mando del ejército (Gelman, 1996). Sus orígenes vienen del auxilio a heridos en conflictos bélicos, durante el siglo XX, la Sociedad de Naciones propuso la elaboración de la Carta Internacional de Calamidades, con el objetivo de: “socorrer previniendo, previniendo y evitando el daño”; con la finalidad de evitar desastres. Más tarde, en 1937 en París se celebró la primera Conferencia Internacional contra las Calamidades Naturales, en esta se propuso la creación de una comisión supranacional permanente de protección contra las calamidades, lo que sería la Oficina para la Coordinación de Asuntos Humanitarios de las Naciones Unidas (Olcina y Ayala, 2002). En 1958 surge una organización intergubernamental con sede en Ginebra, Suiza; la Organización Internacional de Defensa Civil, con el objetivo de promover la defensa civil en el mundo, fomenta la investigación en prevención de accidentes, administración de desastres, cooperación técnica y planeación de contingencias en diferentes países (Gelman, 1996). Posteriormente, para la década de los 90 en el marco del Decenio Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales, se toma conciencia de la importancia

del tema y surgen estudios al respecto, así como órganos de divulgación e instituciones como UNISDR (The United Nations Office for Disaster Risk Reduction) para la reducción de desastres.

En México, después del catastrófico sismo de 1985, se perfeccionaron los dispositivos de prevención y atención de emergencias por parte de las autoridades. El 6 de mayo de 1986 se definieron las bases para el establecimiento del Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC). “El objetivo general del sistema es proteger a la persona, a la sociedad y su entorno ante la eventualidad de riesgos y peligros que representan agentes perturbadores y la vulnerabilidad en el corto, mediano y largo plazo provocada por fenómenos naturales o antropogénicos, a través de la gestión integral de riesgos y fomentar la capacidad de adaptación, auxilio y restablecimiento en la población” (Secretaría de Protección Civil, 2014). Además, en septiembre de 1988, con apoyo técnico del Gobierno de Japón se crea el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), como órgano administrativo desconcentrado, jerárquicamente subordinado a la Secretaría de Gobernación, donde la UNAM donó el terreno y proporciona personal técnico y científico (CENAPRED, 2013).

El SINAPROC considera a los desastres como un proceso que debe comprender tres componentes identificables, a saber: agentes perturbadores, agentes afectables y agentes reguladores. Tal concepción ubica en el mismo plano, como agentes: a las causas, a la población afectada y sus bienes, así como a los organismos encargados de administrar la crisis. El brazo ejecutor y planificador del SINAPROC es la Dirección de Protección Civil y el Centro Nacional de Prevención de Desastres (Macías, 1993).

Macías (1993) identifica tres momentos básicos en la gestión de riesgos, donde interviene la Protección Civil: la prevención, la emergencia y la normalización. Teniendo en mente esos tres momentos, sostiene que a nivel mundial, la investigación ha privilegiado estudios que atienden aspectos derivados de los dos primeros momentos, prevención y emergencia. Mientras, existe una falta de aplicación de investigaciones concernientes a los procesos post-desastre, ya que normalmente se dejan a las acciones operativas de la autoridad, ver figura 3.

“En el caso de la prevención, las nociones de amenaza y riesgo nos remiten a ella. En este momento las instituciones sociales correspondientes al aparato científico y a la autoridad han tenido un papel importante; unas veces con deficiencias derivadas del alejamiento existente entre ambas instituciones, otras porque el desarrollo socioeconómico de la sociedad, determina los avances científicos y tecnológicos, o porque la autoridad está en contradicción con las exigencias y/o necesidades de la misma sociedad. Pero también la prevención tiene mucho que ver con las diversas formas culturales e ideológicas de la sociedad, pues éstas pueden determinar ciertas concepciones de los riesgos que tienen enfrente” (Macías, 1993).

Por otro lado, la emergencia “es el momento en que el fenómeno del desastre se manifiesta con toda claridad; es por naturaleza crítico, donde se manifiestan los rasgos del fenómeno, las condiciones de vulnerabilidad, la eficacia o no de las medidas preventivas y las capacidades de recuperación de la población afectada, las medidas de la autoridad al respecto y la certidumbre o no del conocimiento científico o técnico” (Macías, 1993). En este punto, el papel del ejército es crucial en nuestro país ya que proporcionan ayuda para encontrar personas en emergencia, además de la intervención de la Cruz Roja, Topos y otros organismos, sin embargo el papel de la población se restringe si no es absolutamente necesaria.

Finalmente, la normalización o post-desastre, implica el papel de la autoridad como definitivo de manera inmediata pero relativo en el mediano y largo plazo. El desastre generalmente afecta a un

segmento de la sociedad asentada en una porción territorial inserta en un todo más amplio; eso le da ventajas indiscutibles con relación al tema de la intervención de la autoridad para imponer las pautas de la normalización vía restauración o reconstrucción. Son importantes los vínculos entre el aparato científico y el administrador sobre todo porque, basado en los recursos de los planes, en este terreno es donde se identifican las oportunidades de intervención (Macías, 1993). Por tanto, es importante que se creen vínculos entre científicos, autoridades o administradores y la población en general para evitar desastres.

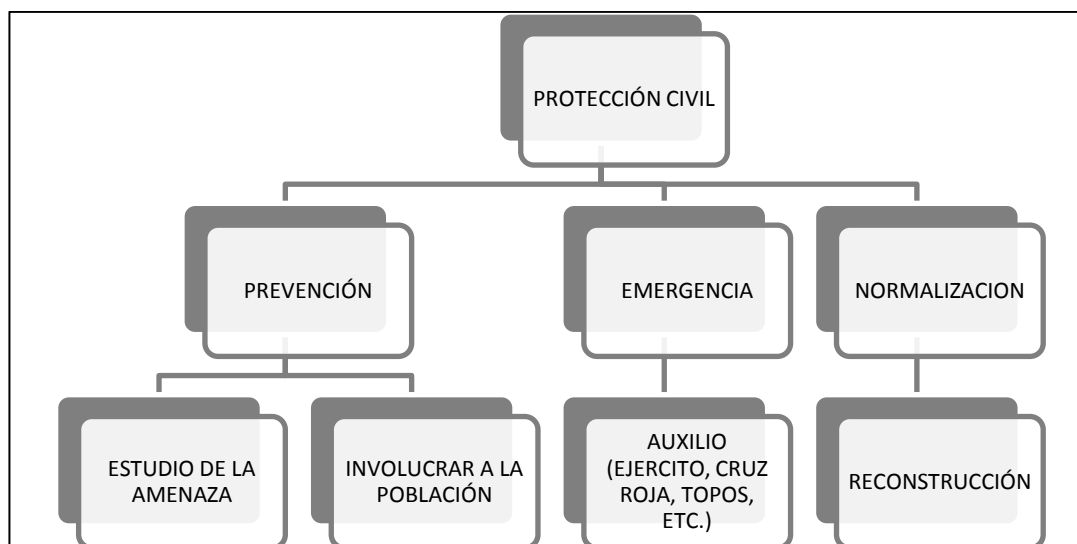


Figura 3. Funciones de la Protección Civil de acuerdo a Macías (1993). Elaboró Diana Irán López.

“Los grandes desastres han atraído siempre, el interés y la solidaridad de las personas, esto se intensificó durante el siglo pasado, paralelo al desarrollo de medios de comunicación masiva” (Calvo, 2001), incluso se vive un sensacionalismo al respecto de los grandes desastres. Pero es a través de las estrategias de planes y programas interinstitucionales como se puede gestionar y sobre todo evitar el desastre mediante la relación entre el aparato científico y el administrador (Macías, 1993). Sin olvidar la importancia de la percepción que tiene la población sobre el riesgo, que dirigirá su accionar al respecto, que es muy importante para adecuar los protocolos de Protección Civil a la visión que tiene la sociedad ante el riesgo. En el presente trabajo se hace hincapié en que la prevención debe fomentarse para evitar un desastre.

2.2.8. Sistemas de alerta temprana

“Los sistemas de alerta temprana (SAT) se utilizan esencialmente como un mecanismo de protección a través del aviso oportuno que anticipa un peligro o amenaza” (Quaas, 2010). La alerta temprana es la identificación y evaluación oportuna del surgimiento de nuevas amenazas ambientales que en el largo plazo pueden afectar negativamente la vulnerabilidad de las personas, de los ecosistemas y de los servicios que éstos proporcionan (PNUMA, 2014). Pearson (2012) los define como combinación de herramientas y procesos integrados en las estructuras institucionales, coordinados por agencias nacionales e internacionales.

En el caso de los fenómenos naturales y como parte de la Protección Civil, los sistemas de alerta temprana tienen la función de identificar la presencia de una amenaza, avisar de ello a la comunidad expuesta mediante alguna señal de alerta, y poner en marcha un esquema de protección o defensa. Los sistemas de alerta temprana centrados en la gente, proporcionan información para actuar con tiempo suficiente y de una manera apropiada, para reducir la posibilidad de daño personal, la pérdida de la vida, daño a sus propiedades y al ambiente (Quaas, 2010). La UNISDR en el Marco de Acción Hyogo, pone énfasis en la importancia de fomentar el uso del conocimiento tradicional; la idea es que la práctica local y la científica se puedan complementar (Pearson, 2012).

Los elementos básicos para un buen sistema de alerta temprana, son: el conocimiento de la amenaza, sistemas de medición y monitoreo, difusión y comunicación, y capacidad de respuesta. Para el conocimiento del riesgo son importantes los atlas de riesgos, ya que permiten dar prioridades al desarrollo del SAT, pero es imprescindible un conocimiento científico de las amenazas en el lugar donde ocurren. Los sistemas de medición y monitoreo deben estar basados en conocimientos científicos para lograr hacer pronósticos, y el monitoreo debe ser continuo. Es importante la difusión y comunicación ya que la alerta debe llegar a las personas que están en riesgo, para que ellos puedan enfrentar la amenaza; esto se logra con canales y protocolos de comunicación que puedan llegar a toda la población de acuerdo a su forma de vida. Para la capacidad de respuesta es necesario que las comunidades reconozcan el riesgo, estén al tanto de los sistemas de alerta y tengan un plan para actuar en caso de peligro que debe ser practicado sistemáticamente (CENAPRED, 2013).

Sin embargo, existen varios puntos que deben cuidarse a la hora de generar un sistema de alerta temprana. “La insuficiente coordinación y colaboración entre organizaciones puede detener los esfuerzos para fomentar la acción temprana debido a que las organizaciones que producen el conocimiento de las amenazas son académicas y no son las que difunden a las autoridades y población. La incertidumbre inherente en la información científica es una de las razones del fracaso para actuar en las alertas de desastres; la información de los pronósticos frecuentemente se da en un lenguaje y formato que no es fácilmente entendido por los trabajadores humanitarios o las comunidades locales que la requieren, esto ocasiona que los usuarios no actúen” (Pearson, 2012).

2.2.9. Fenómenos hidrometeorológicos. Inundaciones.

A través de la historia, los desastres que más han causado daños son los que tienen origen en fenómenos hidrometeorológicos debido a su periodicidad en ciertas áreas, como son: ciclones tropicales, inundaciones, tormentas eléctricas, lluvias torrenciales, nevadas y sequías. Estos se generan por la acción violenta de los fenómenos atmosféricos, como parte del sistema terrestre tenemos dos capas muy importantes que son la atmósfera y la hidrosfera, ambas están relacionadas por un flujo de materia y energía que influyen en la evolución de los fenómenos hidrometeorológicos. La capa de la atmósfera donde se dan los fenómenos hidrometeorológicos es la troposfera, es la capa donde se encuentran las masas de aire y el vapor de agua este último surge de la evaporación del agua que asciende a regiones más altas y más frías, como el aire frío no puede absorber mucha agua, esta se condensa forma nubes y cuando la condensación es rápida se da la precipitación. Además el vapor de agua confiere a la troposfera las características de una capa aislante, que evita el escape de calor de la superficie terrestre (Strahler, 1994). Los fenómenos hidrometeorológicos que más afectan al país son las inundaciones, asociadas en muchos casos a ciclones tropicales (sean depresiones tropicales, tormentas tropicales o

huracanes) durante el verano, generan grandes pérdidas económicas y dejan un gran número de damnificados (Cruz, 2003). La figura 4, muestra la importancia del estudio de riesgos, en el caso de las inundaciones, ya que representan el evento que más víctimas genera.



Figura 4. Número de eventos con más de 100 víctimas. Fuente: Naciones Unidas, 1994.

Las inundaciones son más localizadas que los tornados o sequías, por tanto puede haber espacios de intenso riesgo y otros donde este es irrelevante, por ello, es conveniente el análisis a una escala de mayor detalle posible (Calvo, 2001). En verano las lluvias más intensas están asociadas con la acción de ciclones tropicales que afectan gran parte del territorio nacional, en cambio, durante el invierno los frentes fríos son la principal fuente de lluvia. Además es importante considerar la acción conjunta de estos mecanismos productores de lluvia, por ejemplo, en octubre de 1999 interactuaron la depresión tropical no.11 con el frente frío no.5, lo que provocó una tormenta severa en el norte de Veracruz, Puebla y parte de Hidalgo, causando inundaciones y procesos de remoción en masa (CENAPRED, 2013). Sin embargo, en el área de estudio en Nezahualcóyotl, las lluvias se concentran en el verano y aunque no se comparan con las lluvias en las zonas subtropicales, si representan un riesgo para la población.

En cuanto al término inundación, el verbo inundar, proveniente del latín *inundare* que significa cubrir los terrenos y a veces las poblaciones. Strahler (1994) define a la inundación como el desbordamiento de agua de su contenedor. Mientras Olcina y Ayala (2002) sostienen que es “cuando un determinado curso de agua rebasa su cauce debido a un aporte cuantioso de agua desde fuera del sistema, de manera que el flujo que se genera y evacua con relativa rapidez supera la capacidad de evacuación del cauce, por lo que el agua pasa a ocupar tierras que por lo general no se encuentran sumergidas” (Olcina y Ayala, 2002). Para la Organización Meteorológica Mundial no es más que **el desbordamiento del agua por encima de los límites normales de una corriente o de otra masa de agua por drenaje sobre zonas que no están normalmente sumergidas.**

Las inundaciones pueden clasificarse por su origen, en pluviales, fluviales y costeras. Las inundaciones pluviales son originadas por precipitación generalmente lluvias torrenciales causadas por la influencia de ciclones tropicales o lluvias convectivas que anegan ciertas áreas. Las inundaciones fluviales se generan cuando un río se desborda y el agua cubre terrenos cercanos. Las inundaciones costeras se presentan cuando el nivel medio del mar asciende debido a la marea y penetra en zonas costeras. Existe otra causa que puede generar una inundación, aún más grave que las antes mencionadas: la falla en la infraestructura hidráulica por mal diseño, falta de mantenimiento o mala operación (CENAPRED, 2013).

Además, **la urbanización** contribuye a la inundación de las ciudades ya que las casas y calles **no favorecen la infiltración del agua al subsuelo, sino su escurrimiento y acumulación** (Lugo Hubp & Inbar, 2002). Para el análisis de inundaciones en una zona urbana, es necesario tomar en cuenta los efectos de la urbanización, así como el lugar donde ocurran, ver figura 5.

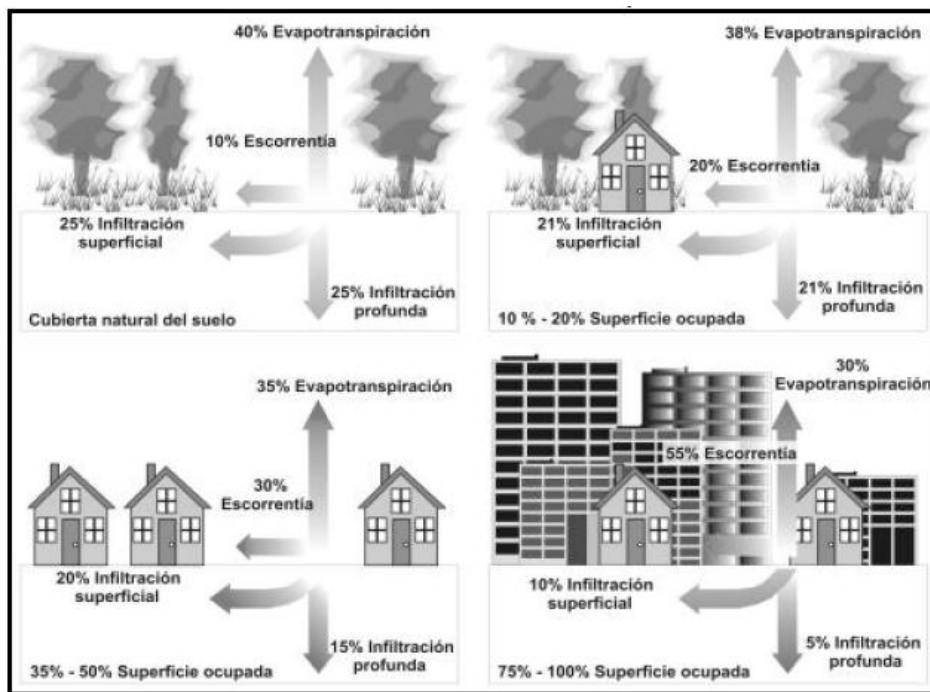


Figura 5. Influencia de la urbanización en componentes del ciclo del agua. Fuente: Hernández, 2011.

De los impactos de la urbanización sobre el ciclo del agua, Chocat (1997 en Bertoni, 2004) destaca:

- la impermeabilización del suelo,
- la aceleración de los escurrimientos,
- la construcción de obstáculos al escurrimiento,
- la artificialización de los canales, arroyos y ríos en áreas urbanas,
- la contaminación de los medios receptores.

La Ciudad de México, en su paso de una ciudad lacustre a una ciudad intervenida por los españoles, agravó el peligro de desbordamiento de los lagos que le caracterizaban, con la destrucción de obras prehispánicas que controlaban las inundaciones como el albarradón de Nezahualcóyotl, además de la desecación de lagos. Lo que generó la necesidad de nuevas obras de desagüe y protección (Calvo, 2001; SACMEX, 2012). Así, la urbanización y crecimiento de la mancha urbana, representan un gran reto en el manejo de inundaciones en la ciudad.

2.3. Marco de referencia

A continuación se exponen algunas metodologías para estimar riesgo por inundación en zonas urbanas, ya que este trabajo precisamente estudia una colonia urbana. De la Rosa (2001) sostiene que para evaluar el riesgo por inundaciones es fundamental analizar el comportamiento de la precipitación y los gastos medios diarios, para conocer la respuesta del caudal; el análisis que ella hizo se basó en gráficas de barras y de dispersión, aunque el estudio alude a riesgos solo se analiza la amenaza en Villahermosa, Tabasco.

Por su parte, Rosique (2010) evaluó el riesgo por inundación en base a estadística hidrológica, analizando la frecuencia de gastos máximos anuales basados en las estaciones hidrométricas, se aplicó estadística muestral para obtener media, varianza, desviación estándar, entre otros; después se ponderaron los datos referentes a la vulnerabilidad tomando la densidad de viviendas y de población.

Mientras Moguel (2011), hizo una evaluación del riesgo en la ciudad de Xalapa, analizó la precipitación acumulada en 24 horas, e hizo una revisión hemerográfica de los días con más altas precipitaciones e información de otras instancias; su trabajo se basa en la ecuación que expresa el riesgo, modificada: $\text{Riesgo} = \sqrt[3]{(\text{peligro} \times \text{vulnerabilidad} \times \text{valor})}$, así se utilizó la media geométrica para poder acotar los valores numéricos entre 0 y 1, y que el riesgo fuera del mismo orden que los factores (de 0 a 1), para la vulnerabilidad tomo en cuenta la precariedad de las viviendas, si tienen techos endebles, paredes endebles y sin drenaje, y el tipo de vivienda.

También el Centro para la Prevención de Desastres propone una metodología para determinar el riesgo a inundaciones con la aplicación del método racional, $Q = 0.278 C i a$, para determinar el escurrimiento con base en los gastos máximos, para definir el área hidráulica requerida y el área geométrica calculada de acuerdo a características físicas, como la topografía, la precipitación, la infiltración; finalmente compararan área hidráulica y área geométrica, si la primera es mayor si hay desbordamiento o inundación (CENAPRED, 2004).

En otras latitudes, en España, Ribera (2004), propuso un esquema teórico para la elaboración de mapas de riesgo de daños por inundación, integrando el componente físico y el humano al mapa de riesgos, como sigue:

Componente físico

Mapa de áreas inundables + Mapa de peligrosidad = Mapa final de peligrosidad

Componente humano

Mapa de exposición + Mapa de vulnerabilidad = Mapa final de vulnerabilidad

Resultado

Mapa final de peligrosidad + Mapa final de vulnerabilidad = Mapa de riesgo de daños por inundación

Actualmente en el Instituto de Geografía de la UNAM se están llevando a cabo investigaciones sobre inundación en áreas urbanas uno de ellos se realiza en la delegación Iztapalapa, dirigido por la Dr. Oralia Oropeza donde se estima la cantidad de precipitación en 24 hrs, esta se compara con un modelo digital de elevación que genera datos sobre el volumen de agua que puede contener y se compara con la precipitación en diferentes períodos de retorno, para determinar zonas de riesgo.

En los trabajos revisados se observó que es ampliamente utilizada la fórmula racional para medir escurrimientos, en el caso de CENAPRED, la utiliza, pero propone toda una metodología de acuerdo a zonas rurales. Sin embargo, en el presente trabajo, se adaptó dicha metodología a un área urbana, para la estimación de la amenaza, aplicando la fórmula racional y posteriormente comparando áreas hidráulicas con áreas geométricas para determinar si hay desbordamiento en la cuenca o no. Para ponderar la amenaza, se obtuvo el período de retorno basado en la fórmula de CNA (2007). Mientras, para estimar la vulnerabilidad, se aplica la metodología del Rosique (2010) complementándola con la propuesta de Moguel (2011), ambas ponderan la vulnerabilidad de las viviendas. Una vez ponderada la amenaza y la vulnerabilidad se puede aplicar la fórmula $R = A * V$ para obtener el riesgo. La descripción detallada de la metodología aplicada se puede ver en el capítulo correspondiente.

CAPITULO III. ANÁLISIS DE LA AMENAZA A INUNDACIÓN PLUVIAL

Como se definió en el capítulo II, la amenaza significa la potencialidad de la ocurrencia de un evento con cierto grado de severidad, mientras que el evento en sí mismo representa al fenómeno en términos de sus características, su dimensión y ubicación geográfica (Cardona, 1993). Para el estudio de inundaciones se deben tomar en cuenta factores como las características del lugar, es decir la topografía para identificar si hay zonas más bajas que otras, si existen microcuencas, así como parámetros hidrometeorológicos, permeabilidad y fuentes que puedan generar avenidas como son ríos, arroyos, canales, entre otros, además de aspectos de la geología, que en el área de estudio está relacionada con los hundimientos de la ciudad. Esta información nos permite delimitar áreas susceptibles a inundación.

3.1. Área de estudio

El área de estudio del presente trabajo es la colonia El Sol en el municipio de Nezahualcóyotl, ubicado al oriente de la Ciudad de México (ver figura 6), lugar donde en varias ocasiones se han presentado inundaciones relevantes. Durante años esta colonia fue vecina del basurero bordo de Xochiaca que opero durante más de 60 años con los vertederos Neza I y II, pero en 2009 se inauguró sobre el antiguo basurero, un complejo comercial y cultural denominado Ciudad Jardín, con el objetivo de crear un polo de desarrollo (CNN, 05/10/2010); dicho complejo cuenta con establecimientos comerciales de grupo Walmart y grupo Carso, además de espacios deportivos y un hospital particular, todo esto representa un cambio en el espacio para los habitantes. Este complejo se ubica topográficamente más arriba de la colonia El Sol.

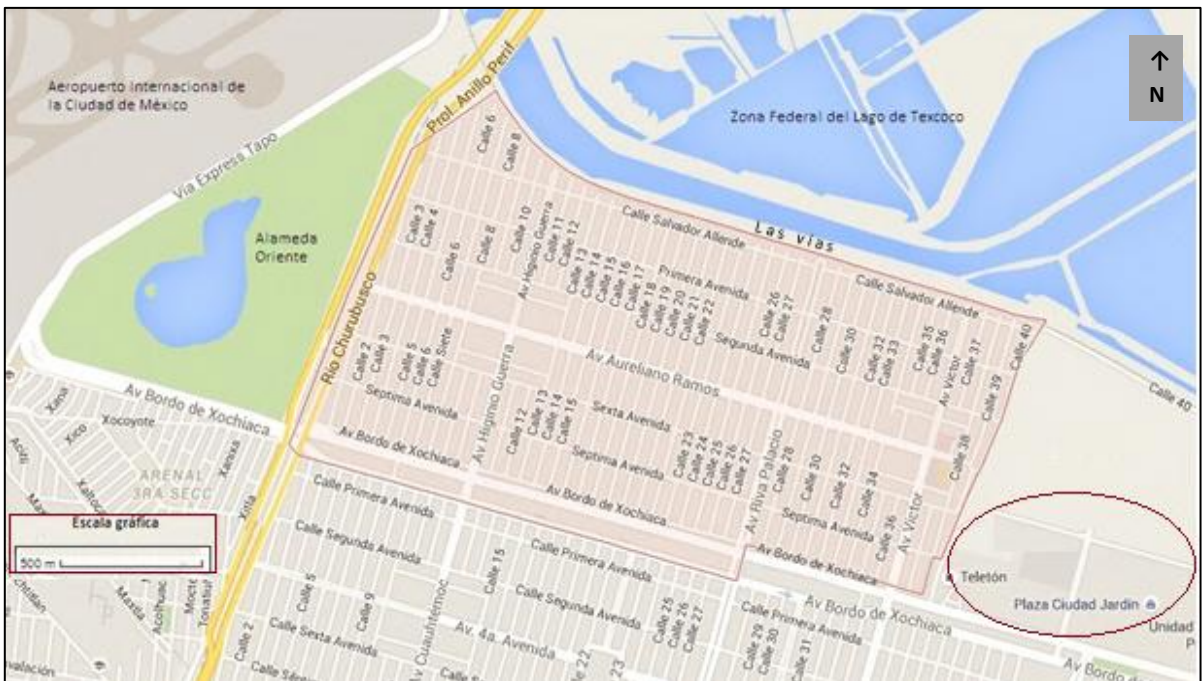


Figura 6. Localización de la colonia El Sol. Fuentes: Google maps, 2015.

Las inundaciones han sido recurrentes en la colonia, en 2011 se presentó una muy importante a causa de la tormenta tropical Arlene, cuya precipitación fue de 49.75 mm durante el 30 de junio concentradas entre las 19:00 y 3:00 hrs del día 1 de julio, lo que provocó el desbordamiento del canal de aguas negras Xochiaca, también el río Los Remedios se desbordó en tres puntos a lo largo de Periférico Oriente y tuvo al menos cinco fisuras. La coordinadora nacional de Protección Civil, en ese momento, Laura Gurza, explicó “inicialmente se intentó canalizar la corriente para disminuir los daños, pero la presión ganó y a 100 m de la primera ruptura, en Nezahualcóyotl, sobrevino el desbordamiento”. Además, del drenaje Xochiaca, las aguas negras se desparramaban por uno de los respiraderos de ese cauce, ubicado entre Ciudad Jardín y la calle 40 de la colonia El Sol. Por este motivo, muchas casas quedaron bajo nivel; además a esta colonia no solo llegan las aguas negras, sino también los lixiviados de lo que era el tiradero Neza I que hoy ocupa el complejo Cd. Jardín (La Jornada, 01/07/2011). Algunas versiones hablan de que las lluvias saturaron el canal por lo que se desbordó, pero otros vecinos comentan que se abrieron las compuertas a la altura de la calle 40, para evitar que el canal se desbordara en otros sitios.

También en 2014 hubo inundaciones relevantes, vecinos indican que durante las lluvias del mes de julio, estuvieron saliendo aguas negras del brazo del río Churubusco que está junto a la colonia, lo que afectó a más de 100 casas (Aguilar Mateos, 17/07/2014). En zonas como las vías quedaron inundadas varias calles como son 38, 39 y 40 reportaron los vecinos. Los vecinos comentan que es un problema recurrente en temporada de lluvias, con mayor peligro en algunas zonas y menor en otras.

3.1.1. Geología

La Cuenca de México donde se ubica nuestra área de estudio, se formó hace 600 mil años, cuando la Sierra Chichinautzin, que divide actualmente a la Cuenca de México de la Cuenca de Morelos bloqueó el antiguo drenaje de los ríos Salado y Cuautla, los cuales escurrían hacia el Océano Pacífico dentro de la cuenca que se encuentra en la Sierra Nevada y Sierra de las Cruces dominada por el Nevado de Toluca. Las lavas del vulcanismo formaron la base donde se acumularían los depósitos aluviales que constituyen en la actualidad el acuífero superior de la Cuenca de México, el cual tiene entre 600 o 700 m de espesor. Debido a los escurrimientos de los ríos, la lluvia y el acarreo de sedimentos se formaron los lagos de Zumpango, Xaltocan, Xochimilco, Chalco y Texcoco. Este último era el más extenso de todos su superficie entre 700 y 1000 km², recibía agua de los lagos contiguos y su salinidad era alta debido a que sus únicas pérdidas de agua eran a través de la evaporación y la infiltración (SACMEX, 2012; Mooser, 1975).

Las características geológicas del municipio se refieren a los distintos materiales aluviales arrastrados en diferentes épocas geológicas. A continuación se describe el perfil geológico del Pozo Texcoco (ver Figura 7), en las proximidades del área de estudio, dicho pozo se compone de estratos lacustres. La estratigrafía inicia con arcillas, areniscas y calizas de la formación Morelos, bajo vulcanitas del Oligoceno superpuestas a vulcanitas del Mioceno, sobre estas se encuentran depósitos lacustres del Plioceno, enseguida se encuentran depósitos aluviales con material lávico (Qal), y el estrato más superficial se compone de depósitos lacustres, arcillas poco consolidadas y productos piroclásticos relacionados con la actividad de las sierras aledañas (Ql), en la figura 8 se observa la geología del área de estudio y sus alrededores compuesta por depósitos lacustres y aluviales (Mooser, 2005; Vázquez & Jaimes, 1989). El espesor de las arcillas del pozo Texcoco es de 40 m en promedio pero en algunas zonas llega a los 170 m y cerca de los cerros es menor (SACMEX, 2012).

