



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFÍA

DETERMINACIÓN DE NIVELES DE PELIGRO DE
INUNDACIÓN EN LA DELEGACIÓN IZTAPALAPA,
DISTRITO FEDERAL
(1998-2005).

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADA EN GEOGRAFÍA
P R E S E N T A
MÓNICA VERA PÉREZ

DIRECTOR DE TESIS:
DR. JORGE LÓPEZ BLANCO



CIUDAD UNIVERSITARIA, MÉXICO, DF.

2008



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.

DEDICATORIA

A mi madre, Victoria Pérez

Por ser lo más importante y lo que más quiero en esta vida.

y a mi hermana, Marisol Vera

Por los momentos que hemos compartido juntas.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por haberme abierto las puertas desde la preparatoria, para mi desarrollo profesional.

Mi más profundo agradecimiento al Dr. Jorge López Blanco, primeramente por su excelente labor académica, por su asesoría como director de tesis y por todo el apoyo que me brindó para la elaboración de la misma.

A la Mtra. Oralia Oropeza Orozco, por sus observaciones y comentarios propositivos que ayudaron a enriquecer esta investigación, al igual que el resto de mis sinodales: Dra. María Engracia Hernández, Dr. José Ramón Hernández Santana y al Dr. Lorenzo Vázquez Selem.

Al Sistema de Aguas de la Ciudad de México y la Secretaría del Medio Ambiente, que por medio del IFAI (Acceso a la información pública) fue posible obtener información valiosa para la realización de esta Tesis.

A los compañeros y amigos, del Instituto de Geografía, por sus comentarios motivadores acerca de la tesis, especialmente a Berenice Hernández, Virginia, Marina, Pedro y Liz. A los de generación en especial a Mónica Trejo y Pedro Marín; y finalmente, a mis amigas de la preparatoria Mónica Vázquez, Laura Adriana y Diana Mojica, que aún en la distancia, siempre han estado presentes.

INDICE

	<i><u>Página</u></i>
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS E HIPÓTESIS	2
CONCEPTOS BÁSICOS	3
CAPÍTULO 1. MARCO GEOGRÁFICO	5
1.1 LOCALIZACIÓN	5
1.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS.....	5
1.2.1 CLIMA.....	5
1.2.2 GEOLOGÍA.....	8
1.2.3 GEOMORFOLOGÍA.....	10
1.2.4 VEGETACIÓN.....	10
1.2.5 MARCO SOCIOECONÓMICO.....	12
CAPÍTULO 2. MARCO HISTÓRICO	16
2.1 PRIMEROS POBLADORES.....	16
2.2 REGISTRO HISTÓRICO DE INUNDACIONES.....	19
2.3 EVOLUCIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE HIDRÁULICO.....	22
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA	28
3.1 ELABORACIÓN CARTOGRÁFICA.....	31
3.1.1 CARTOGRAFÍA MORFOMÉTRICA	32
3.1.2 CARTOGRAFÍA TEMÁTICA.....	33
3.1.2.1 MAPA DE INVENTARIO DE INUNDACIONES DURANTE EL PERIODO 1998-2005.....	33
3.1.2.2 MAPA DE PROMEDIO DEL TIRANTE DE INUNDACIÓN.....	34
3.1.2.3 MAPA DE ÁREA DE INFLUENCIA DE LOS SISTEMAS DE COLECTORES Y LA SIMULACIÓN DE SU VOLUMEN MÁXIMO DERRAMADO.....	35

3.1.3 BASE CARTOGRÁFICA DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.....	36
3.1.3.1 MAPA DE DENSIDAD DE INUNDACIONES.....	36
3.1.3.2 MAPA DE TIRANTE MÁXIMO DE INUNDACIÓN OCURRIDO EN EL PERIODO 1998-2005.....	37
3.1.3.3 MAPA DE EXTENSIÓN MÁXIMA DE LAS INUNDACIONES OCURRIDAS EN EL PERIODO 2000-2005.....	38
3.1.3.4 MAPA DE INTERVALOS DE ISOHUNDIMIENTO.....	39
3.2 ANÁLISIS METEOROLÓGICO.....	41
3.2.1 PRECIPITACIÓN PROMEDIO Y MÁXIMA EN 24 HORAS.....	41
3.2.2 RELACIÓN PRECIPITACIÓN-TIRANTE DE INUNDACIÓN.....	43
3.3 VERIFICACIÓN EN CAMPO.....	44
3.4 RECLASIFICACIÓN Y SOBREPOSICIÓN DE MAPAS.....	45
CAPÍTULO 4. RESULTADOS DEL ANÁLISIS CARTOGRÁFICO, METEOROLÓGICO Y DE CAMPO.....	48
4.1 ANÁLISIS DE LOS MAPAS MORFOMÉTRICOS Y TEMÁTICOS.....	48
4.2 CARÁCTERÍSTICAS DE LAS INUNDACIONES.....	66
4.2.1 MAPA DE DENSIDAD DE INUNDACIONES EN LA DELEGACIÓN IZTAPALAPA (1998-2005).....	66
4.2.2 MAPA DE TIRANTE MÁXIMO DE INUNDACIÓN (1998-2005).....	69
4.2.3 MAPA DE EXTENSIÓN MÁXIMA DE LAS INUNDACIONES DURANTE EL PERIODO 2000-2005.....	72
4.2.4 MAPA DESCRIPTOR DE LAS INUNDACIONES.....	74
4.3 RESULTADOS DEL ANÁLISIS METEOROLÓGICO.....	79
4.3.1 ANÁLISIS DE LA PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS (MAYO-OCTUBRE).....	80
4.3.2 ANÁLISIS DE LA PRECIPITACIÓN PROMEDIO MENSUAL (MAYO-OCTUBRE).....	81
4.3.3 ANÁLISIS DE LA RELACIÓN PRECIPITACIÓN-TIRANTE DE INUNDACIÓN.....	84

4.3.4 CARACTERIZACIÓN PLUVIAL DURANTE LOS EVENTOS DE INUNDACIÓN EXTREMOS	86
4.4 INTEGRACIÓN DE LOS DATOS DE CAMPO.....	89
4.5 NIVELES DE PELIGRO DE INUNDACIÓN EN IZTAPALAPA.....	101
4.5.1 MAPA DE ISOHUNDIMIENTO O SUBSIDENCIA.....	101
4.5.2 MAPA DE NIVELES DE PELIGRO DE INUNDACIÓN EN LA DELEGACIÓN IZTAPALAPA (1998-2005).....	104
CONSIDERACIONES FINALES.....	109
CONCLUSIONES.....	111
BIBLIOGRAFÍA.....	113
ANEXO A.....	116
ANEXO B.....	128
ANEXO C.....	145

INTRODUCCION

Existen diversas definiciones de “inundación”, pero en general, se refieren a “un evento natural y recurrente que se produce en las corrientes de agua o en las zonas planas y más bajas del terreno como resultado de lluvias intensas o continuas, que al sobrepasar la capacidad de retención del suelo y de los cauces, desbordan e inundan llanuras de inundación, o en general, aquellos terrenos bajos o aledaños a los cursos de agua”, dicha definición fue creada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2007). Por otra parte, el término de “encharcamiento” se refiere a una pequeña acumulación de agua del tamaño de una lámina delgada, que se debe principalmente a la saturación del suelo y se estanca en lugares planos o con leve inclinación y de poca extensión que puede permanecer por horas o por pocos días (IDEAM, 2007). En particular, aunque en el área de estudio (Iztapalapa, D.F.) no existe la presencia de ríos, la magnitud de la acumulación del agua y los efectos que generan, son comparables a una inundación, por lo que no se puede hablar en todos los casos de simples encharcamientos.

En la actualidad, a nivel mundial las inundaciones han aumentado considerablemente, así lo asegura la Cruz Roja Internacional (Figura 0.1), pues a lo largo de 85 años, de 1919 a 2004, se han atendido 499 casos, rebasando cuantiosamente a los demás eventos (CENAPRED, 2004).

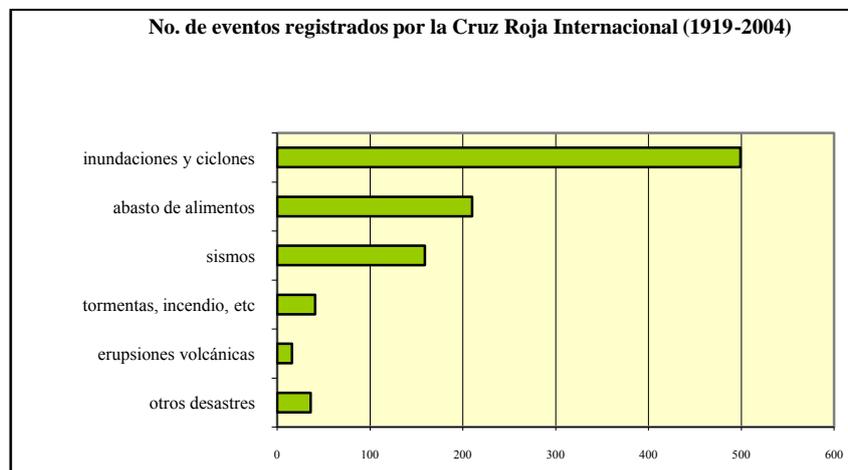


Figura 0.1 Desastres registrados entre 1919 a 2004. Fuente: International Federation of Red Crescent Societies.

En el caso de la República Mexicana los eventos que se han considerado como catastróficos se encuentran en ciudades como La Paz, Baja California, cuando en 1976, ocasionó la muerte de 5,000 a 10,000 habitantes; en 1988 el ciclón Gilberto azotó a Monterrey con más de 200 muertos (Domínguez *et al.*, 1994). Se estima que entre 1973 y 1990 las inundaciones generaron, en promedio anual una pérdida de 173,000 millones de pesos y la muerte de 104 personas; esto

sin incluir la modificación de las condiciones de vida y los daños a la producción (Domínguez et al., 1994).

Desde una perspectiva histórica, los primeros habitantes de la Ciudad de México, conservaban un equilibrio en su ambiente, de tal manera que procuraban no alterarlo, sin embargo, con la llegada de los españoles, estos últimos no consideraron la planeación de sus asentamientos, por lo que se generaron una serie de inundaciones. Existen registros históricos de las innumerables inundaciones ocurridas en la Ciudad de México, que incluso llegaron a provocar periodos de muerte, hambruna y abandono de sus habitantes, tal como sucedió en la inundación de 1629, calificada como uno de los sucesos más catastróficos, debido a su larga duración de cinco años y a los daños ocasionados (Perló, 1999).

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

Para la población de la delegación Iztapalapa, los efectos que causan las inundaciones se manifiestan generalmente en daños a las viviendas, en la infraestructura y en conflictos viales que generan pérdidas económicas, debido al retraso laboral. Es por ello, que dentro de los objetivos principales que se han planteado en esta investigación se encuentran el generar el mapa de niveles de peligro de inundación, detectar los eventos más importantes, en términos de inundación, bajo el criterio de los daños ocasionados en los bienes materiales de la población afectada, así como el tirante de inundación.

Dentro de los objetivos particulares están el realizar un análisis cartográfico para determinar las causas que las generan, así como un análisis meteorológico con el propósito de determinar si existe influencia de la precipitación en el evento y si existe relación entre la cantidad de precipitación y el tirante inundado. Todo lo anterior, es con la finalidad de contar con una información clara que le permita a las autoridades correspondientes tomar las medidas de mitigación más convenientes y también a la población para que se encuentre consciente del peligro al que está expuesta.

Por ello, la hipótesis sugerida de las causas que generan las inundaciones se debe a la heterogénea distribución espacial de la lluvia, así como su intensidad y duración, la topografía plana, la falta de mantenimiento y de capacidad del drenaje, la falta de una cultura de limpieza en las calles, son entre otros los factores de mayor influencia para que ocurran inundaciones.

La tesis está dividida en cuatro capítulos; los dos primeros aportan una visión del marco espacio-temporal en la que se han desarrollado las inundaciones; el primero de ellos hace una

descripción general del área de estudio, de sus características físicas como socioeconómicas. El segundo capítulo es un marco histórico, desde los primeros pobladores de la Ciudad de México hasta la conformación de lo que actualmente es la delegación Iztapalapa, se incluye a grandes rasgos una recopilación de las inundaciones ocurridas desde la época prehispánica y las técnicas empleadas para su mitigación y que posteriormente pasaron a ser grandes obras hidráulicas; así como la definición de conceptos básicos del sistema de drenaje hidráulico.

El tercer capítulo, es el más extenso, pues es toda una descripción de los métodos y las técnicas que se emplearon para lograr el objetivo de la tesis, desde la recopilación hemerográfica, la elaboración de mapas morfométricos y temáticos, así como el procesamiento cartográfico en un Sistema de Información Geográfica, para la elaboración del mapa final, un análisis meteorológico (precipitaciones), y la integración del trabajo de campo.

El cuarto capítulo es la integración de todo el trabajo antes planteado, los resultados obtenidos, así como un apartado en que se incluye una discusión y conclusiones a las que se llegaron en dicha investigación.

CONCEPTOS BÁSICOS

En la mayoría de las definiciones de peligro, lo describen como la probabilidad de que ocurra en determinado tiempo y lugar un fenómeno natural, y que es capaz de causar pérdidas humanas o daños a los bienes materiales (CENAPRED, 2004); sin embargo, en este estudio se concretó a la descripción propia del fenómeno.

Las siguientes definiciones fueron obtenidas del CENAPRED (2004).

La precipitación de lluvia es el factor condicionante para que exista una inundación, salvo circunstancias especiales o particulares como el rompimiento de la cortina de una presa o inundaciones provocadas por sismos; con lo anterior, se definen enseguida los diversos tipos de precipitación que existen, dicha clasificación es de acuerdo con el factor que la ocasiona: Ciclones tropicales, frentes fríos, factor orográfico y las lluvias convectivas. Los ciclones tropicales, se refieren a grandes cantidades de masa cálida y húmeda, que al entrar al territorio ocasionan tormentas de larga duración y extensión y tienen su presencia durante los meses de mayo a octubre. Las lluvias orográficas son ocasionadas por el choque de los vientos húmedos con las barreras montañosas, provocando su ascenso y consecuente enfriamiento, precipitando en barlovento (lado de la montaña donde sopla el viento). Las lluvias convectivas son ocasionadas por el calentamiento del aire próximo a la superficie. El aire caliente asciende hasta la tropósfera y se enfría rápidamente formando nubes densas (cúmulos), ocasionando

precipitaciones locales que son intensas y de corta duración, que son frecuentemente la causa de algunas inundaciones en las partes más bajas de la ciudad de México (CENAPRED, 2004).

De las precipitaciones anteriores, las que tienen mayor influencia en la ciudad de México, son las provocadas por los ciclones tropicales y las lluvias convectivas (CENAPRED, 2004).

TIPOS DE INUNDACIÓN

De acuerdo con la clasificación del CENAPRED (2004), existen diversos tipos de inundaciones; por su origen y por el tiempo de respuesta de la cuenca; en el primero de ellos se refiere al factor condicionante que produce la inundación y se define en inundaciones de tipo pluvial, fluvial, costeras y por fallas de infraestructura hidráulica, y el segundo tipo de inundación se refiere al comportamiento de la velocidad de escurrimiento del agua dentro de una cuenca y depende básicamente de sus características físicas, se divide en inundaciones lentas y súbitas, su diferencia radica en el tiempo que tardan en manifestarse los efectos de la lluvia; en este caso, la ciudad de México se encuentra dentro de una cuenca endorreica (que no tiene salida natural) con cuatro salidas artificiales.

Otra clasificación de las inundaciones y que fue retomada del IDEAM (2007) dice que se pueden dividir de acuerdo con el régimen de los cauces en: lenta o de tipo aluvial, súbita o de tipo torrencial y encharcamiento. *La aluvial o lenta* se refiere a aquellas regiones en que las lluvias tienden a ser estacionales y de poca intensidad, sin embargo, llega el momento en que los ríos se desbordan, inundando las áreas aledañas a éste. *La torrencial o súbita* debe su origen a las lluvias orográficas o ciclónicas que se presentan en cierta temporada del año y que debido a su fuerte intensidad, los ríos que bajan de las cañadas inundan aquella parte plana de la cuenca; son de vital importancia por los graves estragos que causan.

De acuerdo con lo anterior, y considerando que en la delegación Iztapalapa las inundaciones que se presentan son de origen pluvial, como se dijo esto, se refiere a las inundaciones ocasionadas por precipitaciones directas sobre un área, a diferencia de las fluviales, que son debidas a desbordamientos de ríos generados por precipitaciones dentro de la cuenca hidrográfica.

CAPITULO 1. MARCO GEOGRAFICO

1.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La delegación Iztapalapa se localiza dentro de la Cuenca de México, específicamente en la porción oriental del Distrito Federal, cuenta con una extensión de 115 km², lo que representa aproximadamente el 8% del Distrito Federal. La altitud a la que se encuentra es de 2,400 msnm. Las delegaciones con las que colinda son: al norte Iztacalco, al noreste con el municipio de Nezahualcóyotl, al noroeste Benito Juárez, al oeste Coyoacán y al sur Tláhuac y Xochimilco. Las elevaciones que presenta son el Cerro de la Estrella, con 2,450 msnm, el del Peñón del Marqués con una elevación de 2,370 m, y la Sierra de Santa Catarina está constituida por una serie de conos volcánicos, con una longitud de 12 km y una elevación de 2,750 msnm (Figura 1.1).

La Cuenca de México se localiza dentro del Sistema Volcánico Transversal y de acuerdo con el tipo de salida del escurrimiento, pertenece a una cuenca endorreica, la cual está cerrada por varias serranías; al norte se encuentra limitada por la Sierra de Pachuca y del Tepozán, al sur por la Sierra del Chichinautzin conformada por el Xitle y el Tlaloc, al poniente la limitan la Sierra de las Cruces y finalmente al oriente por la sierra Nevada y se le da este nombre por los glaciares que concentra en la cima de sus dos volcanes: el Popocatepetl y el Iztaccíhuatl. Cabe mencionar que dentro de la Cuenca de México se localizan cerros aislados, entre los cuales se pueden mencionar con dirección N-S, el Cerro de Paula, el Cerro Gordo, Cerro de Chiconautla, Cerro del Peñón o de los Baños y el Cerro de la Estrella, también existen las serranías de Santa Catarina y de Guadalupe.

El Distrito Federal se localiza al sur de la Cuenca de México, tiene una extensión de 149,830 hectáreas, de las cuales el porcentaje de superficie montañosa es del 72% y el resto pertenece a la parte plana (GDF, 2006 b).

1.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

1.2.1 CLIMA

En la Cuenca de México existe una diversidad de climas debido a la influencia orográfica. Por la latitud a la que se encuentra la ciudad de México, le correspondería un tipo de clima tropical, sin embargo, su altitud provoca una considerable disminución de su temperatura.

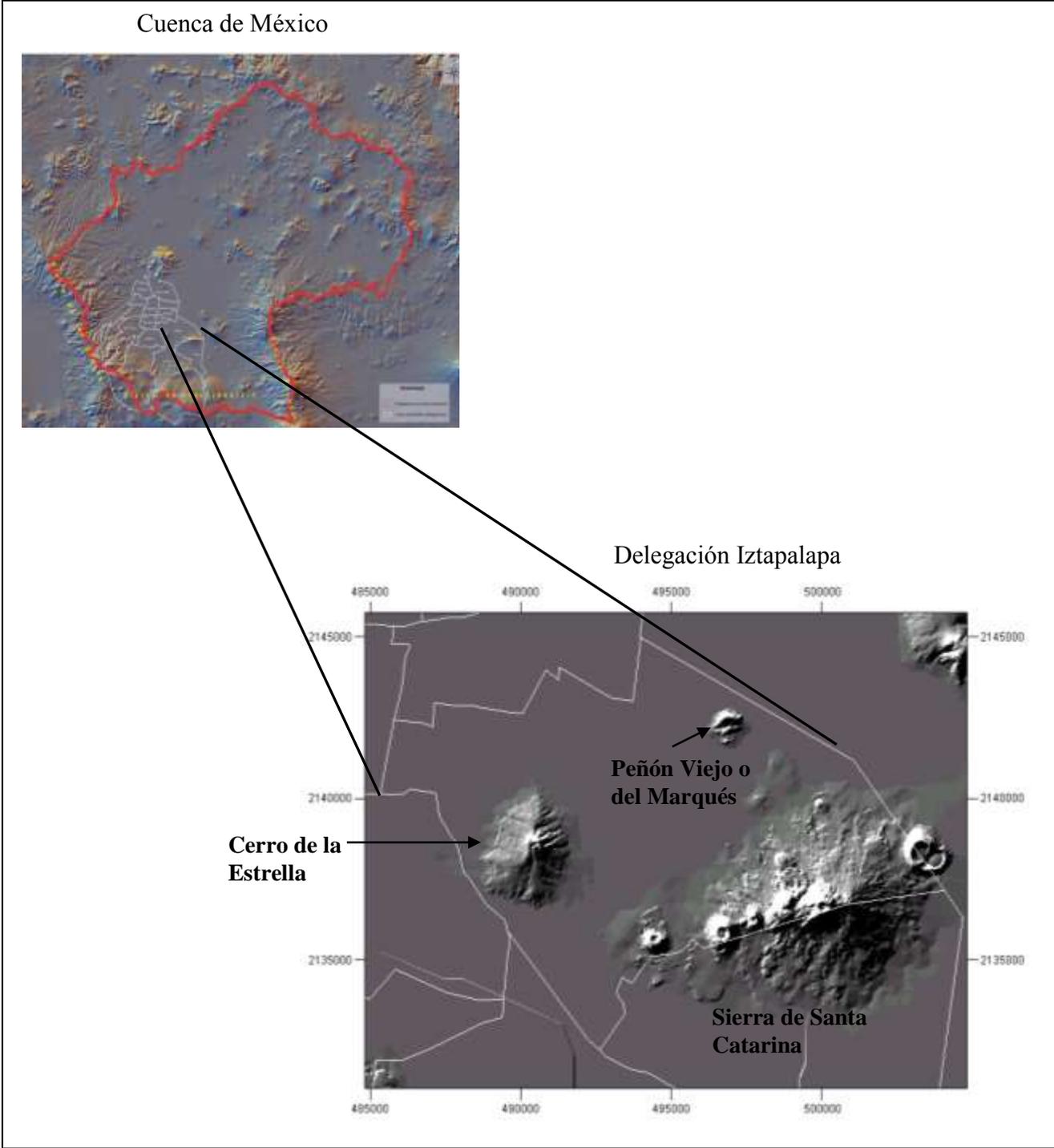


Figura 1.1 Localización del área de estudio.

Los ciclones tropicales que azotan ambas costas a fines del verano y principio del otoño, debido al carácter giratorio del aire que arrastran, pueden producir abundante lluvia de tipo ciclónico sobre las vertientes de las serranías (García, 1966).

De acuerdo con el sistema de clasificación climática de Köppen modificado por Enriqueta García (1966), el clima predominante de la cuenca es C(w) Templado subhúmedo con lluvias en verano, excepto en la zona más baja correspondiente al centro de la cuenca en la zona del exlago de Texcoco y otra parte al nororiente, en los exlagos de Zumpango y Xaltocan, que presentan el tipo de clima BS₁, semiseco (el menos seco de los BS) (Figura 1.2). Con respecto a Iztapalapa, el clima predominante es Templado subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad C(W₀), correspondiente al 82 % de la superficie delegacional y el resto es BS₁K Semiseco (INEGI, 1998).



Figura 1.2. Climas de la Cuenca de México
Fuente: García (1966).

En la carta de isoyetas elaborada por Enriqueta García (1966), se observa que, en promedio, la cantidad de precipitación anual que se presenta en la cuenca de México es de 1,800 mm, en las partes más altas de la Sierra del Chichinautzin y como mínimo, en promedio, es de 600 mm anuales en la zona del exlago de Texcoco (Figura 1.3).

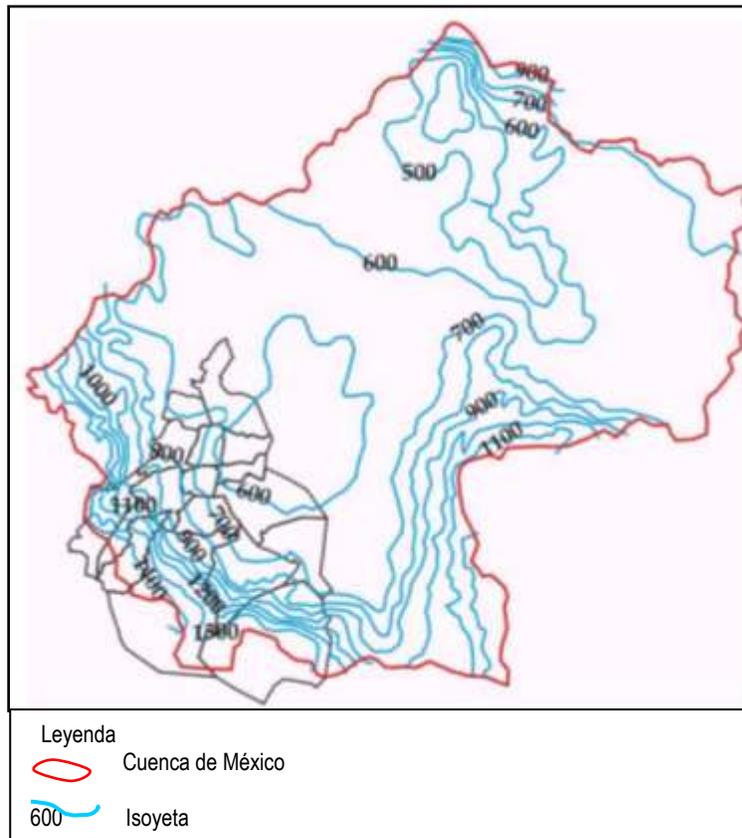


Figura 1.3 Carta de isoyetas anuales (García, 1966).

1.2.2 GEOLOGÍA

La cuenca de México es resultado de diversos fenómenos como de fracturamiento, diferencia de presiones, calentamiento diferencial de la corteza, rejuvenecimiento de antiguas fracturas, que a lo largo de millones de años han dado su origen. Retomando a Mooser (1975), establece siete fases de vulcanismo que dieron lugar a la cuenca (Tabla 1.1).

La planicie central y meridional se formó durante el Cuaternario y está formada básicamente de material arcilloso. Con respecto a Iztapalapa, está asentada sobre una planicie de origen lacustre, la cual muestra un espesor de sedimentos de aproximadamente 700 m (Huizar, 1998). Dichos

sedimentos fueron acarreados por los cauces que descendían de las Sierras pre-existentes, como Xochitepec y Nevada (Huizar, 1998).

Tabla 1.1 Fases evolutivas de la cuenca. La información se retomó de Mooser (1975), y se indica la edad y el material del que está constituido cada una de las formaciones de la cuenca.

FASE	FORMACIÓN	MATERIAL CONSTITUIDO	EDAD	HIDROLOGÍA
Primera	Noroeste de la cuenca	S/D	S/D	*S/D
Segunda	Noreste de la cuenca	Lavas intermedias y ácidas con ignimbritas, tobas y depósitos fluviales con alto grado de fracturamiento.	32 millones de años	*S/D
Tercera	Sierras mayores: Pulpito del Diablo, Mirador y Sierra de Xochitepec.	Dacíticas con alto grado de fracturamiento y erosión.	Oligoceno Superior	Por su fracturamiento tiene una alta capacidad de infiltración.
Cuarta	Sierras de Guadalupe, Tepetzotlán, Las Pitallas, El Patlachique y Tepozán.	Lavas intermedias y ácidas con menor tectonismo que las de la tercera fase.	Mioceno (12 a 14 millones de años)	*S/D
Quinta	Sierras mayores del poniente y oriente de la cuenca: Sierra de las Cruces, Río Frío y Sierra Nevada.	Son producto de efusiones dacíticas de estratovolcanes y sus lavas son porfíricas.	Fines del Mioceno, domina el Terciario Superior y perdura hasta el Cuaternario.	*S/D
Sexta	Al sur de la cuenca Cerro de Chimalhuacán, Cerro de la Estrella, Peñón del Marqués y Cerro de los Pinos; al norte los Cerros Chiconautla y Gordo y erupciones fenobasálticas entre Tizayuca y Apan.	Andesíticas basálticas	Pleistoceno	Entre Tizayuca y Apan, las lavas cuaternarias pueden ser explotadas, pues abunda en agua.
Séptima	Sierra Chichinautzin	Fenobasaltos que en su mayoría son andesitas y dacitas, se considera que dicha formación fue la que constituyó la cuenca endorreica por obstruir el drenaje del sur.	Cuaternario Superior	Debido a su composición basáltica, tiene alta capacidad de infiltración.

* S/D, Sin datos.

1.2.3 GEOMORFOLOGÍA

La delegación tiene una superficie relativamente plana de origen lacustre (81 %), y el resto pertenece a elevaciones volcánicas como la Sierra de Santa Catarina, El Cerro de la Estrella y El Peñón del Marqués.