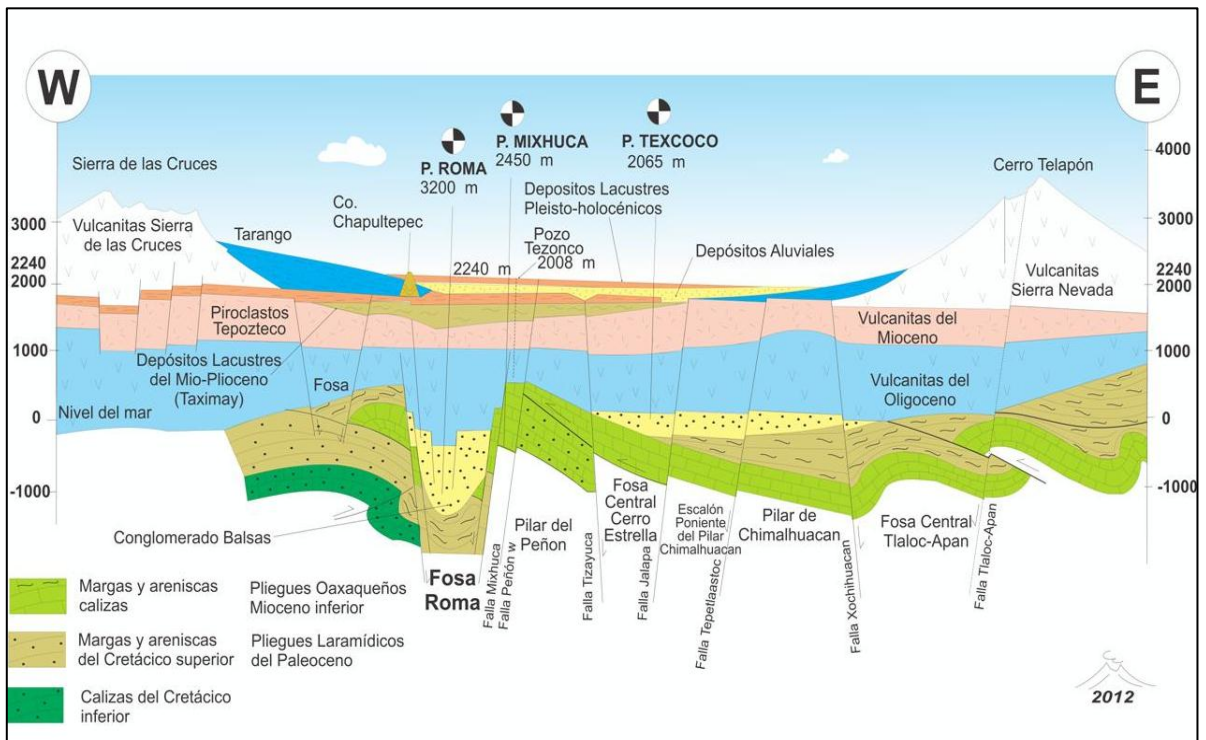


Figura 7. Perfil geológico de Sierra de las Cruces a Cerro Telapón. Fuente: Mooser *et al*, 2005.



Figura 8. Geología de la zona del Lago de Texcoco y alrededores. Fuente: Mooser *et al*, 1996.

La granulometría en la Cuenca de México es más gruesa cerca de las sierras y disminuye al acercarse a la zona limítrofe del lago, esto debió ser así por las sequías en la cuenca que provocaron que estas zonas limítrofes se endurecieran por el secado solar. Debido a la desecación del lago y a la sobreexplotación de los acuíferos, las arcillas se han deshidratado lo que ha reducido su volumen, es decir se han compactado, lo cual genera hundimientos del suelo, que afectan al drenaje y a las construcciones (Mooser, 1975).

En la zona oriente de la Ciudad de México, es decir, en el área de estudio se han presentado importantes hundimientos, ya que como se mencionó, geológicamente están conformadas en sus primeros metros por estratos arcillo-lacustres; las características geológicas aunadas a la sobreexplotación de los mantos acuíferos han provocado un hundimiento continuo en el área de estudio. Durante el período 1985 a 1995, zonas cercanas al área de estudio como la calzada Ignacio Zaragoza o parte del aeropuerto Benito Juárez, se hundieron en promedio de 26 cm a 30 cm por año; y en un período más corto, 1985 a 1987 esta misma zona se hundió 40 cm en promedio. Para que el fenómeno del hundimiento de la Ciudad de México quede más claro, en 1910 el nivel del Lago de Texcoco, se encontraba a 1.90 m por debajo del centro de la Ciudad, pero como esta se hunde a un ritmo más acelerado, en 1970 el hundimiento había sido tal, que el Lago de Texcoco ya se encontraba a 5.50 m por encima del centro de la ciudad (Sánchez Díaz, 1989; Mooser, 2005). Ver figura 9.

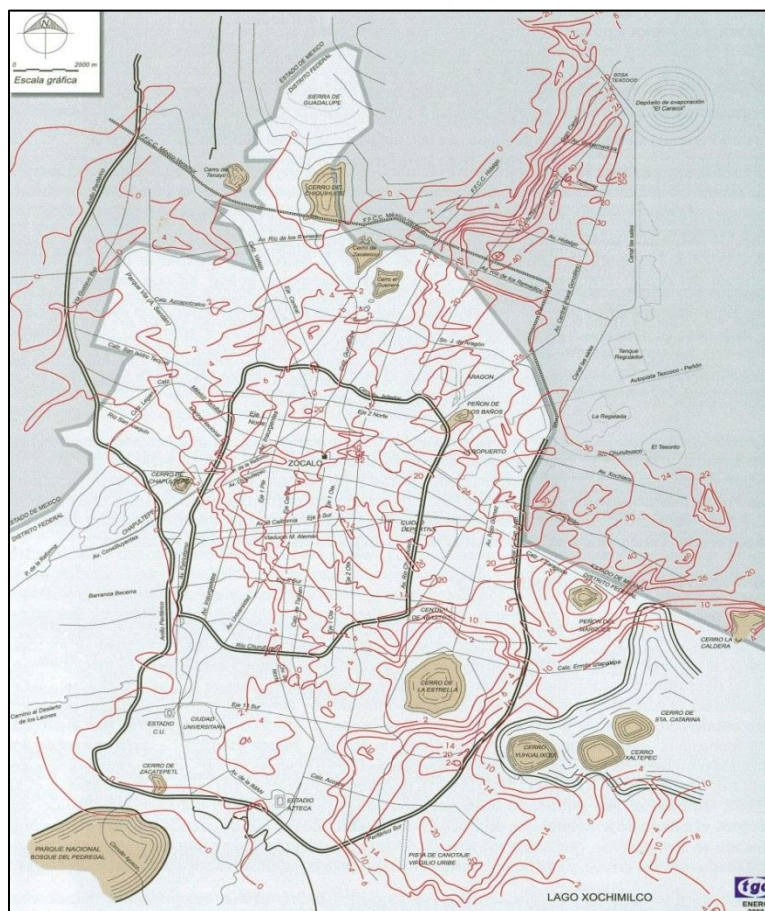


Figura 9. Curvas de igual hundimiento anual en cm (1985-1995). Fuente: GAVM en Mooser *et al* 2005.

Debido a estos asentamientos del subsuelo, el drenaje de la ciudad que había sido proyectado para operar por gravedad, requirió de un bombeo para elevar las aguas hasta el nivel del Gran Canal sitio donde se descargaban las aguas provenientes del alcantarillado, este problema del hundimiento de la Ciudad afecta tanto al drenaje como al abastecimiento de agua, así como a las construcciones (Sánchez Díaz, 1989).

3.1.2. Ubicación geográfica

Tanto la Ciudad de México como el municipio de Nezahualcóyotl, se encuentran en la Cuenca de México, dentro del antiguo Lago de Texcoco. El municipio está situado a una altura mayor a 2,220 msnm. La ubicación geográfica del territorio municipal tiene las siguientes coordenadas extremas: latitud Norte del paralelo 19°21'36" a 19°30'04"; longitud Oeste del meridiano 98°57'57" al meridiano 99°04'17". El municipio limita al Noroeste con el municipio de Ecatepec de Morelos y la zona federal del Lago de Texcoco; al Oeste con las delegaciones Gustavo A. Madero y Venustiano Carranza del Distrito Federal; al Este con los municipios de La Paz y Chimalhuacán; al Sur con las delegaciones Iztapalapa e Iztacalco del Distrito Federal (Gutiérrez Arzaluz, 2010), ver figura 10.

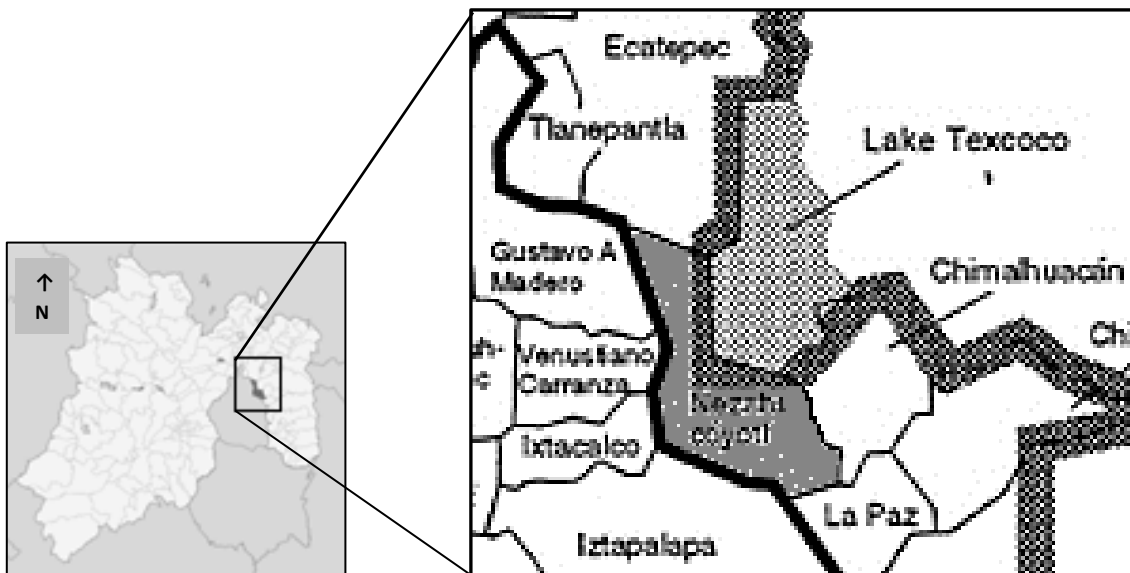


Figura 10. Municipio de Nezahualcóyotl y sus límites. Fuente: The National Academies Press, 2015.

3.1.3. Topografía

En cuanto a la topografía, esta nos permite conocer las características superficiales del área de estudio, es decir el desnivel o inclinación que tienen ciertas calles, para determinar las zonas inundables. La topografía de Ciudad Nezahualcóyotl es prácticamente plana, no tiene desniveles significativos, con una altitud promedio de 2246 msnm, ver figura 11 y 12. La zona de estudio localizada en una de las superficies más bajas de la Cuenca de México rodeada de cerros, terreno del antiguo Lago de Texcoco, puede considerarse un espacio para el almacenamiento de agua superficial (Nezahualcóyotl, 2014), sin embargo, esta cualidad no ha sido aprovechada, al contrario, ha sido un problema con las inundaciones que han presentado.

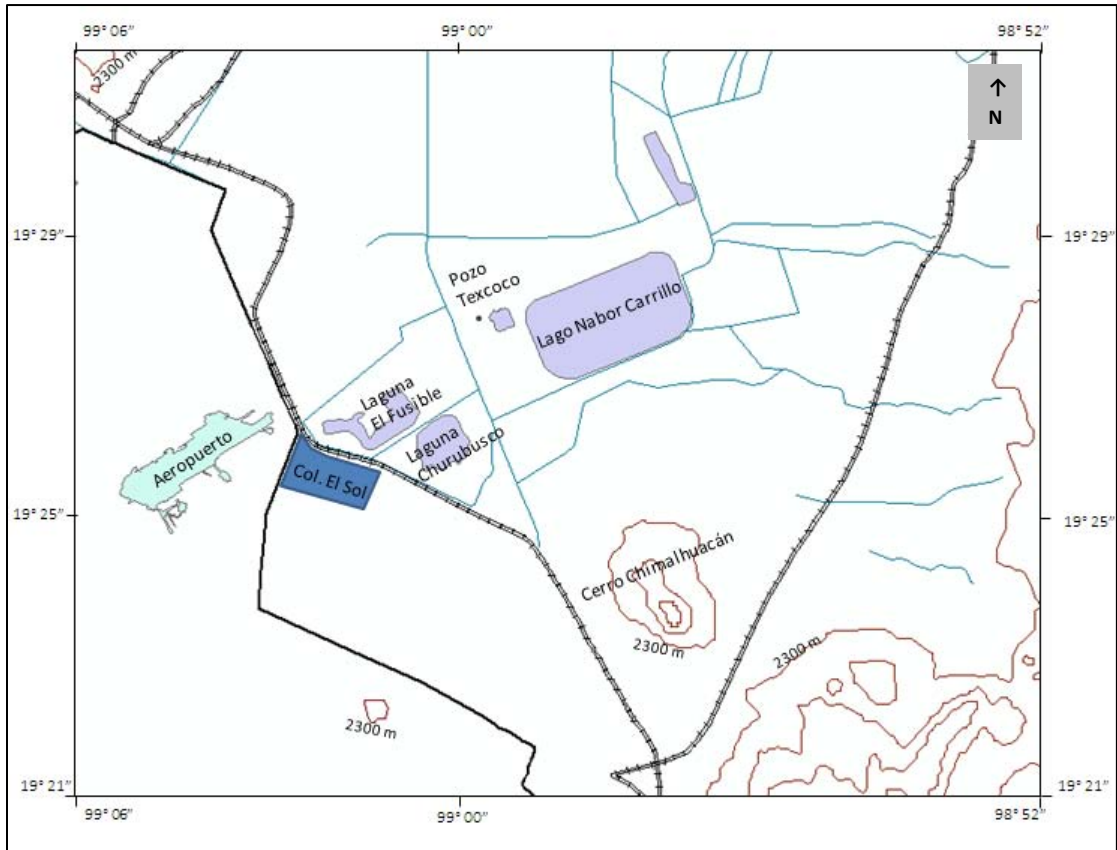


Figura 11. Topografía del área de estudio, escala 1:250,000. Fuente: INEGI, 2004.

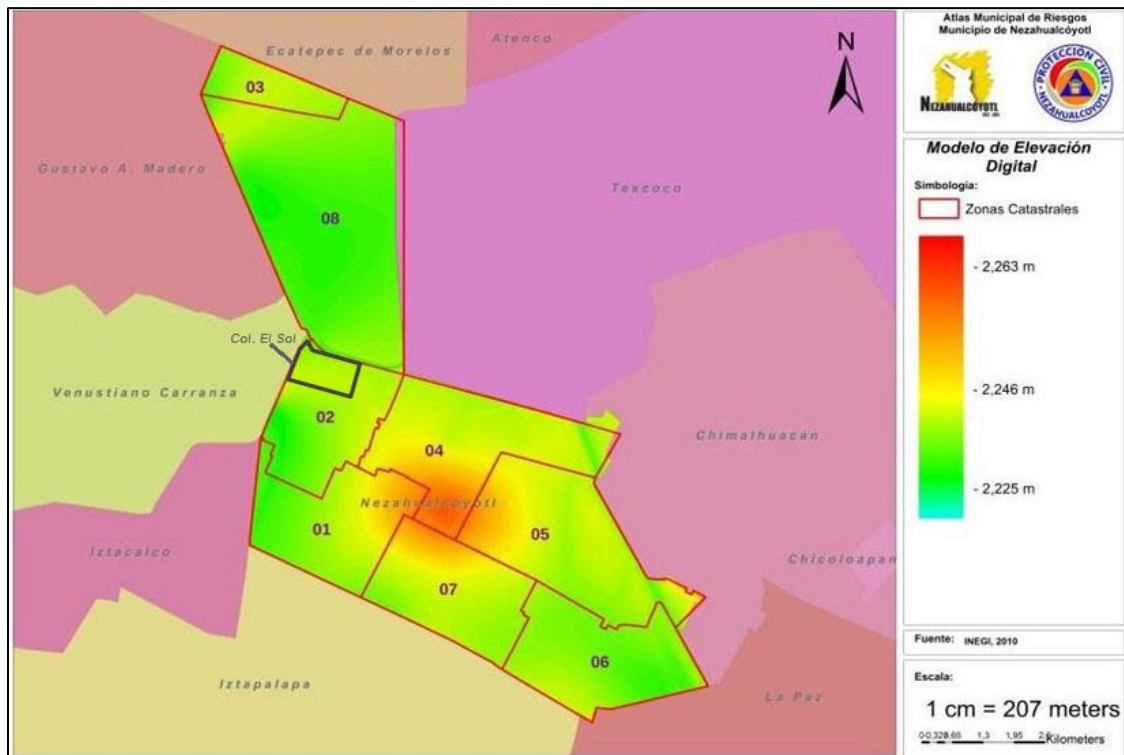


Figura 12. Modelo Digital de Elevación del Municipio de Nezahualcóyotl. Fuente: Nezahualcóyotl, 2014.

3.1.4. Clima y tiempo

La zona de estudio tiene un clima (BS₁kw) semiárido templado, con lluvias en verano y escasas en primavera. La temperatura media anual es de 16°C. La temperatura máxima oscila entre 30 a 32°C entre abril y junio; en la estación fría, la temperatura máxima varía de 23 a 25°C. Las temperaturas mínimas extremas llegan alrededor de los 5°C pero son esporádicas, no hay temperaturas muy bajas en el municipio, durante los meses invernales la temperatura va de templada a fría, por lo cual se encuentren en los relictos del lago de Texcoco, aves migratorias que vienen del norte (INEGI, 2015; SMN, 2015).

La precipitación media anual en el municipio es de 774 mm, concentrándose más de la mitad del volumen precipitado, en los meses de junio a octubre, y es precisamente en esta época cuando se presentan las inundaciones ya que el resto del año no hay precipitaciones o son muy esporádicas. A continuación se muestran algunas proyecciones sobre la precipitación en la Ciudad de México, tomando en cuenta escenarios de cambio climático.

Cambio climático

El cambio climático es un tema que ya está presente en el tema de riesgos. Como se sabe, se está produciendo una interferencia humana en el sistema climático que plantea riesgos para los sistemas humanos y naturales, como se afirma en el Quinto Informe de Evaluación sobre Cambio Climático. El IPCC (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático) analiza el modo en que están cambiando los patrones de riesgos y los beneficios potenciales debido al cambio climático, y cómo se pueden reducir los impactos y riesgos por medio de la adaptación y mitigación (IPCC, 2014). Los modelos de cambio climático son consistentes con el aumento de precipitación en las zonas de latitud alta norte y la disminución de precipitación en las zonas tropicales y subtropicales del planeta (Sánchez T., 2010). Ver figura 13. Los distintos escenarios, son:

— RCP6.0 (antes A1B): Emisiones Media-Alta. Rápido crecimiento económico regional con la introducción de tecnologías nuevas y eficientes. Existe un balance entre el uso de fuentes de energía fósil y no fósil.

— RCP8.5 (antes A2): Emisiones Altas. Existe crecimiento constante de la población, el desarrollo económico está regionalmente orientado y el cambio tecnológico es muy fragmentado y más lento que en otros escenarios.

— RCP4.5 (antes B1): Emisiones Media-Baja. Misma población global y cambio en las estructuras económicas. Uso de fuentes de energía eficientes y soluciones globales hacia la economía, la sociedad y el ambiente sustentable.

— RCP2.6 (antes B2): Emisiones bajas. Soluciones locales para la economía, la sociedad y el ambiente sustentable. Está orientado hacia la protección ambiental y la igualdad social que se enfoca en niveles locales y regionales.

Precipitación

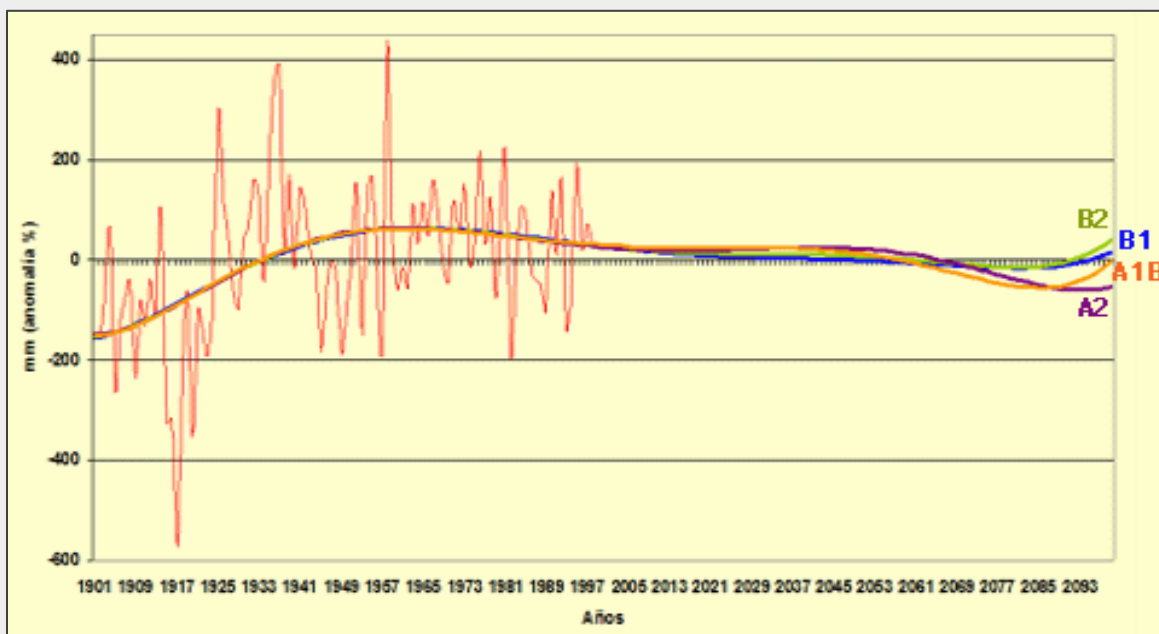


Figura 13. Precipitación anual en la Ciudad de México para distintos escenarios de cambio climático Fuente: INECC, 2014.

México está ubicado precisamente en la región subtropical del hemisferio norte, en donde se espera que las precipitaciones disminuyan durante el siglo XXI. Sin embargo, se debe seguir trabajando en la prevención para que no haya víctimas y se eviten las inundaciones. El hecho de que la intensidad y variabilidad de la precipitación aumenten en algunas regiones del mundo, tendrá por resultado un mayor riesgo de inundaciones en algunos casos, y en otros, un mayor riesgo de sequías, principalmente en las zonas subtropicales (Sánchez T., 2010). Los escenarios de emisiones que proyectan las concentraciones de gases de efecto invernadero contemplan diversas hipótesis relativas al desarrollo socioeconómico del planeta (RCP6.0, RCP8.5, RCP4.5, RCP2.6), descritos con la gráfica.

3.1.5. Hidrología

El municipio se ubica dentro de la Cuenca de México, en la Región Hidrológica Pánuco (RH26) y en la cuenca Río Moctezuma, específicamente en la subcuenca del Lago de Texcoco y Zumpango. El municipio de Nezahualcóyotl se encuentra asentado en terrenos pertenecientes al Ex-Lago de Texcoco; el sistema hidrológico de la región se conforma por: el Río Churubusco, el Canal de la Compañía y el Río de los Remedios, los cuales se encuentran en los límites con el Distrito Federal, Chimalhuacán y Ecatepec, respectivamente. Con el paso del tiempo, los ríos se transformaron en canales de desagüe, pasando a ser los receptores de las aguas residuales de la zona urbana del Distrito Federal, así como de algunos municipios colindantes pertenecientes al Estado de México. El Canal de la Compañía ha tenido una gran importancia como elemento fortalecedor del riego natural de las zonas aledañas, su trayectoria tiene origen en el municipio de Tlalmanalco, como desagüe natural del deshielo del volcán Iztaccihuatl, y pasa por los municipios de Chalco, Nezahualcóyotl y Los Reyes La Paz (Nezahualcóyotl, 2014).

En la figura 14, se pueden observar los principales escurrimientos que vienen del cerro de Chimalhuacán al oriente del área de estudio y se encaminan por el bordo de Xochiaca hasta la colonia el Sol, además la colonia tiene influencia de las lagunas y drenes del Lago de Texcoco al norte de ella.

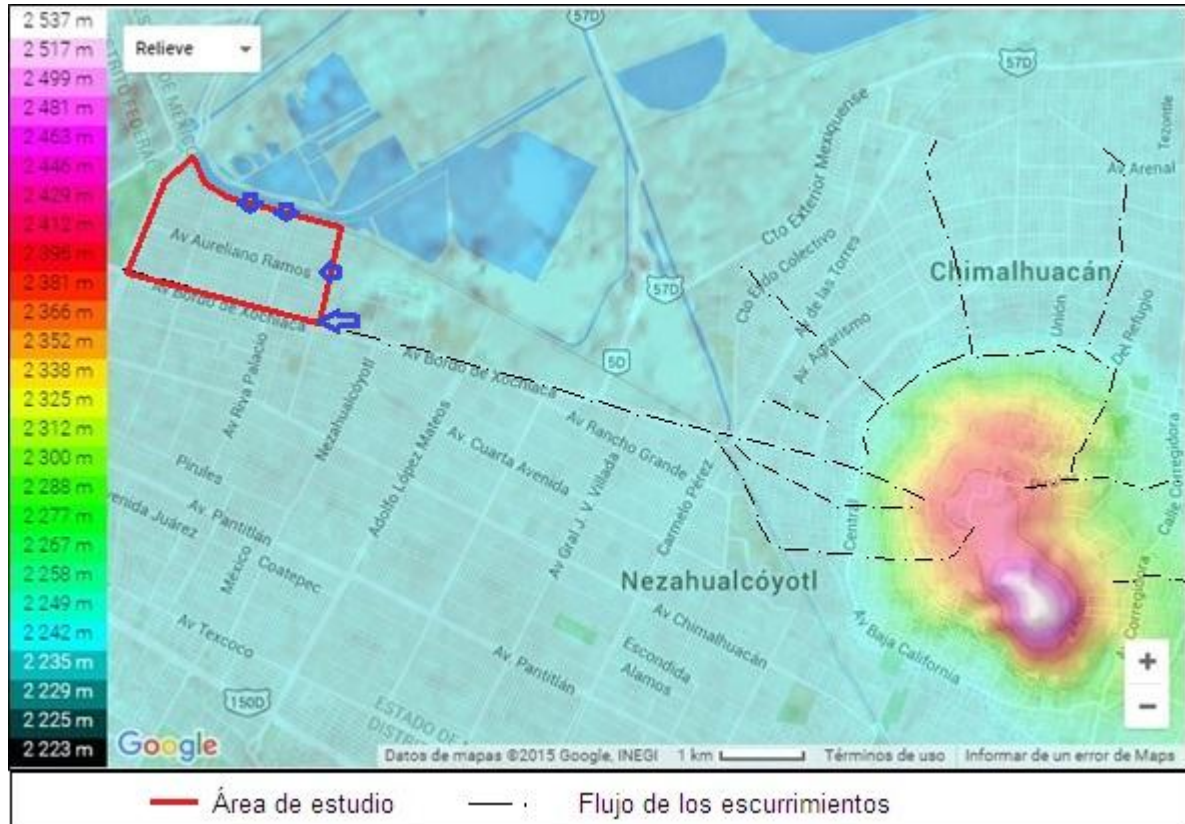


Figura. 14. Hidrología alrededor del área de estudio. Fuente: Google, 2015.

3.1.6. Infraestructura hidráulica

El sistema de drenaje para aguas servidas del municipio cuenta con el Río de los Remedios, Río Churubusco, Canal de la Compañía y el Dren Bordo de Xochiaca. Dentro del Lago de Texcoco se construyó el Dren General del Valle, el cual es parte del Río de la Compañía en el puente Xochiaca y descarga en el Gran Canal de Desagüe a través del Canal de la Draga. Recibe las aportaciones del Canal de la Compañía, Drenes de Chimalhuacán, Dren Xochiaca y aportaciones de los lagos de Regulación Horaria y Churubusco y del dren perimetral, ver figura 15.

La infraestructura sanitaria y pluvial del municipio, se compone de: atarjeas que son tuberías de concreto simple de 30 a 38 cm de diámetro, es el drenaje de cada calle y conducen hacia los subcolectores; los subcolectores con un diámetro entre 45 y 91 cm conducen aguas residuales y pluviales a los colectores principales, estos se ubican en las avenidas; y los colectores tienen diámetros de los 107 a 244 cm., los cuales conducen las aguas residuales y pluviales hacia las plantas de bombeo. En el municipio de Nezahualcóyotl, existen 10 plantas de bombeo (puntos en la figura 15) que sirven para desalojar las aguas residuales, y durante la época de lluvias da mayor

flexibilidad al sistema de desagüe, en la calle 40 de la colonia El Sol hay una planta de bombeo y un colector que descarga al dren Bordo de Xochiaca, a su vez este descarga al dren General del Valle que es parte del Río de la Compañía; otro colector se encuentra en la Avenida Cuauhtémoc y descarga en una planta de aguas residuales en la Avenida Chimalhuacán y la Calle 7 (Churubusco) Nezahualcóyotl (2014).

Sin embargo el funcionamiento de este sistema permanente depende del mantenimiento de la disponibilidad de recursos técnicos, humanos y financieros. Tanto el municipio, como la colonia cuentan con infraestructura hidráulica, sin embargo el drenaje en la colonia el Sol, desde su creación prácticamente no ha tenido modificaciones por lo cual ha resultado insuficiente en algunas calles, debido a la gran densidad de población que hay en dicha colonia. Recientemente el municipio anunció que se va a hacer un túnel de drenaje sobre la avenida Bordo de Xochiaca y Periférico Oriente con la finalidad de captar y desalojar el agua residual y pluvial del municipio, esto sí puede disminuir el riesgo a inundarse, ya que las aguas tendrían un desfogue más rápido, sin embargo es una obra que aún no está en marcha, motivo por el cual el problema continúa en la colonia.