La Sierra de Santa Catarina presenta siete conos volcánicos de edad cuaternaria: Yahualixqui, Xaltepec, Tetecón, Mazatepec, Tecuatzi, Guadalupe y La Caldera, están constituidos principalmente de rocas basálticas intercaladas con piroclastos. Sus laderas son de baja pendiente y no presenta una morfología fluvial importante. El estudio realizado por Lugo *et al.*, (1994), indica que esta Sierra presenta relieves de origen endógeno y exógeno; el endógeno es de tipo volcánico acumulativo y el exógeno es de tipo erosivo acumulativo y antrópico, este último se debe a la extracción de material aprovechado para la construcción. La exposición de los derrames de lava indican que el volcán Guadalupe, es el más joven con respecto a los conos mencionados anteriormente.

El Cerro de la Estrella tiene laderas poco inclinadas y están constituidas por lavas basálticas cubiertas por piroclastos y tobas (Huizar, 1998). El Cerro del Peñón del Marqués es un volcán cinerítico formado por lavas y piroclastos, sus laderas son cortas y no presenta hidrología superficial (Figura 1.4).

1.2.4 VEGETACIÓN

El Gobierno del Distrito Federal (GDF, 2000 a), indica que en Iztapalapa la vegetación es escasa, ya que es casi en su totalidad urbana, solamente en las partes altas de la Sierra de Santa Catarina se encuentra pirúl y maleza, y en el Cerro de la Estrella pinos, eucaliptos y pirúl. Esto se ha reflejado en la imagen urbana de la delegación, pues según el Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de 1997, la única zona arbolada es el Cerro de la Estrella y esto gracias, a que se ha llevado a cabo un plan de reforestación. Por otro lado, el GDF (2000 b) argumenta que sobre los Cerros de Xochitepec, Guadalupe, Santa Catarina y de la Estrella, existe un tipo de vegetación introducida llamada “bosques artificiales”, con el objetivo de reforestar laderas bajas o elevaciones menores, que se encuentren dentro de la Ciudad de México.

MAPA GEOMORFOLÓGICO DE LA DELEGACIÓN IZTAPALAPA

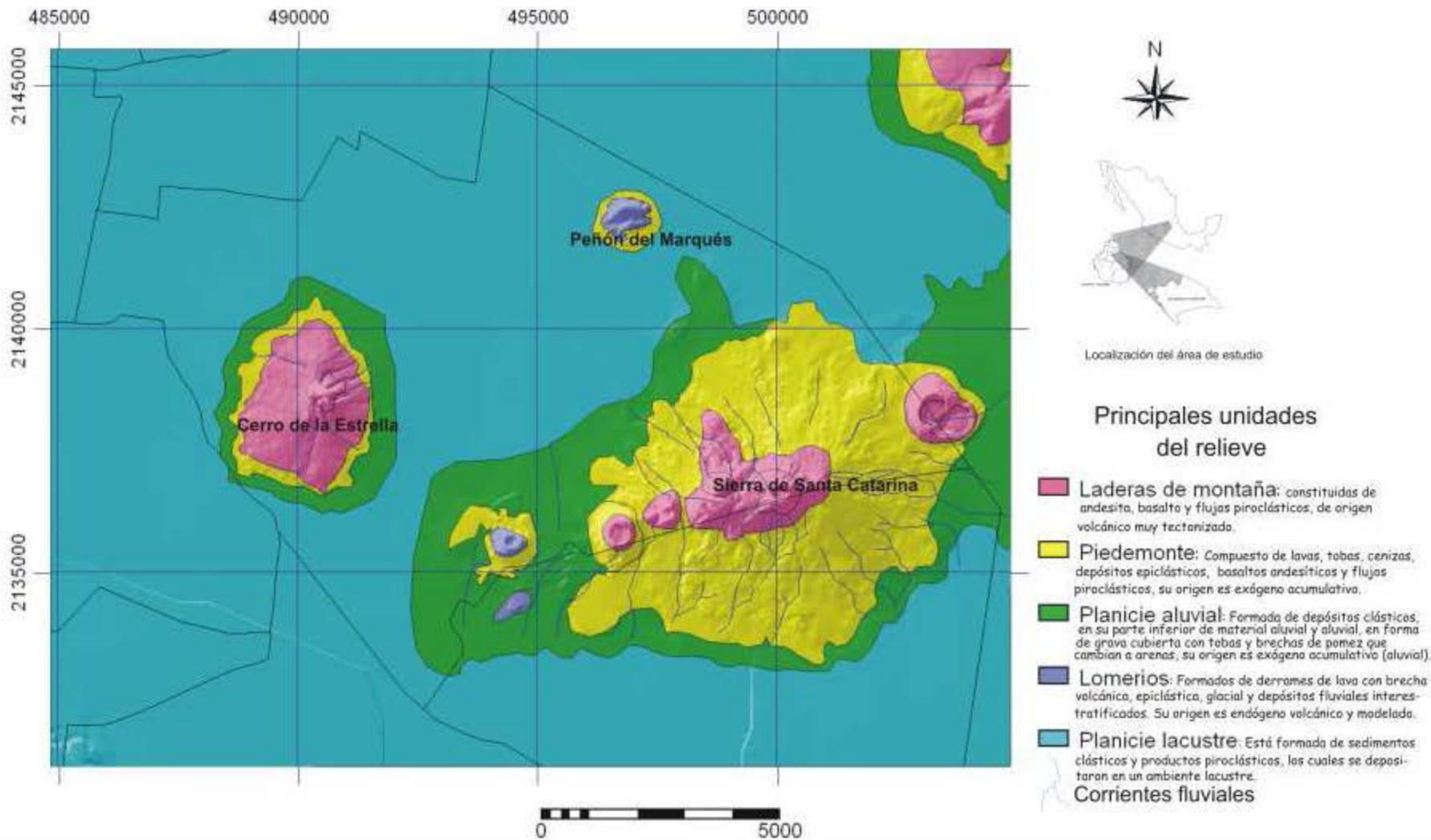


Figura 1.4. Mapa geomorfológico de la Delegación Iztapalapa.
Fuente: Modificado de Tapia Varela y López Blanco (2002).

MARCO SOCIO-ECONÓMICO

El Censo General de Población y Vivienda del Distrito Federal (INEGI, 2000), indica que la población total de Iztapalapa, para el año 2000 era de 1,173,343 habitantes, siendo 864,239 hombres y 909,104 mujeres.

El uso de suelo de la delegación presenta 230 colonias, de las cuales ocupa el 61% en tipo habitacional, 15% en habitacional mixto, 9% de equipamiento, 6% de espacios abiertos y deportivos, 2% de subcentros urbanos y el 7% restante en conservación ecológica (GDF, 2006 b) (Figura 1.5), sin embargo, la primera de ellas se ha extendido de forma irregular en el relieve de laderas de la Sierra de Santa Catarina, del Cerro de la Estrella y del Peñón del Marqués. En el año de 1994, se modificó el límite oriente, dicho proceso tuvo como consecuencia la amplia oferta de suelo barato para la vivienda popular, y aunque mantiene una comunicación vial, con el resto del Distrito Federal, no cuenta con infraestructura básica debido a su inaccesibilidad topográfica, generando, condiciones precarias en las viviendas, aunado a esto, son zonas que se encuentran en situaciones de irregularidad en la tenencia de la tierra, localizadas principalmente en las colonias del sur-oriente de la delegación, en el piedemonte de la Sierra de Santa Catarina (GDF, 2006 b), ocasionando pérdida de suelos de conservación que permitan la infiltración y aceleran el escurrimiento hacia las partes bajas, además de mencionar que la sobre explotación de los mantos acuíferos ha ocasionado una serie de hundimientos que dañan el sistema de drenaje (Lugo, 1991 b).

En cuanto a la economía de la población en general es de pobreza, pues en promedio el 83% de la población recibe menos de tres salarios mínimos, con respecto al resto del Distrito Federal (GDF, 2006 b). Y que se refleja en su índice de marginalidad, la cual ocupa el quinto lugar del D.F.

El Programa Delegacional de Desarrollo Urbano ha considerado que la delegación se encuentra dividida físicamente en cuatro zonas, por la Avenida Ermita Iztapalapa que la cruza de oriente a poniente y el Anillo Periférico de norte a sur. Dentro de estas zonas, la de mayor carencia es la sur-oriente con más de 60 colonias populares, cuya traza no ha tenido una planeación adecuada y se ubica en la zona de lomeríos de la Sierra de Santa Catarina y por el contrario en la zona nor-poniente se alojan las colonias de nivel medio con densidades altas, y presentan una importante zona industrial, además de pertenecer a la zona de mayor valor del uso de suelo (GDF, 2006 b).

La Figura 1.6 señala las colonias más representativas de la delegación. Otro problema que se presenta es la falta de suministro de agua potable, y sucede con frecuencia en el sur-oriente de la delegación, esto se debe a que las colonias se asientan sobre las partes altas de la Sierra de Santa Catarina y la única manera de abastecer a la población es por medio de tanques de almacenamiento, sin embargo, éstos son insuficientes. Por lo que respecta al drenaje, en el año de 1995, 13,630 viviendas carecían del servicio de drenaje, lo que corresponde al 3.68%, y esto se presenta particularmente en el sudeste de la delegación (Sierra de Santa Catarina) lo que significa que es otro factor de importancia en la presencia de las inundaciones.

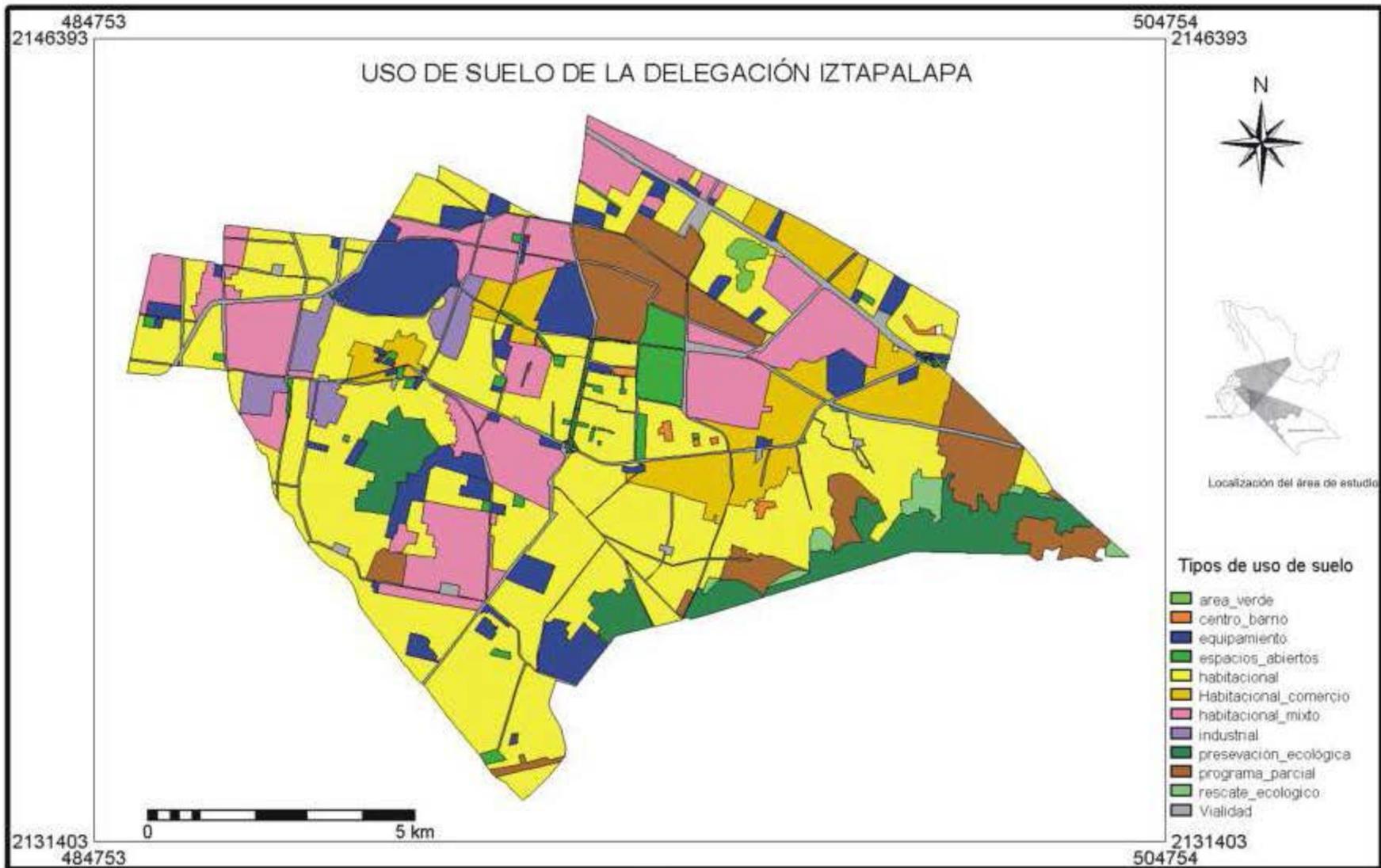
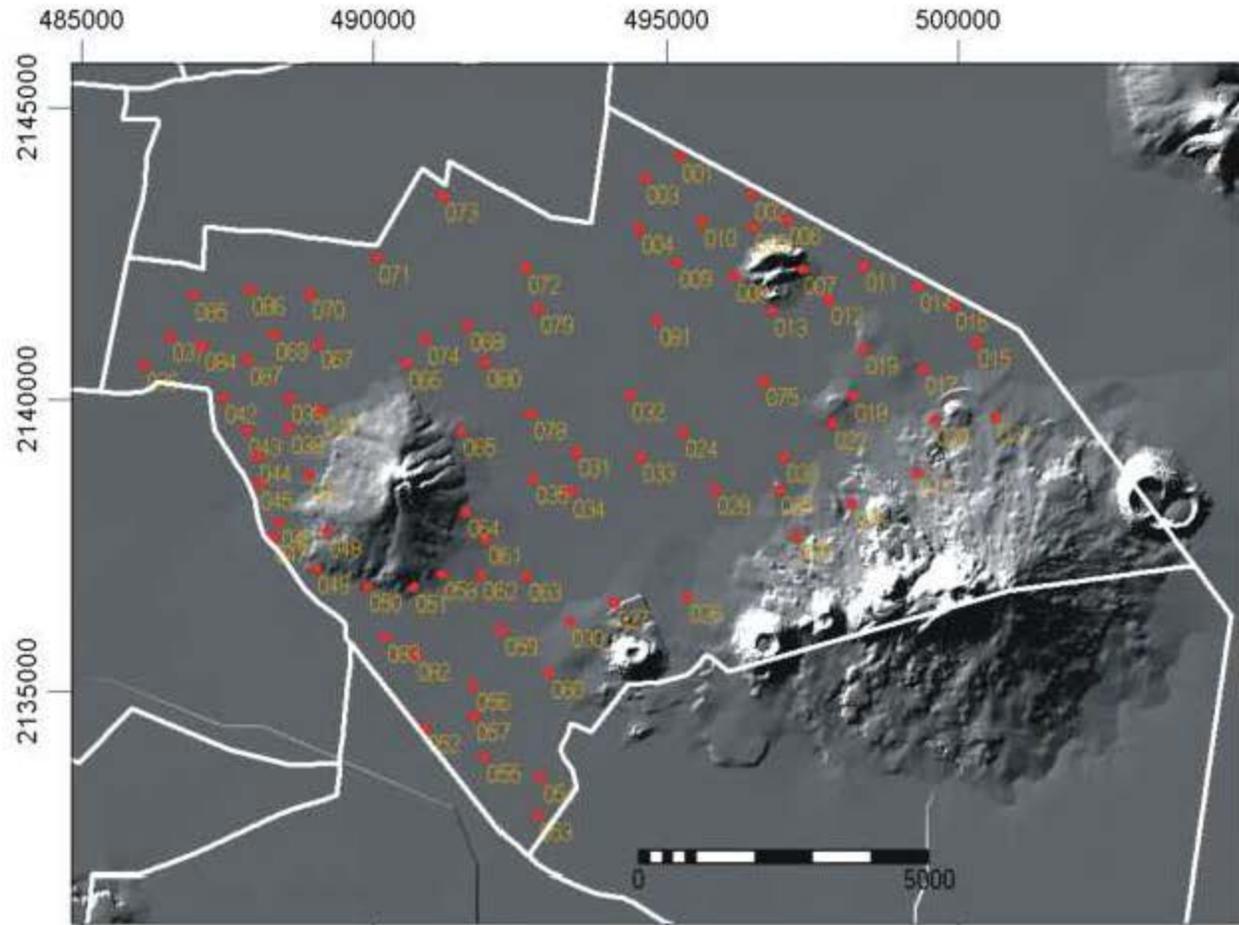


Figura 1.5. De acuerdo al Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de 1997, el uso de suelo que le corresponde a la delegación Iztapalapa, es el que se muestra en el mapa (GDF, 2006).



LOCALIZACIÓN DE LAS COLONIAS DE LA DELEGACIÓN IZTAPALAPA



Localización del área de estudio

● 001 Colonia

- 001 Juan Escutia, 002 Voceadores, 003 Tepalcates, 004 E. Constitucionalista, 005 Ejército de Oriente, 006 San Lorenzo Xicoténcatl, 007 Ejército de Agua Prieta, 008 Alvaro Obregón, 009 Cabeza de Juárez, 010 U. Juárez, 011 Ampl. Santa Martha Acatitla, 012 Sta Martha Acatitla Sur, 013 Ejército de Oriente zona Peñón, 014 U.H. Solidaridad, 015 Popular Ermita Zaragoza, 016 U.H. La Colmena, 017 Pblo Santa Martha Acatitla, 018 Paraje Zacatepec, 019 El Edén, 020 Santiago Acahuatltepec, 021 Lomas de Zaragoza, 022 Santa María Aztahuacán, 023 Ampl. Santa María Aztahuacán, 024 Santa Cruz Meyehualco, 025 U.H. Santa María Aztahuacán, 026 Desarrollo Urbano Quetzalcóatl, 027 Consejo Agrarista Mexicano, 028 Pblo Santa Cruz Meyehualco, 029 Palmitas, 030 Lomas de San Lorenzo, 031 Constitución de 1917, 032 U.H. Vicente Guerrero, 033 Jacarandas, 034 Los Angeles Apanoaya, 035 Paraje San Juan, 036 Sinatel, 037 Ampl. Sinatel, 038 Minerva, 039 Los Cipreses, 040 Santa Isabel Industrial, 041 Los Reyes, 042 Mexicaltzingo, 043 Granjas Esmeralda, 044 Valle del sur, 045 Los Reyes Culhuacán, 046 San Antonio Culhuacán, 047 Tula, 048 San Simón Culhuacán, 049 San Andrés Tomatlán, 050 Santa María Tomatlán, 051 Campesino Estrella, 052 Triángulo de las Agujas I y II, 053 El Molino, 054 El Molino Tezonco, 055 Valle San Lorenzo, 056 La Esperanza, 057 J.L. Portillo, 058 Granjas Estrella, 059 Año de Juárez, 060 San Lorenzo Tezonco, 061 San Nicolás Tolentino, 062 Cerro de la Estrella, 063 San Juan Estrella, 064 San Juan Xalpa, 065 El Marito, 066 Iztapalapa, 067 Granjas de San Antonio, 068 Industrial Iztapalapa, 069 Escuadrón 201, 070 Aculco, 071 San José Aculco, 072 Leyes de Reforma 3a sección, 073 Paseos de Churubusco, 074 San José, 075 Eidal Santa María Aztahuacán, 076 Xalpa, 077 Miguel de la Madrn, 078 San Felipe, 079 Leyes de Reforma, 080 Gavilanes, 081 Renovación, 082 U. Benito Juárez, 083 Lomas Estrella, 084 U. Modelo, 085 El Retoño, 086 El Silón, 087 Héroes de Churubusco

Figura 1.6. Principales colonias de la delegación Iztapalapa

CAPITULO 2. MARCO HISTORICO

2.1 HISTORIA DEL POBLAMIENTO DE IZTAPALAPA

Antes del siglo XIX, la cuenca de México era un enorme lago, que con el transcurso del tiempo fue disminuyendo de volumen y extensión y a la vez fragmentándose, para quedar en cinco lagos menores: al norte, los lagos de Zumpango y de Xaltocan, que se distinguían por su enorme tamaño y al sur, los de Xochimilco y Chalco, separados por una amplia calzada-dique, la importancia de estos lagos radica, en que además de servir como vía de comunicación, también eran fuente de abastecimiento. Los dos últimos lagos vertían sus aguas excedentes en el de Texcoco (De Gortari y Hernández, 1988).

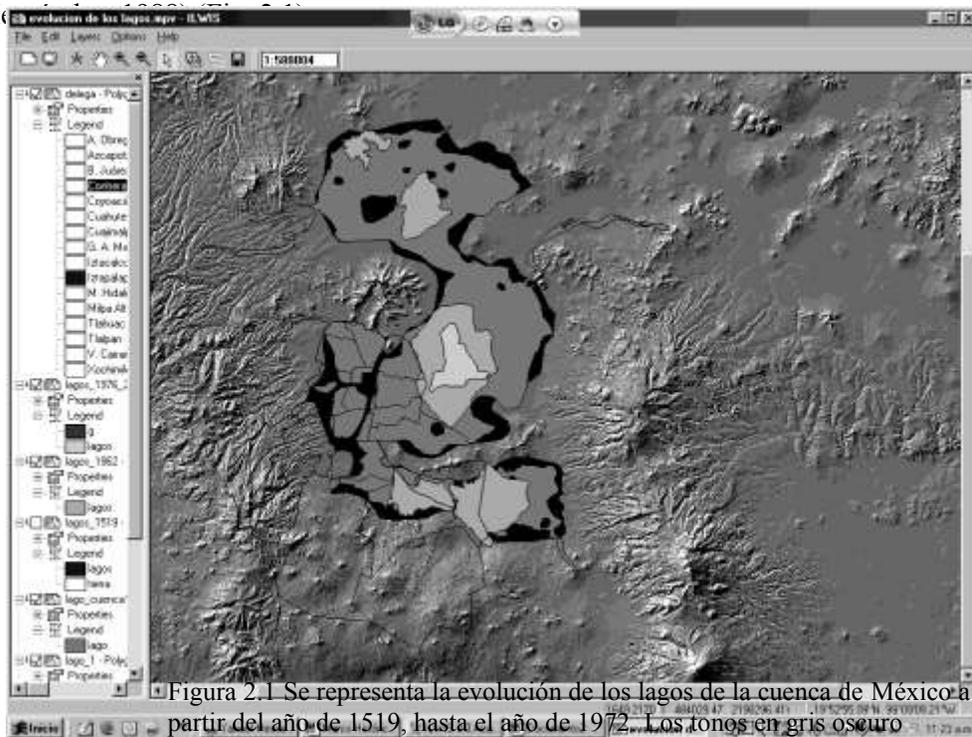


Figura 2.1 Se representa la evolución de los lagos de la cuenca de México a partir del año de 1519, hasta el año de 1972. Los tonos en gris oscuro corresponde a las etapas iniciales de la evolución de los lagos y los grises claros a los recientes. Fuente: De Gortari y Hernández (1988).

Sobre el lago de Texcoco se asentaba la ciudad de Tenochtitlan, gobernada por Moctezuma Ilhuicamina, rodeada por varias poblaciones entre ellas Chimalhuacan e Iztapalapa y por dos islas, la de Tepepulco o Peñón del Marqués famoso por los sacrificios de carácter religioso que se realizaban, y el Peñón de los Baños (Ávila, 1991).

Debido a las características de la cuenca, las riberas se fueron poblando por grupos que explotaron los recursos naturales de la zona; de esta manera, las actividades económicas de importancia eran la caza de aves acuáticas y la pesca, existía una economía mixta basada en el cultivo y productos

lacustres. Las técnicas de transporte lacustre (canoas, trajineras) daban una facilidad de comunicación, por lo que las poblaciones se encontraban interconectadas económicamente.

Existen dos factores fundamentales que ocasionaron la ocupación permanente de los islotes; el primero de ellos fue el cambio climático que se manifestó por un largo periodo de sequía en el cual el nivel del agua fue descendiendo, y el segundo factor, fue la presión demográfica producto del desarrollo de cultivos de chinampas (García, 1997). Se presume que en el siglo XIV ya se aplicaban técnicas para evitar las inundaciones, tales como: represas, desviaciones de ríos, canales de riego, entre otras.

Ya para el siglo XV el lago de Texcoco estaba ocupado por completo por los habitantes de Tlatelolco y de Tenochtitlan, región a la cual se le llamaba isleta de México, pero las inundaciones de dicho embalse eran constantes, por lo que se vieron obligados, nuevamente, a aplicar distintas técnicas para el control del agua.

En el siglo XVI, con la llegada de los españoles se realiza un sistema complejo de control de inundaciones a base de: calzadas, diques, canales, chinampas, puentes y embarcaderos (Figura 2.2). Por lo que respecta a Iztapalapa, su importancia histórica radica en la forma en que se fue poblando, sobre áreas del exlago de Texcoco, originando actualmente que grandes extensiones tengan problemas de drenaje y sufran de inundaciones.

Al parecer, los primeros asentamientos de Iztapalapa datan de los años de 1246 aproximadamente, en los poblados de Culhuacan y Mexicaltzingo, los cuales pertenecían a los grupos toltecas-chichimecas. Las primeras referencias de su existencia surgen cuando los Mexicas huyen de Culhuacan, pasaron por el poblado de Iztapalapa hasta llegar a Mexicaltzingo (Ávila, 1991).

En los comienzos del poblamiento de Iztapalapa, dominaba políticamente una pequeña parte de la región de los lagos. Estuvo sujeta a una serie de combates con el fin de evitar ser dominados y crearon alianzas con pueblos vecinos, por mencionar algunos ejemplos, con Texcoco, y posteriormente mantuvo estrechos lazos con Tenochtitlan, que les llevó a ser respetados por el resto de los poblados, hasta el momento de la conquista de los españoles.

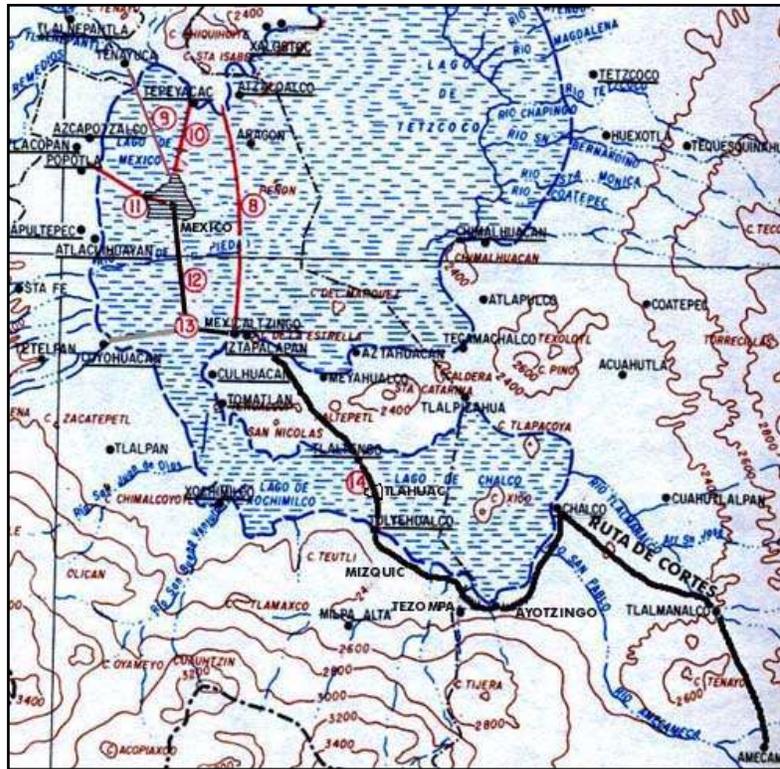


Figura 2.2 Técnicas de control de inundaciones

Los números del mapa corresponden a las calzadas que se construyeron para evitar inundaciones: **8**- Albarrada de Nezahualcóyotl y su función era evitar la invasión del agua proveniente de Texcoco a Tenochtitlán, **9**- Calzada secundaria a Tenayuca, **10**- Calzada principal al Tepeyacac, **11**- Calzada principal a Tlacopan, **12**- Calzada principal a Iztapalapa, **13**-Dique de Mexicaltzingo, el cual separaba las aguas de Tenochtitlán y Xochimilco, **14**- Dique de Cuitláhuac (Tláhuac), su función era separar las aguas de Chalco y Xochimilco. Fuente: México Mágico (2006).

A la llegada de los españoles, según afirmaciones de Hernán Cortes y de Torquemada (Ávila, 1991), la ciudad de Iztapalapa estaba poblada aproximadamente por doce o quince mil vecinos, asentados mitad sobre tierra firme y la otra mitad sobre el lago y su principal vía de comunicación con Tenochtitlan y los pueblos del Sur, era la Calzada de Iztapalapa. Sin embargo, en la época de la colonia las condiciones cambiaron drásticamente, Iztapalapa perdió su importancia política y económica, fue destruida casi en su totalidad y se limitaron a vivir en casas modestas y sin planeación alguna. La actividad lacustre dejó de ser productiva (Ávila, 1991). Su administración económica se basó en encomiendas (los españoles tenían bajo su mando a grupos de indígenas que les servían como esclavos). Legalmente fue en el año de 1582, cuando Iztapalapa se convirtió en propiedad de la corona (DGCOH, s/f 2).