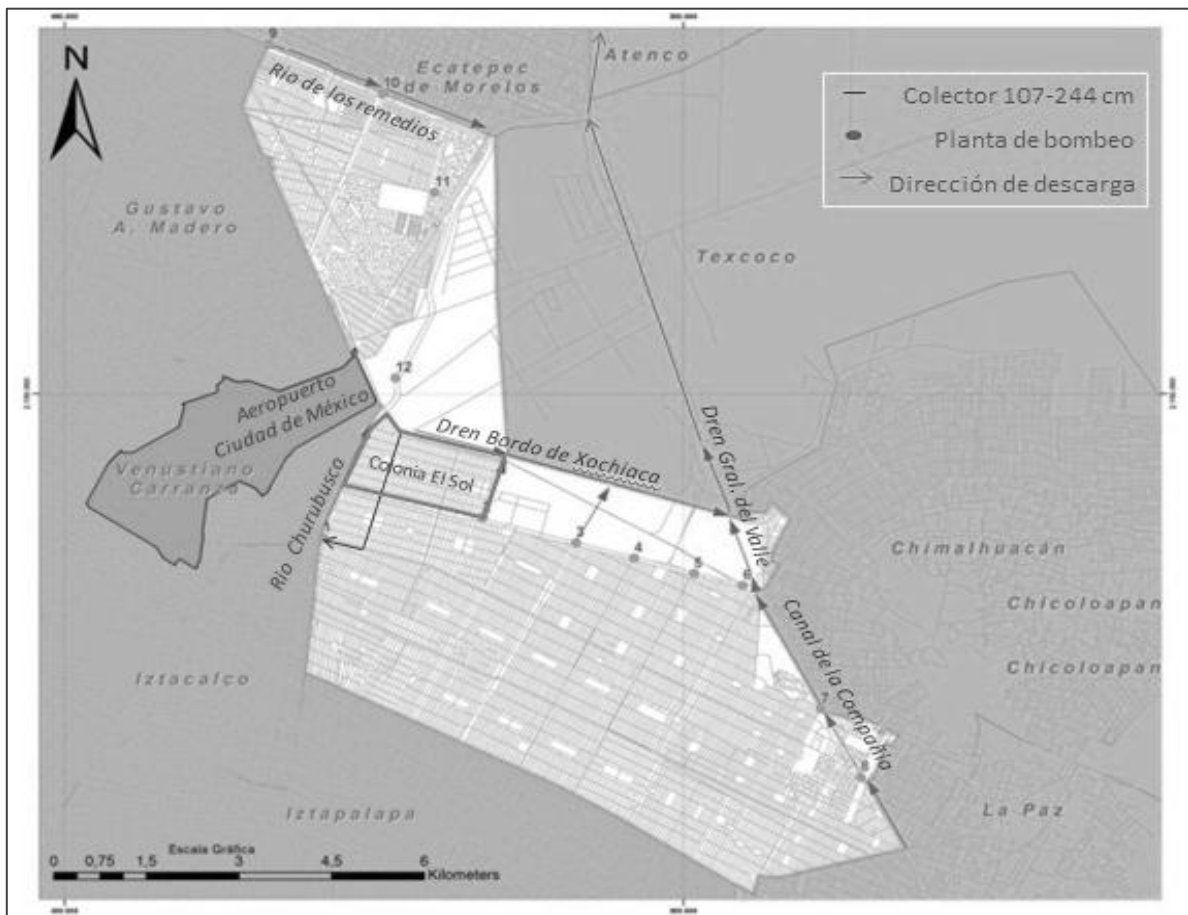


Figura 15. Drenaje de Ciudad Nezahualcóyotl. Fuente: Ayuntamiento de Nezahualcóyotl, 2014.

En la figura 16, se puede observar sistema hidrológico e hidráulico del ex Lago de Texcoco, zona a la que pertenece la colonia El Sol, además se señalan los rellenos sanitarios denominado Bordo Poniente (BP), y la localización del aeropuerto actual y el planeado por el actual gobierno federal.

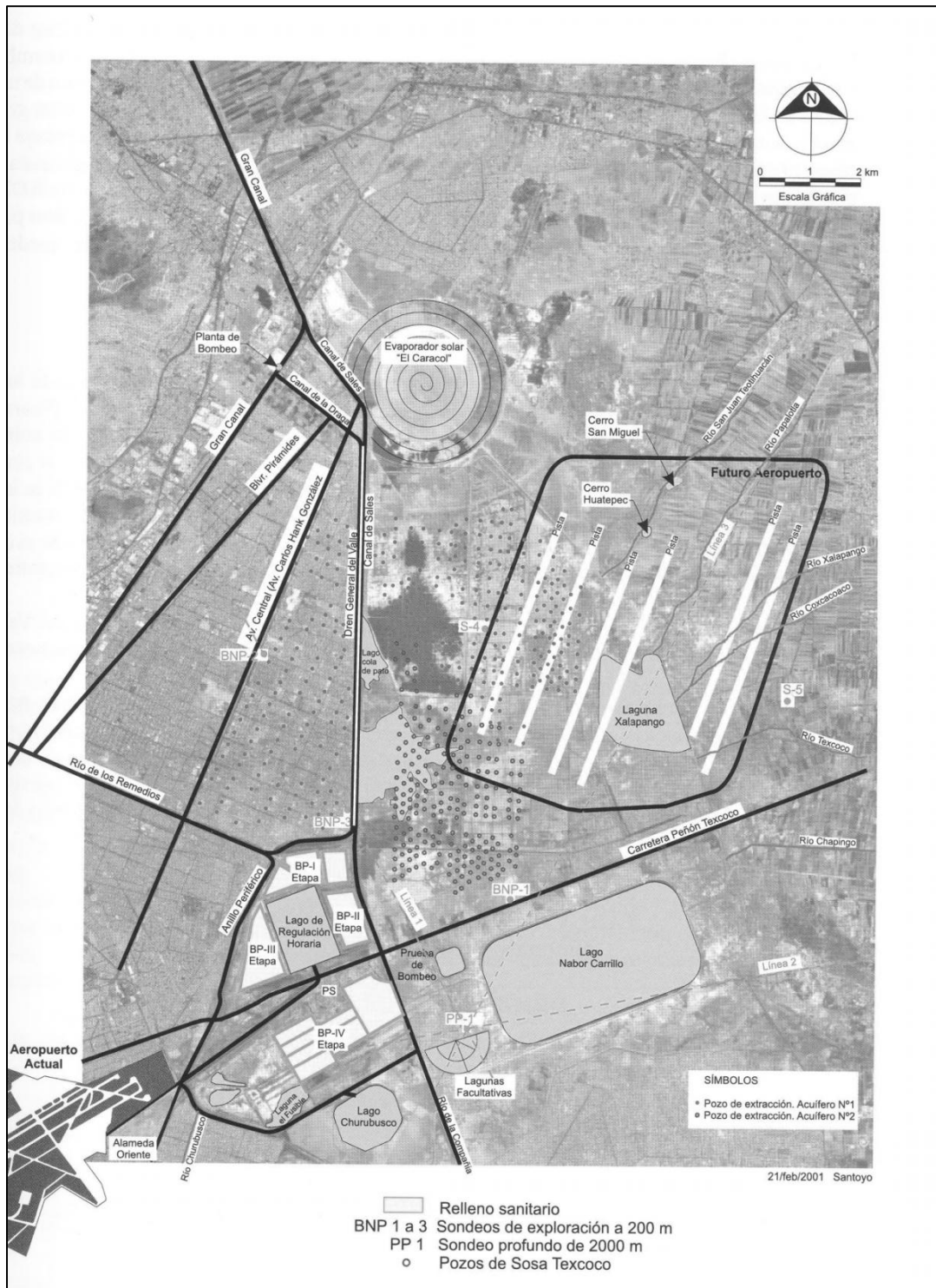


Figura 16. Infraestructura del ex Lago de Texcoco. Fuente: Mooser *et al*, 2005.

3.2. Estimar la amenaza

Para estimar la amenaza se analizó la metodología que utiliza CENAPRED (2004) para inundaciones, cuyo diagrama se muestra enseguida (figura 16), dicha metodología se adaptó a las condiciones del área de estudio.

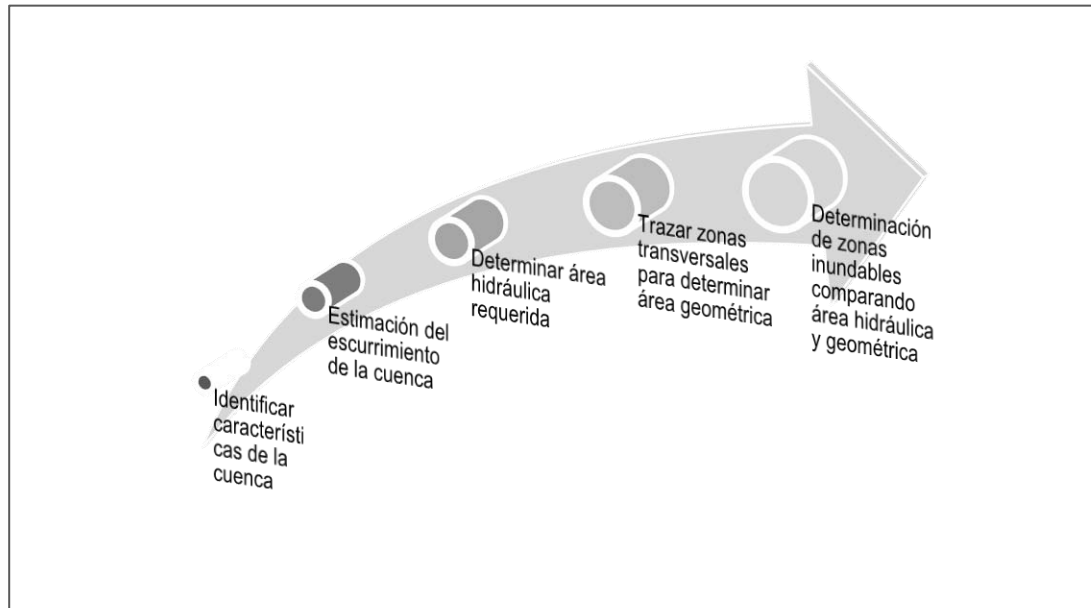


Figura 16. Esquema de metodología CENAPRED (2004). Elaboró Diana Irán López.

La adaptación a la metodología de CENAPRED (2004) en este trabajo, se enuncia enseguida:

- Elaborar mapa topográfico de la colonia, mediante la toma de altitud con GPS de una malla de puntos de la colonia, y se confirmaron algunos puntos con nivelación diferencial.
- Delimitar microcuencas, con el auxilio del programa Surfer 11.0. (identificar cuencas)
- Analizar información sobre precipitación diaria en estaciones meteorológicas cercanas al área de estudio, para obtener la precipitación extrema y aplicar la fórmula propuesta.
- Aplicar la fórmula racional, esta es una fórmula ampliamente utilizada en estudios de inundación en cuencas urbanas menores a 3 km (Comisión Estatal de Aguas de Querétaro, 2013). La fórmula racional $Q = 0.278 C i A$, considera el gasto máximo (líquido) el cual se refiere al volumen de agua que pasa por una sección en un cierto tiempo (m^3/s) CENAPRED (2004).
- Mediante fórmulas se medirá la capacidad hidráulica $A_h = Q_t / V$ y se comparará con el área geométrica para así determinar si hay desbordamiento en la cuenca (CENAPRED, 2004).

Inicialmente, se buscó información topográfica en INEGI, pero al ser una escala menor de la que se requiere, su resolución es de 20 m, se elaboró el mapa topográfico a una escala 1:33000, con la finalidad de contar con mayor resolución. Para obtener los datos sobre altitud se hizo un levantamiento topográfico mediante GPS, se tomó la altitud y coordenadas geográficas de varios puntos de la colonia para con ellos realizar una malla de puntos (figura 17), y poder elaborar un mapa topográfico, posteriormente se verificaron varios perfiles con nivelación diferencial con la

finalidad de confirmar puntos altos que parecían salir del rango (Avenida Víctor, Calle 33, Primera Avenida y Aureliano Ramos), sin embargo no hubo cambios significativos entre las tomas con GPS y con nivelación diferencial. En la tabla 2, se pueden consultar las altitudes con las que se elaboró en mapa topográfico.

Tabla 2. Altitud tomada en campo.

Longitud UTM	Latitud UTM	Altitud
494569.38	2148477.03	2231
494637.74	2148626.56	2215
494706.10	2148780.38	2207
494768.05	2148940.60	2222
494840.68	2149102.95	2223
494912.20	2149249.00	2210
494980.10	2149406.00	2223
494765.18	2148595.99	2226
494871.32	2148397.78	2233
494921.86	2148543.25	2215
494970.99	2148705.61	2213
495013.72	2148870.10	2234
495058.58	2149032.45	2236
495107.72	2149192.67	2235
495137.62	2148327.49	2228
495216.67	2148632.97	2235
495270.07	2148799.60	2238
495313.29	2148961.91	2232
495359.80	2149122.18	2244
495402.52	2149284.53	2213
495391.84	2148588.11	2222
495616.15	2148190.77	2220
495624.69	2149214.04	2236
495644.72	2148342.69	2238
495697.33	2148487.71	2220
495746.46	2148650.06	2227
495791.32	2148823.10	2238
495838.32	2148981.18	2242
495883.18	2149135.00	2223
495795.59	2148635.11	2220
495861.80	2148123.09	2233
495903.24	2148265.64	2233
495946.29	2148424.95	2234
495991.07	2148579.83	2235
496041.96	2148758.92	2233
496087.72	2148916.60	2228
496131.79	2149071.42	2227
496081.85	2148060.45	2234
496120.31	2148203.58	2219
496175.85	2148361.67	2213
496220.71	2148528.30	2225
496271.98	2148694.92	2226
496316.84	2148855.14	2227
496361.70	2149004.68	2220
496417.25	2147979.27	2236
496455.70	2148111.72	2244
496498.43	2148265.53	2245
496545.42	2148434.30	2234
496594.56	2148600.93	2232
496680.01	2148910.69	2239
496692.83	2148748.33	2234
496610.82	2147907.89	2223
496647.96	2148054.04	2229
496741.96	2148385.17	2239
496844.50	2148701.33	2244
496887.23	2148859.42	2247
496733.42	2147887.42	2233
496859.46	2148162.99	2228
496902.18	2148336.03	2237
497013.27	2148483.43	2232
497094.44	2148799.60	2231
496874.00	2147854.00	2232
497151.00	2147774.00	2246
497399.00	2147826.00	2236
497365.82	2148399.97	2243

El mapa topográfico se generó con el software Surfer 11.0, utilizando la interpolación lineal con triangulación, con el principio de los polígonos de Thiessen donde se unen valores iguales mediante triángulos, de dichos triángulos se trazan mediatrices a cada lado de estos para obtener los puntos intermedios, respetando la inclinación y elevación de los puntos originales, y se trazan las cotas. El resultado es un mosaico de caras triangulares sobre la extensión de la malla de puntos, donde se van trazando las curvas topográficas. Este método es una de las formas de interpolación más simples basadas en las distancias y es confiable (Surfer, 2013).

El mapa resultante (figura 18, se indican calles de referencia), nos muestra que las zonas más altas van de la calle 37 y 38 de Salvador Allende a la Segunda avenida y de la calle 32 a la 34 en el área que ocupa la Séptima avenida; el punto más alto llega a los 2245 m. Se pueden observar elevaciones hacia Ciudad Jardín; también hay una zona alta en la avenida Cuauhtémoc de la Primera avenida a Salvador Allende. Por otro lado, las partes más bajas están en la Avenida Riva Palacio a la altura de la Sexta Avenida, y otra zona baja esta entre las primeras calles, de la 1 a la 10, en el área de Aureliano Ramos a la Séptima Avenida. Estas últimas serían las zonas con mayor riesgo a inundarse, pero para mayor confiabilidad del dato, se aplica la fórmula racional, y la metodología de CENAPRED para determinar la amenaza a inundación. También, se delimitan microcuencas con el programa Surfer 11.0, basadas en los parteaguas, se reconocen seis microcuencas (figura 19), en ellas se aplican los cálculos correspondientes para definir en qué cuencas se presenta el desbordamiento, además se muestra la dirección del flujo de agua de cada una de estas.

Malla puntos de altitud tomada en campo

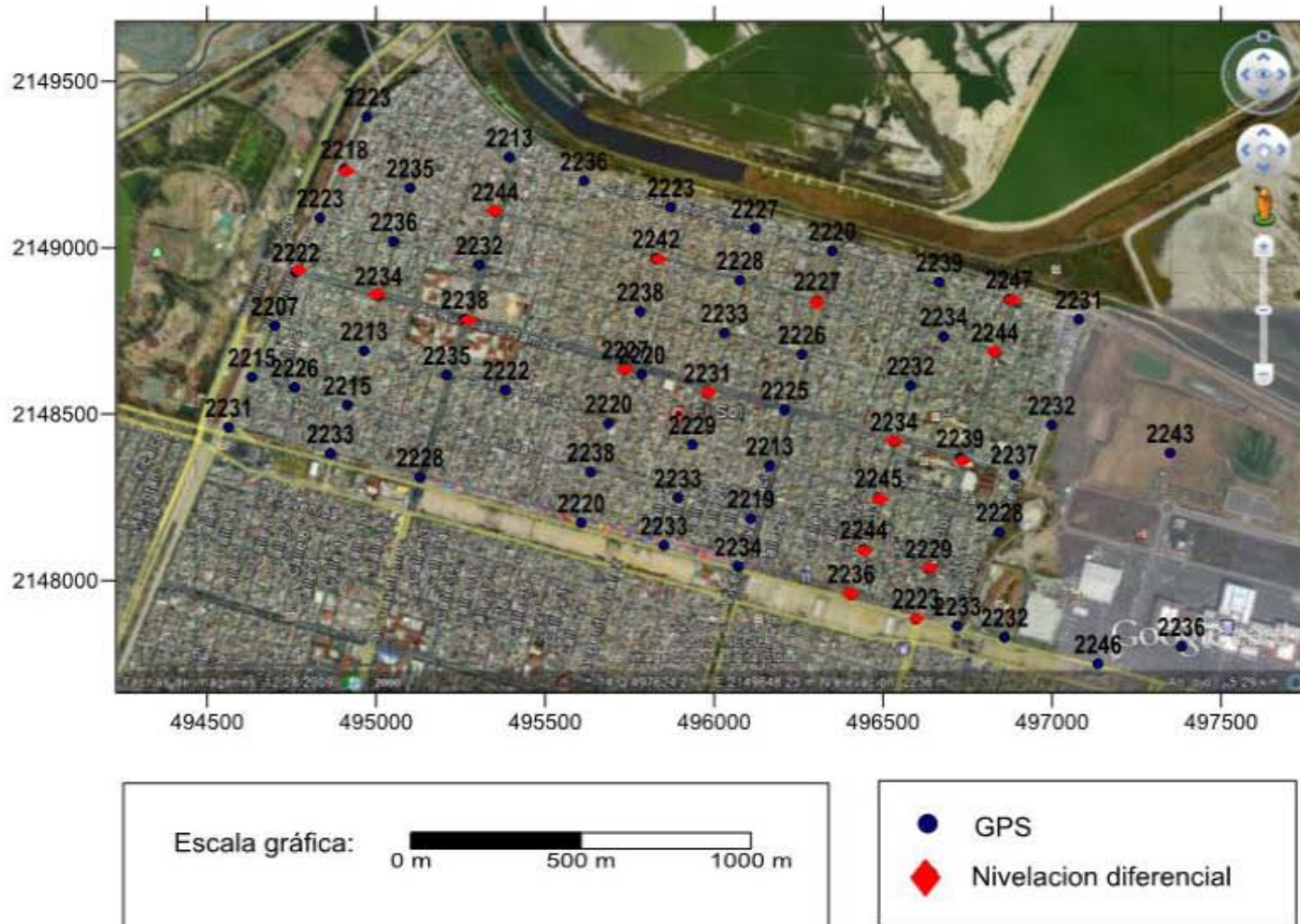


Figura 17. Malla de puntos de altitud tomadas en campo. Elaboración Diana Irán López.

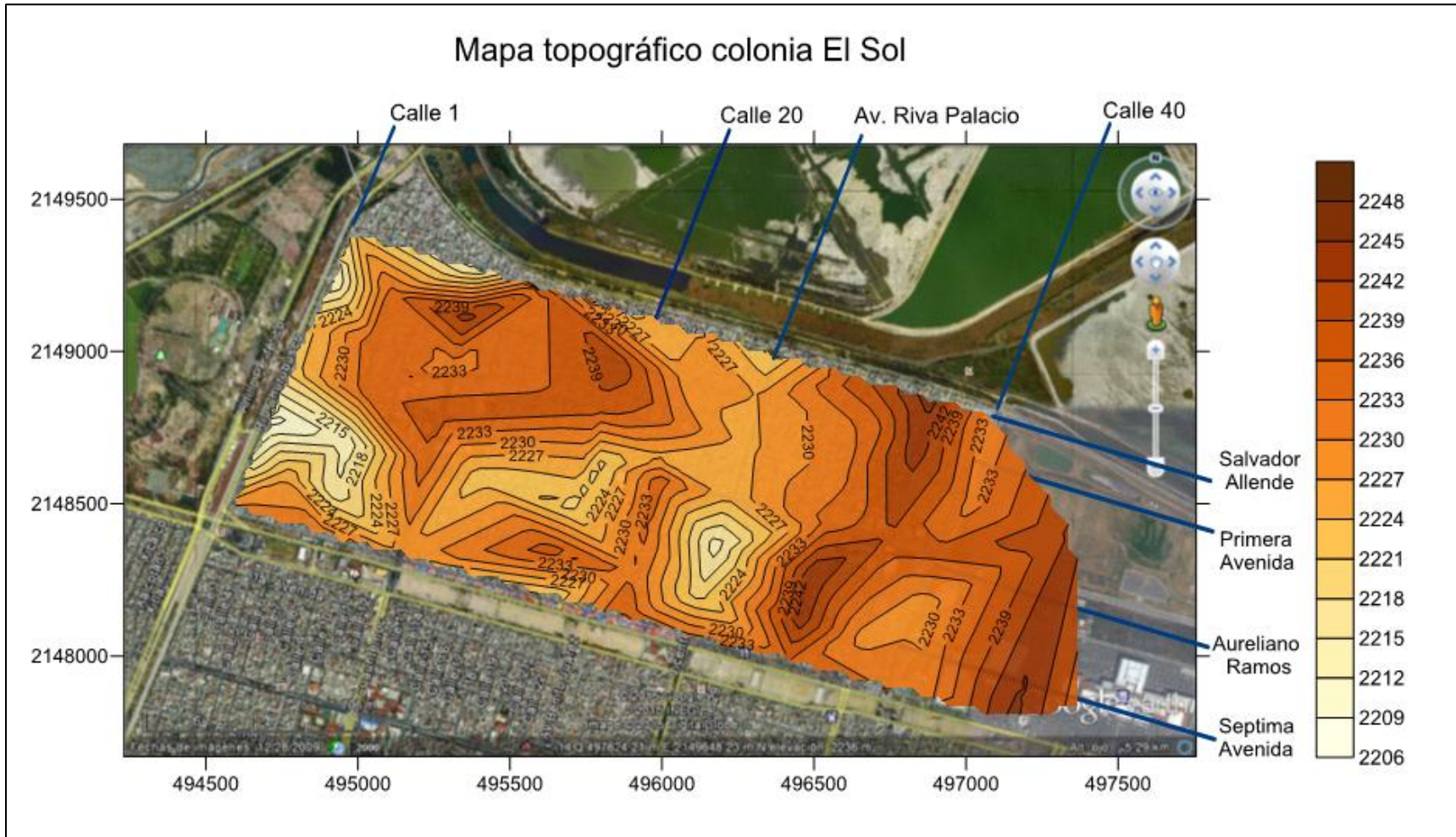


Figura 18. Mapa topográfico de colonia El Sol. Elaboración Diana Irán López.

Dirección de flujo en cuencas colonia El Sol

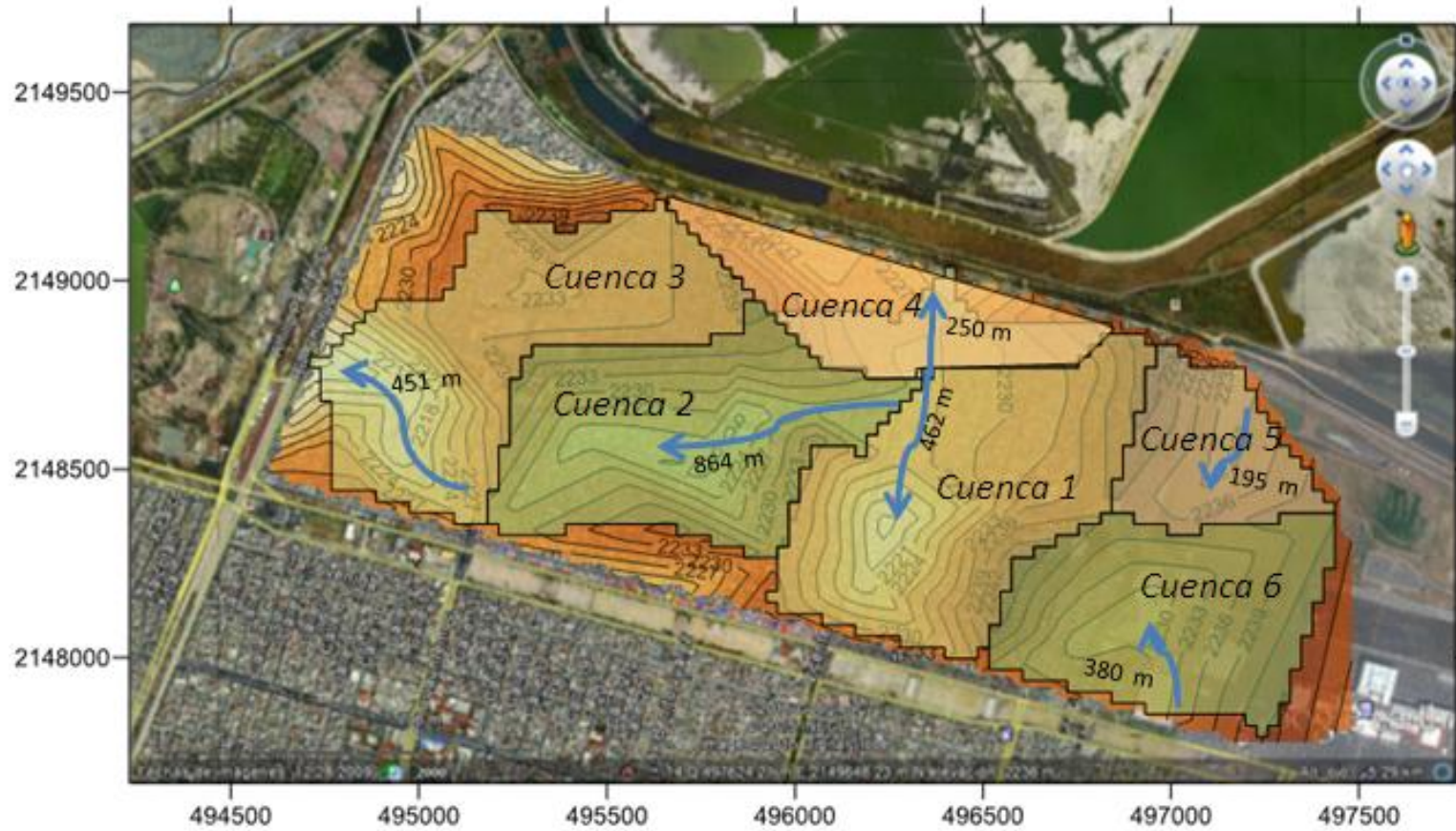


Figura 19. Delimitación de microcuencas con la dirección del flujo de agua. Elaboró: Diana I. López.

La fórmula racional, con la que se trabajó, se desarrolló bajo las siguientes hipótesis: a) Los antecedentes de humedad y almacenamiento de la cuenca son despreciables; b) el valor máximo de escurrimiento para una intensidad específica de lluvia con una duración igual o mayor al tiempo de concentración, es directamente proporcional a la intensidad de lluvia; c) la frecuencia de la ocurrencia de la descarga máxima, es la misma que la intensidad de lluvia con la cual se calculó; d) la descarga máxima por área unitaria disminuye conforme aumenta el área de alcantarillado, la intensidad de precipitación es uniforme sobre toda la cuenca y disminuye conforme aumenta la duración; e) la capacidad de infiltración es constante todo el tiempo, por lo que el coeficiente de escurrimiento C permanece constante para todas las tormentas de una cuenca; f) la duración de la precipitación es igual o mayor que el tiempo de concentración de la cuenca, por lo que el valor máximo de escurrimiento para una intensidad particular de lluvia, ocurre si la duración de lluvia es igual o mayor al tiempo de concentración (Comisión Estatal de Aguas de Querétaro, 2013).

Para aplicar la fórmula racional se debe contar con datos de precipitación, por lo cual, se analizó información sobre precipitación diaria, de 2 estaciones meteorológicas cercanas al área de estudio que cuentan con información constante, CEMCAS (Estación Meteorológica Automática del Centro Mexicano de Capacitación en Agua y Saneamiento) en un período de 10 años (2005-2014), y TEZDF (Estación Meteorológica Automática Tezontle, Distrito Federal) en un período de 15 años, de enero 2000 a diciembre 2014, esta última estación cuenta con un período más largo por lo cual se optó por trabajar con ella, ya que se requiere obtener probabilidades y un período más prolongado arrojará mejores resultados. La información la proporcionó el Servicio Meteorológico Nacional. Con los datos de la estación TEZDF se realizaron los cálculos correspondientes.

Primero, se aplicó la fórmula racional, la cual es ampliamente utilizada en estudios hidrológicos, principalmente para áreas pequeñas.

$$Q = 0.278 C i A \quad \text{ecuación 1}$$

Dónde:

Q gasto máximo en m³/s

C coeficiente de escurrimiento (para zonas urbanas es de 0.95 en calles asfaltadas o de concreto hidráulico, ver Tabla 3)

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

A área de la cuenca, en km²

Para calcular el tiempo de concentración y obtener la intensidad media se utilizó la fórmula de Federal Aviation Agency que fue diseñada precisamente para zonas urbanas en la periferia de aeropuertos, características propias del área de estudio (Vélez & Botero, 2011), ya que la colonia El sol, es un área urbana ubicada cerca del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, la parte norte de la colonia está a 200 m, es la más próxima.