Durante la Colonia y después de la independencia hasta principios del siglo pasado, Iztapalapa mantuvo una baja densidad de población que vivía en forma dispersa en la ladera norte del Cerro de la Estrella y en las chinampas, teniendo la iglesia y la plaza como centro de reunión (Ávila, 1991).

En el año de 1750, en Iztapalapa únicamente vivían 130 familias autóctonas; datos obtenidos de la delegación Iztapalapa indican que en el año de 1850 ya se encontraban establecidos los siguientes barrios: San Miguel, San Nicolás, Ladrillera, Xomulco, Ticomán, Santa Bárbara, Huitzila, Xochilac, Tecolpa, Tepepilco, Santa María Nativitas, Mexicaltzingo, dos haciendas y tres ranchos. Cabe mencionar que fue hasta el año de 1906 en que se consideró a Iztapalapa como parte de las trece municipalidades del Distrito Federal, por lo cual se añadieron los pueblos de Iztacalco, San Juanico, Santa Cruz Meyehualco, Santa Martha Acatitla, Santa María Aztahuacán, Tlacooyucan Tlaltenco, San Lorenzo Tezonco, Santa María Zacatlamanca y Zapotitlán, el total de población en Iztapalapa en ese entonces era de 10, 440 habitantes, sin embargo, sus actividades comerciales seguían siendo la horticultura y la floricultura. Los medios de transporte eran tranvías de tracción animal hasta Jamaica y de ahí en adelante era por tranvías eléctricos (DGCOH, s/f 2).

En ese momento la escasez del agua era el motivo de diversas enfermedades en toda la ciudad de México, es así como empiezan las primeras obras de saneamiento y entubación de la tubería del agua potable. Aunado a esto, con la posterior Revolución de 1910, la situación demográfica bajó e Iztapalapa seguía siendo un pueblo precario. En 1929, se crea una nueva reforma en el Distrito Federal, en la cual se eliminan las municipalidades y en su lugar se crean 12 delegaciones, en la que se incluyó Iztapalapa (DGCOH, s/f 2).

Durante el Gobierno de Lázaro Cárdenas (1934-1940), se impulsaron obras de infraestructura de saneamiento y drenaje como colectores para las aguas negras y la pavimentación de las calles y avenidas. Debido a la creación de diversos pozos de extracción comienzan las primeras evidencias del hundimiento de la ciudad, para los años de 1938-1947 el hundimiento anual era de 14 cm (DGCOH, 1996). Es hasta el año de 1950, que empieza el acelerado crecimiento de la población, se crean las colonias de Héroes de Churubusco, Minerva, Escuadrón 201 y Sector Popular (DGCOH, s/f 2).

Ya para el año de 1990, existían 200 colonias de carácter popular y 30 zonas de carácter medio alto. Actualmente ha sufrido cambios y modificaciones de diversos ordenamientos legales y se le considera con reducidas posibilidades de crecimiento por limitaciones de suelo urbanizable.

2.2 REGISTRO HISTÓRICO DE INUNDACIONES

Existen varias inundaciones reportadas en la historia, entre las más sobresalientes puede citarse la que ocurrió en 1496 en la Gran Tenochtitlan, cuando reinaba Moctezuma Ilhuicamina, la respuesta

a esta inundación fue la construcción del albardón de Nezahualcōyotl, este se debe a la ayuda que le pidió Moctezuma a este soberano de Texcoco y consistió en la construcción de un dique de 16 km de largo que partía desde el norte de Atzacolco hasta Iztapalapa y su propósito era evitar el derrame del lago de Texcoco al lago de México, además de proteger la actividad económica (chinampas) de Iztapalapa (Ávila, 1991).

Durante la Colonia, debido a la falta de conocimiento por parte de los españoles, no se consideró una planeación adecuada a las condiciones físicas de la cuenca, e incluso destruyeron obras de protección contra las inundaciones como puentes y drenajes prehispánicos. De 1519 a 1521 las inundaciones se manifestaron en epidemias como viruela y peste; con la inundación de 1555, fue que se decidió construir el Albardón de San Lázaro (Perló, 1999). En el siglo XVII, en la temporada de lluvias desaparecieron los barrios indígenas y los pueblos de las riberas, éstas últimas se convirtieron en ríos. Posteriormente en 1604 y 1607, ocurrieron inundaciones que llegaron a ser de grandes dimensiones y fue entonces que Enrico Martínez presentó el primer proyecto para el desagüe de la cuenca de México, a través del Tajo de Nochistongo (tarea que fue terminada hasta el año de 1900), obra a la cual se le llamó Desagüe de Huehuetoca; sin embargo, la inundación de 1629 y que se prolongó hasta 1635 es la considerada como la más grave que ha sufrido la ciudad, misma que trajo graves estragos sin importar la condición social, pues causó muertes y enfermedades por la peste, la escasez de alimentos y la salida de varios pobladores de la ciudad de México, e incluso se pensó que una de las salidas ante este problema era mudar la capital a un sitio más seguro. Ya en 1647, 1691 y 1697 se presentaron más inundaciones, un ejemplo de los daños fue la muerte de Sor Juana Inés de la Cruz, en 1695, como resultado de la peste que azotó a la ciudad debido a la inundación de 1691 (Perló, 1999).

Por otro lado, la ineficiente burocracia, el desinterés, la ausencia de liderazgo político y los intereses económicos, y el retraso de métodos hidráulicos, fueron los factores que impidieron avanzar firmemente en la solución de los problemas hidráulicos durante la etapa colonial (Perló, 1999). Posteriores inundaciones en los años de 1819, 1851, 1865, reflejaron el abandono en que se encontraba el desagüe; se realizó una serie de proyectos, primeramente por el comandante Smith y posteriormente por el ingeniero Francisco de Garay (Perló, 1999), los cuales en su momento se les reconoció su importancia, sin embargo, no se lograron llevar a cabo debido a la inestabilidad política y social de la época.

A fines de 1900 y al año siguiente se registraron nuevas inundaciones en Santa Ana, La Candelaria, Santiago, San Lázaro y Niño Perdido, En julio de 1910 fuertes aguaceros inundaron Bucareli,

Belem, Peralvillo y la Merced, haciéndose necesaria la intervención de los bomberos (Perló, 1999) y de nueva cuenta en 1910 se presentaron en las mismas zonas mencionadas anteriormente. De 1901 a 1905, se tiene el registro que la mitad de los decesos que sufrió la Ciudad de México se debieron a enfermedades gastrointestinales y, posteriormente, en 1911, se presentó una epidemia de cólera; lo anterior reflejó que pese a las obras hidráulicas (conexión a la red de colectores) y de saneamiento que se crearon durante el periodo 1890-1910 no cumplieron con los objetivos establecidos: reducir los problemas de insalubridad, enfermedad y de inundaciones, pues incluso llegaron a observar que las inundaciones persistían aún en las áreas que habían sido incorporadas a la red de drenaje.

En 1925, de nueva cuenta se produjeron inundaciones en diversas zonas de la ciudad de México, Perló (1999), comenta en su libro que el problema recayó sobre el Ingeniero Gayol, quien fue el que diseñó y construyó el drenaje interno, y mediante una revisión a éste último se dio cuenta que había perdido pendiente, debido al hundimiento por la extracción del agua, sin embargo, también se debía a que varias colonias no estaban integradas a la red de drenaje.

En 1940, cuando los servicios de agua y drenaje pasaron del Gobierno Federal al Departamento del Distrito Federal, se dio un empuje más para resolver el problema de desagüe con una segunda salida artificial y la ampliación del Gran Canal (DGCOH, s/f 2).

Durante el periodo de 1946 a 1952, el informe señala que en épocas de lluvias la ciudad sufría inundaciones de aguas negras y pluviales (Figura 2.3); esta situación obedecía principalmente a tres causas que eran: la incapacidad de los colectores y atarjeas para evacuar el agua pluvial, el hundimiento acelerado del subsuelo de la ciudad y el retardo en la evacuación del agua, debido a la disminución de la pendiente del Gran Canal (DGCOH, s/f 2) y debiera incluirse como uno de los factores principales al acelerado crecimiento de la población y con ello la falta de planeación urbana. A finales de este mismo periodo, se comienza con el entubamiento de los ríos como una medida de solución a las inundaciones y de contaminación, sin embargo no fue suficiente.

En 1966 se termina la construcción de colectores, atarjeas, plantas de bombeo y la ampliación del Gran Canal, en el año siguiente se inicia la construcción del Sistema de Drenaje Profundo y culmina en el año de 1975. A partir del gobierno de Carlos Salinas de Gortari lo único que se ha hecho es la expansión de la infraestructura ya existente de zonas más alejadas del Distrito Federal (DGCOH, s/f 2).

Actualmente en el 2006, la Comisión Nacional del Agua (CNA), creará el Túnel de los Remedios es una ampliación del drenaje profundo y tiene como objetivo reducir las inundaciones registradas al oriente de la ciudad de México, tales como suceden en las delegaciones Iztapalapa, Iztacalco, Venustiano Carranza y los municipios de Nezahualcóyotl y Ecatepec. “El túnel conectará el interceptor oriente y toda la red de colectores de drenaje de la ciudad con dos lagunas de regulación que están construyendo y que permitirá regular el agua de las tormentas, pues se podrán depositar temporalmente seis millones de metros cúbicos en ellas” (Periódico Metro, 22 de julio del 2006).



Figura 2.3 Inundación en las calles de México en la década de los cincuentas. Fototeca Nacional del INAH. México.

2.3 EVOLUCIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE

Este subcapítulo se complementa con los anteriores, pues las problemáticas antes expuestas fueron detonantes para la implementación de las estructuras hidráulicas que se definirán posteriormente.

Actualmente, la infraestructura hidráulica del Distrito Federal es operada por el Sistema de Aguas de la Ciudad de México, antes llamada Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, la cual tiene la función de dotar de agua potable y drenaje a la ciudad, sin embargo, este organismo de gobierno ha tenido una gran transformación a lo largo de su historia, dicha transformación ha estado en función del saneamiento, pero sobre todo de la protección contra las inundaciones.

A continuación, se muestra una breve recopilación de diversos autores y muestra las obras que se hicieron con la finalidad de prevenir las inundaciones en la Ciudad de México hasta la actualidad.

Tabla 2.1 Evolución del sistema de drenaje. Retomado por García (1997), Ávila (1991), Perló (1999), DGCOH (1996), DGCOH (s/f 1), DGCOH (s/f 2).

Fecha	Suceso	Obra	Autor	Finalidad
1450	Desbordamientos del lago	Bordos y diques de	Rey de Texcoco	Evitar inundaciones en

	de Chalco sobre el de Texcoco	contención. “Albarradón de Nezahualcóyotl”	Netzahualcóyotl	la ciudad de Tenochtitlan
1555	Lluvias torrenciales inundaron a la Ciudad de México	Albarradón de San Lázaro	Virrey Velasco	s/d
1607	Graves inundaciones provocadas generalmente por los escurrimientos del Río Cuautitlán	Tajo de Nochistongo	Enrico Martínez	Desagüe del Valle de México
1889	Inundación por el incremento del nivel del agua del vaso de Texcoco	Planta de bombeo en San Lázaro	Ingeniero Roberto Gayol y Soto	s/d
1900	Inundaciones cada vez más alarmantes	Túnel de Tequisquiac y Gran Canal de Desagüe	Ingeniero Francisco de Garay	Desalojar las aguas del Valle de México.
1897	Urgencia para poner en marcha la obra de desagüe	Construcción de drenaje interno (obras de saneamiento, reconstrucción de atarjeas y colectores)	Ingeniero Roberto Gayol y Soto	Captar aguas de desecho y las de origen pluvial vertiéndolas hacia cinco grandes colectores que corrían de poniente a oriente, para desembocar en un gran colector. Con dirección N-S y que se conecta con el Gran Canal.
1910		Primera red de drenaje por gravedad, constituido por sistemas de tuberías que descargaban al Gran Canal de Desagüe y en el lago de Texcoco	s/d	s/d
1925	Las lluvias seguían inundando, diversas partes de la ciudad y recayó sobre el Ingeniero Roberto Gayol	Realizó nivelaciones en varios tramos de colectores y encontró que en varios puntos descendió hasta 50 cm de su nivel original.	Ingeniero Roberto Gayol y Soto	Fueron los primeros indicios de los hundimientos, pero que científicamente fueron abordados hasta la mitad del siglo XX.
1940	Incapacidad del desagüe, aumento de la población.	La construcción del segundo túnel de Tequisquiac	El DDF en colaboración con la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas (SCOP)	Aliviar el gasto del escurrimiento del túnel de Tequisquiac. Es la segunda salida artificial
1940	El aumento demográfico, la expansión urbana y los hundimientos.	Ampliación del sur del Gran Canal, con una longitud de 10,600 m, con una capacidad de 10 m ³ /seg.	El DDF en colaboración con la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas (SCOP)	Sanear la región sur del Distrito Federal (Coyoacán, San Ángel, Tlalpan y Xochimilco).
1951	La Ciudad de México, sufrió de las peores inundaciones en la segunda mitad del siglo XX y era necesario dar una solución	Instalación de siete plantas de bombeo con capacidad total de 60 m ³ que beneficiaron al Sur, Norte y Centro y que descargaban en	s/d	Descargar los colectores en el Gran Canal de Desagüe.

	de corto plazo.	el Gran Canal.		
1952		Se construye el Viaducto Miguel Alemán y de ahí el entubamiento de muchos ríos más (Mixcoac, Churubusco, Consulado, La Piedad y Magdalena)	La idea partió en 1930 con el Arquitecto Carlos Contreras pero se construyó hasta el año de 1952.	Resolver el problema de insalubridad, que causaban estos ríos, tras ser alcanzados por la mancha urbana
1956		Se construye en la ciudad cuatro vasos reguladores y en delegación Iztapalapa se elevaron los bordos del Gran Canal, se crearon 30, 000 m de atarjeas y se desazolva el drenaje.	s/d	Los vasos reguladores almacenaban el agua del río de los Remedios, para evitar desbordamientos.
1960		Interceptor y emisor del poniente. Fue un túnel de 15 Km. de longitud, recibía las aguas del río Magdalena, siguiendo una dirección hacia el norte, hasta desembocar en el vaso de Cristo en el Estado de México.	s/d	Recibir y desalojar las aguas del oeste de la Cuenca, descargándolas en el Tajo de Nochistongo, es considerada la tercera salida artificial.
1963-1964		Prolongación del interceptor poniente hasta llegar al Tajo de Nochistongo	Secretaría de Recursos Hidráulicos y el Departamento del Distrito Federal	Conducir las aguas del interceptor hasta fuera del Valle de México.
1967-1970		Se crean avances en el sistema de drenaje profundo como lumbreras y en la parte inicial de los túneles	La idea surgió del ingeniero Ernesto P. Uruchurtu, pero fue retomada por los ingenieros Fernando Hiriart y Raúl Ochoa E. Y lo ejecutó la Dirección General de Obras Hidráulicas.	Contar con infraestructura que no fuera afectada por hundimientos, que no necesitara de bombeo y expulsara el agua por una cuarta salida artificial.
1970	Hundimientos por la construcción de gran cantidad de pozos de extracción de agua	Plantas de bombeo para elevar las aguas hasta el nivel del Gran Canal.	Dirección General de Obras Hidráulicas	s/d
1975		Se inaugura la primera etapa del drenaje profundo, constituida de 2 interceptores (oriente y central) y un emisor central, con una longitud de 50 km, hasta llegar a Hidalgo.	Dirección General de Obras Hidráulicas	Eliminar el riesgo de inundación.
1976-1982		Ampliación del interceptor central y la construcción de interceptor centro-poniente	Dirección General de Obras Hidráulicas	s/d
1987		Se termina la construcción del colector semiprofundo Iztapalapa.	s/d	Desalojar las aguas residuales y pluviales generadas en la zona

				oriente.
Actual mente		El drenaje profundo está constituido por: 1 emisor Central de 50 km y 11 interceptores con una longitud de 80 km.	Sistema de Aguas de la Ciudad de México	s/d

s/d sin datos

Para la mejor comprensión del sistema de drenaje, se describirán a continuación algunos términos básicos de los elementos que lo integran, los cuales fueron retomados del Plan Maestro del Sistema de Drenaje de la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (s/f 1).

Atarjea: conducto de servicio público colocado generalmente a lo largo y el centro de las calles y que tiene por función recoger las aguas de las alcantarillas y conducir las a los colectores (DGCOH, 1996).

Colector: Tuberías cuyo objetivo es recoger el agua de una zona determinada y conducirla a los drenes para desalojarla, a sus ramales se les denomina subcolectores. De los 17 sistemas de colectores de la zona sur-oriente, seis presentan graves problemas de derrames, entre los que destacan Iztapalapa II y zona Urbana INDECO (DGCOH, s/f 1).

Colector marginal: Son conductos que como su nombre lo indica van al margen de algún río y su función principal es captar las aguas residuales con el propósito de evitar la contaminación del agua de los cauces y barrancas y por consiguiente de los mantos freáticos.

Drenaje Profundo: Tiene como función operar en épocas de lluvias y durante temporada de estiaje se le da mantenimiento, se plantea que en un largo plazo, se construirán más colectores semiprofundos para aliviar el funcionamiento de los actuales conductos existentes (DGCOH, 1996).

Drenes: Se consideran a los conductos cuya parte inferior del mismo es maciza e impermeable y en su parte superior presenta múltiples y pequeños orificios, para su ventilación. Su objetivo es recibir las descargas de la red primaria de drenaje y desalojarlas fuera de la Cuenca de México. Dentro de la Cuenca de México existen cuatro principales sistemas que drenan a la Ciudad (DGCOH, s/f 1) (Figura 2.4).

Emisor: Es el conducto que recibe las aguas de un colector o un interceptor. No recibe ninguna aportación adicional en su trayecto, y su función es conducir las aguas residuales a la planta de tratamiento. También se le llama emisor, al conducto que lleva las aguas tratadas de la planta de tratamiento al sitio de descarga (SIDEAPA, 2006).

Gran Canal de Desagüe: Se encarga de captar los escurrimientos del Distrito Federal, aguas abajo recibe las descargas del Estado de México y las del Lago de Texcoco, para finalmente desalojarlas por el túnel de Tequisquiac (DGCOH, s/f 1).

Interceptor: Conducto que capta en forma parcial o total el gasto de dos o más colectores.

Laguna de regulación: Su función es mantener controlado el sistema de desagüe sin que llegue al exceso. Se instalan en zonas que no disponen de conductos con la capacidad requerida para drenar los volúmenes pluviales generados. En la delegación Iztapalapa existen cinco lagunas de regulación: Laguna Mayor, Laguna Menor, El Salado, La Quebradora en Santa María Aztahuacán, y Desarrollo Urbano Quetzalcóatl (DGCOH, s/f 1).

Planta de bombeo: Su objetivo es desalojar las aguas residuales durante todo el año y las pluviales durante el tiempo de lluvias en las zonas más bajas de la ciudad. En el Distrito Federal hay un total de 181 plantas de bombeo, de ellas, 93 son utilizadas en los pasos a desnivel y el resto en aguas residuales y pluviales. Con respecto a la delegación Iztapalapa, existen 13 plantas (DGCOH, s/f 1).

Presa: Obra de infraestructura hidráulica que ayuda a evitar o mitigar los daños provocados por una inundación, almacenando los escurrimientos generados en la cuenca y dejándolos salir de una manera controlada para no ocasionar daños aguas abajo de la misma (CENAPRED, 2004).

Red secundaria: Se denomina al sistema de atarjeas que recolectan las descargas domiciliarias y pluviales de las coladeras de las calles, y que llegan a la red primaria de drenaje. El diámetro del conducto es menor a 60 cm y estos a su vez descargan en la red de colectores. Actualmente el Distrito Federal cuenta con una red de 10,273 km, de los cuales 1,799.3 km corresponden a la delegación Iztapalapa (DGCOH, s/f 1).

Red primaria: Está compuesta por tuberías con diámetros entre 60 cm y 4 metros, se auxilia de plantas de bombeo, tanques de tormenta y lagunas de regulación. Consta de 2 087 km de longitud a nivel Distrito Federal de los cuales 308.5 km son de la delegación Iztapalapa (DGCOH, s/f 1).

Tanques de tormenta: Su objetivo es almacenar el agua producto de escurrimientos durante la temporada de lluvias, en el Distrito federal existen 12 tanques; en la delegación no existe ninguno (DGCOH, s/f 1).

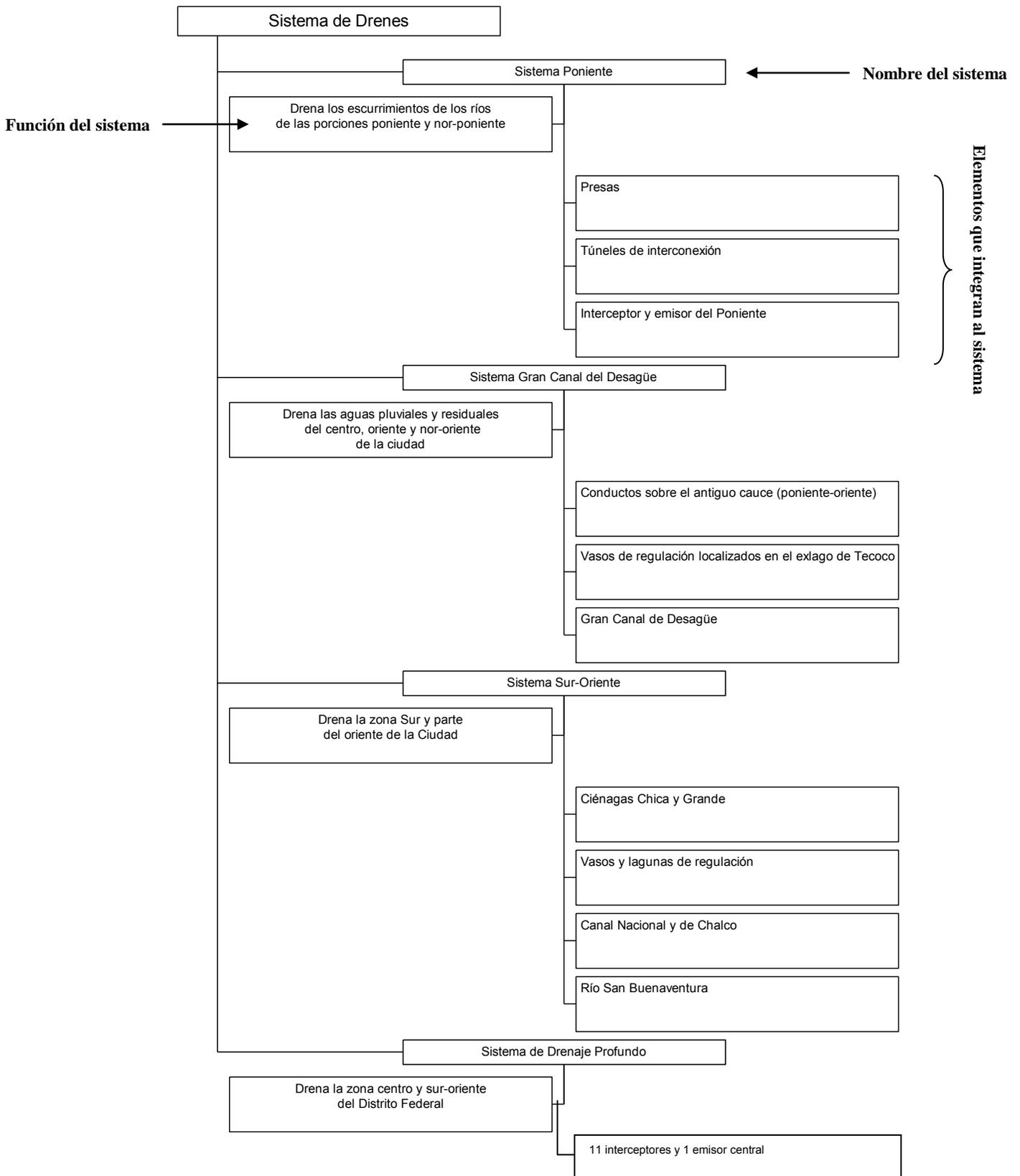


Figura 2.4 El organigrama muestra los cuatro principales sistemas que drenan al Distrito Federal y a grandes rasgos, de las estructuras de las que se auxilia, así como su área de influencia (DGCOH, s/f 1).

CAPITULO 3.- METODOLOGIA

El enfoque metodológico aplicado en este estudio considera el procedimiento aplicado por Batista y Sánchez (2005). Este estudio se basó en identificar las áreas expuestas al peligro de inundación pluvial, por medio del mapeo de los factores físico-geográficos que provocan la presencia del fenómeno, dichos mapas fueron ponderados y sobrepuestos para obtener el mapa de peligros o amenazas.

De igual manera que en la referencia señalada, se pretende reconocer los principales elementos físicos que intervienen en la presencia de las inundaciones en la delegación; para ello la tesis se dividió en tres fases, en la primera fase fue necesario construir dos bases cartográficas; la inicial tuvo como objetivo generar un análisis general de la morfología del área de estudio a partir de mapas morfométricos, de los cuales se consideraron el modelo digital del terreno, el modelo de relieve sombreado, el altimétrico y el de pendientes; y los temáticos que ayudaron a explicar las posibles causas para la presencia de inundaciones. La segunda base cartográfica fue la más importante por ser parte del procesamiento del mapa final y se realizó a partir del análisis de la base de datos recopilada. Del total de mapas sobre factores, elaborados en esta fase, solamente cinco fueron seleccionados para el procesamiento del mapa final y el resto se consideraron como explicativos, ya que de alguna manera no ayudaron a apoyar el argumento de las zonas consideradas como de mayor peligro, sino por el contrario, minimizaban el fenómeno (Tabla 3.1).

Tabla 3.1 Clasificación de los mapas utilizados en el estudio de acuerdo con su función

MAPAS SELECCIONADOS PARA EL PROCESAMIENTO DEL MAPA DE NIVELES DE PELIGRO	MAPAS EXPLICATIVOS
Densidad de inundaciones durante el periodo 1998-2005.	Altimétrico
Máximo tirante de inundación durante el periodo 1998-2005	Mapa de inventarios de inundaciones (1998-2005)
Máxima extensión de inundación durante el periodo 2000-2005	Promedio de tirante de inundación
intervalos de isohundimiento o subsidencia	Promedio de precipitación durante mayo a octubre (1988-2005)
Grado de pendientes	Áreas de influencia de los sistemas de colectores de Iztapalapa y la simulación de su volumen de derrame.

La justificación por la cual en el estudio no se consideraron los indicadores biofísicos más comúnmente conocidos “tipos de suelos, geología, vegetación, precipitación y modelos de lluvia-escurrimiento”, para el procesamiento del análisis final, se debió primeramente a que el área bajo análisis no es una cuenca hidrográfica, por lo que no se puede realizar un modelo de lluvia-escurrimiento y la segunda causa se debe a que la morfología del área en estudio es casi en su

totalidad una planicie, la cual se encuentra urbanizada con excepción de las partes más altas de la Sierra de Santa Catarina, el Cerro de la Estrella y el Peñón del Marqués, lo que impide un análisis de las características biofísicas del área. Con respecto a la precipitación ésta se considera como un factor de relevancia secundario en la presencia de inundaciones, esto será justificado en el siguiente capítulo dentro de los resultados del análisis meteorológico.

Cabe mencionar la importancia de los Sistemas de Información Geográfica en la capacidad de generar información mediante la colección, almacenamiento, manejo y transformación de los datos para obtener una cartografía digital del fenómeno estudiado, además de integrar datos espaciales y no espaciales. De acuerdo con Bocco (1990), los SIG están integrados por cuatro módulos: entrada de datos, manejo de datos, análisis de datos y salida de la información, con el objetivo central de contar con información confiable para la toma de decisiones y finalmente, otra de las ventajas del SIG es que el procesamiento de los datos es de manera rápida y eficiente.

La segunda fase consistió en el tratamiento de los datos meteorológicos, y la información necesaria para ello fueron los datos de las once estaciones pluviométricas con información a cada 24 horas correspondiente al periodo 1988 al 2005; nueve estaciones pertenecen a la delegación Iztapalapa, una a Coyoacán y la última a Tláhuac. El criterio que se tomó en cuenta para la selección de las dos últimas estaciones fue una distancia menor a tres kilómetros con respecto al límite de la delegación.

Lo que se obtuvo con el análisis meteorológico fueron tres productos; primeramente se estableció un comportamiento espacial de la lluvia acumulada o en 24 horas durante los eventos extraordinarios de inundación, el segundo producto fue la relación lluvia-tirante de inundación. Este análisis tuvo como finalidad establecer si la cantidad de lluvia es una variable de importancia para que se presente una inundación con determinado tirante en ciertas áreas de la delegación y el tercer producto es un análisis de la precipitación promedio y máxima en 24 horas durante mayo a octubre y su objetivo es determinar de manera general la variabilidad espacial y temporal de la lluvia.