Fórmula para tiempo de concentración:

$$tc = 3.26*(1.1-C) * (L*1000)^{0.5} / (S*100)^{0.333} \quad \text{ecuación 2}$$

Dónde:

L es la longitud del cauce mayor

S es la pendiente (altura/distancia)

C es el coeficiente de escurrimiento (ver tabla3)

Sustituyendo valores para obtener el período de concentración, en ecuación 2 para la cuenca 1 (ver figura 14 y 15 para longitud del cauce y valores para pendiente):

$$L = 462 \text{ m (Av. Riva Palacio)} \quad S = (20 \text{ m}/225 \text{ m}) * 100 = 8.89 \quad C = 0.95$$

Resulta:

$$t_c = 3.26 * (1.1 - 0.95) * (462 * 1000)^{0.5} / (8.89 * 100)^{0.333} = 3.26 * 0.15 * 679.70 / 9.59 = 332.37 / 9.59 = 34.65$$

$$t_c = 34.65 \text{ min} = 34.65 / 60 = 0.58 \text{ hrs} = \mathbf{34 \text{ min}}$$

La intensidad de lluvia (i) que se toma en cuenta para calcular el período de concentración obtenido (34 min) es de: 15.73 mm, se calcula la fracción correspondiente a 34 minutos, siendo la media de la intensidad extrema en 1 hora 27.75 mm, para un período de 15 años (2000-2014), ver tabla 4. De acuerdo al mapa de cuencas obtenido con Surfer 11.0 la cuenca 1 tiene un cauce que prácticamente lleva el curso de la Avenida Riva Palacio, por ello se tomó esta avenida para medir su cauce y hacer los cálculos correspondientes en la ecuación 2.

Tabla 3. Valores para coeficiente de escurrimiento. Fuente: CENAPRED, 2004.

Tipo del área drenada	Coficiente de escurrimiento
	Máximo
Zonas comerciales:	
Zona comercial	0.95
Vecindarios	0.70
Zonas residenciales:	
Unifamiliares	0.50
Multifamiliares, espaciados	0.60
Multifamiliares, compactos	0.75
Semiurbanas	0.40
Casas habitación	0.70
Zonas industriales:	
Espaciado	0.80
Compacto	0.90
Cementerios, parques	0.25
Campos de juego	0.35
Patios de ferrocarril	0.40
Zonas suburbanas	0.30
Calles:	
Asfaltadas	0.95
De concreto hidráulico	0.95
Adoquinadas	0.85
Estacionamientos	0.85
Techados	0.95
Praderas:	
Suelos arenosos planos (pendientes 0.02 ó menos)	0.10
Suelos arenosos con pendientes medias (0.02-0.07)	0.15
Suelos arenosos escarpados (0.07 o más)	0.20
Suelos arcillosos planos (0.02 ó menos)	0.17
Suelos arcillosos con pendientes medias (0.02-0.07)	0.22
Suelos arcillosos escarpados (0.07 ó más)	0.35

De tal manera, se tienen los valores del tiempo de concentración (t_c) y la intensidad media del tiempo de concentración (i), así como el área de la cuenca (medida con surfer), se procede a sustituir valores en la ecuación 1, y se obtiene el gasto total de la cuenca:

$$Q = 0.278 C i A$$

$$Q = 0.278 (0.95 * 15.73 * 0.456) = 0.278 (6.81) = \mathbf{1.89 \text{ m}^3/\text{s}}$$

Para la cuenca principal este es el gasto total. Siguiendo la metodología de CENAPRED (2004) se calcula el área hidráulica para compararla con el área geométrica:

$$Q_t = A_h * V$$

Dónde:

Q_t es el gasto total en m^3/s .

A_h es el área hidráulica requerida

V es la velocidad del flujo en m/s .

El área hidráulica permisible se puede calcular de la siguiente forma:

$$A_h = Q_t / V \quad \text{ecuación 3}$$

Siguiendo el método CENAPRED (2004), la velocidad se determina con la siguiente expresión:

$$V = L / 3600 * t_c \quad \text{ecuación 4}$$

Dónde:

L es la longitud del cauce principal, en m .

t_c es el tiempo de concentración, en h .

Sustituyendo valores en ecuación 4 para obtener la velocidad, tenemos:

$$V = \frac{462}{3600} * \frac{0.57}{\text{h}} = \frac{462}{2052} = \mathbf{0.22 \text{ m/s}} = 22 \text{ cm/s}$$

Aplicando la ecuación 3 para la cuenca 1, se obtiene:

$$A_h = 1.89 \text{ m}^3/\text{s} / 0.22 \text{ m/s} = \mathbf{8.52 \text{ m}^2}$$

Tabla 4. Precipitación máxima en mm. Estación TEZDF.

Año	1 hr	24 hrs
2000	24.39	91.54
2001	28.19	42.63
2002	56.00	71.59
2003	26.43	32.92
2004	21.85	37.55
2005	25.92	35.8
2006	18.55	29.21
2007	19.80	42.39
2008	33.02	39.58
2009	44.70	54.58
2010	20.82	24.36
2011	23.36	49.75
2012	19.31	33.79
2013	23.87	27.17
2014	29.98	35.82
Media	27.75	43.25

Posteriormente se obtiene el área geométrica de las cuencas, tomando puntos específicos de calles y avenidas donde generalmente se acumula el agua y con la fórmula del rectángulo se obtuvo el área geométrica (forma que adquiere esta área), los perfiles se muestran de la figura 20.

Figura 20a. Perfil transversal de la Av. Riva Palacio en Sexta Avenida y Av. Salvador Allende. De la cuenca 1 y 4 respectivamente. Con las mismas dimensiones.

Avenida Riva Palacio
en Sexta Avenida y
en Salvador Allende

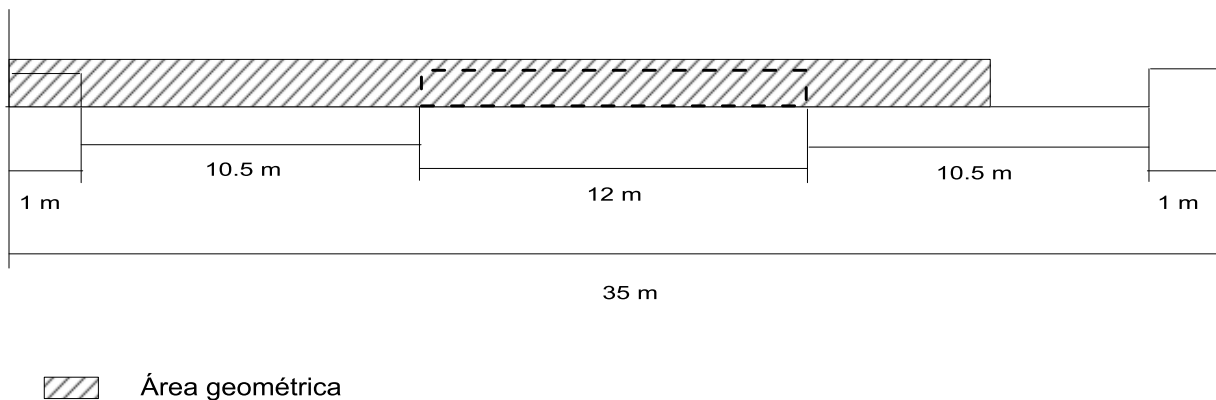


Figura 20b. Perfil transversal de la calle 20, correspondiente a la cuenca 2.

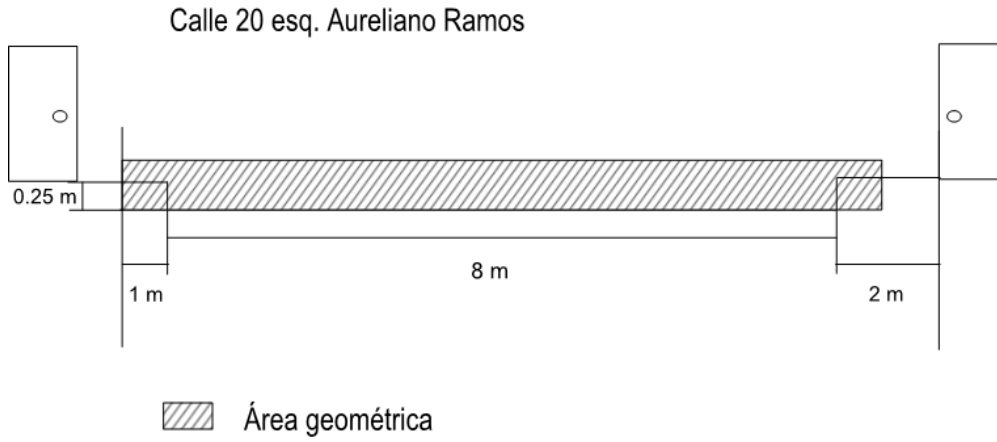


Figura 20c. Perfil transversal de la calle 1, correspondiente a la cuenca 3.

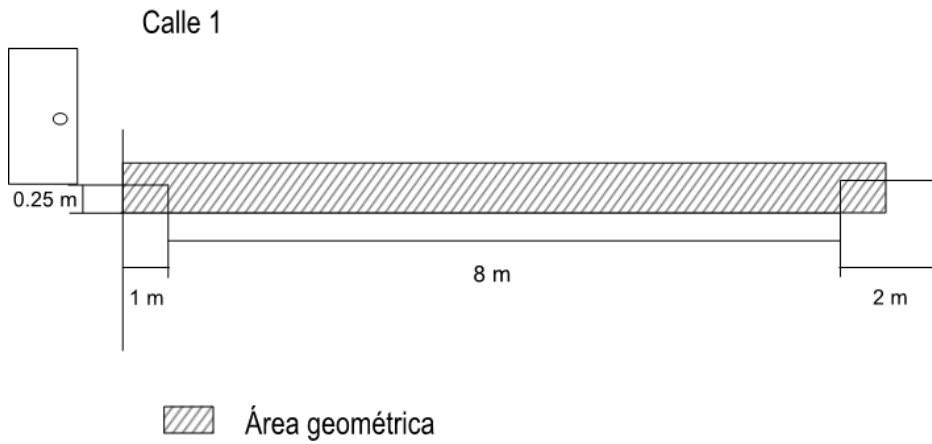


Figura 20d. Perfil transversal de la calle 40, correspondiente a la cuenca 5.

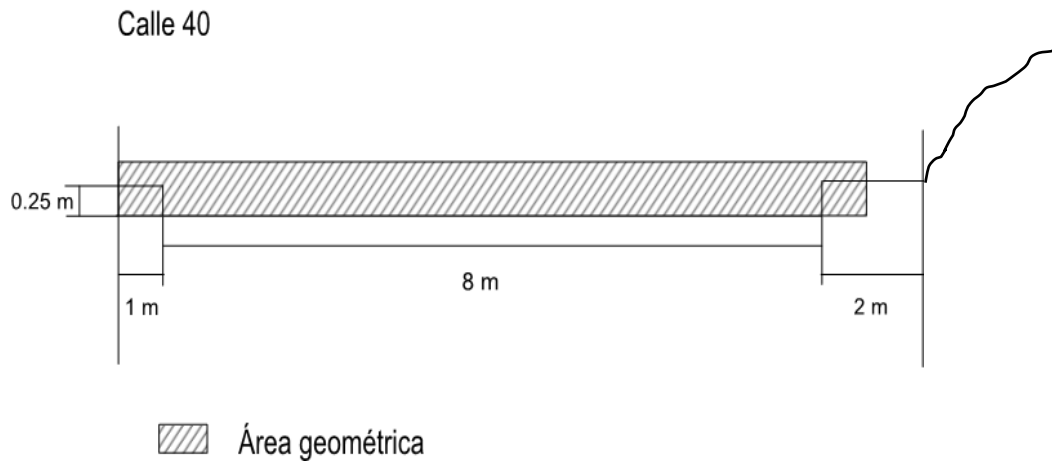
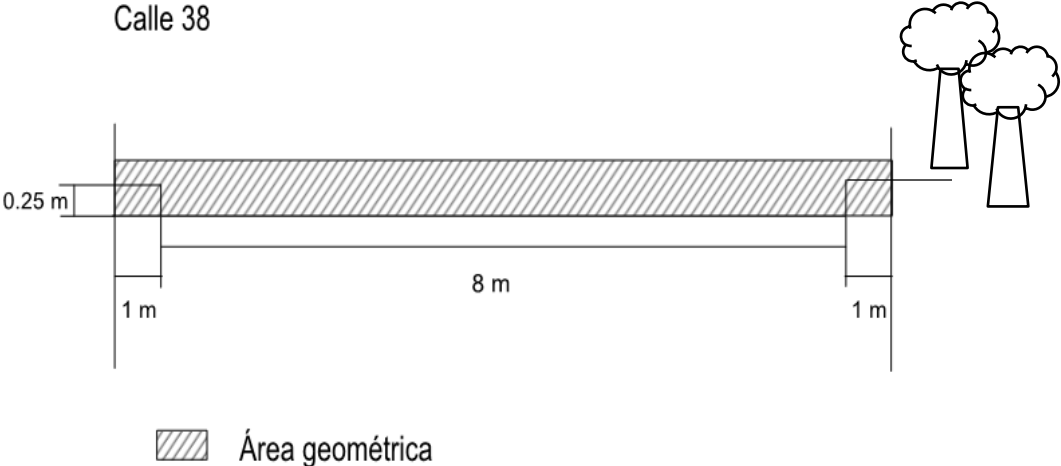


Figura 20e. Perfil transversal de la calle 38, correspondiente a la cuenca 6.



Una forma de saber si una sección en particular tendrá problemas por desbordamiento, es comparando las áreas hidráulicas (Ah) y geométricas (Ag). Por lo tanto, se calculó el área geométrica mediante el cálculo de áreas simples, con mediciones de áreas críticas (ver figuras 20a-20b), tomando un tirante de 25 cm, ya que este tirante puede causar daños a las viviendas, la banquetta tiene una altura de 20 cm, por tanto 25 cm ya es un tirante que causa daños a viviendas. Con los cálculos correspondientes se obtuvo un área geométrica de 8.75 m². Mientras el área hidráulica de la cuenca 1 es de 8.52 m², por tanto el área hidráulica es menor que el área geométrica, Ah(8.52)<Ag(8.75), el área geométrica es más grande que la hidráulica, entonces esta cuenca no desborda. Como indica CENAPRED, si Ah>Ag, la sección si presenta problemas por desbordamiento, en el caso de la cuenca 1 de la colonia El Sol, no presenta desbordamiento. Se llevó a cabo el mismo procedimiento para las otras 5 cuencas en las que se dividió la colonia, los resultados por cuenca se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5. Cálculo de desbordamiento. Elaboración Diana Irán López.

Cuenca	Long	Pendiente	Área	Tiempo de concentración			Intensidad media	Gasto Q	Velocidad	Área	Área	Si ah>ag, si desborda
	Cauce		Cuenca	Min	hrs	hrs min				hidráulica	geométrica	
	M	m/m	M				mm	m ³ /s	m/s	m ²	m ²	
C1-Riva Palacio	462	8.89	456	34.65	0.58	34 min	15.73	1.89	0.222	8.52	8.75	no desborda
C2-Aureliano	864	5.64	475	55.13	0.92	55 min	25.44	3.19	0.261	12.22	2.5	si desborda
C3-Calle1	455	4.29	450	43.84	0.73	44 min	20.35	2.42	0.173	13.98	2.5	si desborda
C4-1a y 2a Av	250	3.45	250	34.93	0.58	35 min	16.19	1.07	0.119	9.00	8.75	si desborda
C5-Calle40	195	6.36	165	25.16	0.42	25 min	11.56	0.50	0.129	3.90	2.38	si desborda
C6-Calle38	380	7.20	355	33.71	0.56	34 min	15.73	1.47	0.188	7.85	2.38	si desborda

Se observa que en la cuenca 1, no se presenta desbordamiento, pero en las otras 5 de las 6 cuencas se presenta el problema de desbordamiento, es decir la amenaza está presente. El cálculo se hizo tomando en cuenta una precipitación media máxima diaria de 27.75 mm, de un período de 15 años (2000-2014) y a partir de esta se calculó la intensidad de acuerdo al tiempo de concentración correspondiente.

Para ponderar la amenaza, se calcula el período de retorno y la probabilidad de que se presente cierta precipitación. Para obtener el período de retorno, se sigue la propuesta de Montalar (29/10/2012) se elige un valor de precipitación, en este caso una precipitación mayor a 27.75 mm, ya que es la precipitación media de los máximos por hora, se revisa que dicha precipitación se haya superado, en qué años. En la figura 25, se observa que hay 8 eventos en los que se superó ese valor, la precipitación que supera la línea punteada. Enseguida se cuenta con qué frecuencia se repitió ese valor, de 2002 a 2008 son 6 años, de 2008 a 2009 es 1 año, y así hasta sumar los valores de los intervalos de tiempo y obtener el promedio. Se suman los valores de intervalo en años (12) y se divide entre los años en que se supera el valor (4) y se dividen estos valores ($12/4=3$) para obtener el período de retorno (ver tabla 6).

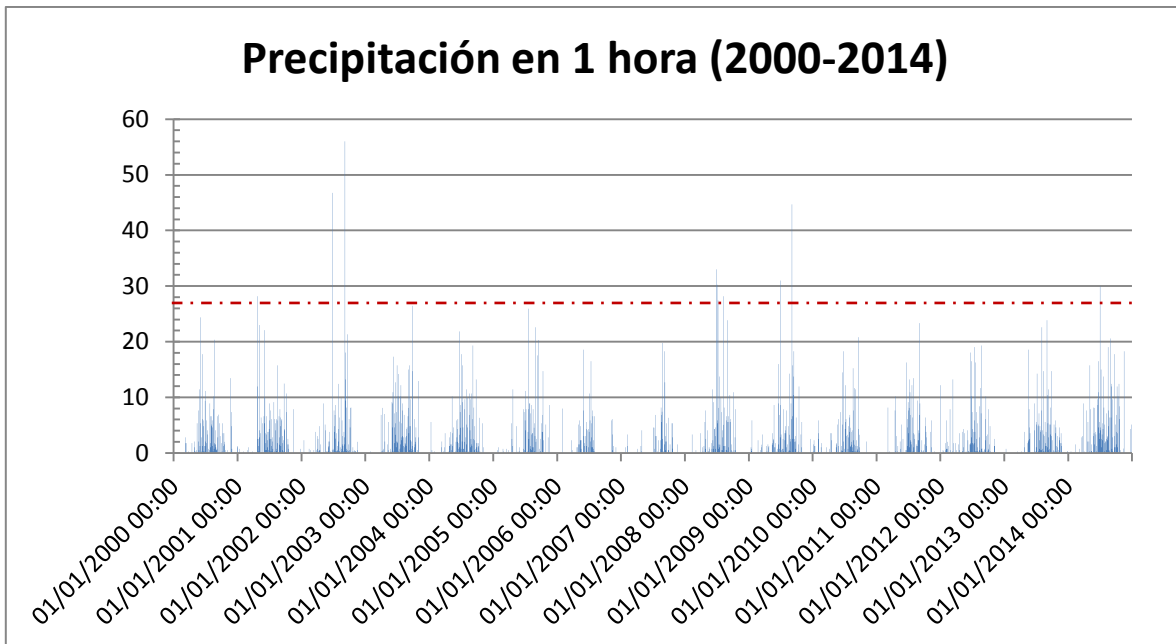


Figura 21. Precipitación en mm del 2000 al 2014 de estación TEZDF. Elaboración Diana I. López, datos SMN.

Tabla 6. Frecuencia de precipitación > 27.75 mm.

Fecha	Pp >27.75	Intervalo en años
27/06/2002	46.73	
05/09/2002	56.00	
30/06/2008	33.02	6
02/07/2008	30.23	
07/08/2008	28.20	
01/07/2009	30.99	1
04/09/2009	44.70	
02/07/2014	29.98	5
	Período de retorno	3.00

Para obtener la probabilidad de que cierta precipitación se repita en 1 año, se aplica la fórmula (CNA, 2007):

$$P = 1 / T \quad \text{ecuación5}$$

Dónde:

T= Período de retorno

P= Probabilidad en 1 año

En este caso, la precipitación media es de 27.75 mm, que es la media de las precipitaciones máximas anuales. El período de retorno es de 3 años (tabla 6). Sustituyendo valores en ecs.5:

$$P = 1 / 3 = \mathbf{0.33 \%} \quad \text{La probabilidad de que esa precipitación se repita en un año es del 33\%.$$

Mientras la probabilidad de que el evento no ocurra en el año (CNA, 2007), es:

$$P_{no} = 1 - P = 1 - 1/T \quad \text{ecuación6}$$

$$\text{Sustituyendo } P_{no} = 1 - 0.33 = 0.67$$

La probabilidad de que no ocurra en un año es del **67 %**.

La probabilidad de que cierta precipitación no ocurra durante n años sucesivos, es:

$$P_{no_n} = P_{no_1} * P_{no_2} * P_{no_3} * \dots * P_{no_n} \quad \text{ecuación7}$$

La probabilidad de que ocurra en 2 años es:

$$P_{no_2} = 0.67 * 0.67 = 0.44 = \mathbf{44 \%}$$

Y la probabilidad de que si se supere este valor es el inverso, también llamada probabilidad de excedencia, que para este trabajo representa la amenaza.

$$A = 1 - P_{no} \quad \text{ecuación8}$$

$$\text{Para el caso de 2 años sería: } A = 1 - 0.44 = 0.56 \text{ o } \mathbf{56 \%}$$

Los períodos de retorno de 5, 10 y 25 años se muestran en la tabla 7. Con estos datos de probabilidad de amenaza se calculara el riesgo en el capítulo IV.

Tabla 7. Probabilidad de amenaza de una precipitación de 27.75mm.

Años	No ocurrencia	Amenaza
1	67 %	33 %
2	44 %	56 %
5	13 %	87 %
10	1.73 %	98 %
25	0.004 %	100 %

En la figura 22, se pueden apreciar las cuencas que tienen amenaza a inundarse, de acuerdo a la aplicación del método CENAPRED, 5 de las 6 cuencas desbordan, solo la cuenca 1 no presenta ese problema, en esa cuenca se encuentra una avenida ancha (Riva Palacio) que funciona como cauce al agua y no alcanza a entrar a las viviendas. En páginas anteriores en la figura 19, se muestra el flujo del agua de acuerdo a la altitud, en base a esto se diferencian zonas de inundación para las cuencas que presentan desbordamiento de acuerdo a los cálculos obtenidos en la tabla 4.

La figura 23 representa las áreas inundables que se identificaron de acuerdo a la topografía y a los cálculos aplicados en este trabajo. La cuenca 2, tiene una amenaza importante en la avenida Aureliano Ramos que es la zona más baja y el agua escurre hacia la séptima avenida, incluso los vecinos comentaron en las encuestas que esa avenida tiene ese problema. En la cuenca 3, que es la cuenca colindante con Río Churubusco, tiene una zona baja que va de la séptima avenida a la sexta entre las primeras calles 1 a la 6 es una zona con amenaza a inundarse. Por su parte, la cuenca 4 tiene amenaza principal en las calles 24 a la 29 de la primera avenida a las vías. Mientras que la cuenca 5, presentan amenaza desde la avenida Víctor a la calle 40 entre la séptima avenida y Aureliano Ramos. Finalmente, la cuenca 6 tiene mayor riesgo en las últimas calles, de la 38 a la 40 entre la segunda avenida y las vías, ya que son más bajas que la zona de Ciudad Jardín.

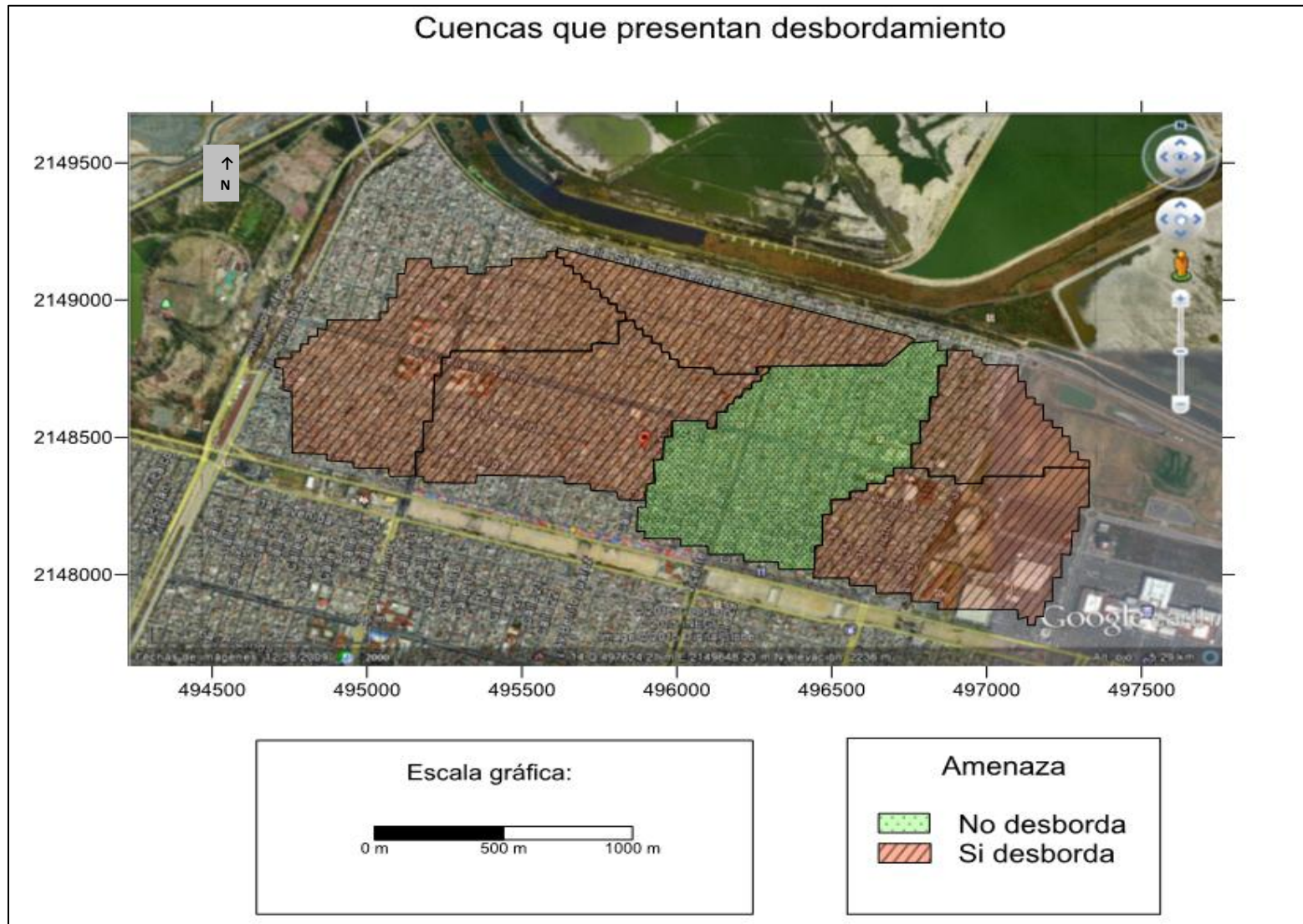


Figura 22. Cuencas con desbordamiento de acuerdo a cálculos. Elaboró: Diana Irán López.

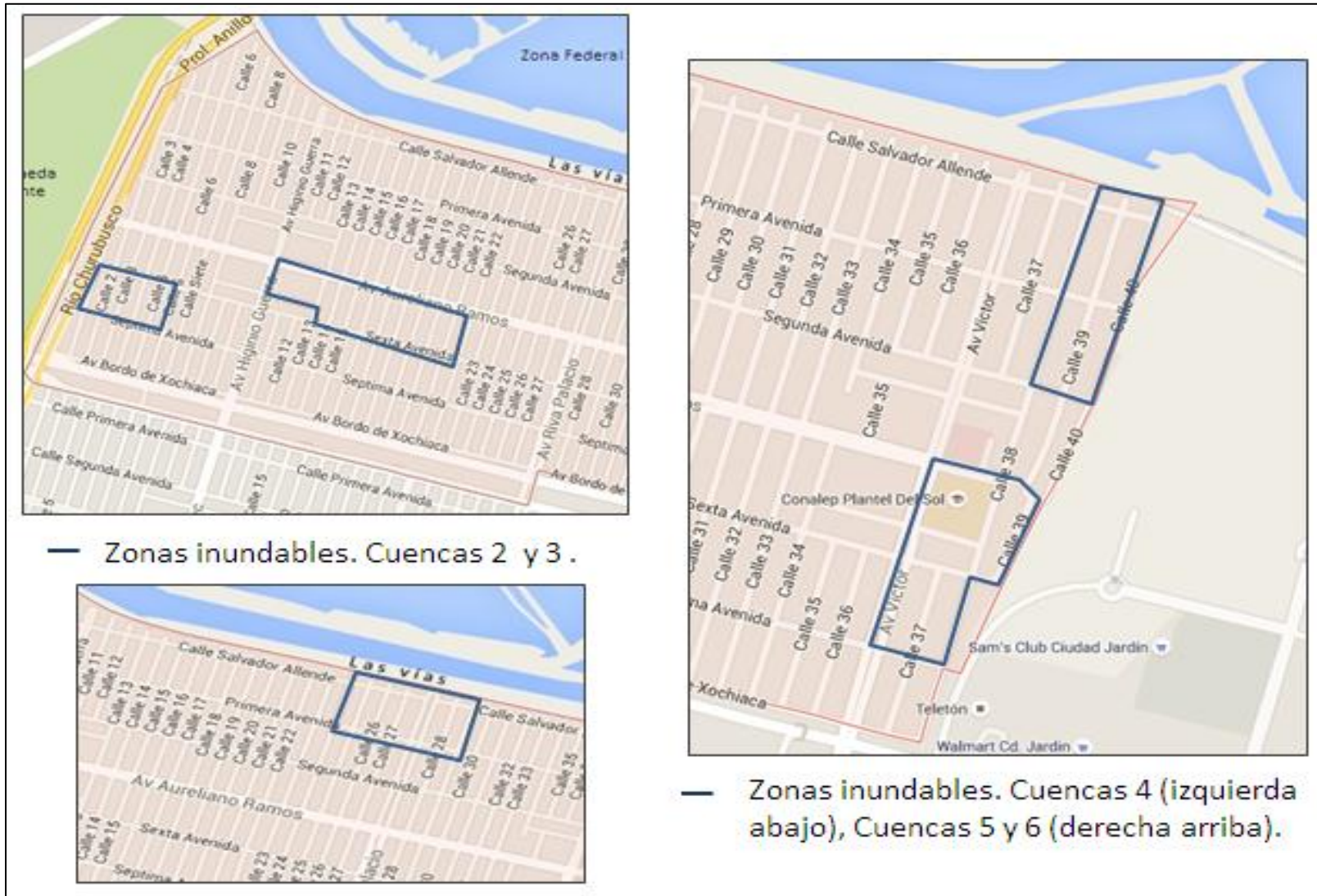


Figura 23. Áreas inundables de acuerdo a topografía por cuenca. Elaboro: Diana Irán López.