Posteriormente se llevó a cabo el trabajo de campo, el cual tuvo dos funciones: por una parte complementar de forma explicativa la información que no se obtuvo a partir del análisis cartográfico, por lo que fue preciso entrevistar a la población afectada y, por otro lado, verificar los puntos registrados como de mayor peligro en términos del tirante máximo, de los daños ocasionados y de la densidad de inundaciones. Cabe señalar, que antes de comenzar cada una de las fases del trabajo de investigación fue indispensable reunir toda la información necesaria (Figura 3.1).

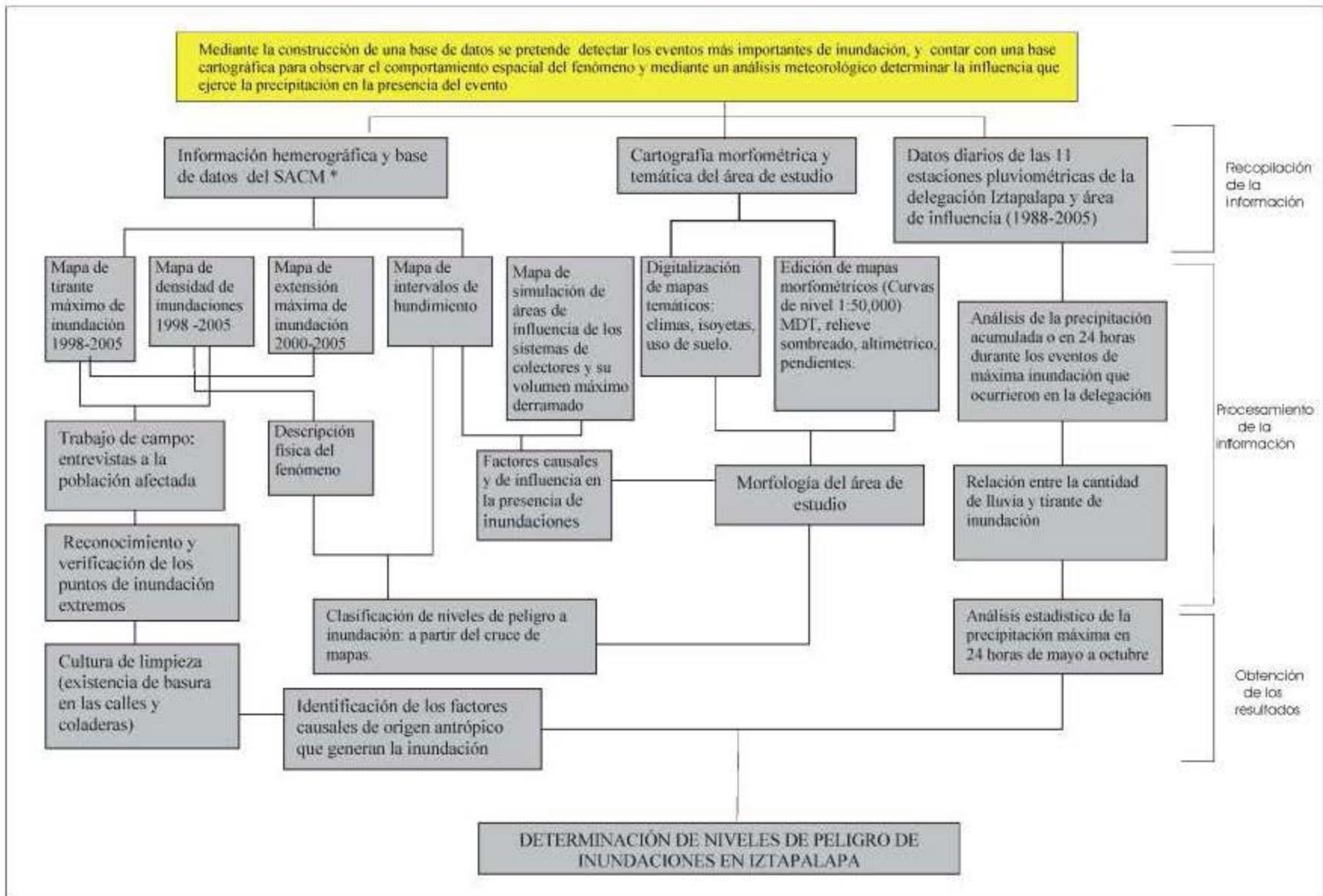


Figura 3.1 Diagrama de flujo que indica la metodología aplicada en la investigación

* Sistema de Aguas de la Ciudad de México

La última fase consistió en el tratamiento y análisis de los mapas seleccionados para el procesamiento del mapa final de peligros y se realizó mediante la técnica de sobreposición de mapas. El producto que se obtuvo fue un mapa de niveles de peligro a inundación en la delegación Iztapalapa en el cual se consideró una serie de factores tanto físicos como antrópicos, y que servirá como una herramienta con información espacio-temporal que permita a las autoridades respectivas tomar una mayor atención a las colonias que sufren cotidianamente de inundaciones y plantear soluciones posibles.

3.1 ELABORACIÓN CARTOGRÁFICA

Esta parte de la investigación tuvo como propósito hacer una recopilación de la cartografía del área de estudio con la finalidad de dar un panorama de las características físicas del área, así como del comportamiento en general de las inundaciones que se han presentado y de los factores de influencia que las ocasionan. Para esta fase de la elaboración cartográfica se seleccionó la información hemerográfica vía Internet durante el periodo disponible (1998-2005) con base en cuatro periódicos de circulación nacional (El Universal, La Jornada, Noticieros Televisa, La Crónica de Hoy) y se solicitó al Sistema de Aguas de la Ciudad de México una base de datos de las inundaciones ocurridas durante el periodo disponible (2000-2005), dicha información fue de utilidad para elaborar los mapas temáticos y para el procesamiento del mapa final. Para los mapas morfométricos se emplearon las curvas de nivel editadas por el INEGI con escala 1:50,000, su edición y tratamiento fueron con base en el Sistema de Información Geográfica Integrated Land and Water Information System -ILWIS- Versión 3.3 (ITC, 2007), el cuál permite generar información de manera ágil y eficaz.

La metodología aplicada para la elaboración cartográfica fue similar en casi todos los casos, pues las bases de datos fueron realizadas en el programa de Excel y la interpolación se llevó a cabo en el programa Surfer 8 (Golden Software, 2002), porque ofrece una mejor configuración de los datos que en el programa de Ilwis 3.3, para ello fue necesario seleccionar el modelo que mejor se ajustara con la realidad y fueron básicamente dos modelos: kriging y distancia cuadrática inversa, el primero de ellos es eficiente interpolando con suficientes datos y su objetivo es regionalizar, sin embargo, el segundo modelo no exige demasiados datos y lo que hace es crear áreas muy cerradas. Una vez creadas las curvas de nivel se exportaron al programa de ILWIS para la elaboración del MDT, el tamaño de píxel fue de 10 m debido a que la escala del mapa final es de 1:20,000.

Posteriormente se estableció la clasificación de los intervalos para cada uno de los mapas que serán señalados en sus respectivos apartados. El resultado de la interpolación de cada mapa se clasificó en cinco intervalos, con excepción del mapa de densidad de inundaciones, que se clasificó en tres intervalos bajo, medio y alto. El criterio que se tomó en cuenta para determinar los intervalos de cada mapa, fue observar el comportamiento de la agrupación de los datos del histograma de cada mapa.

3.1.1 CARTOGRAFÍA MORFOMÉTRICA

Lugo (1991 a), menciona que la finalidad de los mapas morfométricos es que facilitan elaborar mapas específicos para obtener un panorama más amplio del relieve terrestre, considerando esto último se procedió a realizar los dos siguientes mapas:

Mapa altimétrico ó hipsométrico. El objetivo del mapa es simplificar los valores de un mapa topográfico, resaltando las alturas mínimas y máximas del terreno, además de mostrar las diferencias del relieve. Se realizó a partir de la digitalización de las curvas de nivel del INEGI con escala 1:50,000, se generó un modelo digital del terreno y a partir de este último se establecieron seis intervalos a cada 100 metros: 2230-2300, 2301-2400, 2401-2500, 2501-2600, 2601-2700 y 2701-2800. Su finalidad es reconocer las zonas planas y las zonas más altas, siendo las primeras susceptibles a la presencia de inundaciones.

Mapa de pendientes. El mapa muestra la relación entre las formas del relieve y la inclinación de este último. Se generó a partir del modelo digital del terreno y se hizo mediante la relación de la distancia entre las curvas de nivel, se establecieron dos intervalos: $0-2^{\circ}$ se consideró como área con posibilidad de inundarse y $> 2^{\circ}$ con nulas posibilidades de inundarse. La importancia del mapa altimétrico y de pendientes consiste en que generalmente ante una precipitación dada en las partes altas y con una pendiente marcada, se presentan escurrimientos que se dirigen hacia las partes bajas del terreno originando inundaciones, cabe mencionar, que también está sujeto a la litología, la cobertura vegetal, al uso de suelo, entre otros. Este mapa se consideró para determinar de manera general las áreas que son propensas a inundarse y las que no lo son, sobre el mapa final.

3.1.2 CARTOGRAFÍA TEMÁTICA

3.1.2.1 MAPA DE INVENTARIO DE INUNDACIONES DURANTE EL PERIODO 1998-2005.

La recopilación hemerográfica fue determinante para realizar el mapa de inventario de inundaciones. Se buscaron noticias vía internet sobre encharcamientos e inundaciones registradas en la delegación Iztapalapa. En el periódico de La Jornada se obtuvo información desde la fecha de 1998, sin embargo, en El Universal fue a partir del año 2000. Cabe mencionar, que el periódico que proporcionó mayor información sobre las inundaciones ocurridas en la delegación Iztapalapa fue El Universal. Una vez recopiladas todas las noticias, se procedió a reorganizar la información, de tal manera que se obtuvieron datos sobre fecha de inundación, colonia donde se presentó (Tabla 3.2), calles afectadas (no en todos los casos), causas que hayan generado la inundación, daños ocasionados, tirante de inundación y finalmente la fuente de donde se obtuvo (Ver Tabla A.1, en el anexo A).

A su vez, la información antes recopilada se complementó con la base de datos de encharcamientos del Sistema de Aguas de la Ciudad de México, dicha base de datos contiene el registro del periodo disponible 2000-2005. Los datos con los que cuenta son: la fecha del encharcamiento, su ubicación puntual (colonia y calle), el tirante de inundación y su extensión (largo y ancho) y finalmente la causa aparente que lo generó.

Tabla 3.2 Resumen de las colonias que registraron el mayor número de inundaciones, durante el periodo 1998-2005

COLONIAS AFECTADAS EN IZTAPALAPA DE ACUERDO CON LA INFORMACIÓN HEMEROGRÁFICA			
1. Álvaro Obregón	2. El Santuario	3. Paraje Zacatepec	4. Solidaridad
5. Barrio Tula	6. El Sifón	7. Piraña	8. El Vergel
9. Cabeza de Juárez	10. Sentimientos a la Nación	11. Pueblo de Santa Marha Acatitla	12. Triángulo de las Agujas
13. Cerro de la Estrella	14. Escuadrón 201	15. San José Buenavista	16. U. Ejército de Oriente zona ISSSTE
17. Constitución de 1917	18. Exlienzo Charro	19. San Lorenzo Tezonco	20. U. Ejército de Oriente zona Peñón
21. Ejército Constitucionalista	22. Granjas Esmeralda	23. Santa Cruz Meyehualco	24. U.H. Mirasoles
25. Ejido de Santa María Aztahuacán	26. Juan Escutia	27. Santa Isabel Industrial	28. U.H. La Colmena
29. El Manto	30. Lomas Estrella	31. Santa Martha Acatitla Sur	32. Vicente Guerrero
33. El Molino	34. Minerva	35. Santa María Aztahuacán	36. Vicente Villada
37. El Paraíso	38. Palmitas	39. Sor Juana Inés de la Cruz	

A partir de las dos bases de datos antes mencionadas, se procedió a seleccionar y complementar una base de datos general, pues se descartaron aquellas noticias que se hayan repetido o que no coincidían los datos hemerográficos con la del SACM, posteriormente se procedió a localizar cada uno de los puntos en un mapa de traza urbana a escala 1:25,000, que posteriormente fue geo-referenciado en un SIG y a cada punto se le dieron atributos con la información antes mencionada (fecha, fuente, ubicación, causa, daños, tirante de inundación en algunos casos). El total de eventos que se pudieron registrar en el mapa de inventario, de acuerdo con la información recopilada fueron 406 inundaciones en Iztapalapa a lo largo de ocho años (1998-2005). El objetivo de este mapa es identificar el comportamiento espacio-temporal de la presencia de las inundaciones, sin embargo, no se pretende que forme parte del análisis final, porque los datos de este mapa fueron procesados y sintetizados en el mapa de densidad de inundaciones.

3.1.2.2 MAPA DE PROMEDIO DEL TIRANTE DE INUNDACIÓN

Este mapa se elaboró con la finalidad de observar espacialmente como se comporta normalmente la profundidad de la acumulación del agua ante una inundación a lo largo de ocho años (1998-2005).

Para su elaboración se ocuparon ambas bases de datos la hemerográfica y la del Sistema de Aguas de la Ciudad de México, aunque la información hemerográfica solamente en algunos casos contaba con información del peralte de inundación, se realizó un mapa de puntos con sus respectivas coordenadas UTM y sobre éste se creó una malla a cada 400 m, en este caso se promediaron las alturas de los puntos de cada cuadrante para así obtener la media. Se establecieron cuatro intervalos de alturas promedio: 0-0.10, >0.10-0.30, >0.30-0.50 y >0.50 a 0.80 m.

Se suman las alturas de los puntos de cada cuadrante y se promedian entre el número de puntos del mismo cuadrante.

Por ejemplo:
 $0.10+0.10+0.20+0.35 / 4 = 0.18$

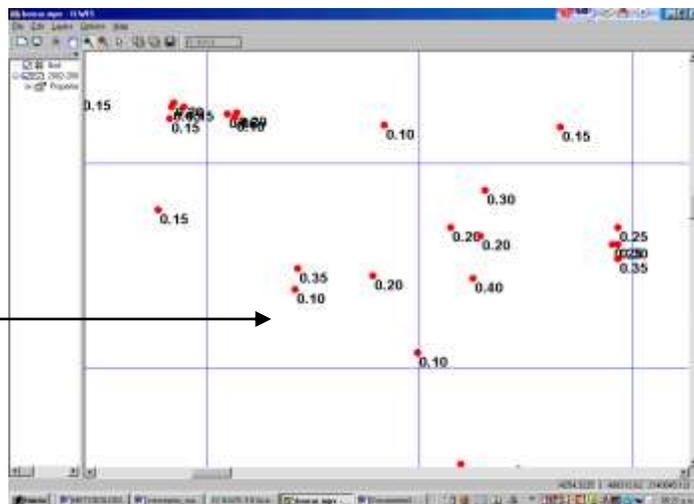


Figura 3.2 Ejemplo de la obtención del promedio de la altura de la inundación, en una cuadrícula UTM.

Este mapa no se consideró como parte del análisis para elaborar el mapa final, porque al promediar los valores, no reflejó la realidad de la magnitud del peligro, pues en toda la base de datos obtenida no existen valores mayores a 0.80 m de altura, aún cuando han ocurrido hasta de 1.20 m y han causado graves estragos en la población, lo que implicaría minimizar al fenómeno.

3.1.2.3 MAPA DE ÁREA DE INFLUENCIA DE LOS SISTEMAS DE COLECTORES Y LA SIMULACIÓN DE SU VOLUMEN MÁXIMO DERRAMADO.

El principal dren de la delegación Iztapalapa es el río Churubusco, pues en él se descargan la mayoría de los principales sistemas de colectores y el resto es desalojado a través del canal Nacional y de Chalco. De acuerdo con el plan de acciones hidráulicas de la Delegación Iztapalapa (DGCOH/ sf 2), existe una cobertura del 91% del servicio de drenaje. En la siguiente Tabla 3.3, se resume el sistema hidráulico del que se conforma la delegación.

Tabla 3.3 Características generales del sistema hidráulico de la delegación Iztapalapa

INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA	CARACTERÍSTICAS GENERALES	CANTIDAD
Red secundaria de drenaje	Conductos de diámetros < 61 cm	1799.3 km
Red primaria (colectores)	Conductos con diámetros que varían de 61 – 315 cm	308.5 km
Plantas de bombeo	Su capacidad varía de 4 – 40 m ³ /s	8 plantas
Lagunas de regulación	Máxima capacidad de 480 000 m ³	5 lagunas
Lumbreras	Con profundidad máxima de 14.85 m	12
Cauces entubados		8 km
Canales	Chalco con 5 km de longitud	8.45 km
	Nacional con 3 km de longitud	

Fuente: DGCOH/ sf 2.

La zona sur-oriente de la ciudad cuenta con 17 sistemas de colectores (DGCOH/ sf 1), de los cuales 10 corresponden a la delegación Iztapalapa: Teotengo I, Indeco, Las Torres, área de aportación a la planta de bombeo 6 ½, planta de bombeo canal de Garay - Canal de Chalco, Año de Juárez, Kennedy, planta de bombeo Escuadrón 201, Iztapalapa I e Iztapalapa II.

Los resultados de las simulaciones de la eficiencia actual de los sistemas de colectores fueron elaborados por la DGCOH, en colaboración con el Instituto de Ingeniería, y en esta investigación se retomaron los resultados obtenidos (Tabla 3.4). Para identificar las zonas atendidas por cada sistema de colector principal, se realizó el mapa de áreas de influencia de los principales sistemas de colectores y se incluyó el volumen máximo derramado. A partir de un mapa base de la localización de la infraestructura de drenaje

de la delegación, se identificaron los principales sistemas de colectores y sus subcolectores y tomando en cuenta la información de las colonias que atienden, se procedió a delimitar el área de influencia de cada sistema, una vez realizado esto se digitizó en el SIG y se determinó el nivel de peligro de acuerdo al volumen máximo alcanzado en un derrame.

Tabla 3.4 Volumen máximo derramado según los resultados de las simulaciones efectuadas (DGCOH, s/f 1).

NOMBRE DEL SISTEMA DE COLECTOR	VOLUMEN MAX. DERRAMADO m ³
TEOTENGO	5,157
INDECO	56,746
LAS TORRES	56,746
ÁREA DE APORTACIÓN A LA PLANTA DE BOMBEO KM 6 1/2	15,510
PLANTA DE BOMBEO CANAL DE GARAY- CANAL DE CHALCO	19,311
AÑO DE JUÁREZ	49,864
KENNEDY	14,174
PLANTA DE BOMBEO ESCUADRÓN 201	270
IZTAPALAPA I	48,197
IZTAPALAPA II	43,791

El objetivo del mapa es determinar de manera espacial, el área que atiende cada sistema de colector para identificar cuáles áreas son las más propensas a inundarse debido a la falta de eficiencia o capacidad del drenaje y que se explica con la variable del volumen máximo derramado. Los intervalos de peligro que se establecieron fueron los siguientes: 0-5,000 m³ muy bajo, >5000-15,000 m³ bajo, >15,000-30,000 m³ medio, >30 000-50,000 m³ alto, y mayor a este último de peligro muy alto.

Esta variable aunque se consideró como un factor de importancia en la ocurrencia de inundaciones, no se eligió como parte del procesamiento del mapa final, ya que refleja en gran medida la explicación de las causas de las inundaciones, tal como se propuso en la hipótesis de dicha investigación; e incluirlo en el procesamiento involucraría que se pudiera confundir como un elemento que explica de mejor manera la vulnerabilidad del área y no el nivel de peligro.

3.1.3 BASE CARTOGRÁFICA DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

3.1.3.1 MAPA DE DENSIDAD DE INUNDACIONES

El mapa de densidad, refleja las zonas de mayor concentración de inundaciones, se elaboró a partir de la base de datos del mapa de inventarios (1998-2005) con un total de 406 datos. En Excel, se creó una tabla

con las coordenadas UTM de cada inundación y que posteriormente fue importada en el SIG para elaborarse el mapa de puntos. A partir de éste último se creó una malla o cuadrícula a cada 400 m, dicha distancia fue considerada de acuerdo con la cantidad de puntos que se podían contabilizar en un área de 160,000 m² (400 m x 400 m) (Figura 3.3), el modelo aplicado para la interpolación fue el de distancia cuadrática inversa y finalmente se creó una clasificación. Se obtuvieron tres intervalos de peligro: 0-3 bajo peligro, >3-6 medio peligro y >6-51 de alto peligro, la razón por la cual solamente se asignaron tres niveles de peligro se debió a que según los datos que arrojó el histograma, existía una marcada diferencia en los valores de los pixeles, los cuales se encontraban mayoritariamente concentrados en el intervalo de 1-14 inundaciones; además de que la configuración obtenida a partir de estos intervalos si alcanzaban a demostrar el comportamiento de la distribución cuantitativa de las inundaciones.

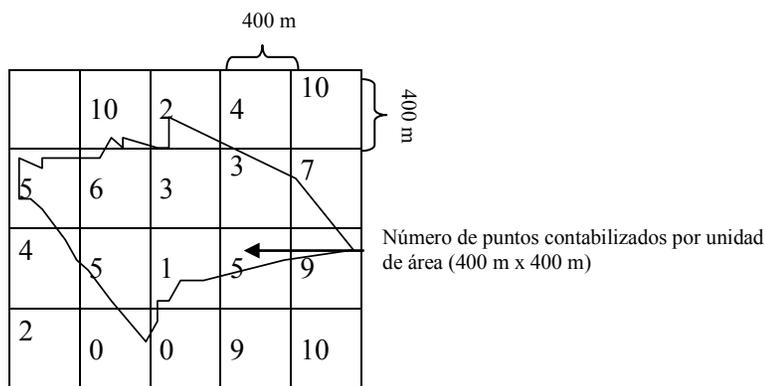


Figura 3.3. Ejemplo de cómo se contabilizaron los puntos de inundación

3.1.3.2 MAPA DE TIRANTE MÁXIMO DE INUNDACIÓN OCURRIDO EN EL PERIODO 1998-2005

Este mapa tiene el objetivo de mostrar espacialmente dónde han ocurrido las máximas profundidades por la acumulación del agua, y con la finalidad de que sea parte del análisis cartográfico para obtener el mapa de niveles de peligro por inundación. Lo necesario para su elaboración fue la base de datos recopilada; se seleccionaron 219 datos, de los cuales 200 corresponden al Sistema de Aguas de la Ciudad de México y el resto a la consulta hemerográfica, éste último fue de importancia, ya que fueron los datos que aportaron la información de mayor profundidad de acumulación del agua, que oscilaban de 0.50 m hasta de 1.50 m, sin embargo, se tuvo que hacer un ajuste a algunos parámetros hemerográficos, pues se le restaron 0.20 m a cada dato debido a que generalmente la información periodística suele exagerar la información.

Se agruparon cada una de las inundaciones ocurridas por colonia, sin tomar en cuenta el año en que ocurrieron, se verificaron cada una de las calles afectadas y se buscó el mayor tirante ocurrido en cada una

de las calles donde han ocurrido inundaciones. El modelo que mejor se ajustó fue el de Kriging. Al final se crearon cinco intervalos de peligro: 0.15 m-0.20 m se consideró como peligro muy bajo, >0.20 m-0.30 m peligro bajo, >0.30 m-0.50 m peligro medio, >0.50 m-0.80 m se consideró de peligro alto y mayor a éste último hasta 1.20 m se consideró de peligro muy alto.

Al crear los intervalos, se retomaron parte de los criterios establecidos por el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER, 2007), en éste recomiendan tres niveles de intensidad o magnitud por la profundidad de la acumulación del agua en inundaciones estáticas (sin movimiento del flujo de agua): alto >1.0 m, medio 0.50 a 1.0 m, bajo 0.25-0.50 m, en la cual la alta intensidad se manifiesta por la pérdida de vidas humanas y a la economía, en la intensidad media los daños anteriores son menores pero no despreciables y en la intensidad baja los daños son básicamente en la infraestructura. Por otro lado, también se menciona que en España se estableció otra clasificación, en la cual un tirante mayor a 0.80 m es una inundación de alta intensidad y menor a éste corresponde a una baja intensidad (INETER, 2007). Debido a que en el área de estudio de esta investigación se pretende precisar con mayor detalle el nivel del peligro, a esta variable se le asignaron cinco niveles, conforme a los daños que se pueden ocasionar y lo que se hizo fue intercalar los valores entre las escalas sugeridas.

3.1.3.3 MAPA DE EXTENSIÓN MÁXIMA DE LAS INUNDACIONES OCURRIDAS EN EL PERIODO 2000-2005.

La extensión de la inundación indica la superficie que está expuesta al peligro y está en función de la topografía del área, de tal manera, que una zona que presenta una topografía extensamente plana es más susceptible a desarrollar una inundación de gran extensión.

El objetivo del mapa es determinar las zonas de mayor extensión de inundación, este mapa es de importancia por formar parte de los que serán ponderados para obtener el mapa final. El método es similar al anterior; de toda la base de datos se agruparon cada una de las colonias y se determinaron los niveles máximos de extensión por calles (largo X ancho); sin embargo, dado que los datos requeridos no se encontraron en la información hemerográfica, solamente se consideró la base de datos del Sistema de Aguas de la Ciudad de México; los datos se interpolaron bajo el modelo de Kriging y se obtuvieron cinco intervalos de peligro: 0-300 m² se consideró como peligro muy bajo, >300-800 m² peligro bajo, >800-1,300 m² peligro medio, >1,300-2,000 m² se consideró de peligro alto y mayor a éste último hasta 16,000 m² se consideró de peligro muy alto.

Cabe mencionar que el hecho de que no se hayan considerado el mismo número de datos en los tres mapas antes mencionados se debió a que en el primero de ellos era necesario introducir toda la base de datos para obtener la distribución de la densidad de inundaciones, sin embargo, en el caso de la máxima altura y extensión, ésta última carecía de información en la fuente periodística por lo que se redujo el número de datos.

3.1.3.4 MAPA DE INTERVALOS DE HUNDIMIENTO O SUBSIDENCIA

El hundimiento de la ciudad de México es un fenómeno debido a la extracción del agua del subsuelo, las primeras evidencias se mostraron en el primer cuadro de la ciudad con un promedio de hasta 30 cm por año; con el tiempo fue disminuyendo la extracción de agua en esta zona, sin embargo, aumentó principalmente en la delegación Iztapalapa causando hundimientos en algunas calles (Estado de México, 2007).

Al igual que los hundimientos, el agrietamiento es generado por actividades humanas tales como la extracción del agua combinado con otras condiciones: la litología, la topografía, uso de suelo, geología, entre otros. En 1970, se observó que el agrietamiento se presentaba en zonas de piedemonte, como los bordes de la Sierra de Guadalupe, Sierra de Santa Catarina, cerros del Peñón de los Baños y Peñón del Marqués, así como en el borde meridional del lago de Xochimilco (Lugo, 1991 b).

Aunque el objetivo de esta investigación no es adentrarse en una minuciosa descripción de las grietas formadas al oriente de la delegación Iztapalapa, es necesario entender que los hundimientos tienen una estrecha relación con las inundaciones y que el fenómeno de agrietamiento es en mucho de los casos una forma de expresión del proceso de hundimiento, es por ello que se realizó este mapa para identificar la magnitud del hundimiento, ya que es un factor de importancia en la presencia de inundaciones por los daños a la infraestructura.

ESTRATIGRAFÍA DEL SUBSUELO

La secuencia estratigráfica de la ciudad de México se formó durante el cuaternario Superior y se ha podido dividir hasta una profundidad de 200 m, de acuerdo a su clasificación se compone de tres unidades (Mooser, 1975).

- Serie Lacustre Superior: son depósitos de arcillas blandas con una profundidad de 0-30 m.

- Serie Lacustre Inferior: son depósitos de arcilla consolidada localizada a una profundidad de 35-45 metros.
- Depósitos profundos: Es una capa dura que consta de arenas y gravas fluvio-aluviales y se localiza a una profundidad de 45 m y más.

Cabe mencionar que dentro de estas tres secuencias existe la evidencia de cenizas negras y pómez, que indican la presencia de eventos volcánicos, del Nevado de Toluca, el Popocatépetl, el volcán Santa Catarina y el cerro de la Palma, localizado en la Sierra de las Cruces (Mooser, 1975).

Este mapa es de importancia porque se piensa que aquellas áreas que han sufrido de un mayor asentamiento del terreno son las que presentan la mayor magnitud del peligro en cuanto a inundaciones de mayor profundidad de la lámina del agua; y aunque los hundimientos son causados por factores antrópicos, las características físicas del área son las que determinan este proceso, de tal manera que se consideró esta variable como un agente detonante del peligro.

Para la elaboración del mapa fue necesario solicitar al Sistema de Aguas de la Ciudad de México, los bancos de nivel del Distrito Federal perteneciente al periodo (1985-2005). Primeramente se seleccionaron los datos correspondientes a la delegación Iztapalapa, y se determinó la diferencia en metros entre los periodos de 1985 y el 2005, se creó una base de datos, la cual fue importada al programa de Surfer 8 (Golden Software, 2002), para posteriormente crear la configuración de las curvas de nivel, el modelo que se aplicó fue el de Kriging, y se obtuvieron cinco niveles de peligro en unidades métricas: 0-1 m peligro muy bajo, >1 m-2 m peligro bajo, >2 m-3 m se consideró de peligro medio, >3 m-5 m es de peligro alto y mayor a éste, hasta 9 m, es de peligro muy alto. El resultado que se obtuvo fue un mapa de iso-hundimientos, en el cual muestra la cantidad de profundidad que ha descendido el terreno correspondiente al área de estudio.