CAPITULO IV. VULNERABILIDAD O FACTORES ANTRÓPICOS FACTIBLES PARA INUNDACIÓN

La vulnerabilidad se definió en el segundo capítulo como las características que le impiden a un determinado sistema humano adaptarse a un cambio ambiental y está relacionada con la falta de seguridad ante una situación de riesgo (Wilches-Chaux, 1993). Esta falta de seguridad puede venir de motivos sociales, educativos o económicos. Motivo por el que se revisó un poco la historia del municipio, y se compararon sus condiciones socioeconómicas, la percepción de la población y su implicación en la inundación.

4.1. Formación del municipio

Durante la época revolucionaria, en la zona del ex Lago de Texcoco localizado entre el Distrito Federal y el Estado de México, era de jurisdicción federal, se llevaron a cabo obras de desecación de la zona lacustre que habían iniciado desde la conquista española. En 1917 el presidente Venustiano Carranza mando hacer un levantamiento topográfico de los terrenos desecados para determinar la propiedad que correspondía a la Federación con el objeto de poder utilizarlos o venderlos, dando así el inicio de la historia de los asentamientos humanos en el antiguo Lago de Texcoco; y dos años después inicia la venta de dichos terrenos para fines agrícolas. Para 1933 los terrenos fueron invadidos en áreas cercanas a la carretera México-Puebla. Los primeros grupos se asentaron en el área de los municipios de Chimalhuacán, La Paz y Ecatepec, que actualmente rodean el municipio de Nezahualcóyotl (Gutiérrez Arzaluz, 2010).

En 1945 se construyó el bordo de Xochiaca y el túnel de Tequixquiac. Esto propició la afluencia de más habitantes formándose las primeras colonias de Nezahualcóyotl, entre las que se encuentran: Juárez Pantitlán, México, el Barrio de Juárez Pantitlán o San Juan y El Sol. Para 1954 el gobernador Salvador Sánchez Colín declaró ante el Congreso del Estado de México que había aproximadamente 40 mil habitantes asentados en las colonias del ex-Lago de Texcoco, cuyas tierras eran inapropiadas para el cultivo. En 1956 él mismo autorizó los fraccionamientos: Valle de los Reyes (2ª sección oriente), Evolución y Agua Azul. Durante el período 1959-1963 el gobernador Gustavo Baz autorizó los fraccionamientos de las colonias Metropolitana, Modelo, Xochitenco, Nezahualcóyotl, San Mateito y Reforma (Gutiérrez Arzaluz, 2010).

Para 1960 la Federación de Colonos del ex-Lago de Texcoco solicitó al gobernador Gustavo Baz su separación del municipio de Chimalhuacán y la creación de un nuevo municipio. El 20 de febrero de 1963, Gustavo Baz sometió a la consideración de los diputados de la XLI Legislatura del Estado de México el proyecto de decreto para erigir el municipio de Nezahualcóyotl. Debido al crecimiento poblacional de esta zona, la iniciativa fue aprobada el 3 de abril de 1963, el municipio se fundó con una extensión territorial de 63.44 kilómetros cuadrados (Gutiérrez Arzaluz, 2010; Aréchiga, 2012, Nezahualcóyotl, 2014).

Durante la década de los 60 muchos migrantes llegaron a lo que hoy es el municipio de Nezahualcóyotl (SACMEX, 2012), con la esperanza de una mejor calidad de vida, si bien, en un principio la zona comprendida por el actual municipio de Nezahualcóyotl, representaba una oportunidad para los políticos de poblar la zona por las afiliaciones políticas que esto representa, y para los migrantes de establecerse en la Ciudad de México, con el tiempo se ha logrado un buen desarrollo económico y cultural en esta zona. Las primeras obras en el municipio (aún y cuando éste no era denominado como tal) se basaron en desecar la zona, para que el agua pudiera

utilizarse para beneficio de la población. Los primeros pobladores llegaron a partir de la venta de terrenos desecados, y para la dotación de servicios públicos se expandió el drenaje de la Ciudad de México a toda esta zona (Aréchiga, 2012). Sin embargo, la capacidad y calidad de vivienda no era la idónea para hospedar a los emigrantes, muchos se asentaron irregularmente o compraron a fraccionadores que ofrecían facilidades para adquirir terrenos, aunque sin servicios, estos fueron pagándose por los propios habitantes, y con el tiempo fueron regularizando sus terrenos y estos aumentaron su valor (Nezahualcóyotl, 2014).

Ciudad Jardín

Recientemente se construyó en el municipio de Nezahualcóyotl un complejo comercial y deportivo Ciudad Jardín Bicentenario, se presentó como un proyecto ambiental que fue finalista en 2008 de la Ciudad-Ciudad del premio internacional que otorga la ciudad de Barcelona España, en colaboración con el Centro de Investigación de Relaciones Internacionales y Desarrollo, ya que internacionalmente selecciona el proyecto de los mejores de sustentabilidad y beneficio social del mundo; ya que fue construido sobre una área que era destinada como un relleno sanitario, al cierre de sus operaciones del relleno sanitario, fue una transformación muy impactante para ese espacio. Este desarrollo territorial en los sectores de consumo, comercio, salud, educativo, deportivo, áreas verdes, uso de suelo, vías de comunicación, transporte y medio ambiente, se identifican como un impacto en el desarrollo espacial (González, 2012), aunque se estudian en este trabajo deficiencias sociales a partir de la construcción de este complejo.

4.2. Características de la población

El crecimiento de la población fue importante durante las décadas de 1970 y 1980, pero más tarde el fenómeno se revirtió al presentar un decremento en las tasas de crecimiento de la población hasta llegar a números negativos (Gobierno del Estado de México, 2012). Nezahualcóyotl es el segundo municipio más poblado del Estado de México, su población es de 1,110,565 habitantes, de los cuales 536,943 son hombres y 573,622 son mujeres, y una densidad poblacional de 17,539 hab/km²; es decir existe sobrepoblación en el municipio, lo que implica problemas sociales (Nezahualcóyotl, 2014). Pero refiriéndonos únicamente a la colonia El Sol, la población total de la colonia es de 55,609 habitantes y la densidad poblacional de la colonia es de 22,884 hab/km², ya que el área de la colonia es de 2.43 km², los datos se obtuvieron a nivel AGEB (Área Geoestadística Básica) INEGI (2010).

El total de viviendas habitadas en el municipio es 285,027; de estas 276,877 viviendas particulares habitadas que disponen de agua de la red pública; 278,378 viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje; 279,376 viviendas particulares habitadas que disponen de energía eléctrica, (ver figura 24). La ocupación es de 3 a 4 habitantes por vivienda (3.89). La colonia El Sol cuenta con 14,704 viviendas, de las cuales el 93% cuenta con servicios públicos como luz, agua y drenaje. (INEGI, 2010).

En cuanto a educación, el municipio supera las estadísticas estatales, tiene una tasa de alfabetización del 99.5%. En Nezahualcóyotl 611,286 habitantes cuentan con educación básica; 209,658 educación media; 147,811 educación superior (INEGI, 2010). En la colonia El Sol, el grado de escolaridad promedio es de 8.89 años, es decir nivel secundaria. Por otro lado, el equipamiento es importante en la gestión y mitigación de riesgos y desastres, para atención de víctimas, enfermedades, vacunación, etc. En la cobertura de salud del Municipio de Nezahualcóyotl, 52.9%

cuenta con algún servicio de salud, mientras 47.1% de la población no cuenta con servicios médicos (Nezahualcóyotl, 2014).

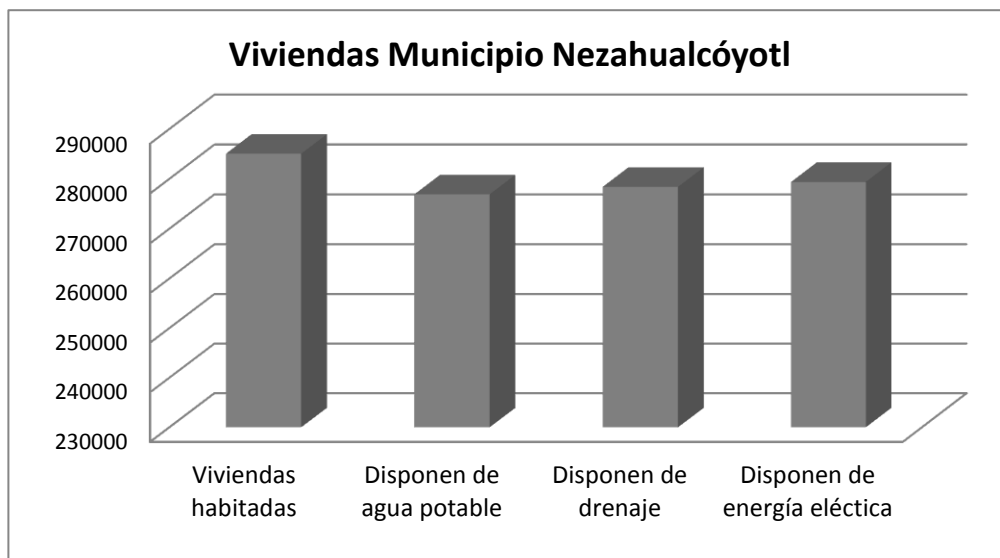


Figura 24. Cantidad de viviendas con servicios Mpio. Nezahualcóyotl. Fuente: INEGI, 2010.

En cuanto a vías de comunicación, tiene buena comunicación para salir de la colonia al resto del municipio, hacia el Distrito Federal y al municipio de Ecatepec; la parte poniente de la colonia colinda con el Periférico Oriente mediante un puente elevado, mientras que el sur de la colonia colinda con el bordo de Xochiaca, ambas vías son importantes para la zona oriente. Las calles de la colonia están trazadas en una retícula lo cual permite fácil acceso y evacuación en caso necesario, las principales avenidas de la colonia son Av. Cuauhtémoc (también llamada Higinio Guerra) y Av. Riva Palacio ambas van de norte a sur y continúan en el resto del municipio; de oriente a poniente la avenida principal es Aureliano Ramos. En el límite norte de la colonia pasa la vía del ferrocarril que viene desde la zona norte del municipio y corre hasta la Zona Industrial Izcalli Nezahualcóyotl donde realiza descargas (Nezahualcóyotl, 2014) ver figura 6 capítulo III. Es decir la colonia tiene vialidades donde es accesible evacuar en caso necesario, sin embargo, no todas las calles y avenidas están en buenas condiciones, en muchas de ellas el pavimento está en malas condiciones. Cruzando el Periférico Oriente se encuentra la Alameda Oriente, un amplio parque con áreas verdes y un lago, además de juegos recreativos. Es importante mencionar que esta área verde regula el escurrimiento de las lluvias y mitiga las inundaciones (Espino, 2015).

Como ya se mencionó, la colonia El Sol colinda por el oriente con Ciudad Jardín, un complejo comercial, deportivo y educativo construido sobre lo que era el tiradero Neza I. Este complejo si bien ha traído una mejor imagen y servicios a los alrededores, también ha exacerbado la desigualdad social entre los pobladores sobre todo de las calles más próximas a Ciudad Jardín, más adelante se presenta una encuesta sobre los problemas que ha generado Ciudad Jardín, a los alrededores, entre estos están los servicios, ahora se priorizan para dicho complejo mientras la población vecina tiene problemas de falta de agua, mejorar el pavimento, manejo de residuos, mantenimiento al drenaje, estos elementos contribuyen a que algunas problemáticas como las inundaciones aumenten. Otros problemas para los vecinos son que no es un lugar accesible para sus posibilidades ya que todo es muy caro para el nivel socioeconómico de la población, además

muchos pequeños comerciantes comentaron que sus ventas disminuyeron a raíz de la creación de Ciudad Jardín.

Entre otros servicios, Nezahualcóyotl cuenta con 69 mercados públicos, y se instalan 42 tianguis o mercados sobre ruedas en todo el municipio para satisfacer la demanda de productos al menudeo, para consumo de los pobladores. Otros negocios relevantes son Farmacias 189, Restaurantes 87, Refaccionarias 86, y otros negocios 4256 (carnicerías, pollerías, expendios de huevo, panaderías, tortillerías, abarrotes, frutas y verduras, papelerías, tlapalerías, vinaterías, mueblerías, ropa, zapaterías, etc.). Son los sitios donde la mayor parte de la población hace sus compras y algunos tienen su empleo. Sin embargo, los tianguis provocan una problemática de desechos sólidos en la vía pública, además del aumento de conflictos viales. En la colonia el Sol, hay dos mercados, sobre la avenida Aureliano Ramos y la avenida Cuauhtémoc; y dos los tianguis, uno en la avenida Aureliano Ramos, los días martes, y otro los domingos sobre el bordo de Xochiaca (Nezahualcóyotl, 2014).

Muchos vecinos comentaron en las encuestas que en los días de tianguis, se dejan ríos de basura que impiden el paso del agua por las coladeras. Se desconoce la organización de los tianguis y sus acuerdos con el municipio, pero este debe atender la problemática de la basura en las calles. Respecto a los desechos, en el municipio se generan diariamente un promedio de 1200 toneladas de residuos sólidos, los cuales se depositan en el relleno sanitario Neza II y en tiraderos no autorizados. En el relleno sanitario del Bordo de Xochiaca ningún material es reciclado, sin embargo existen alrededor de 500 pepenadores que separan y reusan los materiales (Nezahualcóyotl, 2014). En la figura 25, se observa que el canal que separa la colonia de Ciudad Jardín se usa como tiradero, este canal ubicado en calle 40 tiene la función de contener aguas que escurran por las lluvias y no lleguen a la colonia, sin embargo, los vecinos depositan la basura generando un tiradero, con lo cual se interrumpe su funcionamiento. Igualmente la basura se tira en las calles provocando que las coladeras se tapen y no pueda desfoguearse el agua, este es un problema de cultura ambiental que aumenta el riesgo a inundación.



Figura 25. Basura en calle 40 y en coladeras. Tomada por Diana Irán López.

4.3. Percepción de la población de la colonia El Sol

Para conocer cómo vive la población el problema de las inundaciones y obtener información útil para la investigación, se aplicaron encuestas a los pobladores de la colonia, la muestra fue no probabilística ya que los criterios para la elección fue aleatoria basada en las zonas de mayor riesgo que reconoce protección civil, pero también se realizaron encuestas en la zona que no tiene riesgo aparente (Dieterich, 2000). Se aplicaron 110 encuestas, cada 20 casas en calles con riesgo de acuerdo a protección civil, pero se muestreo la mayor parte de la colonia, en algunas calles verticalmente y en otras de forma horizontal para conocer la percepción del riesgo por parte de la población.

Causa de las inundaciones

Algunos de los problemas que los vecinos mencionaron como causa de las inundaciones fue: precisamente la basura, el 56 % de los encuestados mencionaron que este es el principal motivo de las inundaciones, otro 21 % menciona que el problema es el drenaje, el cual no tiene la capacidad suficiente, un 6 % dijo que se abren las compuertas del canal y se inunda la colonia; otro 6 % menciona la falta de mantenimiento y desazolve de coladeras; mientras un 7 % menciona que el canal que se ubica atrás de las vías no está entubado, mientras el 4 % de la población dijo que se inundan las zonas bajas de la colonia o porque el pavimento está mal puesto o bien se trasmina el agua a las viviendas, ver figura 26.

Como se observa en la gráfica, la mayor parte de los encuestados consideran que una de las causas de inundación es la basura, sin embargo no reconocen la responsabilidad en el problema, y la gente la sigue tirando en la vía pública. Efectivamente se observaron muchas coladeras llenas de basura que impiden el paso del agua y esta se estanca agravando el desbordamiento hacia las viviendas. Este es un problema de educación ambiental y cívica.

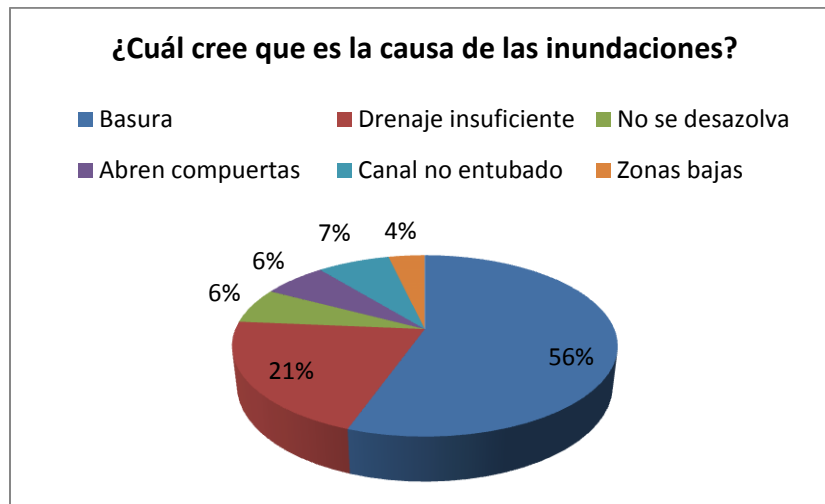


Figura 26. Causa de las inundaciones. Elaboró Diana Irán López.

Características de las viviendas

Otro elemento que causa vulnerabilidad es la construcción de la vivienda. De acuerdo a las respuestas de la encuesta, la mayor parte de las viviendas son de concreto 78 % y solo un 22 % son de tabique con láminas de cartón o asbesto, éstas últimas son las que tienen mayor riesgo a inundarse, algunas de ellas están construidas hacia abajo (tipo sótano) lo que agrava el problema.

Es importante mencionar que las casas que se encuentran a un costado de Ciudad Jardín, colindando con las instalaciones del Teleton en la calle 40 y 39 están sufriendo un desnivel, a causa probablemente del suelo inestable, como ya se mencionó, este complejo se edificó sobre el tiradero por lo cual, las calles próximas a esta construcción tienen este serio problema del desnivel de sus viviendas. Otro de los problemas de estas viviendas es el mal olor que llega de la basura a pesar de la construcción del complejo comercial Ciudad Jardín.

La mayor parte de los vecinos 72%, consideran que su vivienda se puede inundar, ya sea porque se han inundado en otras ocasiones o porque han visto a vecinos que han sufrido de este problema. Se encuestó a los pobladores, si han tenido pérdidas en inundaciones pasadas, y la respuesta se muestra en la siguiente gráfica, la mayoría de los afectados 48 % perdió muebles, mientras que el 34 % mencionaron que no han tenido pérdidas, y un 9 % ha tenido pérdida total (figura 27).



Figura 27. Pérdidas por inundación. Elaboró Diana Irán López.

Preparación ante la inundación

También se preguntó a la población si saben qué hacer en caso de lluvias torrenciales, poco más de la mitad de los encuestados 52% respondió que sí. Sin embargo, al preguntarles ¿qué hacen para protegerse? Las respuestas fueron contradictorias ya que el 59% no sabía que hacer o no contestó, y solo el 22% respondió que hay que tener a la mano botiquín, papeles y comida (ver figura 28).

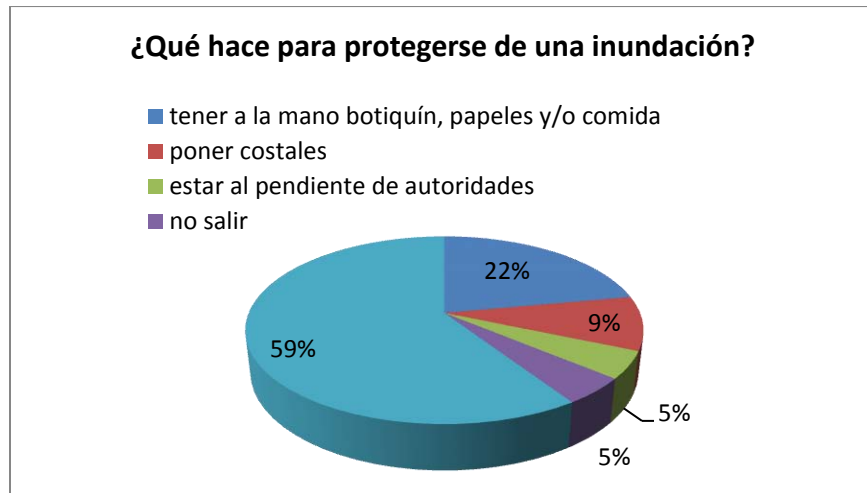


Figura 28. Protección ante una inundación. Elaboró Diana Irán López.

Dos personas mencionaron que se deben desconectar cables, aspecto importante en una inundación, ya que pueden electrocutarse con cables conectados. También algunos vecinos mencionaron que se ponen costales cuando se pronostican lluvias fuertes, el 5% mencionó que no salen y otro 5% que se debe estar al pendiente de los avisos de las autoridades.

Al respecto de las autoridades, se preguntó ¿Sabe que es Protección Civil? A lo que el 75% dijo que sí, mientras el 23% dijo que no y el 2% no contestó. Y al preguntar ¿qué es?, respondieron como se muestra en la figura 29:

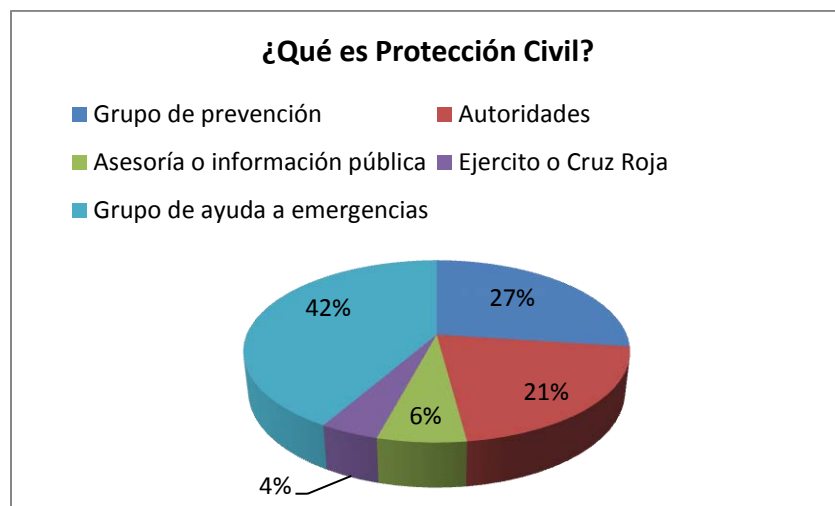


Figura 29. Protección Civil. Elaboró Diana Irán López.

Llama la atención que casi la mitad de la población relaciona a la Protección Civil con ayuda en emergencias, ya que su labor se ha centrado en ello, aunque si hay un importante porcentaje 27% que sabe que es un grupo de prevención.

Otra pregunta fue si conocen algún mapa de riesgo de la colonia a lo que la mayoría dijo que no, 78%, y el 16% dijo que debe existir pero que no lo conoce; el resto no contesto. Como se observa, el papel de la Protección Civil está muy alejado de la población; de los encuestados casi la mitad ubican a esta organización como ayuda de emergencias, ya que ha sido su función principal, generalmente llegan una vez que ocurre algún problema.

Incluso las autoridades de Protección Civil, a quien se entrevistó reconocen que su función preventiva se centra en la capacitación y que esta es insuficiente debido a que tienen poco personal en la dependencia que debe cubrir todo el municipio. Además los simulacros y cursos están enfocados principalmente a la protección contra sismos y el tema de inundaciones prácticamente no se toca. Además mencionaron que incluso cuando se ha avisado, de riesgo a inundarse la gente no se protege del riesgo (Espino, 2015). Por tanto es un problema también de cultura ante el riesgo.

Relacionada con la Protección Civil, se preguntó si conocen algún punto de reunión o albergue en caso de emergencia, las respuestas se muestran en la figura 30, la mayoría, el 78%, no conoce ningún albergue, solo el 7% menciona las escuelas, las cuales son las que generalmente se habilitan en estas emergencias, según nos informaron en Protección Civil, 11% menciona que el DIF, sin embargo Protección Civil no lo reconoce como tal.

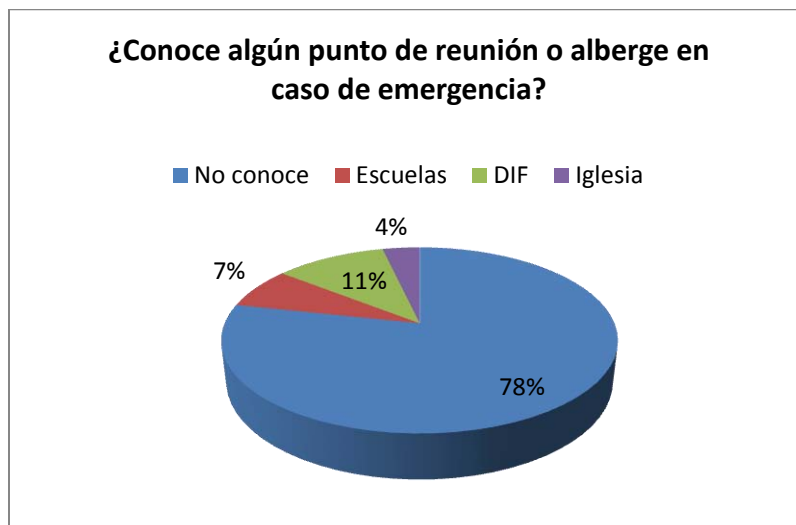


Figura 30. Puntos de reunión o alberges. Elaboró Diana Irán López.

Con esta visión que tienen los vecinos respecto a la Protección Civil se confirma la hipótesis que se planteó, que este organismo está muy alejado de la población, ya que solo se dedican a la capacitación, pero de un público muy específico, escuelas a diferentes niveles; mientras su función con la población es generalmente reactiva, ayuda después de la emergencia y no antes. Por ello, la población no conoce la función de Protección Civil, este organismo cuenta con información valiosa que no llega a la población sobre cómo prevenir una inundación y otros riesgos, por lo tanto no tiene idea de cómo reaccionar ante una amenaza. Tampoco conoce los puntos de reunión o alberges en caso de necesitarlos, además muchos vecinos comentaron que no van a alberges por miedo a perder sus pertenencias.

Otra pregunta importante fue ¿por qué no tomo medidas para evitar el desastre?, las respuestas se muestran en la gráfica, la mayoría de los pobladores, 73% respondió que las lluvias fueron repentinas, por ello no pudieron hacer nada; otra parte de la población 11% menciono que no llovió (figura 31), aunque los registros de lluvia que se revisaron indican que sí hubo lluvias el día de una inundación muy fuerte 30-jun y 1-jul-2011, a la cual la mayoría de la gente hacía referencia; aunque la lluvia no fue extrema, sí fue constante.

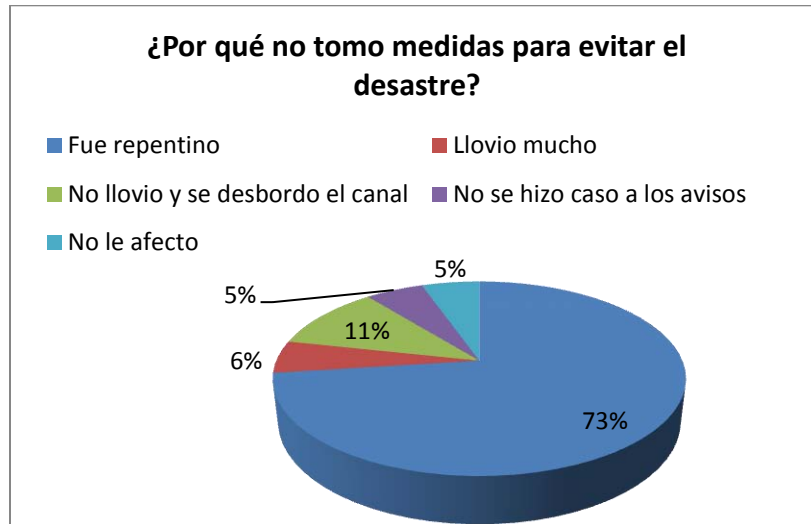


Figura 31. Evasión del desastre. Elaboró Diana Irán López.

Sobre dicha inundación, es importante mencionar que hubo lluvias constantes y que el canal ya estaba saturado, por lo que abrieron las compuertas para desfogar agua en la colonia a la altura de la calle 40, lo que provocó la inundación, las autoridades de protección civil nos comentan que ellos no tienen jurisdicción ahí, y que CONAGUA a nivel federal es quien opera estos canales con los lagos reguladores de los alrededores. Esta fue una inundación muy fuerte en la colonia ya que la mayor parte se vio afectada, algunas personas comentan que el agua tardó de 3 a 4 días en desalojarse. Esta es la inundación más grande que se ha tenido la colonia El Sol en los últimos años, sin embargo algunos vecinos mencionan que el problema lo tienen cada año, que si bien no se afecta toda la colonia, si hay muchos vecinos que se ven afectados, donde pierden parte de sus pertenencias como muebles, ropa, electrodomésticos, principalmente.

También se encuestó sobre si se han construido obras por parte del municipio que ayuden a disminuir las inundaciones a lo que el 50% de los encuestados respondió que no, mientras el 24% dijo que si y el otro 26% dijo que no sabía. En cuanto a las obras que se han hecho para mitigar las inundaciones, y que los vecinos comentaron (figura 32), están:

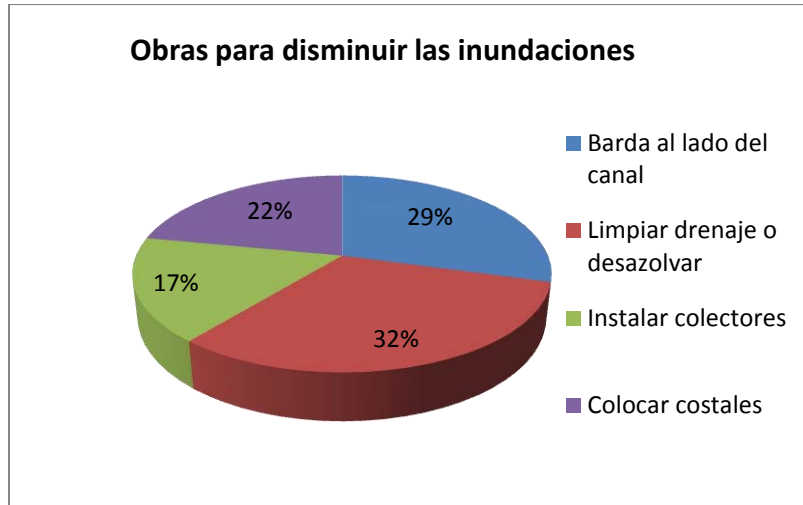


Figura 32. Obras para disminuir inundación. Elaboró Diana Irán López.

Asistencia después de una inundación (normalización)

Sobre la ayuda que han recibido después de la inundación, la encuesta señala: 27% no recibió ningún tipo de ayuda, mientras el 73% respondió que si recibió ayuda, sin embargo muchos de ellos mencionaron que la ayuda no les alcanzó para recuperar lo perdido, que la ayuda fue diferenciada, le dieron ayuda a algunas personas que no sufrieron daños, y a quienes perdieron buena parte de sus pertenencias no les brindaron ayuda. En otros casos la ayuda fue ridícula, una despensa o material de limpieza, cuando perdieron buena parte de sus muebles.

Respecto a las afectaciones que se han presentado inundaciones en la colonia, el resultado fue el siguiente (figura 33):

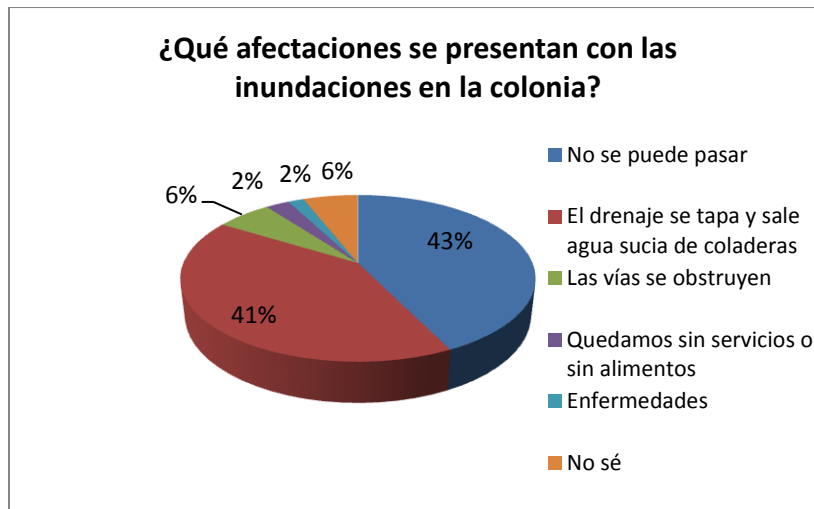


Figura 33. Afectaciones por las inundaciones en la colonia. Elaboró Diana I. López.

Otros problemas detectados debido a las inundaciones fue la incidencia en enfermedades como gripe, enfermedades respiratorias, alergias, ojos irritados, problemas de la piel, diarreas y

enfermedades gastrointestinales, aunque solo alrededor del 10% de las personas reportaron este problema, se considera importante mencionarlo ya que el problema existe principalmente por tratarse de aguas negras ya sea por los encharcamientos, porque salen de las mismas coladeras o por desborde del canal.

Relación del complejo Ciudad Jardín con la colonia El Sol

En el presente trabajo se evalúa la influencia de Ciudad Jardín sobre la colonia El Sol, ya que ambas colindan y tienen influencia mutua, por lo cual se preguntó a los vecinos, si Ciudad Jardín ha traído beneficios o problemas a la colonia (figuras 34 y 35). Se observa que la gran mayoría aprueba la creación de Ciudad Jardín por los servicios que ofrece como tiendas, recreación, empleo, universidades, mejor imagen. También se observan algunos problemas, uno de ellos bastante relevante es el desnivel de las casas que colindan este complejo comercial, específicamente con las instalaciones del Teletón, es decir las calles 40, 39 y 38. Estos vecinos comentan que “las casas se van de lado” y que esto fue a partir de la creación de este complejo, es decir se están desnivelando. Este es un problema grave, ya que se va mermando la calidad de la vivienda con el riesgo que esto implica y el costo; incluso las viviendas de mayor peso pueden jalar o arrastrar a las construcciones vecinas. Otros problemas de esta misma zona es que les llegan gases y mal olor, plagas de los residuos que quedaron sepultados del antiguo tiradero, además los vecinos afirman que se inunda más que antes, además falta el agua según reportaron algunos vecinos en su vivienda.

Prácticamente todos los comerciantes de la colonia reconocen que sus ventas han disminuido a raíz de la plaza comercial, incluso una persona que atendía una tienda nos comentó que no está de acuerdo en que las empresas paguen con vales ya que obligan a comprar en centros comerciales, con lo que disminuyen las ventas de pequeños comerciantes. Otro problema fue el aumento de tráfico. A continuación se presentan las respuestas que arrojaron las encuestas respecto a los beneficios y problemas que ha generado Ciudad Jardín (figura 34 y 35):

Con esta información se tiene un panorama del contexto en el que se encuentra la colonia El Sol, sin embargo, para fines prácticos y lograr medir la vulnerabilidad se emplea una metodología, la cual se describe en la siguiente sección.

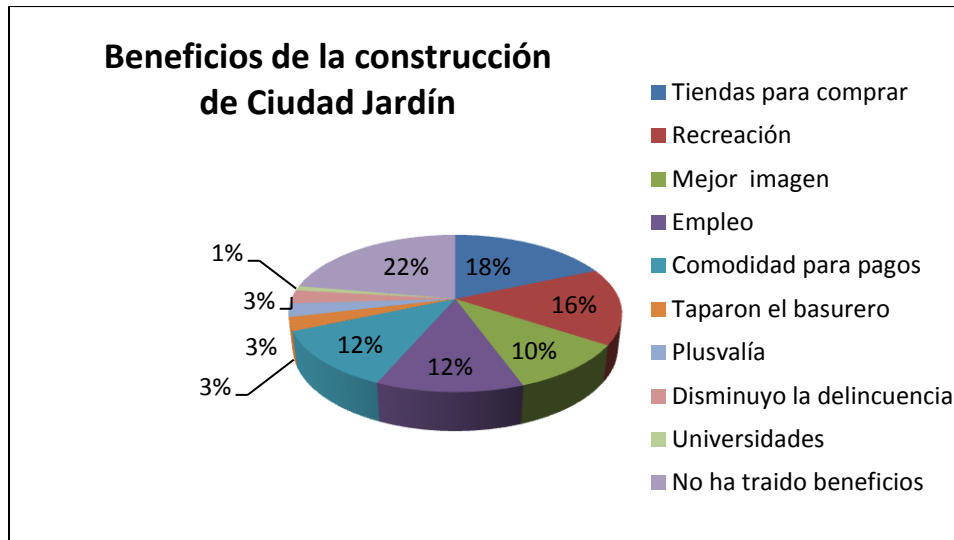


Figura 34. Beneficios de Ciudad Jardín. Elaboró Diana Irán López.

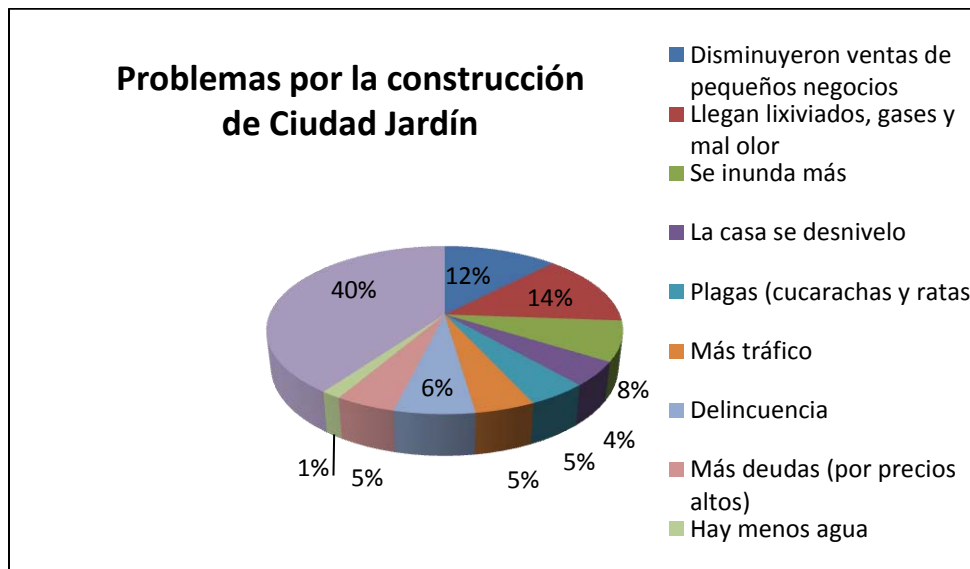


Figura 35. Problemas de Ciudad Jardín. Elaboró Diana Irán López.

4.4. Estimar la vulnerabilidad

Para estimar la vulnerabilidad de forma cuantitativa, el presente trabajo se basó en la metodología de Moguel (2011) y Rosique (2010). Moguel analiza el riesgo por fenómenos hidrometeorológicos, mediante la amenaza y la vulnerabilidad, para esta última, toma en cuenta las variables: techos endebles, paredes endebles, viviendas sin drenaje, cuantificando el total de casas con cada una de esas características y obtener una fracción, después clasificarlas por grado de vulnerabilidad. Por su parte, Rosique analiza la vulnerabilidad en función a la densidad de viviendas y la densidad de población, (ver figura 36) una vez obtenidos estos datos los pondera por nivel de vulnerabilidad. Hace esta clasificación para diferenciar viviendas unifamiliares, plurifamiliares y residenciales. Sin embargo, la densidad de población y de vivienda que emplea Rosique no es representativa en la

colonia ya que prácticamente se tiene el mismo patrón de ocupación en toda la colonia. Motivo por el cual nos fue más útil la metodología de Moguel (2011), ver figura 37.

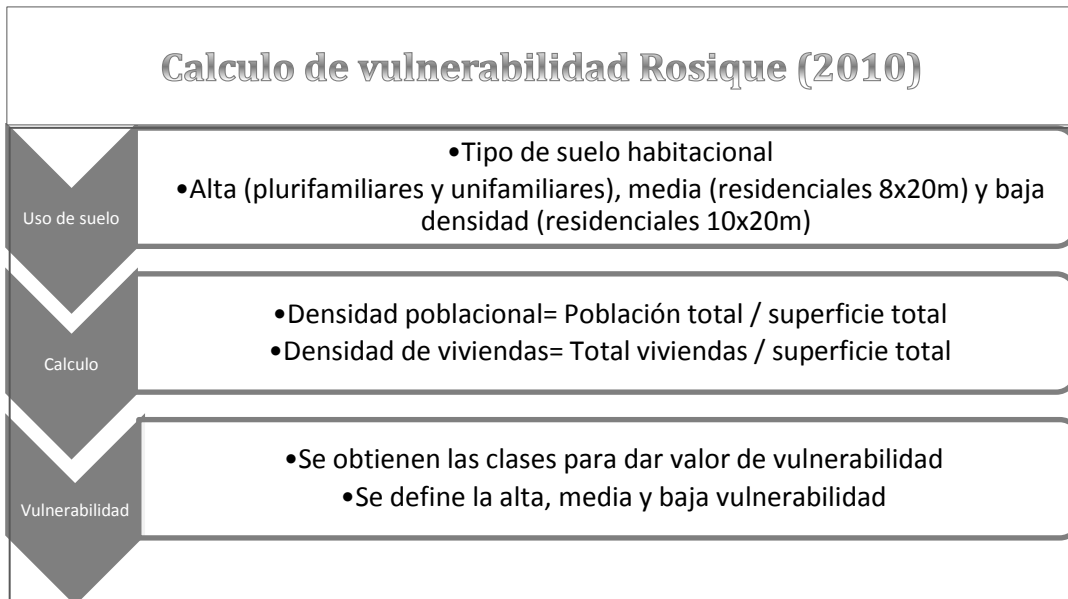


Figura 36. Metodología para vulnerabilidad de Rosique (2010). Elaboró Diana Irán López.

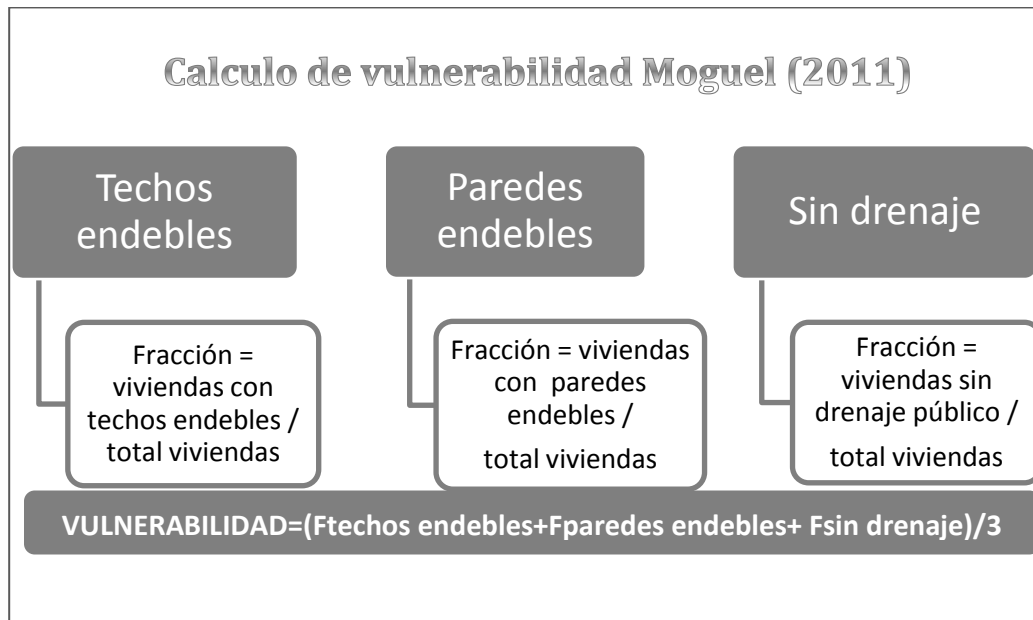


Figura 37. Metodología para vulnerabilidad de Moguel (2011). Elaboró Diana Irán López.

Aunque existen en INEGI las variables que Moguel (2011) utilizó en su trabajo, respecto a las viviendas (techos endebles, paredes endebles, sin drenaje), para el caso de la colonia El Sol no

están desagregados, se muestran como el total del municipio. Motivo por el cual se buscó información a nivel AGEB (Área Geoestadística Básica) que nos diera información más puntual, sobre la vulnerabilidad de las viviendas de la colonia, y los datos encontrados sobre sus características que son útiles para hacer comparaciones, son: si la vivienda carece de algún servicio como luz, agua o drenaje, y si la vivienda tiene piso de tierra; con estos datos se da un parámetro de vulnerabilidad a nivel AGEB, que nos dará información más precisa de la colonia.

De la base de INEGI (2010) a nivel AGEB se obtuvo información de viviendas que carecen de servicios, sea agua, luz o drenaje; y las viviendas que tienen piso de tierra, los datos por AGEB, se muestran en la tabla 8:

Tabla 8. Características de las viviendas. Fuente: INEGI (2010).

AGEB	POB_TOTAL	TOT_VIVIENDAS	CON LUZ, DRENAJE Y	SIN	CON PISO
			AGUA	ALGUN SERVICIO	DE TIERRA
261	7341	1949	1824	125	23
276	7236	1859	1765	94	12
280	5052	1301	1245	56	7
295	5593	1434	1322	112	16
308	5028	1308	1200	108	30
312	5638	1586	1524	62	32
327	6637	1813	1756	57	24
331	7165	1911	1798	113	17
346	5919	1543	1366	177	24



Figura 38. AGEB's correspondientes a la colonia El Sol. Fuente: INEGI (2015).

Como en este caso se obtuvo la información sobre viviendas a nivel AGEB, se muestran los datos de la colonia (tabla 8), la cual se divide en 9 AGEB's (ver figura 38), las cuales tienen las siguientes claves: 0261, 0276, 0280, 0295, 0308, 0312, 0327, 0331, 0346. Pero para trasladarlo a las cuencas como lo hicimos en el capítulo III, tomamos las AGEB's que cubren cada cuenca con esta información se obtuvo un promedio. Las fórmulas son las siguientes:

$$\text{Promedio viviendas sin algún servicio} = (\text{Viv s/servicio ageb}_1 + \dots + \text{Viv s/servicio ageb}_n) / n$$

Ecuación 10

$$\text{Promedio viviendas con piso de tierra} = (\text{Viv c/piso de tierra ageb}_1 + \dots + \text{Viv c/piso de tierra ageb}_n) / n$$

Ecuación 11

En el caso de la cuenca 1 promediamos los datos de las AGEB's 261 y 276, de la columna SIN ALGÚN SERVICIO, y de la columna CON PISO DE TIERRA. Estos serían los resultados para la dicha cuenca, al aplicar la ecuación 10 y 11:

$$\text{Promedio viviendas sin algún servicio} = (125 + 94) / 2 = 109.50 \quad \text{cuenca1}$$

$$\text{Promedio viviendas con piso de tierra} = (23 + 12) / 2 = 17.50 \quad \text{cuenca1}$$

El procedimiento del promedio se realiza para cada cuenca, tomando en cuenta las AGEB's que cubren dicha cuenca y se obtienen los resultados por cuenca (Tabla 11).

Después se clasifican datos para obtener las clases en cada nivel de vulnerabilidad de las dos variables utilizadas: viviendas sin algún servicio y viviendas con piso de tierra, los resultados se clasifican de la siguiente forma, de la tabla 10, se toma el mayor valor y se resta al menor de cada variable, VIVIENDAS SIN SERVICIOS y VIVIENDAS CON PISO DE TIERRA, la diferencia se divide entre 5 en cada variable, para obtener 5 clases (ver Tabla 9) y esa fracción se suma al primer valor (para la variable Sin algún servicio, $56+24 = 80$) ese será el límite de la primera clase y así se continúa sumando la fracción para obtener las diferentes clases, estas son las que se muestran en la Tabla 10. Posteriormente se asigna un valor entre 0 y 1 a cada clase (Rosique, 2010), quedando las clases de vulnerabilidad como Muy baja 0.2, Baja 0.4, Media 0.6, Alta 0.8, Muy alta 1.

Tabla 9. Mínimos y máximos de las variables.

VIVIENDAS	SIN ALGÚN SERVICIO	CON PISO DE TIERRA
Máximo	177	32
Mínimo	56	7
Diferencia	121	25
Entre 5 (fracción)	24	5

Tabla 10. Clases de vulnerabilidad. Basado en Rosique (2010) y Moguel (2011).

CLASES VIV. SIN SERVICIOS		VULNERABILIDAD	CLASES VIV. CON PISO DE TIERRA	
56-80	0.2		Muy baja	7-12
81-104	0.4	Baja	13-17	0.4
105-129	0.6	Media	18-22	0.6
130-153	0.8	Alta	23-27	0.8
154-177	1	Muy alta	28-32	1

Se aplican la ecs.10 y 11 para obtener el promedio de viviendas sin algún servicio y las viviendas con piso de tierra, para cada cuenca, como se muestran en la tabla 11 y posteriormente se asigna el valor de vulnerabilidad que le corresponde a cada variable, de acuerdo a las clases obtenidas. Después se suman los valores de vulnerabilidad de nuestras dos variables y se dividen entre dos, para obtener la vulnerabilidad de cada cuenca.

Tabla 11. Vulnerabilidad de viviendas por cuenca. Elaboración propia.

Cuenca	Viviendas sin algún servicio		Viviendas con piso tierra		Vulnerabilidad	Grado
	Valor	Valor	Valor	Valor		
C1-Riva Palacio	109.50	0.6	17.50	0.6	0.60	Media
C2-Aureliano	84.50	0.4	21.25	0.6	0.50	Media
C3-Calle1	96.75	0.4	14.50	0.4	0.40	Baja
C4-1a y 2a Av.	77.33	0.2	24.33	0.8	0.50	Media
C5-Calle40	177.00	1	24.00	0.8	0.90	Alta
C6-Calle38	177.00	1	24.00	0.8	0.90	Alta

Se observa que la mayor vulnerabilidad se localiza en la cuenca 5 y en la cuenca 6, que efectivamente son las calles que tienen casas más precarias y por ello tienen mayores pérdidas en caso de una inundación, son casas con techos de lámina, de tabique, donde las paredes están dañadas por la humedad (ver figura 39); varios vecinos de estas calles nos refirieron que han tenido pérdida total, es decir perdieron prácticamente todas sus pertenencias, debido a la precariedad de sus viviendas. Lo que confirma los cálculos obtenidos. Además, como ya se mencionó, vecinos de las últimas calles 40, 39 y 38, comentan que su casa se está desnivelando a raíz de la construcción de Ciudad Jardín, este es un problema importante para estas cuencas, a causa tanto del hundimiento que se da en la zona por la extracción de los acuíferos como por la inestabilidad del suelo arcilloso con presencia de desechos del antiguo basurero.



Figura 39. Vulnerabilidad. Ciudad Jardín más alta que colonia El Sol (izquierda); calle 38 (derecha arriba) con problemas de encharcamientos; paredes dañadas por la humedad en calle 40 (derecha abajo). Fotos: Diana Irán López, 2015.

Las cuencas 1, 2, 4 tienen una vulnerabilidad media ya que cuentan con servicios la mayoría de las casas. Por un lado la cuenca 1, la vulnerabilidad es mayor (0.60) porque tiene más casas sin servicios (luz, agua, drenaje). Y la cuenca 4, tiene más casas con piso de tierra, lo que indica que no tienen las posibilidades económicas de mejorar su vivienda. Precisamente en esta cuenca se encuentra una vivienda que estaba construida tipo sótano (hacia abajo) lo que provoca que cada temporada de lluvias entre el agua a la vivienda y obviamente se dañaran sus muebles, llegando a perder prácticamente todos ellos. A pesar de esto, la mayoría de las casas tienen una construcción sólida, por ello estas cuencas, tienen una vulnerabilidad media.

Mientras, la cuenca 3 tiene una vulnerabilidad baja, ya que las viviendas tienen mejores características, es decir la mayoría cuentan con servicios y tienen una construcción más firme que los protege de un evento de inundación. Sin embargo, hay algunos problemas como el pavimento de algunas calles que está en mal estado. También es en esa área donde se ubica el tianguis de los martes, lo que deja gran cantidad de basura que contribuye a que se tapen las coladeras y por lo que se presentan encharcamientos en algunos puntos de la avenida Aureliano Ramos. En la figura 40, se pueden ver las viviendas de esta cuenca, se puede observar el contraste que hay con las casas de mayor vulnerabilidad, de la figura 39.

Es importante mencionar que si bien la mayor parte de las casas de la colonia, tienen una construcción que puede considerarse buena, la pérdida de pertenencias es el mayor problema, ya que pierden muebles, electrodomésticos y ropa, que con esfuerzo han adquirido y en un día pierden todo. Además las lluvias disminuyen la calidad de las viviendas, se daña su estructura en paredes, techos y pisos que se van reblandeciendo y pueden acarrear otros problemas con el tiempo. Además la vulnerabilidad aumenta con la falta de prevención, el desconocimiento de la mayoría de la población sobre qué hacer para prevenir y enfrentar adecuadamente una inundación.

Con la ponderación obtenida de vulnerabilidad y la amenaza calculada en el capítulo anterior se pondera el riesgo para cada cuenca en el siguiente capítulo.

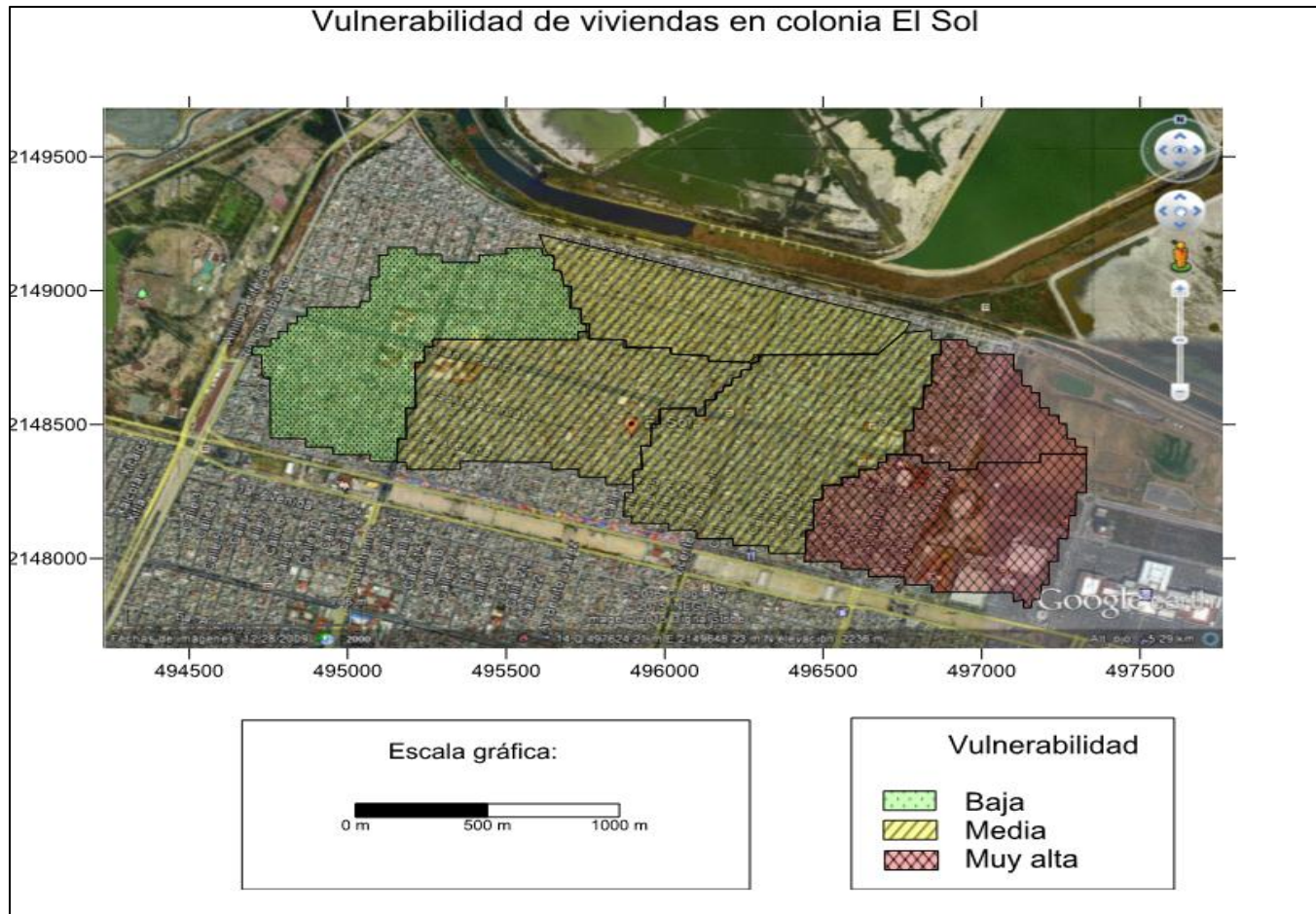


Figura 40. Vulnerabilidad de vivienda en colonia el Sol. Elaboración propia.

CAPITULO V. DETERMINAR EL RIESGO POR INUNDACIONES EN COLONIA EL SOL

Como se mencionó en el capítulo II, la noción de riesgo natural implica, la conjunción de dos factores; la primera, el fenómeno físico por sí mismo (los mecanismos responsables de su desarrollo, su frecuencia, su probabilidad de ocurrencia, etc.); y la segunda, la vulnerabilidad, que es el grado según el cual un territorio y una sociedad se encuentran expuestos a recibir daños de distinto tipo (Saurí & Ribas, 1996), además relacionada con la vulnerabilidad esta la exposición que es la afectación a las personas y bienes a causa de una amenaza.

Como ya se ha mencionado en capítulos anteriores, la colonia El Sol sufre de constantes inundaciones. Sin embargo, la inundación más fuerte y que todos recuerdan es la del 2011 cuando las lluvias saturaron el dren Xochiaca (ver figura 41) y se dice que se desbordo, pero muchos vecinos afirman que se abrieron las compuertas a la altura de la calle 40, para que mantuviera su nivel dicho canal inundando la colonia con tirantes de hasta 1 metro, lo que dejo muchos damnificados, y la colonia junto con el municipio fue declarada zona de desastre (El Universal, 2011; La Jornada, 2011; encuestas a habitantes –ver anexos).



Figura 41. Consecuencias de la inundación de 2011 en la colonia El Sol. Fuente: El Universal, 2011.

5.1. Diagnóstico de la amenaza

En el capítulo III, se estudió la amenaza y se encontró que 5 de las 6 cuencas en las que dividió la colonia tienen problema de inundación, tomando un tirante de 25 cm y precipitaciones máximas de 27.75 mm por hora (es la media de las precipitaciones máximas en 1 hora en un período de 15 años), cinco cuencas presentaron desbordamiento. Solo la cuenca 1, no lo presentó, con dicha precipitación, pero en las otras cinco cuencas la amenaza está presente. El detalle de los cálculos se puede revisar en dicho capítulo.

Ahora se calcula el volumen de precipitación para cada cuenca, con el fin de determinar la cota de inundación, mediante la ecuación 12 (ver tabla 12 última columna). Mediante el programa Surfer se calcula el volumen de precipitación que cabría en diversas cotas de altitud como se muestra en la tabla 13 y figura 42, con la finalidad de comparar los volúmenes de cada cuenca hasta que cota llegarían. La fórmula para el volumen de agua (Flores-López *et al.* 2003) que cabría en cada cota

de altitud, de acuerdo a la precipitación tomada de 27.25 mm, se muestran a continuación y los resultados por cuenca en la tabla 14:

Volumen = Área de la cuenca * Coeficiente de escurrimiento * Precipitación media ecuación 12

Dónde: C = 0.95 y Pm = 27.75 mm.