El siguiente subcapítulo correspondiente al análisis meteorológico, tiene como primer objetivo determinar las condiciones meteorológicas bajo las cuales se presentan las inundaciones, y como segundo objetivo establecer si es viable la integración de esta variable dentro del procesamiento cartográfico.

Posteriormente, el subcapítulo denominado verificación de los resultados en campo tiene dos finalidades, por una parte verificar si los resultados obtenidos en gabinete son confiables y por otra lado, integrar los datos que no fue posible hacerlo en las fases anteriores de la investigación.

3.2 ANALISIS METEOROLOGICO

En México existen tres tipos de regímenes pluviométricos: de invierno, intermedio y de verano; el primero de ellos se presenta en la mitad fría del año, el segundo se distribuye a lo largo de todo el año y el último se presenta en la mitad caliente del año, de mayo a octubre (Vidal, 1994). Dentro de éste último régimen los fenómenos atmosféricos que mayor inciden son los ciclones tropicales y monzones.

Tanto la circulación atmosférica como los factores locales tienen influencia en la variación espacial y temporal de la lluvia, asimismo, su magnitud depende del grado de inestabilidad atmosférica, de la humedad y de la variabilidad de la lluvia entre un día a otro, además de las condiciones topográficas, la dirección del viento, la latitud, entre otros (Vidal, 1994).

3.2.1 PRECIPITACIÓN PROMEDIO Y MÁXIMA EN 24 HORAS

Para observar la variación de la lluvia se realizaron dos análisis correspondientes a los meses de mayo a octubre: la precipitación máxima y la promedio, la finalidad por la cual se realizaron estos estudios, se debió a que se requiere hacer una comparación entre el comportamiento de la precipitación “normal” y la “extraordinaria” durante cada mes, para determinar primeramente si es una variable de importancia en la presencia de inundaciones y si lo es, seleccionar cuál de los dos parámetros es útil en el procesamiento del mapa final.

La razón por la que únicamente se procesaron y analizaron los meses de mayo a octubre es porque de acuerdo con la base de datos que se obtuvo de la información hemerográfica y de la ya existente por el Sistema de Aguas de la Ciudad de México, las inundaciones se presentan durante los meses ya antes mencionados y, además, porque esos meses son ya considerados como de mayor precipitación. La precipitación máxima en 24 horas indica la máxima registrada en un día, en determinado lugar a lo largo de un lapso establecido (Vidal, 1994), en este caso el estudio corresponde a un periodo de 17 años.

Para la realización de ambos análisis fue necesario obtener los datos de la precipitación total en 24 horas, dicha información fue proporcionada por el Sistema de Aguas de la Ciudad de México, la cual incluía datos de todas las estaciones pluviométricas del Distrito Federal durante el periodo comprendido de 1988 al 2005 (Figura 3.4 y Tabla 3.5).

Para la precipitación promedio mensual se realizaron seis mapas correspondientes a los meses de mayo a octubre y una gráfica de la misma base de datos; para su elaboración se tuvo que procesar la información original, de tal manera que se obtuvo la precipitación acumulada de cada mes por estación pluviométrica y a estos datos se les calculó su promedio, los datos se interpolaron con el modelo de Kriging.

Con respecto, al mapa de precipitación máxima en 24 horas se obtuvo una tabla y una figura que tuvieron como propósito entender de manera general el comportamiento de los eventos máximos de precipitación, que son ocasionales pero que suelen ser los agentes detonadores de la ocurrencia de algunas inundaciones, además se elaboró un análisis del comportamiento de la precipitación en 24 horas y la acumulada durante los eventos de inundación de mayor magnitud.

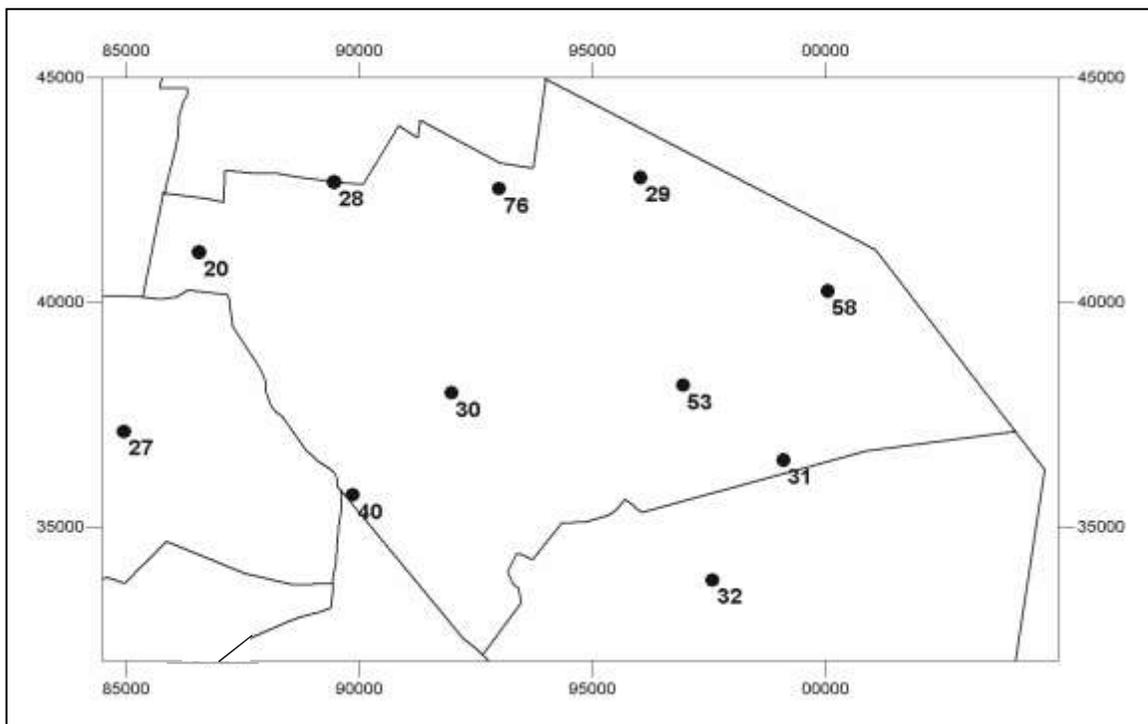


Figura 3.4 Localización de las 11 estaciones pluviométricas seleccionadas del área de estudio

Tabla 3.5 Estaciones utilizadas para el análisis hidrológico-meteorológico

Clave de la estación	Nombre de la Estación	Delegación
20	Municipio Libre	IZTAPALAPA
27	Xotepingo	COYOACAN
28	Aculco	IZTAPALAPA
29	Ejército de Oriente	IZTAPALAPA
30	Planta Cerro de la Estrella	IZTAPALAPA
31	Sub. Santa Catarina	IZTAPALAPA
32	Planta Santa Catarina	TLÁHUAC
40	Gavm Sur	IZTAPALAPA
53	Santa Cruz Meyehualco	IZTAPALAPA
58	Cárcel de Mujeres	IZTAPALAPA
76	El Moral	IZTAPALAPA

3.2.2 RELACIÓN PRECIPITACIÓN – TIRANTE DE INUNDACIÓN

El objetivo de este análisis es encontrar si existe algún posible patrón de comportamiento entre la cantidad de lluvia y el tirante de inundación, con el fin de observar si la magnitud de los eventos más sobresalientes o máximos están condicionados por la cantidad de lluvia.

Para ello fue necesario primeramente seleccionar los eventos de inundación más sobresalientes de la base de datos recopilada, de los cuales, se eligieron 50 eventos (Ver Tablas A.2 y A.3, en el anexo A), que destacan por los efectos que ocasionaron o por su tirante de inundación; posteriormente se consideró la lluvia acumulada correspondiente a la fecha de inundación, cabe mencionar que se contempló una precipitación cuantiosa en 24 horas para tomarla en cuenta como acumulada. Sin embargo, se presentó un problema al tratar de generar esta información, ya que la base de datos pluviométrica es deficiente porque no cuenta con registros de precipitación en la mitad de los casos seleccionados.

Al final, se analizaron 29 eventos, trece corresponden a la base de datos hemerográfica y el resto al Sistema de Aguas de la Ciudad de México (Tabla 3.6). Para lo anterior se tomaron en cuenta las estaciones pluviométricas más cercanas al punto de inundación, y como los eventos seleccionados en su mayoría corresponden a la zona oriente y norponiente, solamente se trabajó con la precipitación de cinco estaciones: al oriente Ejército de Oriente, Cárcel de Mujeres y el Moral, y al norponiente Municipio Libre y Xotepingo, el producto resultante fueron dos gráficas que ayudan a visualizar el comportamiento de la relación entre el tirante de inundación y la cantidad de lluvia.

Tabla 3.6 Resumen de colonias registradas con eventos máximos de inundación, correspondiente con la base de datos del SACM*.

CALLES	COLONIA
Guelatao esquina con Transportistas	Álvaro Obregón
Río Churubusco entre Calzada de la Viga y Oriente 160	Unidad Modelo
Balvanera esquina con la Calzada Ignacio Zaragoza Zacani esquina con Álamos	San Lorenzo Xicoténcatl
Av. Telecomunicaciones esquina con Calzada Ignacio Zaragoza	U.H.Guelato de Juárez
Av. Ermita Iztapalapa esquina con Calzada Ignacio Zaragoza	Pueblo de Santiago Acahualtepec
Río Churubusco esquina con Calzada Ermita Iztapalapa	Sinatel
Eje 5 Sur esquina con Canal de Churubusco	Central de Abastos
Solón Arguello entre Luis García y Emilio Madero	Santa Martha Acatitla Sur

*Sistema de Aguas de la Ciudad de México

Nota: Solamente se muestran ocho eventos, porque son los más representativos y además porque la mayoría de estos eventos se repiten pero en distintos periodos.

3.3 VERIFICACIÓN EN CAMPO

Para el desarrollo de esta fase de investigación fue necesario el trabajo de campo, el cual sirvió para la integración de datos y para la confirmación de los datos ya analizados. Esta fase fue importante porque a través de las entrevistas aplicadas a la población afectada aportó una perspectiva más general y vasta del comportamiento del fenómeno, las causas que en algunos casos no fue posible determinar en gabinete y además de visualizar un panorama de las relaciones socio-culturales que surgen en el momento del evento; de la manera en que conviven, sobrellevan y se protegen de este peligro.

Los sitios de las entrevistas se geo-referenciaron con un GPS (Sistema de Geoposicionamiento Global), una cámara fotográfica, selección de los puntos de inundación a verificar y el formato de campo que se aplicó a la población afectada (Ver cuestionario A.1, en el anexo A).

Los criterios que se tomaron en cuenta para la selección de los puntos para verificar y levantar datos fueron de dos tipos; por una parte se consideraron los puntos de mayor tirante de inundación, con base en los datos proporcionados por el Sistema de Aguas de la Ciudad de México, aquellos eventos que se distinguieron por una inundación mayor o igual a 0.30 m de altura y que su volumen fuera mayor o igual a 400 m³. Esta medida se eligió debido a que una inundación con una profundidad equivalente a 0.30 m es capaz de ocasionar daños dentro de la vivienda, al paso peatonal y a la circulación vial (Ver Tabla A.4, en el anexo A). Además, también se consideraron algunos eventos de la base de datos hemerográfica, sin embargo, en este caso no se cuenta con información del volumen inundado, por lo que se tomó en cuenta

un tirante igual o mayor a 0.50 m o por el contrario que la magnitud del agua acumulada haya generado daños de consideración (Ver Tabla A.5, en el anexo A), en este caso se eligió este tirante porque podría suceder que en las fuentes periódicas aumenten la magnitud del fenómeno. Por otro lado, también se consideró el resultado del mapa de densidad de inundaciones, ya que muestra a simple vista en qué lugares se concentra el mayor número de inundaciones.

Al final de cada fase del trabajo se describen los resultados obtenidos y en el apartado correspondiente a la discusión, se hace un análisis y comentario acerca de los resultados obtenidos y de los factores que se involucran en la presencia de inundaciones.

3.4 RECLASIFICACIÓN Y SOBREPOSICIÓN DE MAPAS

Siendo esta la última fase de la investigación, se seleccionó la cartografía para el procesamiento del mapa final y se clasificaron en sus respectivos niveles de peligro. Se procedió a crear una tabla base de reclasificación, en la cual se muestra cada una de las capas o variables agrupadas en sus respectivas clases de peligro y en cada una de las clases se le asignó un peso factorial acumulativo, de tal manera que los pesos asignados variaban entre 0.0 como mínimo y 1.0 como máximo; cabe mencionar, que dado que se consideró que las cuatro variables (profundidad máxima de la lámina del agua, extensión máxima de la inundación, densidad de inundaciones, intervalos de hundimiento y grados de pendiente), son del mismo nivel de significancia, se les dio un coeficiente de peligro = 1 en todos los casos, de tal manera, que al sumarlos todos el mayor nivel de peligro será de cinco (Tabla 3.7).

Tabla 3.7 Reclasificación de los mapas

VARIABLE	INTERVALOS-CLASIFICACIÓN		PESO FACTORIAL	COEFICIENTE DE PELIGRO
Profundidad de la lámina del agua m	0.15-0.20	Muy bajo	0.10	1
	>0.15-0.30	Bajo	0.25	
	>0.30-0.50	Medio	0.50	
	>0.50-0.80	Alto	0.75	
	>0.80-1.20	Muy Alto	1.00	
Extensión máxima de la inundación m ²	0-300	Muy bajo	0.10	1
	>300-800	Bajo	0.25	
	>800-1,300	Medio	0.50	
	>1,300-2,000	Alto	0.75	

	>2,000-16,000	Muy Alto	1.00	
Densidad de inundaciones	0-3	Bajo	0.25	1
	>3-6	Medio	0.50	
	>6-51	Alto	1.0	
Intervalos de hundimiento m	0-1	Muy bajo	0.10	1
	>1-2	Bajo	0.25	
	>2-3	Medio	0.50	
	>3-5	Alto	0.75	
	>5-9	Muy Alto	1.00	
Mapa de niveles de peligro por el grado de pendiente	0-2°	Con posibilidad de inundarse	1.0	1
	>2-64°	Con nula posibilidad de inundarse	0.0	
Suma total				5

A partir de la tabla anterior, se aplicaron funciones cálculo usando operadores *booleanos condicionales*, un ejemplo de la sintaxis aplicada fue:

$profundidad1 = iff(PROFUNDIDAD_FINAL = ">0.80-1.20", 1.00, ?)$
 $profundidad2 = iff(PROFUNDIDAD_FINAL = ">0.50-0.80", 0.75, profundidad1)$

Lo anterior significa que el nuevo mapa denominado *profundidad2* se obtendrá al cumplir la condición, de que si el mapa "PROFUNDIDAD_FINAL" presenta valores mayores a >0.50-0.80 sea igual a 0.75, de lo contrario, que le devuelva el valor de *profundidad1* (1.00).

Una vez obtenida la reclasificación en los cinco mapas se procedió a efectuar la sobreposición de los mapas mediante operadores matemáticos (suma). Sin embargo, en una primera etapa se sumaron solamente tres mapas, a los cuales se les consideró como las variables que ayudaron a describir el comportamiento del fenómeno (profundidad máxima de la lámina del agua, extensión máxima de la inundación, densidad de inundaciones). Al mapa resultante se le denominó "factores descriptivos". Por otro lado, se realizó la sumatoria de la variable resultante (niveles de hundimiento), al resultado de este mapa se le llamó "factor disparador de la magnitud del peligro", ya que como su nombre lo indica, sugiere que su presencia acentúa la gravedad del nivel del peligro, además de que se considera como un agente causal (Figura 3.5).

Al producto resultante de la suma de ambos factores expuestos, se le sumó el mapa de pendientes, el cual tiene la función de anular aquellas áreas con una pendiente mayor a 2°, resultando con ello el mapa de niveles de peligro a inundaciones.

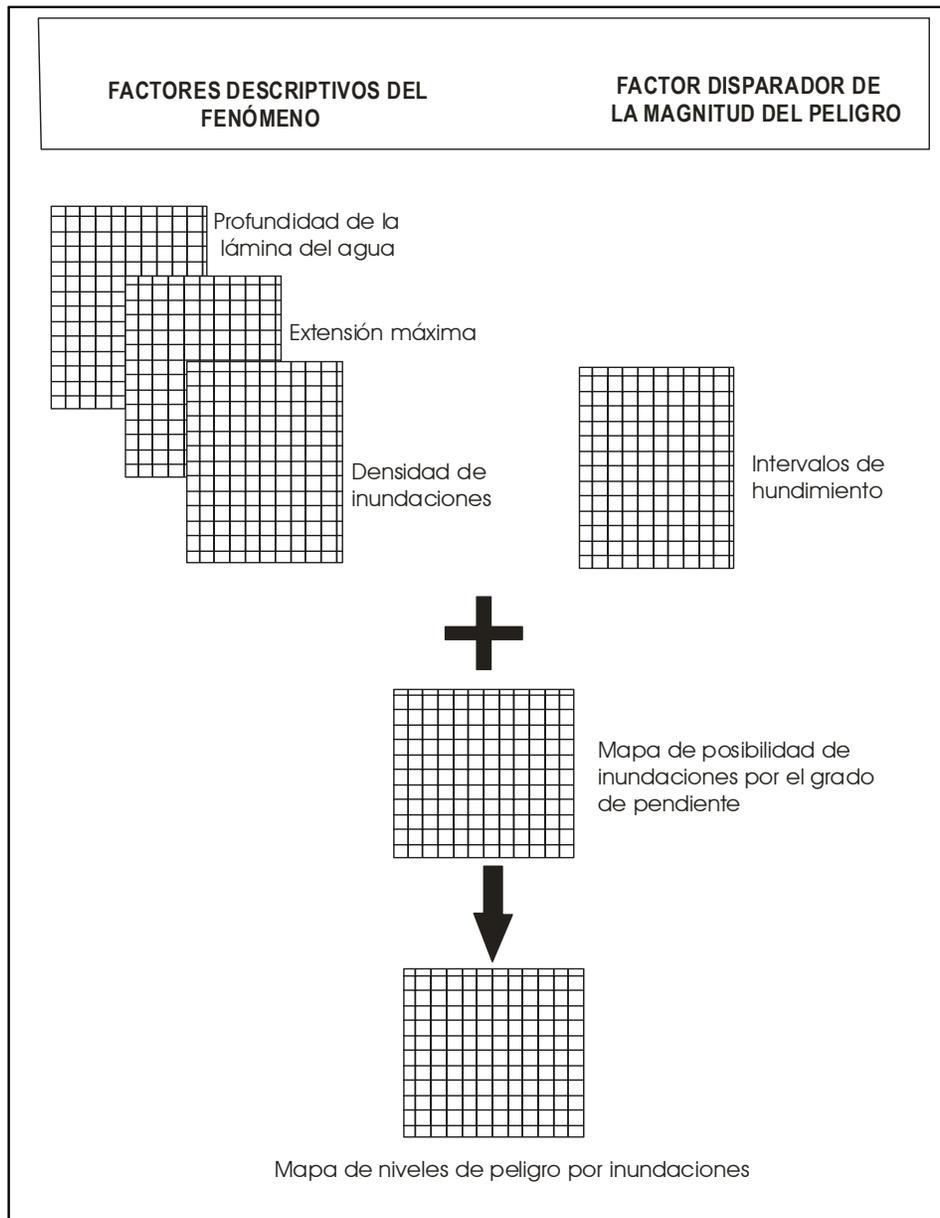


Figura 3.5 En este diagrama se muestra el procedimiento aplicado posterior a los operadores *booleanos* para obtener el mapa final.

CAPITULO 4.- RESULTADOS DEL ANALISIS CARTOGRAFICO, METEOROLÓGICO Y DE CAMPO

Este capítulo es el más extenso ya que muestra los resultados y el análisis que se obtuvo en cada una de las fases del trabajo de investigación; desde la elaboración cartográfica, el análisis meteorológico, la integración del trabajo de campo y el procesamiento cartográfico para obtener el producto final, además de las consideraciones finales de los resultados.

Primeramente se presenta la cartografía morfométrica y temática que no fue integrada en el procesamiento del mapa final; pero que si ayudó a establecer un panorama general del comportamiento espacial del fenómeno, así como de las características de los sistemas de colectores que drenan a la delegación Iztapalapa, variable que de acuerdo con la hipótesis planteada es considerada como parte fundamental en la presencia de las inundaciones. Posteriormente se incluye otra parte cartográfica, que da como resultado el *mapa descriptor*, el cual se basa en la suma de tres variables que permiten conocer las características físicas de las inundaciones que se presentan en el área de estudio.

En el subcapítulo denominado “resultado de las condiciones meteorológicas” se determina el comportamiento de la precipitación ante condiciones normales y máximas, durante los meses de mayor precipitación, asimismo durante los eventos de cada inundación extrema.

Se integran los resultados obtenidos del trabajo de campo que corroboran las fases anteriores de investigación y finalmente se presenta el procesamiento cartográfico que da como resultado el mapa de niveles de peligro de inundación en Iztapalapa.

4.1 ANÁLISIS DE MAPAS MORFOMÉTRICOS Y TEMÁTICOS

En el mapa altimétrico (Figura 4.1), se observa que las alturas correspondientes a los colores fríos indican el área de menor altitud, y por el contrario los colores cálidos reflejan las de mayor altitud. El mapa de niveles de peligro por el grado de pendiente (Figura 4.2) forma parte del procesamiento cartográfico para obtener el mapa final con el objetivo principal de anular aquellas áreas que no sean sujetas a problemas de inundación, de tal manera que solamente se crearon dos intervalos; siendo el de 0-2⁰ con posibilidades de inundarse, esto último depende de otros factores que serán señalados posteriormente. Ambos mapas hacen hincapié en la morfometría del área en estudio.

MAPA ALTIMÉTRICO O HIPSOMÉTRICO

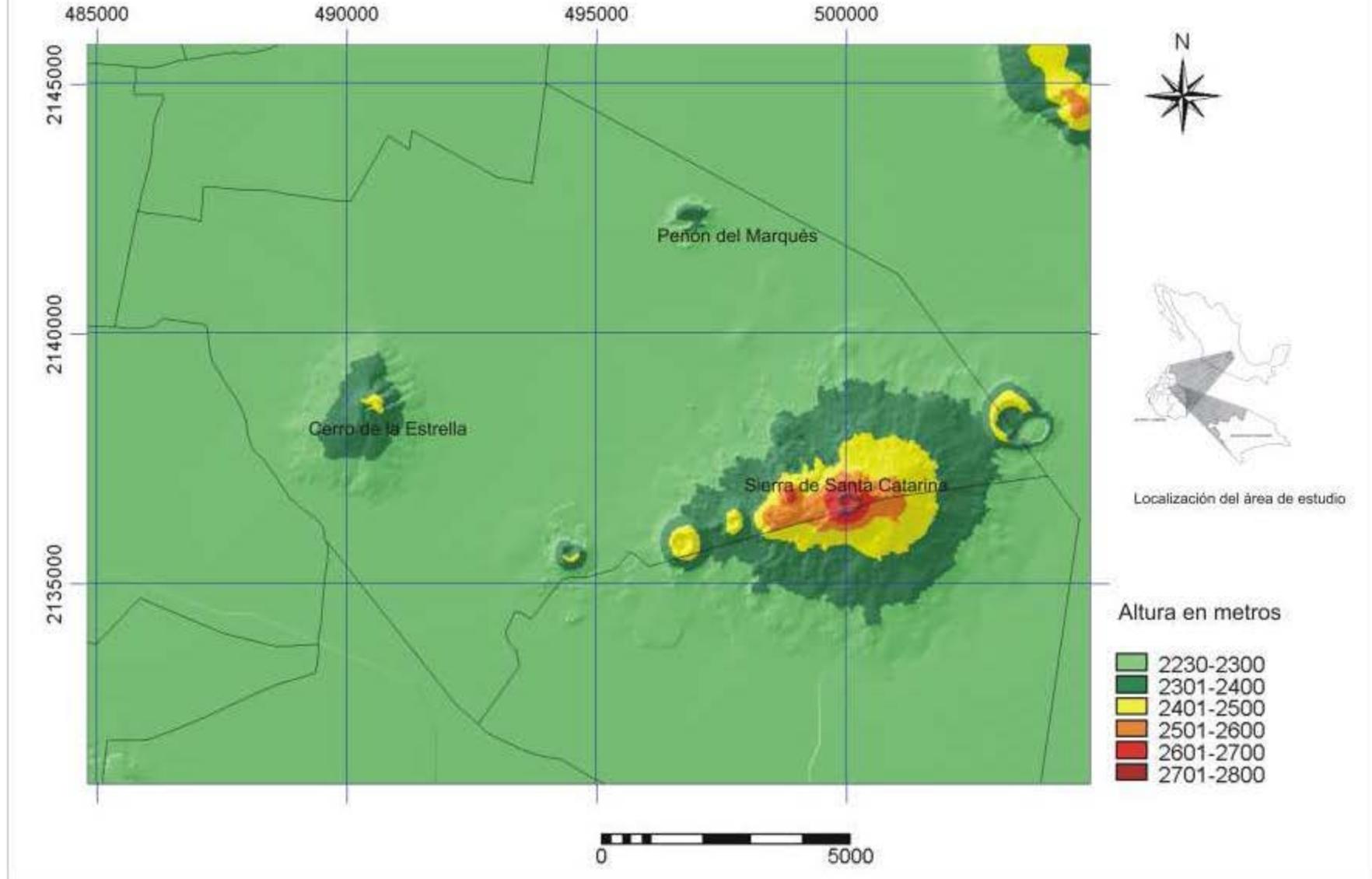


Figura 4.1. Mapa altimétrico o hipsométrico de Iztapalapa

MAPA DE NIVELES DE PELIGRO POR GRADO DE PENDIENTE

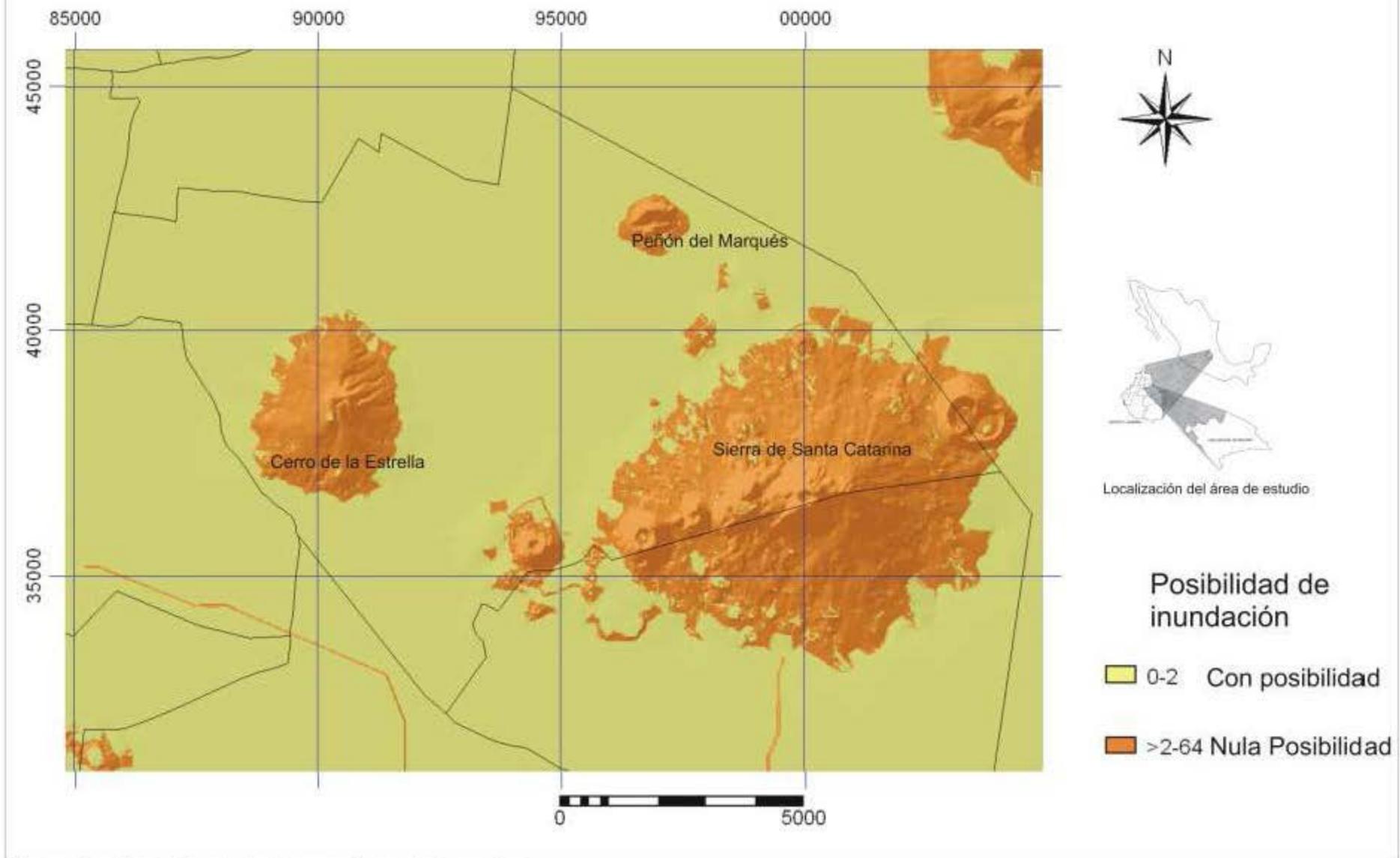


Figura 4.2. Mapa de grados de pendiente de Iztapalapa

Los tres siguientes mapas son temáticos y fueron elaborados a partir de la base de datos recopilada, dicha metodología fue expuesta en el capítulo anterior, de manera más detallada.