Tabla 12. Calculo de volumen precipitado por cuenca.

Cuenca	Long Cauce M	Área Cuenca M	Intensidad media mm	Gasto Q m ³ /s	Velocidad m/s	Área hidráulica Ah	Área geométrica Ag	Si Ah>Ag, si desborda	Volumen A*C*Pm
C1-Riva Palacio	462	456	15.73	1.89	0.222	8.52	8.75	no desborda	12,021.30
C2-Aureliano	864	475	25.44	3.19	0.261	12.22	2.5	si desborda	12,522.18
C3-Calle1	455	450	20.35	2.42	0.173	13.98	2.5	si desborda	11,863.13
C4-1a y 2a Av	250	251	16.19	1.07	0.119	9.00	8.75	si desborda	6,616.99
C5-Calle40	195	165	11.56	0.50	0.129	3.90	2.38	si desborda	4,349.81
C6-Calle38	380	355	15.73	1.47	0.188	7.85	2.38	si desborda	9,358.69

Tabla 13. Volumen-Elevación.

Volumen	Altura
86,937	2215
1,713,719	2225
5,329,615	2230
9,138,255	2233
10,695,106	2234
12,415,279	2235
14,306,564	2236
16,355,209	2237
18,537,614	2238
23,133,121	2240
27,973,690	2242

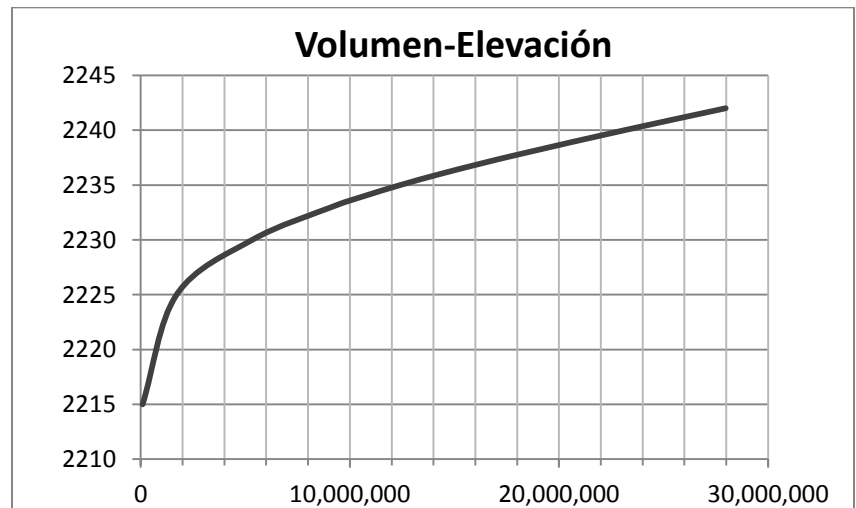


Figura 42. Capacidad o volumen contra elevación.

Tabla 14. Volumen de agua por cuenca.

Cuenca	Volumen m ³	Cota limite m
C1	12,021.30	2234
C2	12,522.18	2235
C3	11,863.13	2235
C4	6,616.99	2230
C5	4,349.81	2229
C6	9,358.69	2233
	Promedio	2232

De acuerdo a los volúmenes comparados la cota de inundación es de 2232 como promedio (Tabla 14). Con esa misma precipitación media extrema de 27.75 mm se calculó el período de retorno, en el capítulo III, para conocer las probabilidades que precipitaciones de esa magnitud se presenten, se tomó dicho valor ya que es la media de precipitaciones máximas por hora. El período de retorno (calculado en la sección 3.2) para dicha precipitación fue de 3 años y las probabilidades de no superación y superación o amenaza se muestran en la tabla 6, para 1, 2, 5, 10 y 25 años. Se observa que conforme aumenta el periodo de tiempo (10 o 25 años), la amenaza aumenta, ya que existe mayor probabilidad de que dicha precipitación o mayor pueda ocurrir.

Tabla 6. Probabilidad de amenaza.

Años	No superación	Amenaza
1	67 %	33 %
2	44 %	56 %
5	13 %	87 %
10	1.73 %	98 %
25	0.004 %	100 %

La tabla 12, citada al inicio de esta sección nos muestra las cuencas que tienen el problema de inundación, la descripción de los cálculos para obtener los datos se pueden consultar en el capítulo III, dedicado a la amenaza; para el caso de las cuencas con desbordamiento o inundación se sumara 1 a la variable amenaza y se dividirá entre 2 para cada período de retorno. Por ejemplo, para la cuenca 2 (ver tabla 15) con un período de retorno de 2 años, el resultado es de 0.78:

$$\text{Amenaza} = 1 + 0.56 / 2 = 0.78$$

Tabla 15. Amenaza a inundación, período de retorno 2 años.

Período de retorno 2 años	Desborda	Probabilidad amenaza	Amenaza
Cuenca 1	0	0.56	0.28
Cuenca 2	1	0.56	0.78
Cuenca 3	1	0.56	0.78
Cuenca 4	1	0.56	0.78
Cuenca 5	1	0.56	0.78
Cuenca 6	1	0.56	0.78

El mismo procedimiento se utiliza para todas las cuencas y períodos de retorno, los resultados se presentan en la tabla 16, donde se calcula el riesgo.

Aunado a la precipitación y la topografía se deben tomar en cuenta otros aspectos de la geografía física del sitio para definir el riesgo, la colonia El Sol se ubica en un área de clima semiseco, con lluvias en verano, precisamente esta es la época donde se presentan las inundaciones. El resto del año no se tiene ese problema, pero en época de lluvias es un problema constante y que causa

daños a los bienes de los pobladores y a sus actividades cotidianas. Además, como se ya se hizo referencia en el capítulo III, en el área de estudio de la presente investigación, se dan hundimientos debido a que antiguamente la Cuenca de México era un lago, incluso Nabor Carrillo en 1947 (SACMEX, 2012) demostró que el hundimiento se debía a la consolidación de arcillas lacustres del acuífero superior por la pérdida de presión hídrica ocasionada por la extracción de agua subterránea; esta es una de las razones de los problemas al drenaje, que va perdiendo pendiente o incluso esta puede invertirse, por hundimientos diferenciales. Los hundimientos también influyen en el desnivel de las viviendas, como el que se está dando en las últimas calles 40, 39 y 38 principalmente. (ver figura 6, capítulo III para ubicación).

Otro factor relevante es el drenaje, la colonia está rodeada de canales de aguas negras lo que le confiere un mayor nivel de riesgo, ya que el desborde de esos canales es un grave problema, como ya se confirmó en 2011, e incluso no se aclaró, si fue un desbordamiento “accidental” por la lluvia intensa o cómo algunos vecinos afirman, se abrieron las compuertas para que el agua desbordara en la colonia, previniendo que no ocurriera en Ciudad Jardín o en otras colonias de mayor plusvalía. Además, como ya se mencionó, la basura es otro problema que favorece la inundación, las coladeras tapadas no permiten el desaloje del agua de lluvia, lo que aumenta el riesgo.

5.2. Diagnóstico de la vulnerabilidad

Para cuantificar la vulnerabilidad, se analizaron las características de las viviendas, tomando en cuenta aspectos que nos dieran un panorama de su precariedad. Los datos disponibles a nivel AGEB que proporcionan información sobre la precariedad en las viviendas, fueron Viviendas con piso de tierra y Viviendas sin servicios (luz, agua y drenaje). La explicación de cómo se calculó la vulnerabilidad, se puede verificar en el capítulo IV, en la tabla 11, (elaborada en la sección 4.4), a continuación se muestran los resultados obtenidos de la vulnerabilidad por cuenca:

Tabla 11. Vulnerabilidad de viviendas por cuenca.

Cuenca	Viviendas sin algún servicio		Viviendas con piso tierra		Vulnerabilidad	Grado
	Valor	Valor	Valor	Valor		
C1-Riva Palacio	109.50	0.6	17.50	0.6	0.60	Media
C2-Aureliano	84.50	0.4	21.25	0.6	0.50	Media
C3-Calle1	96.75	0.4	14.50	0.4	0.40	Baja
C4-1a y 2a Av	77.33	0.2	24.33	0.8	0.50	Media
C5-Calle40	177.00	1	24.00	0.8	0.90	Alta
C6-Calle38	177.00	1	24.00	0.8	0.90	Alta

Se observa que la mayor vulnerabilidad se localiza en las cuencas 5 y 6, que es donde se ubican la mayor parte de casas sin servicios y con piso de tierra. Son las calles aledañas a Ciudad Jardín, lo que confirma la hipótesis de que la construcción de este complejo ha aumentado el problema de inundación además de que ha marcado la desigualdad entre el lujo que se vende en este complejo y la poca atención que tienen estas calles vecinas, correspondientes a la cuenca 5 y 6. Vecinos comentaron que se está mejorando la colonia, pero que a esas calles no llegan los servicios y que

en varias ocasiones han tenido pérdida total durante las inundaciones. Además la calle 40 prácticamente no tiene pavimento y en las otras calles está en muy malas condiciones.

Si bien el municipio de Nezahualcóyotl tiene buenos indicadores socioeconómicos, y la colonia El Sol también, hay algunos rezagos como por ejemplo la población sin derecho a servicios de salud es del 48%, casi la mitad de la población. La mayor parte de la población cuenta con educación básica, sin embargo uno de los principales factores que influyen en la vulnerabilidad es el educativo, empezando con la falta de cultura cívica al tirar basura en las calles o dejar escombros y otros objetos que obstruyen coladeras.

También relativo a la educación en la colonia, se encuentra el desconocimiento que se tiene de los riesgos a los que están expuestos y de cómo actuar ante ellos, ya que la mayoría toma una actitud pasiva, pese a que ya ha sufrido pérdidas por inundaciones. En las encuestas se observó que la mayoría de los habitantes no sabe qué hacer para protegerse de esta amenaza, tampoco conoce la función de Protección Civil, no conoce puntos de reunión o alberges. Por ello, es necesario que las autoridades proporcionen información sobre cómo actuar ante una inundación (antes, durante y después) y replicarlo a la mayor parte de la población, para que esta lo lleve a cabo.

5.3. Estimación del Riesgo

Como se mencionó, el riesgo está determinado por las variables, amenaza y vulnerabilidad. Para calcular el riesgo se continúa con la metodología de Rosique (2010), aplicando la fórmula tradicional de riesgo que propone Cardona (1993):

$$\text{Riesgo} = \text{Amenaza} * \text{Vulnerabilidad} \qquad \text{ecuación 13}$$

En este trabajo se pondera la amenaza relativa a la precipitación y topografía, además de la vulnerabilidad en viviendas, con dicha información se calcula el riesgo. La Tabla 16, muestra la ponderación de riesgo que propone Rosique (2010) y es la que se utilizó en esta investigación.

Tabla16. Ponderación del riesgo.

Ponderación	Riesgo
0.00-0.20	Muy bajo
0.21-0.40	Bajo
0.41-0.60	Medio
0.61-0.80	Alto
0.81-1.00	Muy alto

Con los valores obtenidos en la estimación de la amenaza y vulnerabilidad se calcula el riesgo con la ecs. 13, $R = A * V$. Los resultados para riesgo se muestran en la tabla 17, asignando el grado de riesgo.

La amenaza aumenta conforme aumenta el tiempo, ya que es más probable que un evento fuerte (en este caso 27.75 mm lluvia en 1 hora) se presente, esta es una lluvia que ya causa problemas a los bienes de la población. Como se explicó en la sección 5.1, se tomaran en cuenta las cuencas que desbordan (tabla 12), para ponderar primero la amenaza, sumando 1 a la variable amenaza si

presenta desbordamiento y se divide entre 2. Después este valor de amenaza se multiplica con los resultados de vulnerabilidad y nos dará el valor de riesgo (tabla 17).

Los resultados en la tabla 17, nos dejan ver que la cuenca 1 tiene un riesgo de muy bajo a bajo ya que no desborda con una precipitación de 27.75 mm; la cuenca 3 presenta un riesgo bajo en todos los períodos de retorno ya que su vulnerabilidad es baja, es decir las viviendas tienen mejor construcción. Las cuencas 2 y 4 tienen un riesgo de bajo a medio conforme aumenta el período de retorno, ya que su vulnerabilidad es media, es decir existen casas precarias, pero no son la mayoría. Mientras las cuencas 5 y 6, presentan un riesgo de alto a muy alto, debido a que su vulnerabilidad es mayor, es esta zona es donde hay más casas sin servicios o con piso de tierra (como se mencionó en el capítulo IV). Precisamente en estas dos últimas cuencas es donde los vecinos han sufrido pérdida total de sus bienes y refieren que el problema de inundación lo tienen cada año.

Tabla 17. Calculo del Riesgo. Elaboró Diana Irán López.

CUENCA	PERIODO DE		VULNERABILIDAD	RIESGO	GRADO
	RETORNO	AMENAZA			
Cuenca1	2	0.28	0.60	0.17	Muy bajo
Cuenca2	2	0.78	0.50	0.39	Bajo
Cuenca3	2	0.78	0.40	0.31	Bajo
Cuenca4	2	0.78	0.50	0.39	Bajo
Cuenca5	2	0.78	0.90	0.70	Alto
Cuenca6	2	0.78	0.90	0.70	Alto
Cuenca1	5	0.44	0.60	0.26	Bajo
Cuenca2	5	0.94	0.50	0.47	Medio
Cuenca3	5	0.94	0.40	0.37	Bajo
Cuenca4	5	0.94	0.50	0.47	Medio
Cuenca5	5	0.94	0.90	0.84	Muy alto
Cuenca6	5	0.94	0.90	0.84	Muy alto
Cuenca1	10	0.49	0.60	0.29	Bajo
Cuenca2	10	0.99	0.50	0.50	Medio
Cuenca3	10	0.99	0.40	0.40	Bajo
Cuenca4	10	0.99	0.50	0.50	Medio
Cuenca5	10	0.99	0.90	0.89	Muy alto
Cuenca6	10	0.99	0.90	0.89	Muy alto
Cuenca1	25	0.5	0.60	0.30	Bajo
Cuenca2	25	1	0.50	0.50	Medio
Cuenca3	25	1	0.40	0.40	Bajo
Cuenca4	25	1	0.50	0.50	Medio
Cuenca5	25	1	0.90	0.90	Muy alto
Cuenca6	25	1	0.90	0.90	Muy alto

Zonas inundables. Cota que alcanzaría una precipitación de 27.75 mm.



Figura 43. Zonas inundables, cota que alcanzaría una precipitación de 27.75 mm. Elaboró Diana Irán López.

Riesgo a inundación colonia El Sol, período de retorno 5 años

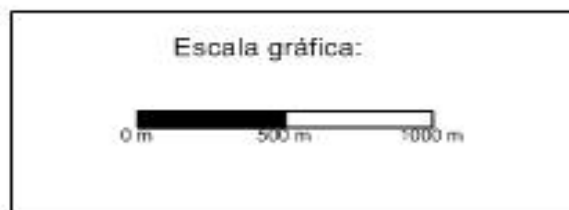


Figura 44. Mapa de riesgo para un período de retorno de 5 años. Elaboró Diana Irán López.

La figura 43, muestra las zonas de menor altitud, que serían las zonas donde se acumularía más agua tomando una precipitación de 27.75 mm, los datos se pueden verificar en las tablas 12, 13 y la figura 42. Donde la cota que alcanzaría la lluvia es de 2232 msnm. Mientras, en la figura 44, se observa en el mapa, la zona de mayor riesgo, riesgo alto, son las cuencas 5 y 6 correspondientes a las últimas calles, particularmente en la zona de más baja altitud que va de la calle 36 a la 40, y como se mencionó en el capítulo dedicado a la vulnerabilidad, en esta zona es donde existen más casas precarias, es decir no están bien construidas, o no cuentan con servicios públicos. Mientras las cuencas 2 y 4 tienen un nivel de riesgo medio, aunque la mayor área es zona baja topográficamente; la vulnerabilidad es menor, es decir las casas están mejor construidas, por ello el riesgo también es menor. Es importante mencionar que a lo largo de la avenida Aureliano Ramos, ubicada en el centro de la colonia (poniente a oriente) hay comercios prácticamente en toda la avenida, entonces si esa zona se ve afectada, también se afecta la fuente de ingresos de los pobladores. Para el caso de las cuencas 1 y 3, el riesgo es bajo ya que la mayor parte de la cuenca tiene una altitud mayor y los niveles de vulnerabilidad son más bajos que en el resto de las cuencas, es decir las casas son más firmes y cuentan con servicios públicos. A la cuenca 1, le favorece que atraviesa la avenida Riva Palacio, una avenida grande, así buena parte de lluvia se queda en esa avenida actuando como un canal, lo que disminuye la cantidad de agua que pueda afectar las viviendas.

Otra causa de riesgo es la marginación social, como por ejemplo, asentamientos irregulares generalmente los más pobres se asientan en zonas irregulares y zonas de mayor riesgo por la necesidad de vivienda (Márquez, G., 08/02/2009). Es el caso de predios federales que se ubican en las primeras calles de la 2 a la 10, entre Salvador Allende y las vías, el hecho que estos predios sean federales preocupa a los vecinos ya que dicen que si se hace el aeropuerto en Texcoco, es probable que les quiten su casa o los reubiquen en el mejor de los casos. Pero la zona de mayor marginación, son las viviendas de las últimas calles 37 a 40 que en sus inicios se asentaron al lado del tiradero Neza y tienen carencias como falta de agua, falta de pavimento, alumbrado. De hecho, la colonia El Sol no estaba en los planes de poblamiento en los inicios del municipio (Espino, 2015), pero se pobló por los llamados “paracaidistas” y poco a poco se fueron autorizando y regularizando dichos asentamientos, las personas que llegaron a esa zona y otras de la cuenca de México lo hicieron en busca de una mejor calidad de vida y con esfuerzo se hicieron de su casa. Sin embargo, no ha habido una correcta planeación del crecimiento de la colonia y la población; uno de estos rezagos es la falta de mantenimiento a la infraestructura hidráulica y urbana. Aunque recientemente el municipio ha tenido mejoras, no llegan a todos los pobladores, hay sitios que tienen mayor necesidad de pavimento, alumbrado, agua, entre otros servicios que no llegan; muchos de estos beneficios se dan por afiliaciones políticas y no a quien realmente lo necesita.

Aunado a las variables estimadas se reconoce que el riesgo aumenta por la falta de conciencia cívica de la población, ya que no se responsabiliza de no tirar basura y no obstruir el drenaje, es un problema que se observó en el trabajo de campo. Además existe poca información respecto a esta amenaza, aunque ya se conoce que con las lluvias puede venir una inundación, la mayor parte de la población no sabe qué hacer para evitar riesgos. Por ello es muy importante que las autoridades hagan un trabajo preventivo, que proporcionen información, la hagan llegar a la mayor parte de la población, de cómo actuar antes, durante y después de lluvias amenazantes. Y que estén presentes en acciones preventivas para evitar escenarios desafortunados. Por ello, son muy importantes medidas de adaptación al riesgo, si ya se sabe que las lluvias llegan a inundar las casas, se puede modificar un poco el modo de vida, como la distribución de los muebles por ejemplo, para evitar perder pertenencias. Sobre la adaptación al riesgo se habla en el siguiente capítulo.

CAPITULO VI. CAPACIDAD DE ADAPTABILIDAD Y PROPUESTAS PARA REDUCIR EL RIESGO A INUNDACIONES

6.1. Capacidad de adaptabilidad

Como se mencionó en el capítulo II, el término capacidad es definido como la combinación de recursos y fortalezas disponibles de una comunidad, sociedad u organización que le permitan reducir el nivel de riesgo; ya sea con medios físicos, institucionales, sociales o económicos, así como aptitudes personales o colectivas (UNISDR, 2009). El fortalecimiento de las capacidades de un país y de su población permite compensar o directamente reducir el impacto de una amenaza, o incluso evitar el riesgo (DIPECHO, 22/10/2015). En resumen, la capacidad de adaptación puede ser definida como la combinación de todas las fortalezas y recursos disponibles dentro de una comunidad o sociedad que puedan reducir el nivel de riesgo o los efectos de un desastre.

García Acosta (2012), menciona que gracias a la convocatoria del Foncyt (Fondo de Cooperación Internacional en Ciencia y Tecnología) en 2008, se pusieron en la mesa reflexiones interesantes en el tema de riesgos, entre ellas están: las sociedades no son y nunca han sido entes pasivos frente a las amenazas naturales; las comunidades han formulado caminos sociales y culturales para enfrentarse a riesgos y desastres potenciales; y han desarrollado estrategias sociales de prevención y adaptación en su interacción con el medio natural.

Algunas estrategias adaptativas que reconoce García Acosta (2006), son:

- a) Aquellas estrategias incorporadas a la vida cotidiana, a la cultura que las generó, no siempre claramente identificadas por quienes no pertenecen a esa cultura. Generalmente aparecen asociadas con variaciones climáticas estacionales que les resultan frecuentes y esperadas.
- b) Aquellas relacionadas en momentos críticos, relacionadas en general con eventos extremos como iniciativas de respuesta generalmente post-desastre.

La misma autora afirma, las estrategias adaptativas no pueden ser generales, pero tampoco se debe caer en un relativismo exacerbado que nos haga pensar que cada comunidad, cada familia es distinta; por tanto cada tipo cultural está compuesto por elementos relacionados unos con otros que influyen en la temporalidad y el desarrollo (García Acosta, 2006). Esto nos permite hacer propuestas a nivel local.

Por su parte, Auderoy (2012), estudió la adaptación de diversos pueblos, algunas de sus observaciones aquí se mencionan. Sabemos que en México las zonas subtropicales y tropicales lluviosas son generalmente expuestas a huracanes, sin embargo, el viento se utiliza para hacer más frescas las viviendas, por tanto se orientan hacia los vientos dominantes. Las puertas se colocan opuestas a fin de obtener una ventilación cruzada. En caso de huracán se cierran las puertas para evitar que el viento entre en la casa y levante el techo. En dicho clima tropical lluvioso también es necesario un techo que permita un escurrimiento rápido del agua de lluvia: los techos de las casas totonacas o de la cuenca del Papaloapan, Veracruz, se hacen muy inclinados de dos o cuatro aguas. Cuando los techos son de paja, zacate, palma o tejamanil la pendiente es fuerte y los tejados son amplios para proteger los muros de la erosión del agua de lluvia. En algunos casos se abren huecos a la altura de la cumbre (parte alta de techos de dos aguas) para permitir la salida del aire caliente acumulado en la parte superior de la casa (V. Prieto, 1978 en Audefroy, 2012). Una protección natural de las viviendas ante los huracanes son las plantaciones vegetales: siempre la casa totonaca o de la cuenca del Papaloapan está rodeada de plantaciones: palmeras,

bambú, platanales, etcétera. O también hay construcciones en los lomeríos para evitar que les llegue el agua (Audefroy, 2012).

También en Veracruz, pero en Cosamaloapan, se han adaptado a las inundaciones, debido a que ya han sufrido de eventos severos, ahora sus muebles los distribuyen de la siguiente forma: en la planta baja tienen pocos muebles (cama y ropero) mientras que en la planta alta están distribuidas las áreas comunes como es cocina, sala y comedor, y en el segundo nivel si cuentan con él se colocan los electrodomésticos y objetos de valor, para no perder estos objetos. Además muchas casas están edificadas sobre tapancos (Angulo, s/f).

La Ciudad de Campeche durante el siglo XVIII al XIX estuvo amurallada, separando a la población europea del resto de la población. Pero este muro impedía la libre circulación del agua cuando llovía. A finales del siglo XIX, se inició la demolición de esta muralla y el comportamiento de las inundaciones cambió; sin estos muros el agua fluía hacia el mar, por lo que el tiempo de la inundación disminuía considerablemente. Otra obra de adaptación a las inundaciones en esta misma ciudad fue el malecón, una barrera artificial que protege a la población de fenómenos hidrometeorológicos (Cuevas Portilla, 2012).

En el Atlas de las Culturas Afrocolombianas (Ministerio de Educación, 2002 en Angulo, s/f) se habla de casas con cocinas externas, lejanas a zonas inundables, ya que se consideran culturalmente el espacio más importante de la vivienda. En caso de emergencia, estas cocinas son lugares de refugio para propios y ajenos. En otra cultura, los mayas hacían cultivo en terrazas aprovechando los ciclones, además construían casas con paredes y techos redondeados para protegerse de los huracanes. Estas adaptaciones son muy importantes para las comunidades y en muchas ocasiones también existen redes sociales que permiten la comunicación entre los miembros de la comunidad para prevenirse de una emergencia. En relación a esto, García Acosta (2006) afirma, la percepción del riesgo y su gestión deben estudiarse y entenderse a nivel local, esto con la finalidad de dar respuestas que logren realmente adaptarse al riesgo. En este sentido, toma relevancia la visión del riesgo a inundación que tiene cada población y en particular nuestra área de estudio.

También en Puebla, a orillas del río Apulco, cuando este comenzaba a crecer los hombres lo observaban con sus lámparas y colocaban estacas hasta donde llegaba el oleaje para observar el avance del agua. Cuando las estacas eran tumbadas por el agua, se retiraban y volvían al poco tiempo, pero cuando el agua la alcanzaba muy rápido, quería decir que el río estaba acelerando su crecimiento, por lo que permanecían al pendiente toda la noche. Cuando el río dejaba de crecer, regresaban a sus casas a dormir. Además en la capilla se utilizaba la campana para avisar que debían salir (Hernández, 2009).

En la Cuenca de México, durante la época prehispánica Nezahualcóyotl ideó la construcción del albarradón que lleva su nombre, un dique que sirviera para separar controlar el nivel de las aguas del gran Lago de Texcoco, que iría desde el Cerro del Tepeyac hasta la Sierra de Santa Catarina y dividía la laguna en dos partes, al oriente quedaban las aguas salobres de Texcoco y al poniente las aguas dulces provenientes de los lagos de Xochimilco y Chalco, a mayor altitud que Texcoco, el dique poseía esclusas para vaciar la laguna de México (SACMEX, 2012). Ver figura 45.

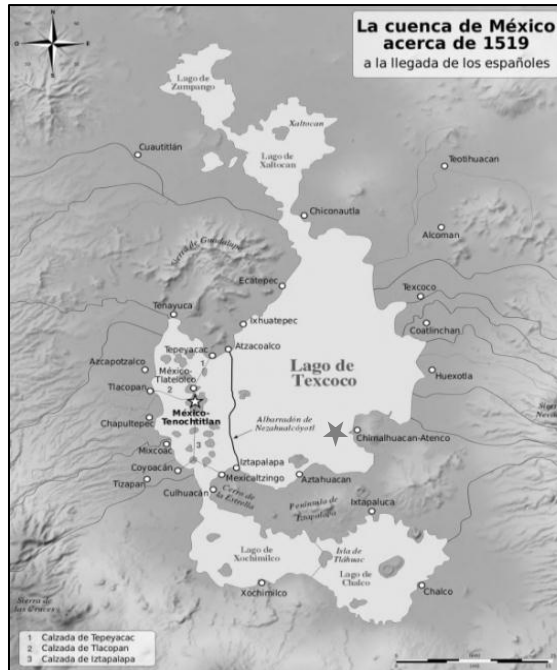


Figura 45. Lagos de la Cuenca de México. Área de estudio★. Fuente: oldcivilizations.wordpress.com, 2015.

Por otro lado, Audefroy (2012) hace cuestionamientos respecto a la adaptación, se pregunta ¿Por qué estos procesos de adaptación al clima y las soluciones tradicionales no han sido retomados en las construcciones de viviendas modernas? Aquí interviene el papel del mercado de la construcción y producción de la vivienda, incompatible con la vivienda tradicional más ligada a procesos culturales y naturales, con un conocimiento del medio y no del mercado. Por ejemplo, algunas obras para mitigar las inundaciones las agravan, como los diques, minimizan la inundación en un sitio y en otro lo agravan, pero son obras que requieren grandes inversiones y que en su momento traen beneficios para los políticos y las inmobiliarias (Márquez, G., 08/02/2009).

En países como el nuestro donde los recursos son escasos, deben llevarse a cabo medidas de adaptación por parte de la población que vive en riesgo para con esto disminuir las consecuencias en pérdidas de vidas y bienes.

6.2. Propuestas para reducir el riesgo a inundaciones

Para adaptarse al riesgo es importante que se conozca el riesgo, que se concientice a la población del daño que este puede causar, que se tomen medidas preventivas para evitar grandes pérdidas, deben existir y conocerse mecanismos de comunicación entre las autoridades y la población. Además el organismo de Protección Civil debe llevar a cabo todo un programa que inicie desde la prevención y se enfoque en ella, para que la emergencia no se presente. Sin perder de vista la atención durante una emergencia y la reconstrucción en caso de ser necesaria.

En la colonia estudiada, se reconoce que existe el riesgo de inundación por la población y también por la autoridad, incluso existe un atlas de riesgo en la colonia que incluye el riesgo a inundación incluso material de divulgación que no llega a los afectados, hace falta la coordinación entre

Protección Civil y autoridades de diferentes dependencias, para que la información preventiva llegue a la población que está en zonas de riesgo.

Adaptación en la colonia El Sol

Los vecinos de la colonia El Sol, reconocen que se ubican en una zona de riesgo a inundarse, sea porque han vivido directamente la inundación o porque lo han visto con otros vecinos, sin embargo en la encuestas se observa que se deja a la suerte los eventos de lluvia, no se toman medidas preventivas, ya sea por falta de conocimiento o por la creencia de que no va a pasar nada. Sin embargo, algunas medidas seguidas desde la población de la propia colonia, son:

- Algunos vecinos en sus casas han elevado el piso para que el agua no entre a ellas.
- Colocar costales, tablas o tabiques en las puertas para que no se inunden.
- Algunas casas no tienen ventanas para evitar la entrada del agua.
- También algunas viviendas acomodan sus muebles y pertenencias de mayor valor en un segundo piso, y en ocasiones impermeabilizan sus techos.

En la sección anterior se menciona que en algunas comunidades rurales, está práctica es cotidiana, distribuyen sus pertenencias para que en caso de una emergencia no tengan que hacer movimientos apresurados sino que ya están acomodados de tal forma que si la casa se llega a inundar pierdan lo menos posible. En la encuesta, también se pregunta si modificarían su vivienda para evitar inundaciones a lo que la mayoría respondió que si hubiera dinero lo harían, y otros dijeron que no lo necesitan hacer. Por lo que es necesario hacer conciencia que se deben tomar medidas de adaptación para evitar el perder sus pertenencias, daños a su vivienda, enfermedades y en el caso más extremo perder la vida, ya que las medidas preventivas prácticamente no existen, se deja a la suerte.