MAPA DE INVENTARIO DE INUNDACIONES CORRESPONDIENTE AL PERIODO 1998-2005

Este mapa (Figura 4.5) tiene como finalidad representar de manera exhaustiva la distribución geográfica de un fenómeno determinado, en este caso, los puntos en el mapa reflejan sitios que han sido afectados por inundaciones a lo largo de ocho años (1998-2005), y en donde posiblemente se puedan volver a presentar, pues aunque en algunas ocasiones solamente se han registrado casos aislados, no indica que en un futuro no puedan volver a ocurrir ante condiciones propicias.

Con respecto a las Figuras 4.3 y 4.4, éstas indican el comportamiento de las inundaciones en el tiempo, durante el periodo disponible 2000-2005, la diferencia en ambas gráficas radica, en que la primera de ellas, incluye el número total de eventos registrados, desde leves encharcamientos hasta inundaciones severas, y la segunda solamente indica el comportamiento de las inundaciones (aquellas mayores a 0.30 m de altura de lámina de agua).

Cabe mencionar, que en las Figuras 4.3, 4.4 y en la Tabla 4.1 no se incluyen los eventos de los años 1998 y 1999, debido a que éstos solamente se obtuvieron en la información hemerográfica por lo que no podía ser comparable con el resto de los años, sin embargo, sí se incluyeron en el mapa (Figura 4.5), con el fin de obtener un panorama de su distribución espacial.

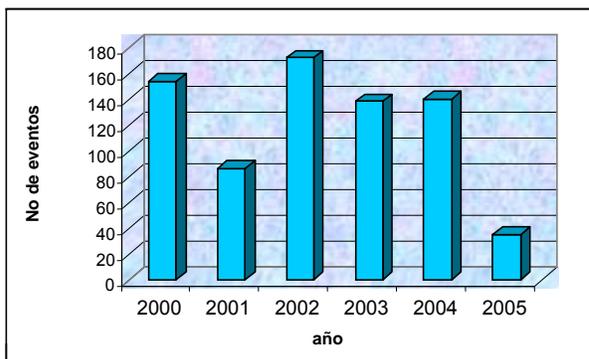


Figura 4.3 Número total de eventos cartografiados de encharcamientos e inundaciones en el área de estudio

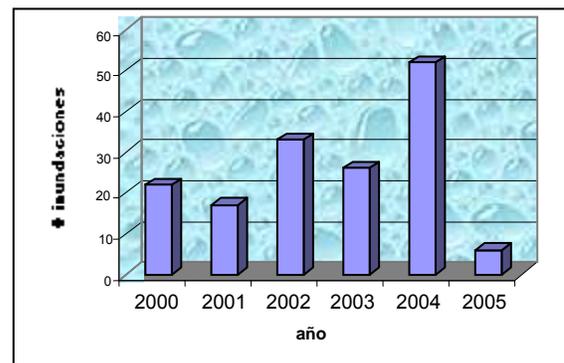


Figura 4.4 Total de inundaciones (mayor o igual a 0.30 m) registradas en el área de estudio

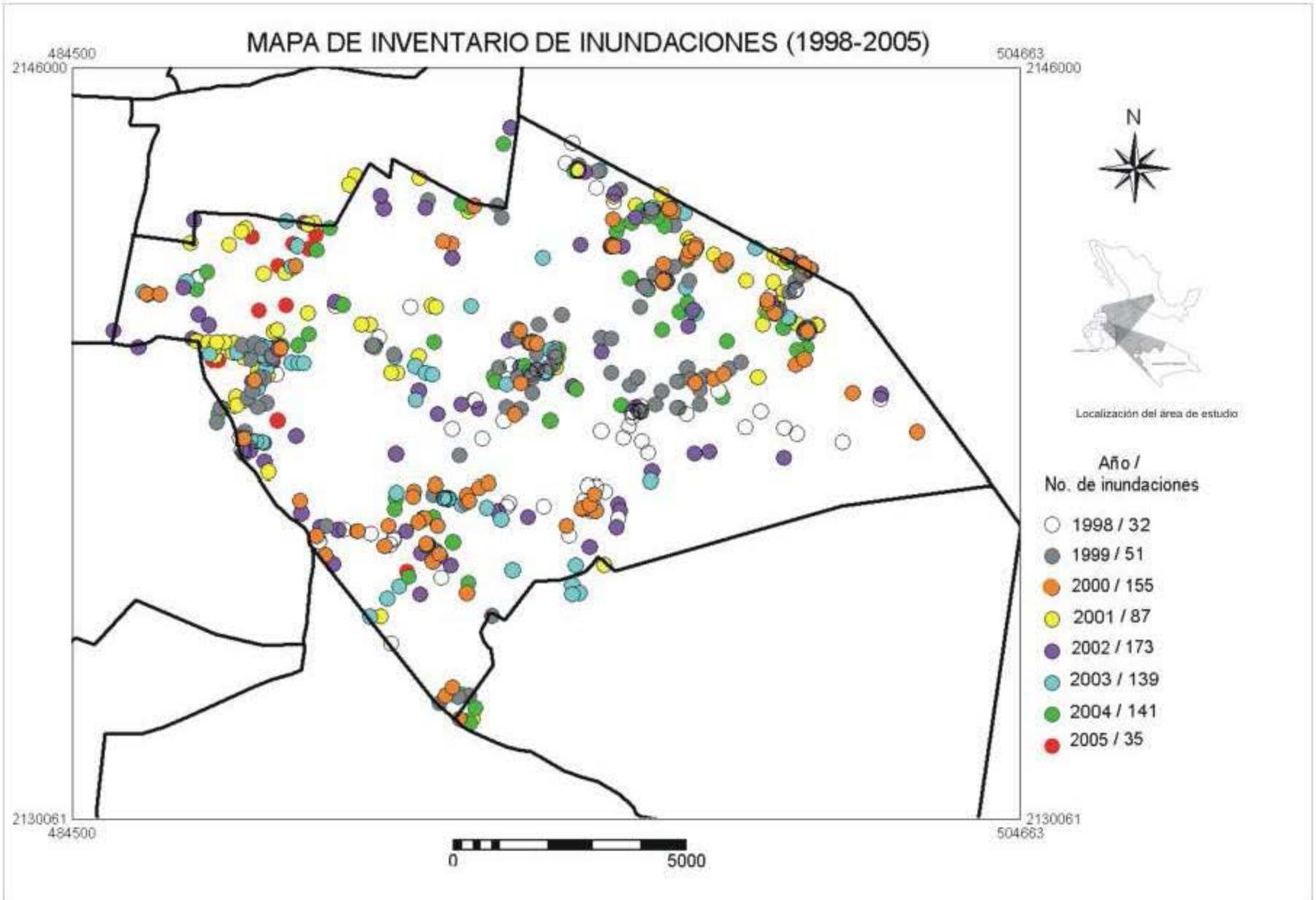


Figura 4.5. Mapa de inventario de las inundaciones ocurridas durante el periodo 1998-2005

En el mapa de inventarios se observa que durante cada año (1998-2005), las inundaciones están distribuidas espacialmente de manera heterogénea; los años en que se observa un comportamiento característico son: en 1998 en la porción central, aledañas a la Sierra de Santa Catarina; en el 2002 y 2003, aunque el número de eventos es similar, durante el 2003 se concentraron principalmente al poniente y sur de la delegación. Por su parte, el 2005, es el año en que se registra el menor número de inundaciones, con respecto al resto, con solo 35 y se concentró en el extremo poniente.

En la Tabla 4.1, la variable del volumen máximo inundado muestra a grandes rasgos un aumento paulatino en cada año, excepto en el 2004, y aunque estas cifras no corresponden a un sitio en particular, si se puede afirmar que durante el 2000 al 2004 las inundaciones registradas alcanzaron un volumen entre 750 y 2,000 m³ y en el 2005 ocurrió una inundación que fue de hasta 8,000 m³; de los sitios que presentaron los volúmenes mencionados, cinco ocurrieron al oriente de la delegación particularmente en las colonias de Popular Ermita Zaragoza, Unidad Solidaridad, Santa Martha Acatitla Sur, Unidad Solidaridad y San Lorenzo Xicotécatl, donde en su mayoría mostraron una extensión de 100 X 40 m y lo que varió fue su tirante de inundación, oscilando desde 0.25 m hasta 0.50 m, sin embargo, el dato de 8,000 m³ de volumen marcó esa magnitud porque su extensión fue el doble que los anteriores (200 X 80 m) y su tirante de inundación fue de 0.50 m, y se presentó en la colonia Popular Ermita Zaragoza sobre la Av. Texcoco; todas las colonias mencionadas anteriormente coinciden con los sitios de mayor peligro de inundaciones.

Tabla 4.1 Datos generales de las inundaciones ocurridas durante el periodo 2000-2005

Año	No. de eventos	Profundidad 0.30-1.50	Profundidad >0.50	Volumen Maximo que han alcanzado las inundaciones
2000	155	22	7	750
2001	87	17	1	1200
2002	173	33	11	1600
2003	139	26	7	2000
2004	141	52	17	1200
2005	35	6	4	8000

Concluyendo, en el 2002 se registró el mayor número de eventos incluyendo encharcamientos e inundaciones y precisamente concuerda con el año en el que se registró la mayor cantidad de lluvia máxima de 111.50 mm al poniente de la delegación Iztapalapa. De igual manera, es en el 2004 cuando se registra el mayor número de inundaciones (≥ 0.30 m), sin embargo, en este año no se refleja que las inundaciones hayan tenido una estrecha relación con la cantidad de lluvia máxima registrada, de tan sólo 48 mm. Por otro lado, el volumen aunque está en función de ambas variables

(tirante de inundación y extensión), en un área con una topografía extensamente plana, es más propensa a sufrir de volúmenes de inundación considerables.

MAPA DE PROMEDIO DEL TIRANTE DE INUNDACIÓN.

Los resultados que arroja este mapa (Figura 4.6) indican que el área en donde se han registrado las mayores alturas promedio de la lámina del agua se encuentra en la colonia Santa María Aztahuacán, con un nivel máximo de 0.55 m, que de igual manera coincide, con el mapa de máximo tirante de inundación, expuesto en las páginas posteriores. De acuerdo con el mapa de densidad de inundaciones, al norte de la delegación no es muy frecuente la presencia del fenómeno y se observa que tanto la media como la máxima coinciden relativamente entre intervalos que oscilan entre 0.10 a 0.20 m. Con relación a esta área, cabe mencionar, que existen pocos casos en los que se observa ese comportamiento, pues por obvios motivos, existe en ambos mapas una marcada diferencia de las dos medidas.

Algunos ejemplos que se pueden mencionar para demostrar la divergencia de la información que arrojan ambos mapas (promedio del tirante de inundación y profundidad máxima de la lámina del agua), con respecto a la magnitud del fenómeno, son algunos sitios al nor-orienté de la delegación que comprenden: Ejército de Oriente, el Paraíso, Álvaro Obregón, U.H. Peñón Viejo, Santa Martha Acatitla Sur y parte de Ejército de Oriente zona Peñón, en los cuales se muestra que en promedio se encuentra entre los intervalos de 0.11 hasta 0.40 m, cuando en la realidad existen eventos que han rebasado el metro de altura, tal como se indica en el mapa de máxima profundidad del tirante en donde se muestra en la misma área, inundaciones desde 0.81 m hasta 1.20 m de altura. De igual manera al sur de la delegación, particularmente en la colonia Desarrollo Urbano Quetzalcóatl y áreas circundantes, el nivel promedio de inundación es de 0.10 m a 0.40 m de altura y de acuerdo con el nivel máximo de espesor de la lámina del agua, ésta oscila entre 0.81 m a 1.20 m; otro caso similar a los anteriores es al poniente de la delegación, correspondiente a las colonias San Antonio Culhuacán y Minerva que en promedio registra inundaciones entre 0.41 a 0.50 m y la máxima registrada indica que el nivel del agua se eleva hasta 0.80 m.

PROMEDIO DEL TIRANTE DE INUNDACIÓN EN IZTAPALAPA

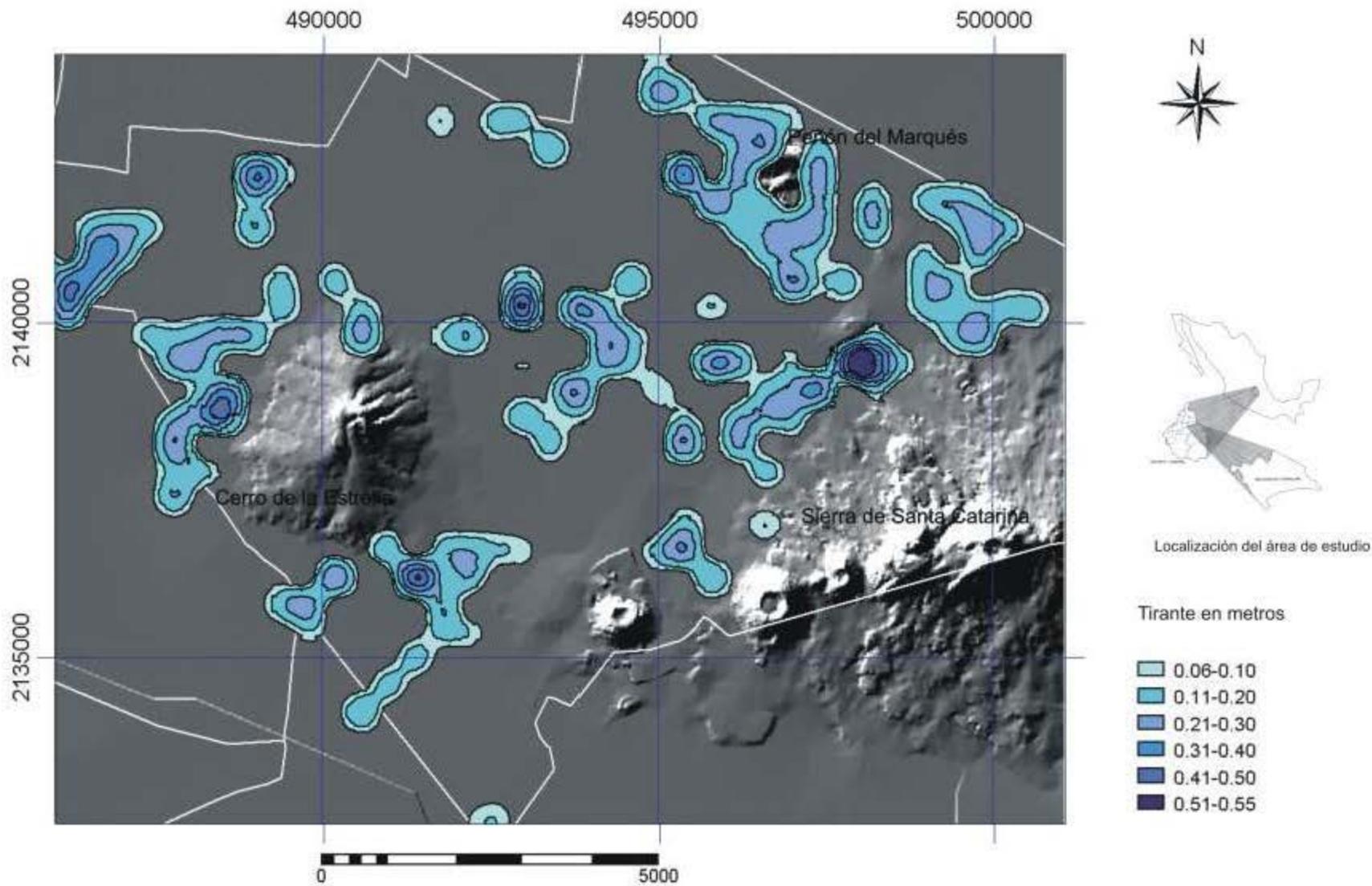


Figura 4.6. Mapa del promedio del tirante de la inundación correspondiente al periodo 1998-2005.

Debido a que el objetivo de la tesis es identificar el nivel del peligro, el mapa de promedio del tirante de inundación no fue tomado en cuenta, porque no muestra el comportamiento real de la magnitud del fenómeno al que puede llegar alcanzar, pues al hacer las comparaciones anteriores entre este mapa y el de máximo tirante de inundación se observa que el primero de ellos minimiza en gran medida el nivel del peligro, sin embargo, esto no indica que este mapa no sea de utilidad, ya que el promedio de espesor de la inundación permite a simple vista identificar el comportamiento “frecuente” del fenómeno.

MAPA DE ÁREA DE INFLUENCIA DE LOS SISTEMAS DE COLECTORES Y SU VOLUMEN MÁXIMO DERRAMADO

Retomando los resultados que arrojaron las simulaciones para condiciones actuales de los principales sistemas de colectores de la Ciudad de México, en el cual se señala que de 17 sistemas que se encuentran ubicados en el sur-oriente de la ciudad, son seis de ellos los que presentan derrames, entre los que destacan Z.U. INDECO, Iztapalapa II, Año de Juárez y las Torres (DGCOH, s/f 1), éstos pertenecientes a la delegación Iztapalapa.

A continuación se muestran los diagramas de la conformación de cada uno de los sistemas de colectores y posteriormente el mapa de áreas de influencia de los principales colectores y su nivel de peligro con respecto a la simulación de su volumen máximo derramado (Figura 4.16).

Sistema de colector Teotengo I

Este sistema (Figura 4.7) se encarga de desalojar un total de cinco colectores, a su vez, en uno de ellos (Teotengo II) se descargan cuatro colectores con diámetros menores a un metro, dirigidos hacia el conducto de Teotengo de 0.61 m de diámetro. Retomando el modelo de simulación, el volumen máximo derramado es de 5,157.0 m³, por lo que se consideró de nivel de peligro bajo, puesto que es mucho menor el derrame, relativamente con respecto al resto de los colectores. Las colonias que drena este sistema se localizan en el extremo sur-oriente: Sección Yautlica, San Miguel Teotengo, Emiliano Zapata y Ampliación, Ampliación Los Reyes, U.H. Diasa, sección Lomas, sección Merced y Popular Ermita Zaragoza. La posible eficiencia de este sistema se refleja en el bajo nivel de peligro de inundaciones, ya que estas colonias se localizan en las cercanías de las laderas de la Sierra de Santa Catarina, siendo susceptibles a los altos niveles de escurrimiento.

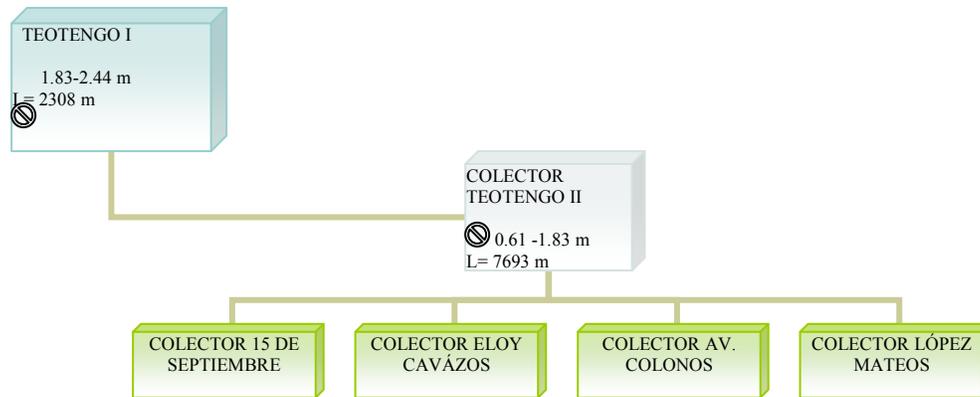


Figura 4.7 Sistema de colector Teotengo I

Sistema de colector Zona Urbana INDECO

El colector INDECO (Figura 4.8), tiene un sentido de escurrimiento de oriente a poniente, recibe la aportación de tres colectores, su funcionamiento es apoyado de dos obras. Este sistema se encarga de drenar las colonias localizadas al norte y oriente de la delegación: Z.U. Ejidal Santa Martha Acatitla Norte, U.H. Ejército de Oriente zona Peñón e ISSSTE, Álvaro Obregón, U.H. Cabeza de Juárez, C.H. Biatlón y Ejército de Agua Prieta. En esta figura se observa que los colectores Santa Martha-Ejército y Batallón Ligerero de Toluca, descargan bajo un diámetro mayor a 1 m y el colector Yucatán lo hace con 0.76 m, el colector INDECO recibe dicho caudal a través de un conducto cuyo diámetro es de 0.91 m, lo que posiblemente justificaría su ineficiencia, sin embargo, considerando que existe una laguna de regulación que se encarga de regular la cantidad de agua y evitar los excesos que pasan por el conducto, se supone que su eficiencia debería de ser relativamente buena. El área que se encarga de desalojar es de aproximadamente 600 ha.

La mayoría de las colonias que se encarga de drenar son de un nivel de peligro medio a alto con respecto a las inundaciones, excepto la U.H. Ejército de Oriente zona ISSSTE y zona Peñón, que son de peligro muy alto, este último se debe a los hundimientos diferenciales en las partes bajas del Peñon Viejo, aunque por otro lado, también existe falta de capacidad del drenaje, y esto se refleja porque en la mayoría de las áreas de nivel de peligro alto, brotan aguas negras de las alcantarillas.



Figura 4.8 Sistema de colector Zona Urbana INDECO.

Sistema de colector Iztapalapa I

Se encarga de atravesar toda la cabecera delegacional y de desalojar el agua de esa área, por medio de tres colectores, cuyo diámetro de los conductos es menor a un metro (Figura 4.9), este colector descarga directamente en el río Churubusco, a través de un diámetro de 1.52 m. El área de influencia de este sistema es de 544.6 ha aproximadamente y la simulación del volumen máximo derramado se considera que es de nivel de peligro alto, siendo de 48,197.0 m³. Retomando el mapa de área de influencia de cada sistema de colector, se observa que es relativamente reducida el área que se encarga de drenar y aunque las inundaciones que se presentan en esta área en comparación con otros sitios no son considerables; se puede afirmar que los escurrimientos provenientes de la ladera norte del cerro de la Estrella, son posiblemente los que vuelven ineficiente a este sistema, pues su diámetro con que recibe el resto de sus colectores es de 0.91 m.

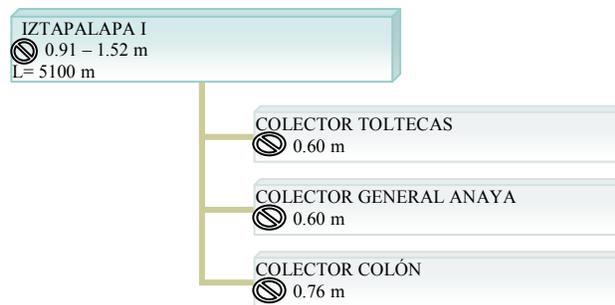


Figura 4.9 Sistema de colector Iztapalapa I

Sistema de colector Año de Juárez

Este sistema (Figura 4.10), se encarga de drenar la zona poniente de la delegación, correspondiente a las colonias: Santa María Tomatlán, Arneses, Valle del Sur, Los Reyes Culhuacán, Minerva, Progreso del Sur y Granjas San Antonio, solamente recibe el desalojo de tres colectores, en el que solamente uno descarga en un conducto mayor a un metro de diámetro. Retomando al Plan Maestro de Drenaje (s/f 1) los resultados obtenidos de las simulaciones para las condiciones actuales del drenaje muestran que de los 14 sistemas de colectores que descargan al río Churubusco, dos de ellos muestran derrames de consideración, siendo el sistema Año de Juárez uno de los más críticos con $49,864.0 \text{ m}^3$, por lo que se clasificó como de peligro alto en un área de 1,500 ha aproximadamente. Es un sistema que se encarga de desalojar las aguas residuales, además de las originadas de los escurrimientos provenientes del Cerro de la Estrella; por esto se determinó que el área más afectada en el área de influencia del sistema de colector es al poniente de dicha elevación.

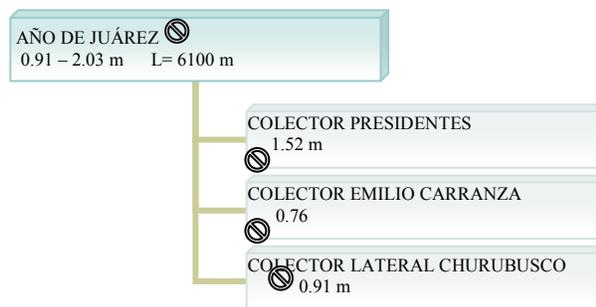


Figura 4.10 Sistema de colector Año de Juárez

Sistema de colector Las Torres

Se encarga de drenar una porción del oriente (Santa Martha Acatitla y el Edén) y norte del área de estudio, recibiendo la descarga directa de cinco colectores (Figura 4.11), el cual uno de estos actúa como “subsistema” porque recibe el aporte de otros cinco colectores que drenan el sur-oriente de la delegación: Santa María Aztahuacán y ejidal Santa María Aztahuacán, Vicente Guerrero, Reforma Política, Palmitas y Buenavista, siendo este “subsistema” de importancia ya que recibe una considerable porción de los escurrimientos provenientes de las partes altas de la sierra de Santa Catarina. Aunque en total son once colectores que descargan a éste, cabe mencionar que nueve de ellos interceptan al sistema principal con un diámetro mayor a un metro y el colector Las Torres las recibe con un conducto cuyo diámetro es de 1.52 m, además de mencionar que este sistema no cuenta con obras de apoyo para su funcionamiento, lo que lo convierte posiblemente en ineficiente,

causando según el modelo de la eficiencia actual un volumen máximo derramado de 56,746.0 m³, cabe mencionar que el área de influencia de este colector es de aproximadamente 1,700 ha, y dentro de ésta se encuentran dos áreas de importancia porque ocurren inundaciones de alto peligro, donde además la falta de infraestructura hidráulica se refleja en la salida de aguas negras de las alcantarillas.

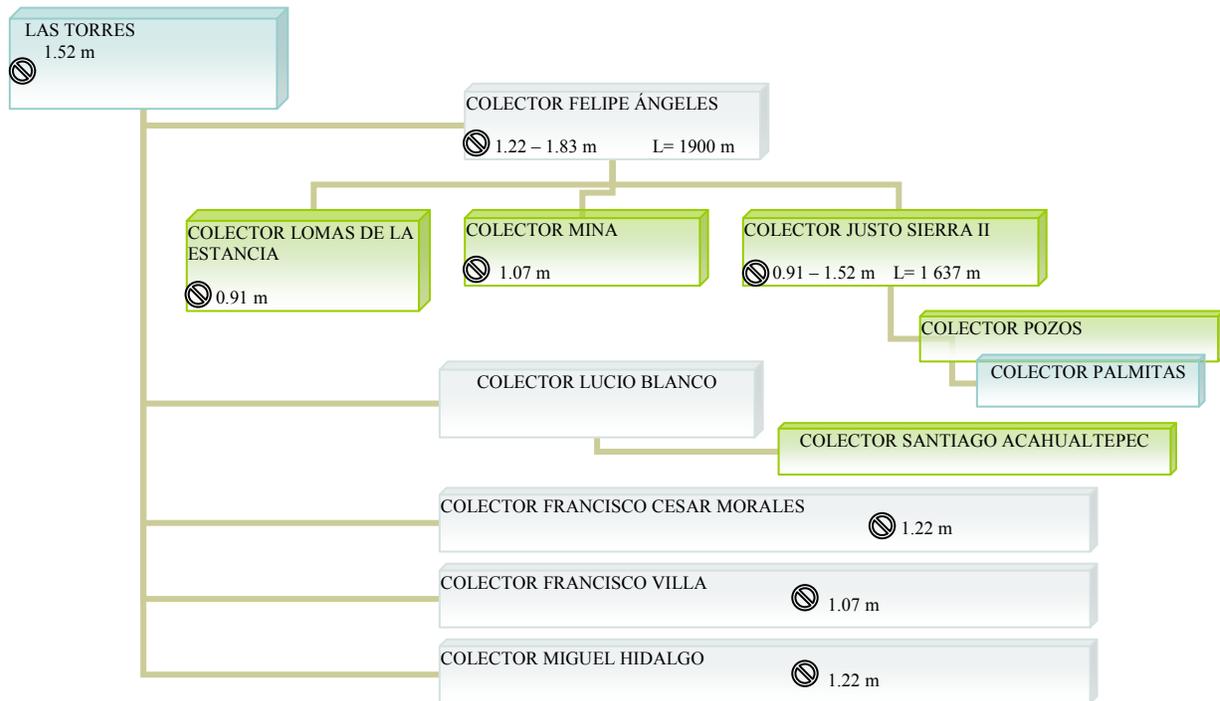


Figura 4.11 Sistema de colector Las Torres

Sistema de colector Canal de Garay-Canal de Chalco

El sistema Canal de Garay-Canal de Chalco (Figura 4.12) drena el extremo sur de la delegación, con un sentido de escurrimiento de sur a norte, entre algunas de las colonias que se encuentran dentro de su área de influencia son Triángulo de las Agujas I y II, José López Portillo, el Molino Tezonco, San Lorenzo Tezonco, U.H. Mirasoles y José López Portillo. Descargan seis colectores directamente en el y dos de éstos funcionan como subsistemas, ya que reciben el aporte de cuatro colectores más en el denominado el Molino y un colector más en el Alivio Cerro de la Estrella. Del total de colectores siete descargan a través de un conducto cuyo diámetro es mayor a un metro y el resto es de 0.61 m, sin embargo, el conducto del principal colector es de 2.13 m, lo que posiblemente ante intensas lluvias es incapaz de desalojar toda el agua de los colectores provenientes de una pequeña parte del cerro de la Estrella y por otra de un extremo de la sierra de

Santa Catarina, generando de acuerdo con el modelo de simulación de derrames un volumen de 19,311.0 m³. Las inundaciones que se registran en este sitio son de peligro alto sobre algunos puntos de la Av. Canal de Garay y el resto del área corresponde a niveles de peligro medio y bajo.

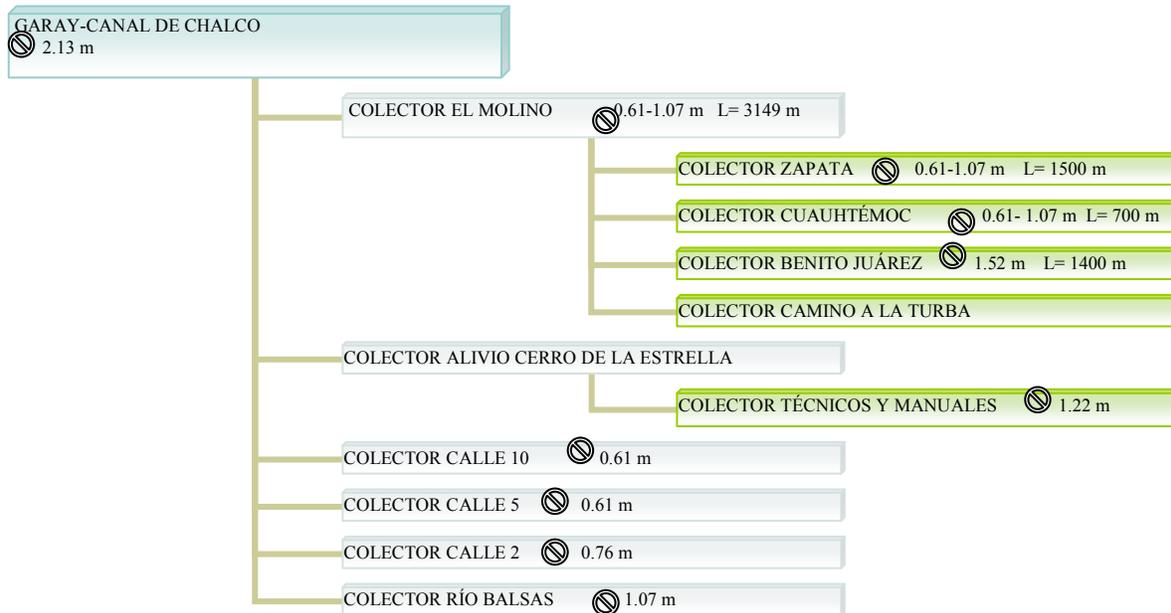


Figura 4.12 Sistema de colector Canal de Garay-Canal de Chalco

Sistema de colector Planta de Bombeo km 6.5

Este sistema de colectores (Figura 4.13), se encarga de drenar la zona norte de la delegación, correspondiente a las colonias: Juan Escutia y parte oriente de Voceadores, internándose en la delegación Iztacalco, su volumen máximo derramado es de 15,510.0 m³ y se determinó que el área de influencia de este sistema dentro de la delegación es de 307.7 ha aproximadamente. Su bajo nivel de derrame se atribuye a que sólo recibe el aporte de cuatro colectores y que su área de labor es muy pequeña. Finalmente se estableció que este sistema es de nivel de peligro medio con respecto a su volumen máximo de derrame, y se refleja, particularmente, en la colonia Juan Escutia determinada de peligro medio con respecto a las inundaciones originadas por las condiciones de la infraestructura hidráulica.

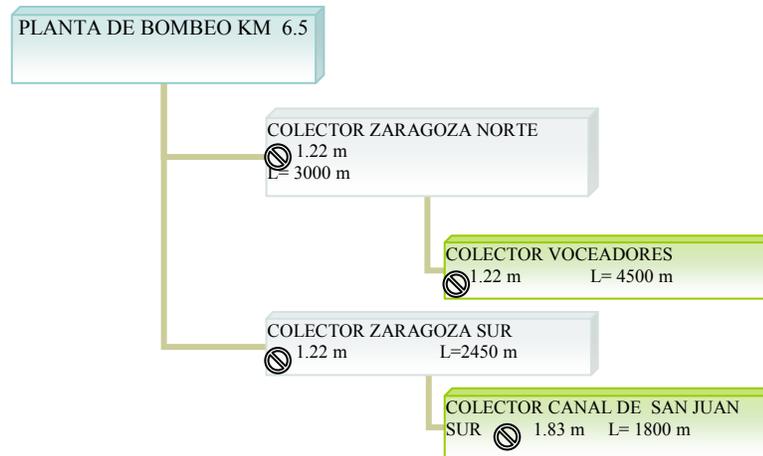


Figura 4.13 Sistema de colector Área de aportación a la Planta de Bombeo Km 6.5

Sistema de colector Iztapalapa II

Este sistema (Figura 4.14), es uno de los más importantes de la delegación porque se encarga de desalojar una gran parte de las aguas residuales y pluviales de las partes del centro, sur y norponiente correspondiente a las colonias: Santa Martha Acatitla, Constitución de 1917, El Vergel, Valle de San Lorenzo, Leyes de Reforma, Vicente Guerrero, Paraje San Juan, Los Ángeles Apanoaya y U.H. Santa Cruz Meyehualco. Al ver el diagrama, se observa a simple vista que uno de los primeros problemas que presenta este sistema es el número de colectores que descargan a él, siendo más de 25 y sin tomar en cuenta que también recibe las descargas del sistema de colector de las Torres que drena la zona oriente de la delegación; otro factor es el diámetro de las tuberías de los colectores con que descargan, son de dimensión mayor con respecto al que los recibe (0.96 m). Considerando que la suma de cada colector durante la presencia de una intensa lluvia no tiene suficiente capacidad y el área que drenar es muy extensa y aunado a esto, no existe ninguna obra de regulación del gasto como lagunas de regulación, se vuelve ineficiente el sistema; lo anterior se refleja en el volumen máximo derramado de $43,791.0 \text{ m}^3$, siendo de peligro alto; conforme al mapa de áreas de influencia de los principales sistemas de colectores, éste sistema se encarga de drenar un área de 2,900.30 ha, siendo el colector que desaloja la mayor parte del área de Iztapalapa.

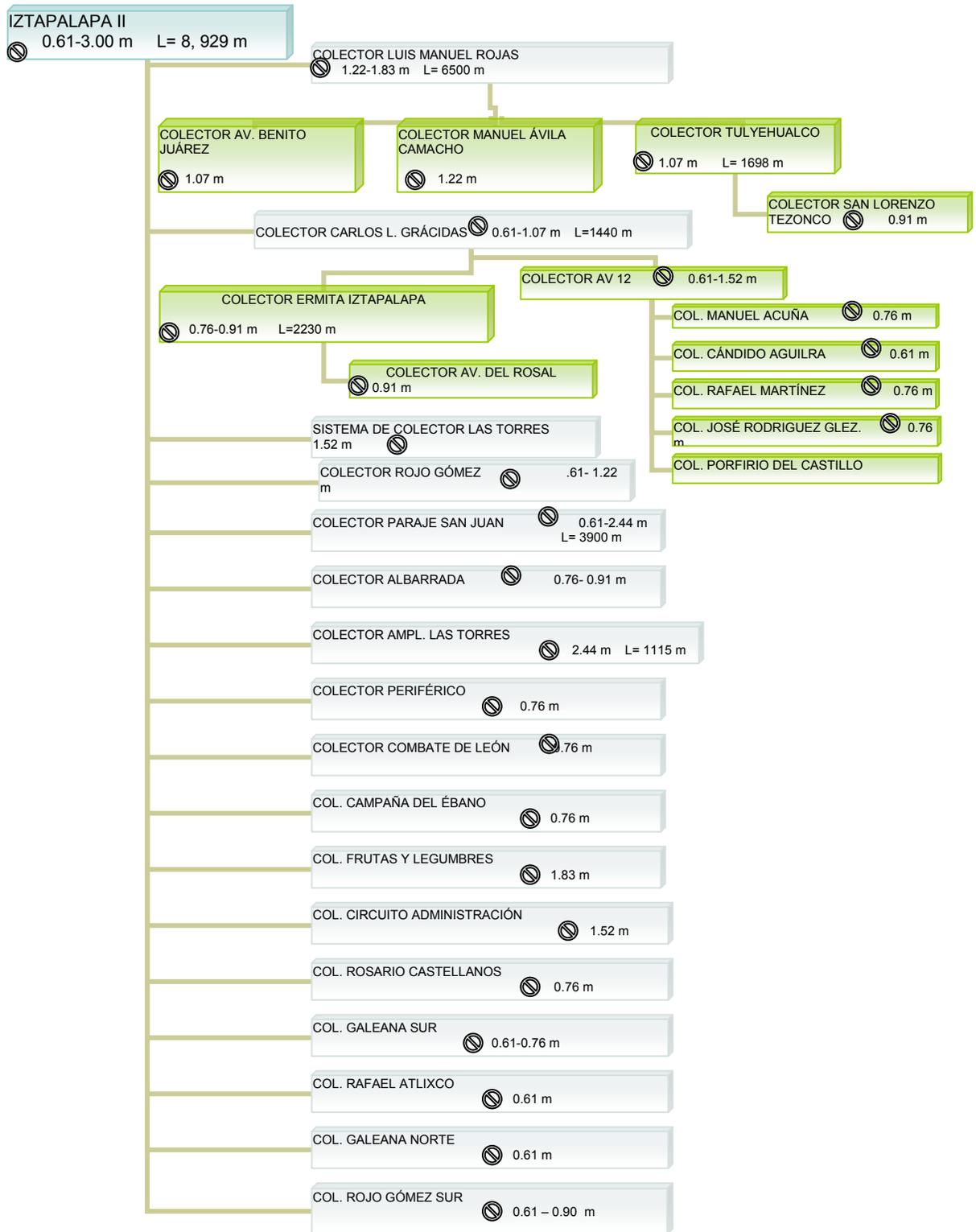


Figura 4.14 Sistema de colector Iztapalapa II

Sistema de colector Kennedy

De acuerdo con la fuente de información de El Universal (2002), se afirma que parte de las inundaciones generadas en la calle de Kennedy, en el límite de Iztapalapa, se debe a que en cada evento de lluvia, el organismo encargado del agua en el DF (DGCOH), abre las compuertas del Vaso Regulador El Salado para liberar las aguas pluviales.

El funcionamiento del sistema de colector Kennedy (Figura 4.15) abarca parte del Distrito Federal y del Estado de México (municipio de Nezahualcóyotl); de acuerdo con el mapa de niveles de peligro, este sitio se jerarquiza de muy alto peligro, aunque en la realidad las inundaciones que presenta no son de gran relevancia (Retomado de la información de campo), a esto último se le suma el hecho de que según el modelo de simulación de volumen máximo derramado, este sistema se estableció como de nivel de peligro bajo, porque es mucho menor el derrame con respecto al resto de los sistemas de colectores.

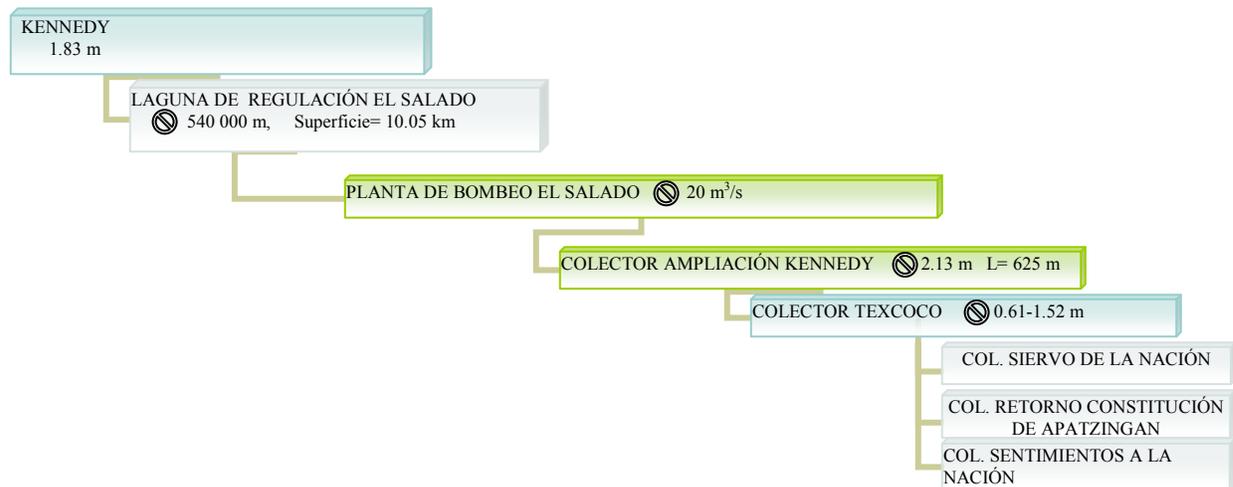


Figura 4.15 Sistema de colector Kennedy

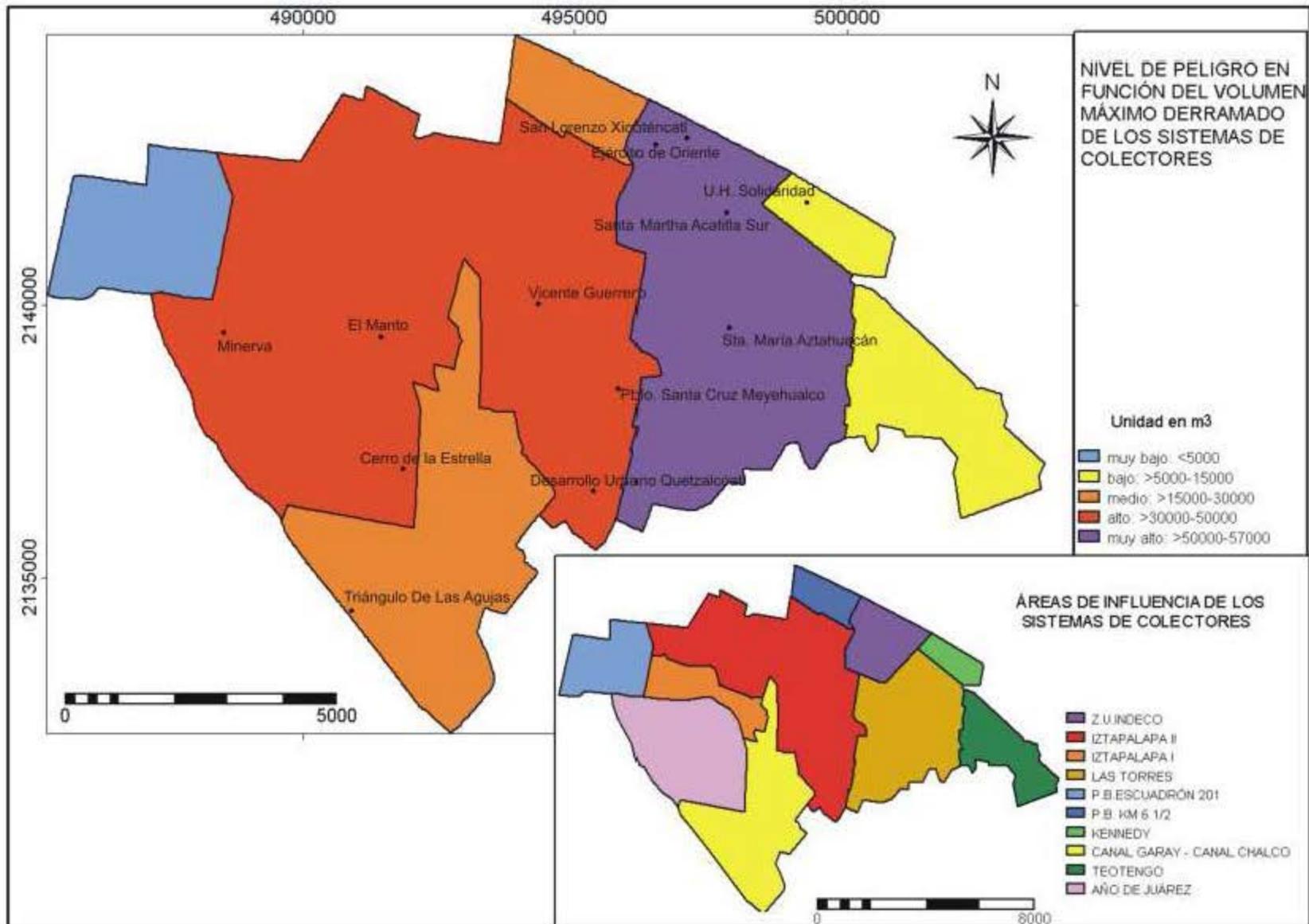


Figura 4.16. Mapa del nivel de peligro, en función de la simulación del volumen máximo derramado de los sistemas de colectores.

4.2 CARACTERISTICAS DE LAS INUNDACIONES

En este subcapítulo se describe y jerarquiza a las inundaciones a partir de tres mapas: densidad de inundaciones, tirante máximo alcanzado y extensión máxima registrada, y el cuarto que es la conjunción y resultado de los mapas mencionados anteriormente “*mapa descriptor del fenómeno*”.

4.2.1 MAPA DE DENSIDAD DE INUNDACIONES EN LA DELEGACIÓN IZTAPALAPA (1998-2005)

En este mapa se elaboraron tres intervalos de peligros (Tabla 4.2) con respecto a la concentración de la presencia del evento, y sus intervalos se establecieron debido a que se consideró que la configuración obtenida demostraba espacialmente el comportamiento del fenómeno (Figura 4.17).

Tabla 4.2 Área correspondiente a cada nivel de peligro en términos de la densidad de inundaciones

GRADO DE PELIGRO	INTERVALOS	ÁREA ha
ALTO	0-3	14,936.16
MEDIO	>3-6	2,206.41
BAJO	>6-51	222.43

De acuerdo con el mapa de densidad de inundaciones las áreas con mayor presencia del evento se localizan al nor-oriental de la delegación, distribuida en un total de diez polígonos. El polígono más extenso es el que se localiza en las colonias de San Lorenzo Xicotécatl, U.H. Ejército de Oriente zona ISSSTE y El Paraíso con más de cincuenta eventos a lo largo de ocho años (1998-2005), el polígono cubre un área de 51 ha. Al poniente de la U.H. Ejército de Oriente zona ISSSTE y sobre la Av Guelatao al entronque con transportistas a la altura de la U.H. Exlienzo Charro (39.08 ha); de la misma extensión que la anterior también se presenta sobre la colonia Álvaro Obregón y una pequeña parte de Cabeza de Juárez sobre la Av. Fuerte de Loreto; hacia el extremo oriental de la delegación afecta a las colonias Solidaridad, y La Colmena entre la Av. Texcoco y prolongación Octavio Paz (42.18 ha), éste último también en el entronque con la Calzada Ignacio Zaragoza (7.54 ha); más hacia el sur, se presenta en el pueblo de Santa Martha Acatitla, principalmente sobre la Calz. Ignacio Zaragoza en su entronque con la Calz. Ermita Iztapalapa y finalmente una pequeña área de la colonia Minerva al Poniente de la delegación (12.92 ha).

DENSIDAD DE INUNDACIONES EN IZTAPALAPA

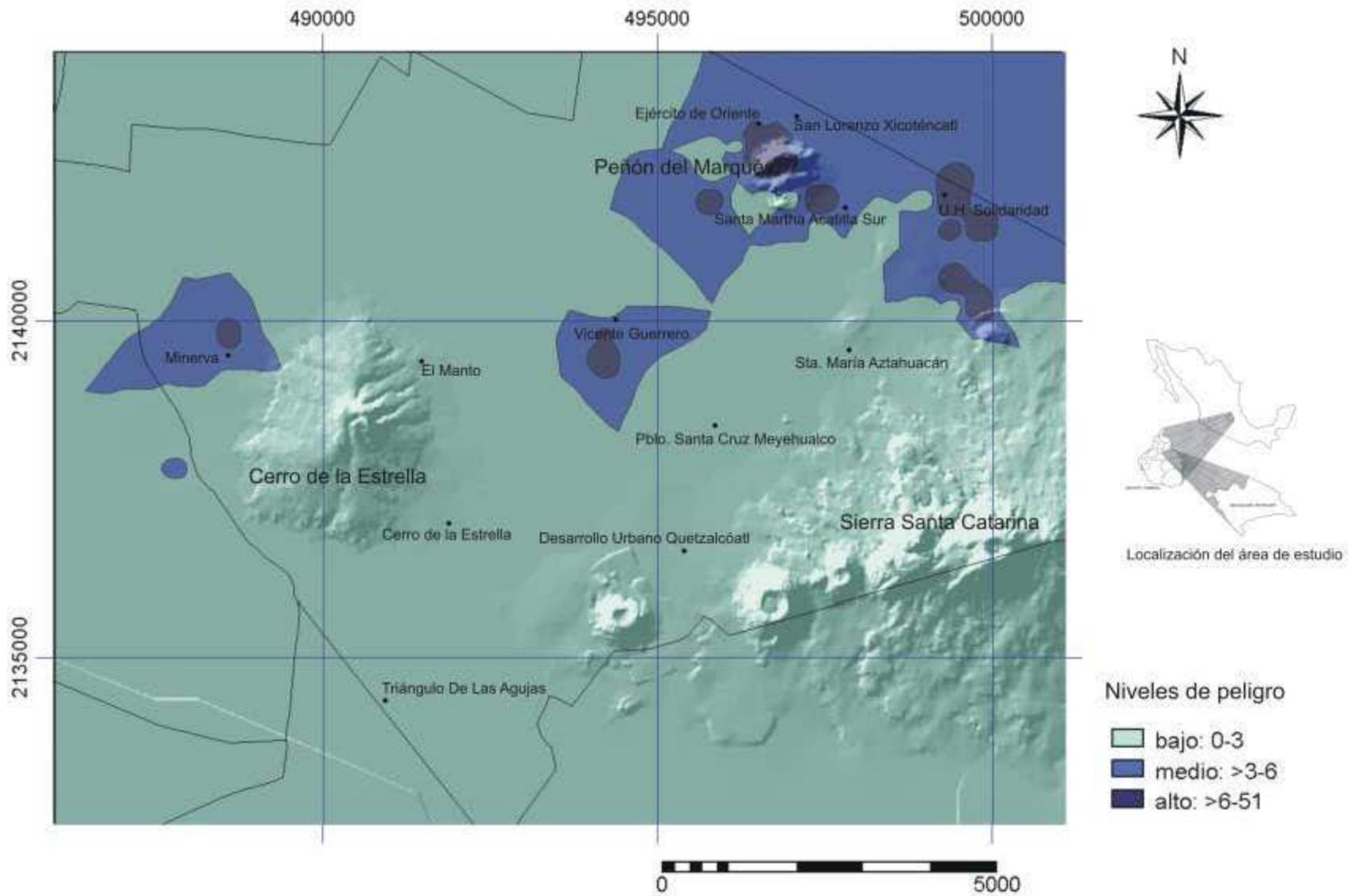


Figura 4.17. Mapa de niveles de peligro de inundación, en función de su densidad.

Las áreas de peligro medio son aquellas que han presentado a lo largo de ocho años una cantidad de inundaciones mayores a tres hasta un máximo de seis. El primer polígono ubicado al poniente de la delegación (223.10 ha) es el correspondiente a la colonia Minerva, Los Cipreses, Progreso del Sur, Granjas Esmeralda, Santa Isabel Industrial y una pequeña parte de Valle del Sur; las vialidades afectadas son la Calz. Ermita Iztapalapa, Av. Tláhuac y Arneses. Posteriormente le sigue otro polígono de dimensiones similares al anterior (205.10 ha) y se ubica aproximadamente en la zona central de la delegación perteneciente a las colonias U. Vicente Guerrero, Constitución de 1917, parte del extremo sur del parque recreativo Santa Cruz Meyehualco, Colonial Iztapalapa y Jacarandas. Finalmente el polígono de mayor área (1,000.30 ha) con respecto a este nivel de peligro, se concentra al oriente de la delegación y se encarga de bordear las áreas de alto peligro: abarca las colonias Voceadores, parte de San Lorenzo Xicotécatl, Z.U. Ejidal Santa Martha Acatitla Norte, U.H. Solidaridad, U.H. La Colmena, Fuentes Zaragoza, Popular Ermita Zaragoza, pueblo de Santiago Acahualtepec, el resto del pueblo de Santa Martha Acatitla, Ejército de Oriente zona Peñón, U.H. Peñón viejo, Álvaro Obregón, Penón del Marqués, Ejército de Agua Prieta y Cabeza de Juárez.

Con respecto al intervalo más bajo, que corresponde de una a tres inundaciones, es la que se concentra en el resto la delegación Iztapalapa con 9,494.74 ha y aunque en el mapa solamente se alcanza a observar un polígono muy homogéneo debido a la selección de los intervalos, en realidad las áreas que se representan más frecuentemente a este nivel son las siguientes. La U.H. Santa María Aztahuacán y contempla varias calles aledañas a la Calzada Ermita Iztapalapa, hasta llegar al entronque con avenida de las Torres ó Eje 6, como una mayor referencia de la dimensión abarca 2,963 m de largo sobre la calzada Ermita Iztapalapa; primera y segunda ampliación de Santa María Aztahuacán, y una pequeña área del pueblo Santa Cruz Meyehualco. Al nor-poniente de la delegación existe otra área que considera tres colonias aledañas a la avenida Río Churubusco: Unidad Modelo, Sinatel, Ampliación Sinatel y una pequeña parte de la colonia el Retoño y abarca una distancia de 2,000 m a lo largo de la Avenida Río Churubusco, desde el entronque con la calzada Ermita Iztapalapa hasta encontrarse con la calzada de la Viga. También sobre la colonia Campestre Estrella, Santa María Tomatlán y una pequeña franja de la avenida Tláhuac.

Cabe mencionar que existen otros pequeños polígonos que corresponden a este intervalo, sin embargo, el área que abarcan es considerablemente menor a todos los anteriores: El Molino, sobre Canal de Chalco entre los límites de las delegaciones Iztapalapa, Xochimilco y Tláhuac; Leyes de Reforma, al entronque del Anillo Periférico y Eje 3 Sur; Ejidal Santa María Aztahuacán sobre la avenida Guelatao; Santa Martha Acatitla Sur a la altura del metro Peñón Viejo; Triángulo de las Agujas, en Canal de Chalco y el Anillo Periférico; colonia Aculco sobre un pequeño tramo de la avenida Río Churubusco y finalmente sobre la avenida Ignacio Zaragoza frente al metro Tepalcates.

4.2.2 MAPA DE TIRANTE MÁXIMO DE INUNDACIÓN (1998-2005).

El mapa se clasificó en cinco intervalos de peligro con respecto a la profundidad de la lámina de agua: muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo (Figura 4.18). En el mapa resultante se obtuvieron las siguientes áreas totales para cada uno de los niveles de peligro (Tabla 4.3).

Tabla 4.3 Área correspondiente a cada nivel de peligro en términos del tirante máximo de inundación

GRADO DE PELIGRO	INTERVALOS m	ÁREA ha
MUY ALTO	>0.80-1.20	283.76
ALTO	>0.50-0.80	3,300.02
MEDIO	>0.30-0.50	5,263.28
BAJO	>0.20-0.30	5,793.22
MUY BAJO	>0.15-0.20	2,724.72

Existen tres áreas correspondientes al peligro muy alto; la primera de ellas se localiza al nor-orienté de la delegación y abarca un área de 143.75 ha, y afecta 1 km aproximadamente a lo largo de la calzada Ignacio Zaragoza a la altura de la colonia San Lorenzo Xicoténcatl, además de la zona contigua al piedemonte del Peñón del Marqués, el nor-orienté de la U.H. Ejército de Oriente, U.H. Peñón Viejo y una pequeña porción de la zona urbana ejidal Santa Martha Acatitla; existe otra área de menor tamaño con 132.04 ha y se localiza en pequeñas porciones de la colonia Polvorilla, Ampliación Polvorilla, Consejo Agrarista Mexicano, Desarrollo Urbano Quetzalcóatl, afectando las vialidades de la Av. Tlaltenco al entronque con Av. Manuel Cañas y Calz. Benito Juárez (1 km) y una pequeña porción de la colonia El Triángulo. Finalmente, la última área correspondiente a este nivel de peligro es de 7.60 ha y afecta a las colonias U. H. La Colmena y parte de Popular Ermita Zaragoza.