Acciones educativas

Es importante una campaña educativa sobre el conocimiento de los riesgos, en particular las inundaciones. La Secretaría de Educación Pública, exige a las escuelas que se lleven a cabo simulacros en las escuelas, en estos simulacros es necesario que se hable de este riesgo, ya que se priorizan los sismos, sin embargo en la colonia conviven con las inundaciones cada temporada de lluvias, entonces se debe llevar información a las escuelas sobre este riesgo y que se comparta al resto de la población. Se deben instruir en que hacer antes como medidas preventivas, durante y después de la inundación para evitar emergencias. Esto aunado a una campaña de concientización para evitar que los pobladores tiren basura en las calles ya que esto provoca que se tapen las coladeras y aumentan las posibilidades de inundación. Las recomendaciones de Protección Civil se muestran en la figura 46:

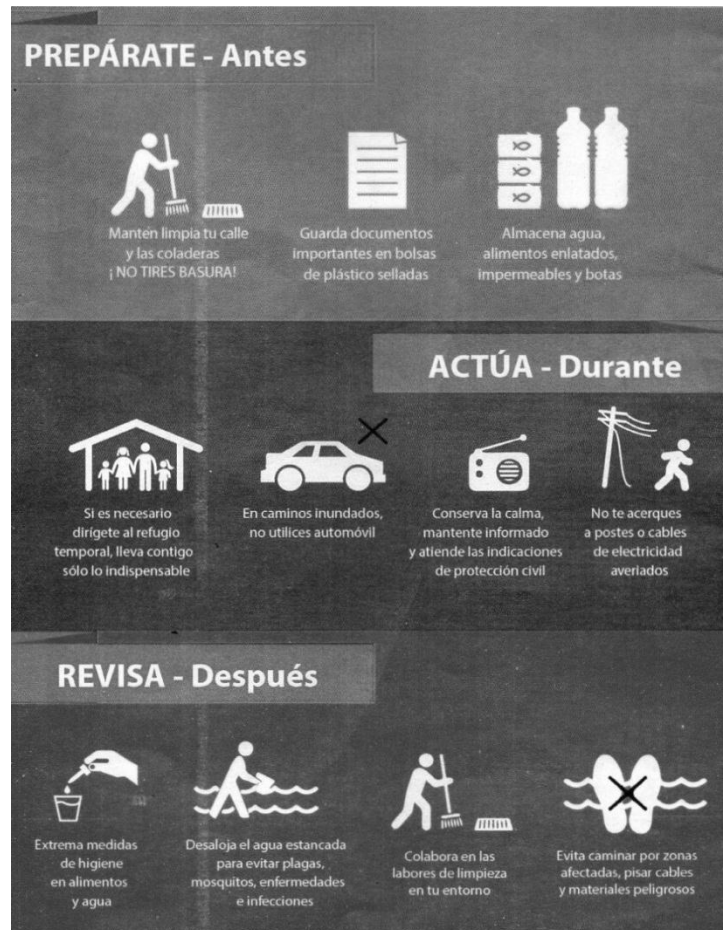


Figura 46. Recomendaciones de Protección Civil. Fuente: Municipio de Nezahualcóyotl, 2015.

Una propuesta para Protección Civil es que se coordine con otros organismos gubernamentales como por ejemplo el DIF o con autoridades escolares que pueden hacer llegar la información a una parte importante de la población en riesgo, tomando en cuenta las medidas que se deben tomar y no alarmar o causar pánico, pero si avisando de las acciones que se deben llevar a cabo por parte de los pobladores. Ya que Protección Civil cuenta con información sobre cómo actuar antes, durante y después de una inundación, que sería de mucha utilidad para la población que está en riesgo y evitar desastres, ya que buena parte de la población no sabe cómo actuar. Los vecinos comentan que la inundación del 2011 sucedió en la madrugada, los tomo por sorpresa; en los registros de lluvia consultados, las intensidades mayores se han presentado entre las 19:00 y 3:00 hrs (noche-madrugada), por lo que es necesario que se avise con antelación de la posibilidad de lluvias intensas y las medidas a tomar.

Para esto, también es necesaria la identificación de lugares seguros o alberges para realizar una evacuación en caso necesario donde la población puede acudir para resguardarse en caso de estar en riesgo. Protección Civil reconoce como punto de reunión en caso de emergencia el Conalep que se ubica en la Av. Aureliano Ramos y la Av. Víctor, ubicado en la zona de mayor riesgo; también está el Deportivo Plurifuncional en la Av. Cuautemoc casi esquina con el Bordo de Xochiaca, que aún lo están habilitando (ver figura 47). Una fortaleza de la colonia es como está trazada, ya que tiene calles paralelas y perpendiculares que permiten una evacuación ágil, además

que existen rutas viales hacia el Distrito Federal. Sin embargo, estas vías también son afectadas por las inundaciones.



Figura 47. Ubicación de albergues en caso de emergencia. Fuente: Google maps, trazó Diana Irán López.

Mantenimiento a infraestructura

Es necesario dar mantenimiento a las calles para evitar baches que provoquen encharcamientos, causan problemas a los automóviles durante una inundación y son un peligro para los peatones. Además, las autoridades deben llevar a cabo el trabajo preventivo de desazolve de coladeras, antes de la temporada de lluvias, ya que muchas veces están saturadas, incluso el agua no corre o sale de las coladeras, esto principalmente en las zonas de mayor riesgo. Esta tarea está a cargo de ODAPAS (Organismo de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento) que se coordina con el área de Protección Civil, además se debe poner atención a las coladeras abiertas que se observaron en el trabajo de campo, también representan un riesgo para la población.

Otro problema en el área de estudio son los lixiviados y filtraciones que llegan a las casas de las últimas calles 40, 39, 38, los vecinos reportan serias afectaciones, desde la contaminación que causa mal olor, enfermedades, así como filtraciones en las casas que las van dañando, dando lugar a construcciones más débiles y con riesgo ya no solo de inundación sino también a un sismo. Además, muchas casas de estas calles están sufriendo un desnivel, debido al suelo inestable y por ubicarse en los límites de lo que fue el tiradero de basura, incluso el canal que está al lado de calle 40 se ocupa como tiradero, en este punto es importante mencionar que se deberían poner letreros al lado del canal que se usa como tiradero indicando que la función de este es contener los escurrimientos de lluvia, además aquí se ubican respiradores para los gases que genera la basura que está debajo de Ciudad Jardín, entonces se debe informar a la población de cuál es la función de esta infraestructura. De hecho las últimas calles, las que colindan con Ciudad Jardín, corresponden a la zona con el mayor riesgo y no se le ha puesto la debida atención, ya que ni los

servicios públicos llegan a esas calles, falta pavimento, falta agua, ni la información llega; como se mencionó, es la zona más marginada de la colonia.

El aspecto económico es otra barrera importante, ya que muchos habitantes de la colonia y principalmente de las últimas calles (40, 39, 38) mencionaron en la encuesta que no tienen los recursos para hacer adaptaciones a su vivienda, y las ayudas gubernamentales son mínimas, y generalmente no llegan a ellos. Recientemente el municipio empezó a construir cuartos a viviendas vulnerables, pero muchas veces esta ayuda se da por afiliaciones políticas. Una persona comentó en la encuesta que su casa es tipo sótano, está construida hacia abajo, además que tiene techos de lámina, cada temporada de lluvia tiene el problema de que el agua se mete a su casa y la mayoría de las veces se dañan sus muebles; esta persona ha pedido ayuda en el municipio en el programa mencionada y no se le ha proporcionado la ayuda pese a que tiene un problema importante en su vivienda.

Participación ciudadana

Por tanto, los pobladores de El Sol, deben tanto exigir a sus autoridades como a la comunidad que se mantenga limpia la colonia para evitar que se tapen coladeras, que se retiren escombros de construcciones u otros objetos que puedan tapar los drenajes y que se cuente con servicios y con información sobre los riesgos a lo que están expuestos. Es responsabilidad tanto de la población como de las autoridades mantener en buenas condiciones la infraestructura, las calles, las coladeras, la limpieza, no tirar basura; en este punto es importante mencionar que el municipio se debe coordinar con los tianguis para evitar tantos desechos y dejar limpias las calles después que se levantan.

Es muy recomendable que se creen redes, ya sea jefes de manzana o líderes escolares que sean capacitados por Protección Civil para que ellos sean el vínculo entre las autoridades y la población, así hagan llegar información a tiempo a la población en riesgo y se eviten desastres. La información sobre riesgos debe divulgarse a toda la colonia, ya que es poco conocida la información preventiva respecto a inundaciones y a otros riesgos, la prevención es una forma de evitar desastres. Existen algunas organizaciones sociales en la colonia pero son principalmente políticas, por ello es necesaria una organización no partidista.

En muchos trabajos de riesgo se habla de la ordenación del territorio, sin embargo esta es una labor costosa y que trastoca la cultura de la población, en colonias ya pobladas es difícil convencer a los pobladores que deben cambiar de residencia, además que resulta costoso y no todos pueden hacerlo y las autoridades no lo ven como una prioridad. Por esto, es que el presente trabajo se enfoca a proponer medidas de adaptación locales que pueda llevar a cabo la misma población en coordinación con sus autoridades. Pero se recalca que es muy importante que estos dos componentes población y autoridades estén en comunicación y con un fin común, salvaguardar la vida y los bienes de la población.

BIBLIOGRAFÍA

Aneas de Castro, Susana. (2000). Riesgos y peligros: una visión desde la geografía. Scripta Nova. Revista electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. N.60. Universidad de Barcelona.

Angulo Fernández, F. A. (s/f). Estrategias adaptativas frente a inundaciones en Tlacotalpan y Cosamaloapan, Veracruz. En línea:
<http://observatoriageograficoamericalatina.org.mx/egal11/Procesosambientales/Proteccioncivil/04.pdf>

Audefroy, Joel F. (2012). Adaptación de la vivienda vernácula a los climas en México. En: Estrategias sociales de prevención y adaptación. García Acosta, V.; Audefroy J. F. y Briones F. (coord.). CIESAS. Pp. 95-106.

Becerra Pineda, P. y Cortés Ortiz, M. A., (2006). Geografía de los riesgos. Una propuesta pedagógica para el municipio de Yumbo. Trabajo de grado de Licenciadas en Ciencias Sociales. Universidad del Valle, Santiago de Cali. Colombia. Pp. 208.

Bertoni, Juan Carlos & Maza, Jorge Adolfo. (2004). Aspectos asociados a las inundaciones urbanas en Argentina. Extracto de: Inundaciones Urbanas en Argentina. Bertoni (org). Pp. 260.

Blaikie, Piers; Cannon, Terry; Davis, Ian & Wisner, Ben. (1994). At Risk. natural hazards, people's vulnerability and disasters. 2a. Edición. London. Pp. 3-18.

Blaikie, Piers; Cannon, Terry; Davis, Ian & Wisner, Ben. (1996). Vulnerabilidad. El entorno social, político y económico de los desastres. LA RED. Perú. Pp. 27-31.

Calvo Garcia-Tornel, Francisco. (1984). Geografía de los riesgos. Geo Crítica. Universidad de Barcelona. Año IX. No.54. En línea: <http://www.ub.edu/geocrit/geo54.htm>

Calvo García-Tornel, Francisco. (2001). Sociedades y territorios en riesgo. Ediciones del Serbal. Barcelona, España. Pp. 86.

Calderón Aragón, Georgina. (2001). Construcción y reconstrucción del desastre. Plaza y Valdés. México. Pp. 21-82.

Cardona Arboleda, Omar. (1993). Evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo. Elementos para el Ordenamiento y la Planeación del Desarrollo. En: Los desastres no son naturales. Maskrey, Andrew (comp.). LA RED. Pp. 45-65.

CENAPRED. (2004). Guía básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgos. Sistema Nacional de Protección Civil. Pp. 337.

CENAPRED. (2013). Inundaciones. Serie de fascículos. Salas Salinas, Marco A. y Jiménez Espinoza, Martín (autores). SEGOB y CENAPRED. Versión electrónica. Pp. 55.

Comisión Estatal de Aguas de Querétaro. (2013). Alcantarillado Pluvia. En: Normas y Lineamientos Técnicos para las instalaciones de Agua Potable, Agua tratada, alcantarillado sanitario, y pluvial de

los fraccionamientos y condominios de las zonas urbanas del Estado de Querétaro. Santiago de Querétaro. Pp. 14-18.

CNA (2007). Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Alcantarillado pluvial. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D. F. Pp.114-117.

Cuevas Portilla, Jimena (2012). Cuando el agua corre... Estrategias y prácticas espaciales para convivir con fenómenos hidrometeorológicos. El caso de la Ciudad de Campeche, México. En: Estrategias sociales de prevención y adaptación. García Acosta, V.; Audefroy J. F. y Briones F. (coord.). CIESAS. Pp. 11-15.

Cruz, Margarita. (2010). Apuntes de técnicas de investigación bibliográfica. Facultad de Filosofía y Letras. Colegio de Geografía. SUAyED. Pp. 14.

Cruz Yescas, Julio. (2003). Estudio y clasificación de riesgos y vulnerabilidad de los asentamientos de la Sierra de Santa Catarina, Del. Iztapalapa, Distrito Federal. Tesis de Licenciatura en Geografía. Colegio de Geografía UNAM. Pp. 128.

De la Rosa P., N. (2001). Esquema de diagnóstico-pronóstico de situaciones de riesgo de inundación en Villahermosa, Tabasco. Tesis de Ingeniería UNAM. México, D. F.

Dieterich, Heinz (2010). Nueva guía para la investigación científica. Editorial Planeta. Octava reimpresión. México, D. F. Pp. 229.

Fernández, María A. y Rodríguez, Lyvia. (1996). ¿Cuál es el problema? Introducción a la temática. En: Ciudades en riesgo, degradación ambiental, riesgos y desastres. Fernández, María (comp.). LA RED. Pp. 2-5.

Flores-López, H. E.; Ramírez-Vega, H.; Byerly-Murphy, K. F.; Ruíz- Corral, J. A.; Martínez-Sifuentes, J. A.; Díaz-Mederos, P. y Alemán-Martínez, V. (2003). Estimación del escurrimiento superficial en la cuenca El Jihuite, México. Terra Latinoamericana. Vol.21. No.3. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Chapingo, México. Pp. 389-400.

García Acosta, Virginia (2006). Estrategias adaptativas y amenazas climáticas. En: Dimensiones psicosociales del cambio ambiental global. Javier Urbina (coord.). UNAM/INE. México, D.F. Par. 29-46.

García Acosta (2012). Introducción. En: Estrategias sociales de prevención y adaptación. García Acosta, V.; Audefroy J. F. y Briones F. (coord.). CIESAS. Pp. 11-15.

Gelman Muravchick, Ovsei (1996). Desastres y protección civil. Fundamentos de investigación interdisciplinaria. Instituto de Ingeniería UNAM. Pp. 133.

Gobierno del Estado de México (2012). Plan de Desarrollo 2012-2017. Región IX Nezahualcóyotl, Programa Regional. Palacio del Poder Ejecutivo, Toluca. Pp. 29-47.

González López, Irma (2012). Impacto socio-espacial de la Ciudad Jardín Bicentenario en el municipio de Nezahualcóyotl. IPN ESIA-Zacatenco. México, D. F. Pp. 8.

Gutiérrez Arzaluz, Pedro. (2010). Nezahualcóyotl monografía municipal. Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México. Estado de México. Pp. 20.

Hernández Guerrero, J. Alfredo. (2011). Inundaciones y precariedad: adaptación y respuesta en la zona peri-urbana de la Ciudad de Morelia, Michoacán. Tesis de Doctorado CIGA-UNAM. Morelia, Michoacán. Pp. 292.

Hernández Gurruchaga, Hilario. (1982). La geografía: estado actual y perspectivas. Informaciones geográficas. No. 29. Chile. Pp. 3-20.

IPCC. (2014). Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad - Resumen para responsables de políticas. Contribución al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático. Field, C. B. & Barros, D. J. (autores principales). Organización Meteorológica Mundial. Ginebra, Suiza. Pp. 34.

Lavell Thomas, Allan. (1993). Ciencias sociales y desastres naturales en América Latina: un encuentro inconcluso. En: Los desastres no son naturales. Maskrey, Andrew (comp.). La RED. Pp. 111-127.

Lezama, José Luis. (2002). La escuela ecologista clásica de Chicago. En: Teoría social espacio y ciudad. 2ª Edición. Colegio de México. México. Pp. 183-231.

Lugo Hubp, José & Inbar Moshe. (coord.). 2002. Los desastres naturales en América Latina. Fondo de Cultura Económica. México, Distrito Federal. Pp. 485.

Macías, Javier. (1993). Perspectivas de los estudios de desastres en México. En: Los desastres no son naturales. Maskrey, Andrew (comp.). La RED. Pp. 82-92.

Maskrey, Andrew (1993). Vulnerabilidad y mitigación de desastres. En: Los desastres no son naturales. Maskrey, Andrew (comp.). LA RED. Pp. 93-110.

Moguel Flores, Ana G. (2011). Riesgos por inundaciones en la ciudad de Xalapa, Ver. Tesis para evaluar la experiencia educativa. Licenciatura en Ciencias Atmosféricas. Universidad Veracruzana. Veracruz, México. Pp. 49.

Mooser, F., (1975). Historia Geológica de la Cuenca de México, *en* Memoria de las Obras de Drenaje Profundo del Distrito Federal: México. Departamento del Distrito Federal.

Mooser, F., Montiel, A. & Zuñiga, A. (1996). Nuevo mapa geológico de las cuencas de México, Toluca y Puebla. Comisión Federal de Electricidad. México.

Mooser, F.; Santoyo Villa, E.; Ovando Shelley & León Plata, E. (2005). Síntesis geotécnica de la Cuenca del Valle de México. TCG geotecnia. México, D. F. Pp. 5-58.

Nezahualcóyotl, H. Ayuntamiento. (2014). Caracterización y diagnóstico de riesgos de Ciudad Nezahualcóyotl, Coordinación de Protección Civil, Bomberos y Rescate, Dirección de Seguridad Pública. Ayuntamiento de Nezahualcóyotl. Pp. 53.

Olcina Cantos, Jorge y Ayala-Carcedo, Francisco (2002). Riesgos naturales. Conceptos fundamentales y clasificación. En: Riesgos naturales. Olcina y Ayala (comp.). Ariel Ciencia. Barcelona, España. Pp. 41-73.

Olcina Cantos, Jorge. (2008). Cambios en la consideración territorial, conceptual y de método de los riesgos naturales. Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. Universidad de Barcelona, vol. XII, núm. 270. Pp. 24.

Olcina Cantos, Jorge. (2010). El tratamiento de los riesgos naturales en la planificación territorial de escala regional. Papeles de Geografía. 51-52. Pp. 223-234.

Olcina Cantos, Jorge. (s/f). Panel científico-técnico de seguimiento de la política del agua. Prevención de riesgos: cambio climático, sequías e inundaciones. En línea: <http://www.unizar.es/fnca/variados/panel/61.pdf>

Pearson, Lucy (2012). Alerta temprana contra desastres: Hechos y cifras. Scidev.net. 21/11/2012. En línea: <http://www.scidev.net/america-latina/comunicacion/especial/alerta-temprana-contradesastres-hechos-y-cifras.html#comment-995894683>

Quaas Weppen, R. (2010). Sistemas de Alerta Temprana con enfoque de género. CENAPRED. SEGOB. Presentación. Pp. 18.

Ribera Masgrau, Lluís. (2004). Los mapas de riesgo de inundaciones: representación de la vulnerabilidad y aportación de las innovaciones tecnológicas. Doc. Anál. Geogr. 43. Universidad de Girona, España. Pp. 153-171.

Rosique D. C., Laura O. (2010). Análisis del riesgo por inundación en la Ciudad de Villahermosa, Tabasco. Tesis de Maestría. Posgrado de Ciencias de la Tierra. Pp. 131.

SACMEX (2012). EL gran reto del agua en la Ciudad de México. Pasado, presente y perspectivas de solución para una de las ciudades más complejas del mundo. Sistema de Aguas de la Ciudad de México. México, D. F. Pp. 12-63.

Sánchez Díaz, Luis F. (1989). Los acuíferos de la Ciudad de México, su estado actual y alternativas de solución para su control y conservación. Tesis de Maestría IPN. México.

Sánchez Torres Esqueda, G. (2010). Recursos hídricos y cambio climático. En: México ante el cambio climático. Evidencias, impactos, vulnerabilidad y adaptación. Greenpeace, México. Pp. 70.

Saurí Pujol, David & Ribas Palom, Ana. (1996). El estudio de las inundaciones históricas desde un enfoque contextual. Una aplicación a la ciudad de Girona. Papeles de Geografía. No.23-24. España. Pp. 229-244.

Saurí, David. (2003). Tendencias recientes en el análisis geográfico de los riesgos ambientales. Areas Revista de Ciencias Sociales. No.23. Universidad Autónoma de Barcelona. Pp. 17-30.

Saurí, David. (2006). Nota necrológica. Gilbert F. White (Chicago, 1911-Boulder, Colorado, 2006). Doc. Anal. Geogr. No.48. Universidad Autónoma de Barcelona, España. Pp. 13-14.

Secretaría de Protección Civil. (2014). SINAPROC (curso). Secretaría de Protección Civil, D. F., Ciudad de México.

Strahler, Arthur & Strahler, Alan. (1994). Geografía física. Ediciones Omega. Tercera Edición. Barcelona, España. Pp. 91-207.

UNISDR -Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas- (2009). Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres. Naciones Unidas. Ginebra, Suiza. Pp.39.

Vélez Upegui, Jorge J. & Botero Gutiérrez, Adriana. (2011). Estimación del tiempo de concentración y tiempo de rezago en la cuenca experimental urbana de la quebrada San Luis, Manizales. Dyna, Año 78, Nro. 165. Medellín, Colombia. Pp. 58-71.

Vázquez-Sánchez, E. & Jaimes-Palomera, R. (1989). Geología de la Cuenca de México. Geofísica Internacional. No. 2, Vol. 28. UNAM. México, D. F. Pp. 133-171.

Wilches-Chaux, Gustavo. (1993). La vulnerabilidad global. En: Los desastres no son naturales. Maskrey, Andrew (comp.). LA RED. Pp. 11-44.

Publicaciones electrónicas:

Aguilar Mateos, G. (17/07/2014). Inundan aguas negras colonia El Sol en Neza. *Quadratin* [En México]. <<http://edomex.quadratin.com.mx/Inundan-aguas-negras-colonia-El-Sol-en-Neza/>>

Castillo Giles, Arturo. (12/01/2014). Análisis sobre la "Escuela Ecológica de Chicago". *La geografía humana* (blog). <<http://lageografiahumana.wordpress.com/2014/01/12/analisis-sobre-la-escuela-ecologica-de-chicago/>>

CNN, (05/10/2010). Un ex basurero en el Estado de México se transformó en una ciudad jardín. *CNN México*. <http://mexico.cnn.com/planetacnn/2010/10/05/un-ex-basurero-en-el-estado-de-mexico-se-transformo-en-una-ciudad-jardin>

INEGI. (11/02/2015). <http://www.inegi.org.mx/>

La Jornada (1/07/2011). Se desborda el río Los Remedios; inundaciones en Neza y Ecatepec. *Diario La Jornada* [En México]. <http://www.jornada.unam.mx/2011/07/01/estados/032n1est>

Márquez, Germán. (08/02/2009). Las inundaciones: de proceso natural a catástrofe humana. *UN Periódico* [En Colombia]. <http://www.unperiodico.unal.edu.co/dper/article/las-inundaciones-de-proceso-natural-a-catastrofe-humana.html>

Montalar, Enrique. (29/10/2012). ¿Qué es el período de retorno y por qué se utiliza como una probabilidad?. (blog). <<http://enriquemontalar.com/que-es-el-periodo-de-retorno-probabilidad/>>

DIPECHO -Programa de preparación ante desastres de la Comisión Europea-. (22/02/2015). Unisdr & Cruz Roja. [Comisión Europea]. <http://www.dipecholac.net/contenido/42-terminologia.html>

PNUMA (10/12/2014). Oficina regional para América Latina y el Caribe. <http://www.pnuma.org/deat1/alertatemprana.html>

Entrevista:

Espino, V. A. (2015, Marzo 25). Entrevista con M. Alejandra Espino. Encargada de gestión de riesgos de la Coordinación de Protección Civil, Bomberos y Rescate del Ayuntamiento de Neza.

ANEXO 1. Encuesta a la población expuesta a inundación.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FECHA: _____ EDAD: _____ SEXO: _____

DIRECCIÓN: _____

Encuesta para la población de la colonia El Sol

1. ¿Se ha inundado la colonia en esta temporada de lluvias?
SI ____, NO ____, ¿Dónde? _____
2. ¿Sabe qué meses corresponden a la época de lluvias?
SI ____, NO ____, ¿Cuáles? _____
3. ¿Cuál cree que sea la causa de las inundaciones?

4. ¿Sabe qué hacer en caso de lluvias torrenciales?
SI ____, NO ____
5. ¿Qué hace para proteger su vida y sus bienes con las lluvias torrenciales?

6. ¿Considera que su vivienda es susceptible a inundaciones?
SI ____, NO ____, NO SE ____, ¿Por qué? _____
7. ¿De qué materiales está construida su vivienda? (la mayor parte)

8. ¿Cuántas veces se ha inundado su casa? _____
9. ¿Cuenta con servicio de drenaje?
SI ____, NO ____
10. ¿Usted realizaría cambios a su vivienda para evitar desastres?
SI ____, NO ____

11. ¿Qué afectaciones se presentan con las inundaciones en la colonia (vialidades, drenaje, viviendas, personas, etc?)

12. ¿Quién informa en su colonia sobre el riesgo a inundación?

13. ¿Sabe que es Protección Civil?

SI ____, NO ____ ¿Qué es? _____

14. ¿Sabe si existe un mapa de riesgo de su colonia?

SI ____, NO ____ ¿Lo conoce? _____

15. ¿Conoce algún punto de reunión, como un albergue en caso de emergencia?

SI ____, NO ____ ¿Cuál? _____

16. ¿Existe alguna organización de colonos u organización vecinal?

SI ____, NO ____ ¿Cuál? _____

17. ¿Sabe si ha habido emergencias asociados a inundaciones en los últimos años?

SI ____, NO ____ ¿Dónde? _____

18. En caso de que recuerde algún desastre, los daños que se presentaron en su comunidad fueron:

19. ¿Ha sufrido la pérdida de algún familiar o algún bien a causa de un desastre natural? SI ____, NO ____, NO SE ____

20. ¿Por qué no tomo medidas para evitar el desastre?

21. ¿Recibió algún tipo de ayuda después de la inundación (gobierno, cruz roja, vecinos, familiares)? _____

22. ¿Participaría en acciones colectivas de prevención de desastres?

SI ____, NO ____ ¿Por qué? _____

23. ¿En los centros educativos de su localidad o municipio se enseñan temas acerca de riesgos “naturales” y protección civil?

SI ____, NO ____, NO SE ____

24. ¿Sabe si en su comunidad se han construido obras que ayuden a disminuir los efectos de fenómenos naturales, como bordos, muros de contención, pozos, sistemas de drenaje, terrazas, etc.?

SI ____, NO ____, NO SE ____ ¿Cuál? _____

25. ¿Puede agregar algo respecto a las inundaciones? _____

26. ¿Cree que Ciudad Jardín ha traído beneficios a su colonia?

27. ¿Qué problemas a habido en su colonia desde la construcción de Ciudad Jardín?

28. ¿Ha mejorado la infraestructura de su colonia con la construcción de Ciudad Jardín (pavimento, alumbrado, servicios escolares, médicos, etc.)?

ANEXO 2. Encuesta a autoridades de Protección Civil.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FECHA: _____ EDAD: _____ SEXO: _____

CARGO: _____

Encuesta a autoridades del Mpio. Nezahualcóyotl

1. ¿Se ha inundado la colonia El Sol en esta temporada de lluvias?
SI ____, NO ____ ¿Dónde? _____
2. ¿Existe algún plan de protección civil para inundaciones en el municipio?
SI ____, NO ____ ¿Se lleva a cabo en la colonia el Sol? _____
3. ¿Cuenta con algún mecanismo de alerta a riesgos en la colonia?
SI ____, NO ____ ¿Cuál? _____
4. ¿Tiene establecidas las posibles rutas de evacuación y acceso (caminos y carreteras) en caso de una emergencia y/o desastre? SI ____, NO ____
5. ¿Tiene ubicados los sitios que pueden funcionar como refugios temporales en caso de inundaciones (escuelas, centros de salud, deportivos)? SI ____, NO ____
6. ¿Se llevan a cabo simulacros en las distintas instituciones (escuelas, centros de salud, etc.) sobre qué hacer en caso de una emergencia? SI ____, NO ____
7. ¿En los centros educativos de su localidad o municipio se enseñan temas acerca de los agentes perturbadores y la protección civil?
SI ____, NO ____, NO SE _____

8. ¿Qué tipo de prevención brindan a los habitantes que viven en zonas de riesgo?

9. ¿Ha habido emergencias asociadas a inundaciones en los últimos años?

SI ____, NO ____, NO SE ____ ¿Cuáles? _____

10. ¿Ha habido pérdidas de vidas o bienes a causa de un desastre natural?

SI ____, NO ____, NO SE ____ ¿Cuáles? _____

11. ¿Por qué no se tomaron medidas para evitar la emergencia o desastre?

12. ¿En la colonia El Sol se han construido obras que ayuden a disminuir los efectos de lluvias intensas que puedan causar inundaciones como bordos, terrazas, muros de contención, pozos, sistemas de drenaje, etc.?

SI ____, NO ____ ¿Cuáles? _____

13. ¿Qué características tiene el túnel Xochiaca que se construirá en las avenidas Bordo de Xochiaca y Periférico Oriente? _____

14. ¿Qué función tienen las cisternas que se están construyendo en la calle Salvador Allende y Primera Avenida? _____

15. ¿Por qué no se solicita a Ciudad Jardín que constuya su drenaje completo, ya que las aguas derraman a las últimas calles (40, 39, 38, 37)? _____

16. ¿Puede agregar algo respecto a las inundaciones? _____