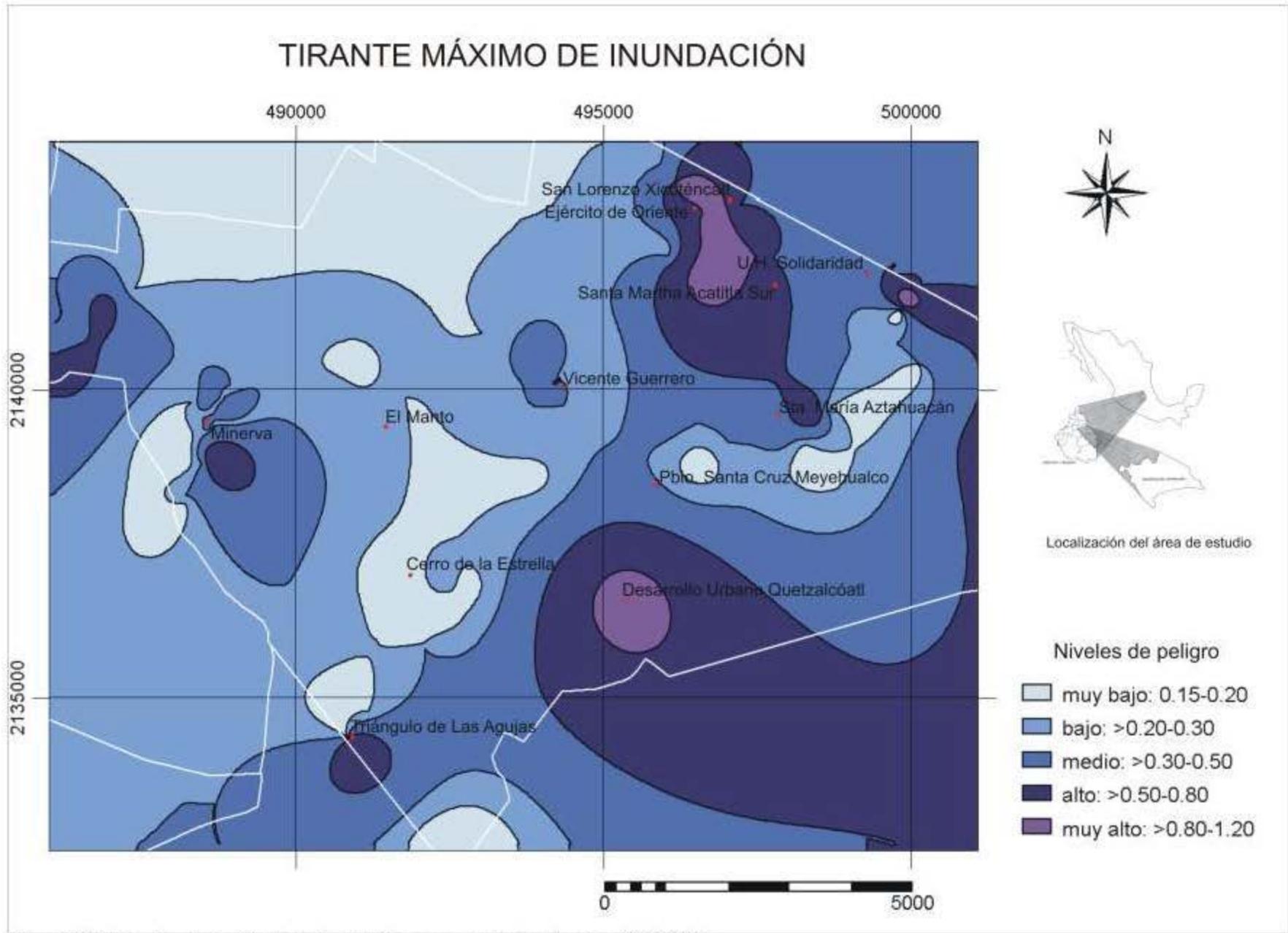


Figura 4.18. Mapa de máximo tirante de inundación, correspondiente al periodo 1998-2005.

Por otro lado, existen seis áreas de peligro alto, las de mayor extensión se localizan al oriente de la delegación: la primera de ellas cuenta con 525.16 ha y se extiende al sur del Peñón del Marqués, U. H. Cabeza de Juárez y Ejército de Oriente Zona Peñón. Al sur de la delegación, existe un área relativamente menor a la anterior con 203 ha y se concentra al norte de la colonia Polvorilla, Mixcóatl y afecta a 800 m de la Calz. Benito Juárez a la altura de la U. H. Las Torres y U. H. Presidentes y Plaza de la Constitución, además de otros 800 m de la Av. Manuel Cañas, desde la calle Villa Fetiche hasta la calle de Insurgentes. En el extremo oriente un área de 111.53 ha afecta principalmente a la colonia Popular Ermita Zaragoza. Al poniente se localiza un área de 82 ha la cual afecta una franja de 1,700 m a lo largo del río Churubusco, a la altura de la colonia Sinatel y U. Modelo; más al sur del área anterior existe otra de 49 ha y se presenta básicamente en los Reyes Culhuacán y ampliación los Reyes, afectando a 600 m de la Av. Tláhuac. Al sur-oeste, otra pequeña área de 35 ha en la U.H. Triángulo de las Agujas en la intersección de Canal de Garay (Anillo Periférico) y Av. Canal de Chalco, extendiéndose en parte de la colonia López Portillo.

En el peligro medio, existen cuatro áreas correspondientes a este intervalo; la de mayor área es de 2,017.94 ha y se extiende al sur y oriente de la delegación y se encarga prácticamente de bordear toda el área de peligro alto. Otra área de menor tamaño que la anterior es de 441.42 ha y de igual manera que la anterior, bordea a la de nivel alto y se ubica al poniente, extendiéndose al sur-oeste de las faldas del cerro de la Estrella, afectando principalmente las colonias Santa María Tomatlán, Estrella Culhuacán, Fuego Nuevo, Pueblo Culhuacán, Barrio Tula y U.H. San Antonio Culhuacán y pequeñas áreas de la colonia Minerva.

El peligro bajo se extiende prácticamente en el resto del centro-poniente de la delegación y una pequeña franja de 577.34 ha al oriente, que comprende las colonias Pueblo Santiago Acahualtepec, 1ª y 2ª Ampliación Santiago Acahualtepec, U.H. Infonavit Niños Héroes, Infonavit Rebeca y U.H. Santa María Aztahuacán, Ojito de Agua; prácticamente los encharcamientos ≤ 0.30 metros se presentan en una franja a lo largo de la Calz. Ermita Iztapalapa a la altura del Pueblo de Santa Martha Acatitla; cabe mencionar, que aunque este punto es de alta densidad, las máximas profundidades no rebasan los 0.30 m.

El área de peligro muy bajo, abarca un área de 1,970 ha y se extiende prácticamente en el resto de las colonias que no se han mencionado.

4.2.3 MAPA DE EXTENSIÓN MÁXIMA DE LAS INUNDACIONES DURANTE EL PERIODO 2000-2005

En este mapa, al igual que en el anterior se establecieron cinco niveles de peligro con respecto a la superficie afectada (Figura 4.19).

Tabla 4.4 Área correspondiente a cada nivel de peligro en términos de la extensión máxima de la inundación

GRADO DE PELIGRO	INTERVALOS m ²	ÁREA ha
MUY ALTO	>2000-16000	466.33
ALTO	>1300-2000	1,127.45
MEDIO	>800-1300	9,987.84
BAJO	>300-800	5,575.21
MUY BAJO	0-300	208.20

Dentro del intervalo de peligro muy alto se encuentra un polígono de 154.60 ha, y aunque espacialmente esta área es relativamente mayor al resto con respecto a este nivel, en realidad las inundaciones se han presentado en dos lugares muy puntuales: en la colonia ISSSTE Norma, sobre la Av. Ferrocarril Jalisco afectando a lo largo de 570 m, entre las calles de Michoacán y Gavilán y el segundo sitio es en el Barrio de San Miguel; otra característica del primer sitio mencionado, es que de acuerdo con el mapa de densidad, este punto es de nivel de peligro bajo. Hacia el oriente es donde se concentra el resto de los polígonos de este nivel, el área más puntual es de 1.59 ha y comprende la calle de Balvanera esquina con la Calz. Ignacio Zaragoza de la colonia San Lorenzo Xicotécatl y también abarca parte de la colonia U.H. Ejército de Oriente; más al sur se encuentran otros tres polígonos de una mayor dimensión que los anteriores, 7.85, 8.14 y 2.85 ha, éstos se localizan en la zona urbana ejidal Santa Martha Acatitla Sur, muy cercanos al Peñón Viejo afectando una distancia de 320 m a lo largo de la Calz. Ignacio Zaragoza; el último polígono se encuentra en el extremo oriente de la delegación en sus límites con el municipio de Nezahualcóyotl, son 93.94 ha lo que corresponde a la superficie afectada de Iztapalapa y las colonias que lo integran son U.H. Solidaridad, U.H. La Colmena, Popular Ermita Zaragoza y parte del norte del pueblo de Santa Martha Acatitla, las afectaciones a las vialidades son principalmente en 3 km sobre la Av. Texcoco, la prolongación Octavio Paz casi en su totalidad y 400 m de la Calz. Ignacio Zaragoza. Al sur-oriente de la delegación hay una pequeña área muy puntual ubicado en Santa María Aztahuacán, cerca de la Calz. Ermita Iztapalapa, sobre la Av. Primavera esquina con Av. Jalisco y finalmente, existen otras dos pequeñas áreas en el extremo sur de Iztapalapa, la mayor de ellas se localiza sobre la Av. De las Torres a la altura de la U.H. Mirasoles (8.86 ha) y la segunda sobre el anillo Periférico al entronque con la calle de España en la colonia Cerro de la Estrella (0.80 ha).

EXTENSIÓN MÁXIMA DE LAS INUNDACIONES

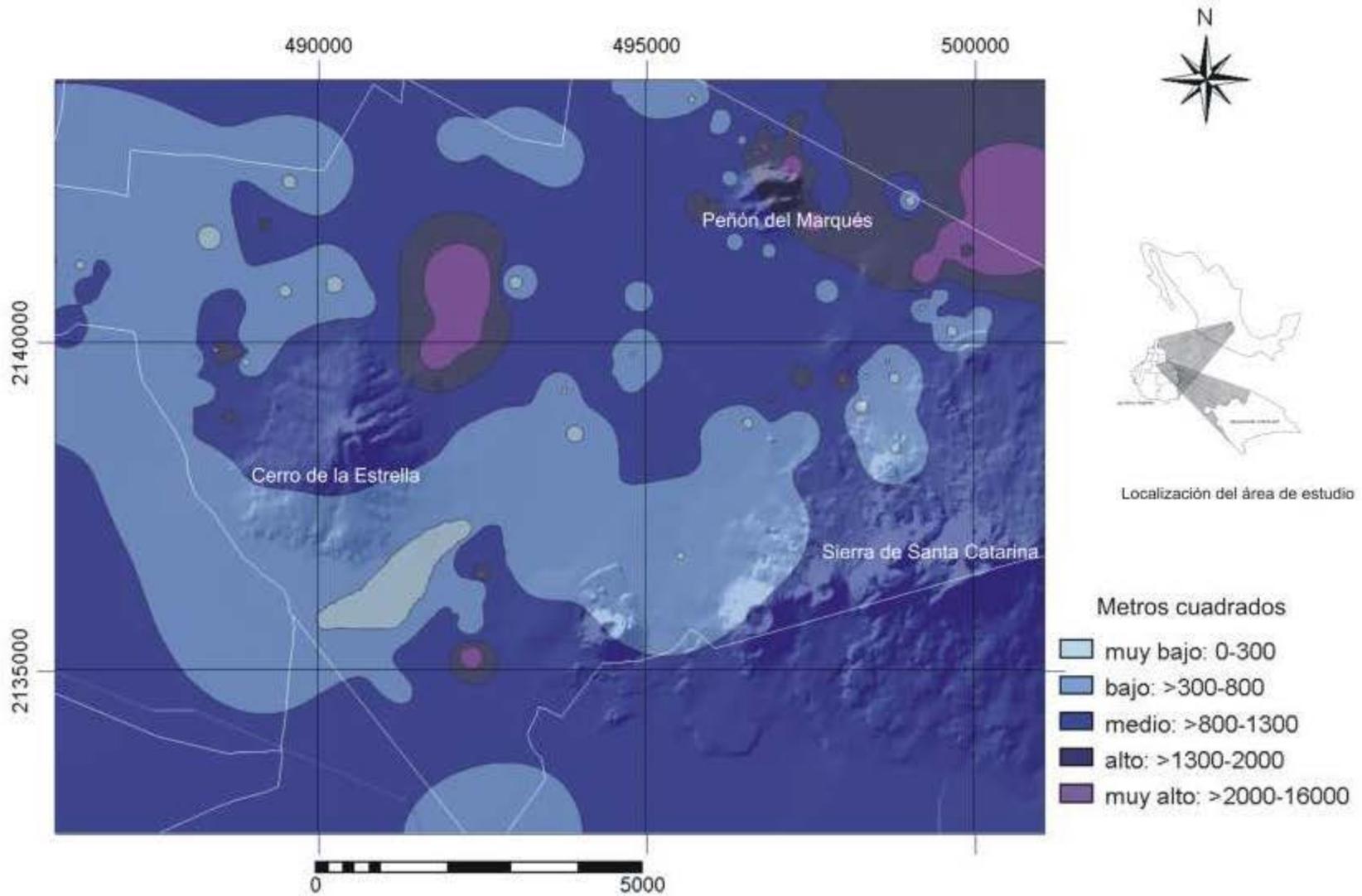


Figura 4.19. Mapa de peligro de inundación, en función de su máxima extensión durante el periodo 1998-2005.

Con respecto a las inundaciones consideradas de peligro medio, existen dos polígonos de tamaño significativo, el resto son polígonos que identifican a sitios muy puntuales y que no abarcan más de 29.45 ha. Las superficies que de acuerdo con el mapa presentan las mayores extensiones se encuentran al oriente de la delegación con 406.14 ha, afectando las siguientes colonias de norte a sur: Voceadores, San Lorenzo Xicoténcatl, áreas aledañas a las laderas del cerro del Peñón Viejo específicamente en la U.H. Ejército de Oriente, Z.U.Ejidal Santa Martha Acatitla sur y norte, en esta porción las vialidades perjudicadas son República Federal Sur y Norte con un total de 1.5 km y de la misma longitud ocurre sobre la Calz. Ignacio Zaragoza. Posteriormente hacia el oriente de la Av. Rep. Federal del Norte, también se prolonga en las colonias de U.H. Solidaridad, la parte sur de Popular Ermita Zaragoza, El Edén y parte nor-oeste del pueblo de Santa Martha Acatitla, cabe mencionar que este polígono se prolonga buena parte hacia el municipio de Nezahualcóyotl. Al centro de la delegación se observa un área que se encarga de bordear un polígono con nivel de peligro muy alto, cubre un área de 231.41 ha y actúa negativamente en la parte norte de la colonia Guadalupe del Moral, además de 1 km aproximadamente del Eje 5 oriente (Javier Rojo Gómez) a la altura del Barrio de San Miguel, al sur de esta última también perjudica a la ampliación y 8ª Ampliación San Miguel, el Manto, Plan de Iguala, ocasionando caos vial a la Calz. Ermita Zaragoza. Al poniente, de la delegación existen otras dos áreas muy puntuales: 14 manzanas de la colonia Minerva y más al sur 2 manzanas pertenecientes a los Reyes Culhuacán. Al sur del área de estudio sobre el anillo Periférico, a la altura de la colonia Mirasoles y Barrio de Guadalupe y finalmente en la colonia Santa María Aztahuacán existen tres áreas, entre las que destacan Av. Primavera y Constitución.

Las áreas de nivel de peligro medio con respecto a la extensión de la inundación, abarcan gran parte de la zona centro y sur de la delegación; y con respecto a los niveles de más bajo peligro se ubican al sur y poniente con 3,194 ha en total y algunas franjas al norte con 203.5 ha.

4.2.4 MAPA DESCRIPTOR DE LAS INUNDACIONES

Este mapa tiene, como su nombre lo indica, la función de describir las características físicas de las inundaciones en términos de su densidad, extensión máxima alcanzada y tirante máximo registrado (Figura 4.20). En el capítulo anterior se explica la metodología aplicada para obtener este mapa que a grandes rasgos consiste en aplicar métodos aritméticos en el SIG para la sobreposición de los tres mapas antes mencionados. De tal manera, que al aplicar la suma de los tres mapas, el valor máximo

del coeficiente de peligro que se obtuvo fue de 3 y el mínimo valor de 1; los intervalos que se establecieron fueron de acuerdo con el histograma que arrojó el MDT (Tabla 4.5).

Tabla 4.5 Área correspondiente a cada nivel de peligro en términos de su densidad, tirante y extensión máxima.

GRADO DE PELIGRO	INTERVALOS	ÁREA ha
MUY ALTO	>2.0-3.0	269.64
ALTO	>1.50-2.0	1,128.67
MEDIO	>1.20-1.50	7,141.24
BAJO	>0.85-1.20	3,930.28
MUY BAJO	0.50-0.85	4,895.17

Conforme a la tabla anterior, el rango que abarca la mayor parte del área es el nivel de peligro medio, localizándose al oriente y porciones del poniente, y pequeñas áreas del sur de la delegación, este nivel de peligro es correspondiente a aquellas zonas que presentan a partir de más de tres hasta seis inundaciones y además estos eventos son acompañados de una máxima profundidad de la lámina del agua superior a 0.30 m hasta 0.50 m y cuya extensión máxima es mayor a 800 m² hasta 1,300 m².

Por su parte, el nivel de peligro alto se localiza básicamente en una gran porción oriente de la delegación colindando con los límites del municipio de Nezahualcóyotl y es equivalente a una superficie de 454.94 ha. Este nivel de peligro indica aquellas áreas que han presentado a lo largo de ocho años (1998-2005) una densidad de inundaciones mayores a seis, con un tirante a partir de 0.51 m hasta 0.80 m y una superficie afectada de 1,301 m² hasta 2,000 m². El nivel de peligro muy alto, hace el señalamiento de aquellas áreas que coinciden en términos de mayor tirante, mayor extensión y mayor presencia de inundaciones, es decir, aquellas áreas que presentaron a lo largo de ocho años más de seis hasta un máximo de 51 eventos, cuya altura de la inundación rebasa los 0.80 m hasta el máximo alcanzado de 1.50 m y cuya área afectada es mayor a 2,000 m² hasta el máximo registrado de 16,000 m² (equivalente a 100 X 20 m en el primer caso y 200 X 80 m en el segundo caso); existen tres áreas con este nivel de peligro, sin embargo, dos son de importancia por la superficie que ocupan y están ubicadas al oriente del área de estudio, la primera de ellas se encarga de bordear al Peñón Viejo y le corresponde un área de 114.46 ha, el segundo polígono está ubicado en el extremo oriente de la delegación, afectando principalmente a un área de 103.39 ha, perteneciente a las colonias Solidaridad, La Colmena, El Salado y Popular Ermita Zaragoza, existe un tercer polígono de igual nivel de peligro, sin embargo, su área de influencia es mucho menor a las anteriores con 8.85 ha, y se sitúa principalmente en la colonia Minerva.

MAPA DESCRIPTOR DE LAS INUNDACIONES

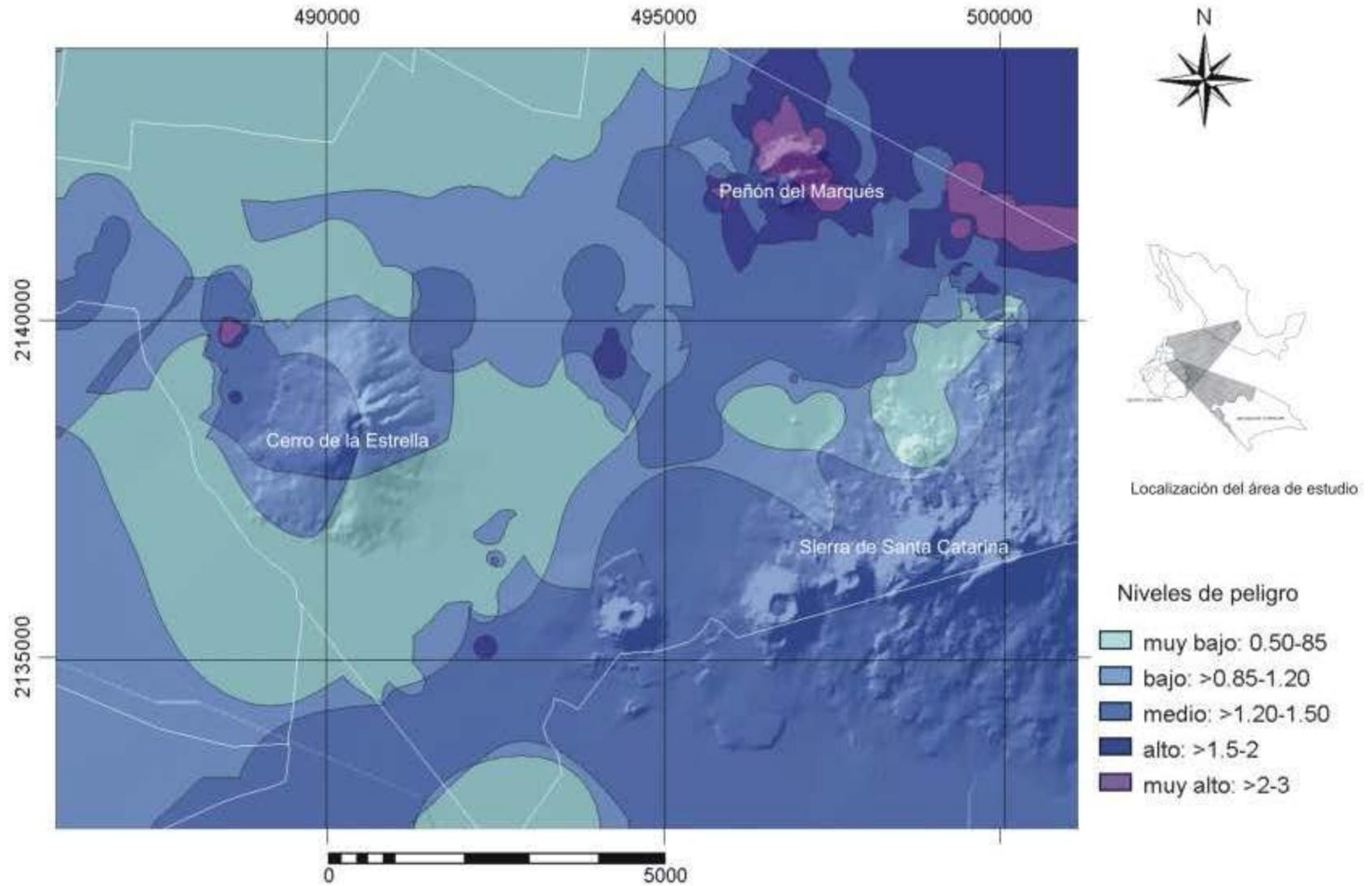


Figura 4.20. Mapa descriptivo de las inundaciones, en función de su densidad, tirante y extensión.

Generalizando, las peores inundaciones en términos de su densidad, profundidad y extensión, espacialmente se ubican en sitios que presentan elevaciones aledañas, tales como la Sierra de Santa Catarina, el Cerro de la Estrella y el Peñón Viejo o del Marqués, con excepción de la U.H. Vicente Guerrero, la cual no es influida por este factor. La mayor área de nivel de peligro alto, es localizada al oriente de la delegación y está expuesta a los escurrimientos del Peñón Viejo, además se encuentra relativamente cerca al exlago de Texcoco, siendo la parte más baja de la Cuenca de México y susceptible a sufrir de inundaciones, sin embargo, no muestra una estrecha relación con la cantidad de lluvia promedio, ni máxima, ya que en ambos casos, la zona donde se concentra la mayor cantidad de lluvia es hacia el poniente de la delegación y aunque las inundaciones del sitio mencionado se presentan en algunos casos ante lluvias extremas, ésta no es comparable con las que ocurren al poniente. Por otro lado, en la mayoría de los casos las peores inundaciones coinciden con las áreas de influencia de los sistemas de colectores que sufren de mayor derrame, INDECO y las Torres se encargan de drenar el área bajo discusión. Con esto se concluye que no es la cantidad de lluvia la variable de mayor importancia en una inundación, sino las condiciones en que se encuentra la infraestructura.

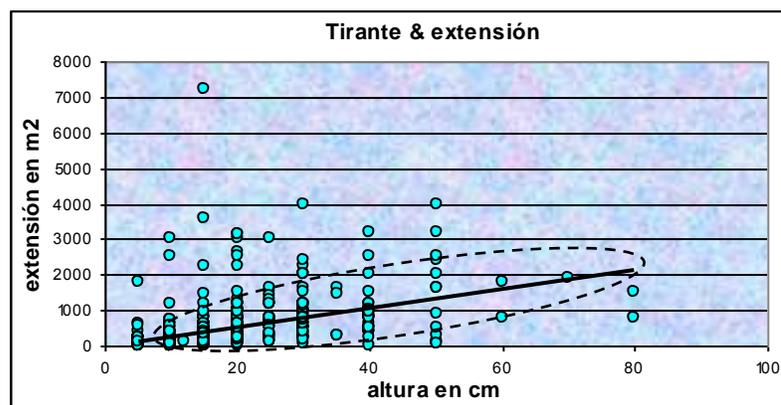


Figura 4.21 Relación entre el tirante de inundación y la superficie afectada, de los eventos ocurridos en el área de estudio

En la Figura 4.21 se expresa la relación que guarda la profundidad de la lámina del agua y la superficie afectada, para ello cabe aclarar que se incluyen todos los eventos registrados en Iztapalapa durante el periodo comprendido 2000-2005. Lo que se espera es que ante una inundación de baja profundidad de la lámina del agua, le correspondería una superficie afectada de corta extensión, y viceversa ante un evento de gran profundidad también la extensión sería cuantiosa, sin embargo, al incluir todos los sitios afectados no existe esa relación, por lo que se procedió a agrupar las colonias por secciones; se retomaron del mapa descriptor del fenómeno solamente aquellas

colonias de mayor nivel de peligro, resultando cuatro áreas, plasmadas cada una en su figura correspondiente.

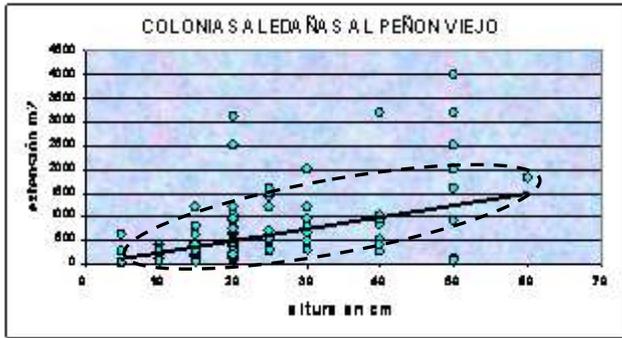


Figura 4.22 Relación entre el tirante de inundación y la superficie afectada en las colonias aledañas al Peñón Viejo

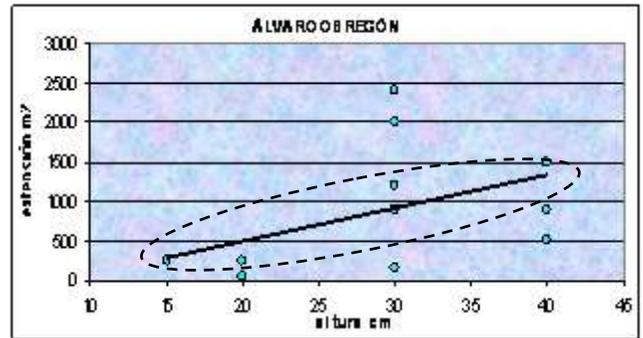


Figura 4.23 Relación entre el tirante de inundación y la superficie afectada en la colonia Álvaro Obregón

En la Figura 4.22 se agruparon los eventos ocurridos en las colonias ubicadas en las cercanías del Peñón Viejo o del Marqués, comprendiendo San Lorenzo Xicotécatl, Santa Martha Acatitla Sur y Pueblo de Santa Martha Acatitla, Ejército de Oriente zona Peñón y zona ISSSTE y se observa a grandes rasgos que existe un comportamiento heterogéneo en el cual una parte de los casos no entran dentro del parámetro esperado; de igual manera, la colonia Álvaro Obregón (Figura 4.23) muy cerca al Peñón Viejo, mantiene un comportamiento similar al área anteriormente explicada, en la cual la mitad de los eventos no presentan una estrecha correlación, lo que indica que localmente en un área pequeña existe una topografía irregular en la que existen posiblemente una serie de hondonadas, que ocasionan eventos en los que una inundación de 50 cm afecta a una superficie de tan solo 80 m² (20 x 4 m) y otros casos en que una inundación del mismo tirante de agua afecta a una extensión de 4,000 m² (100 x 40 m).

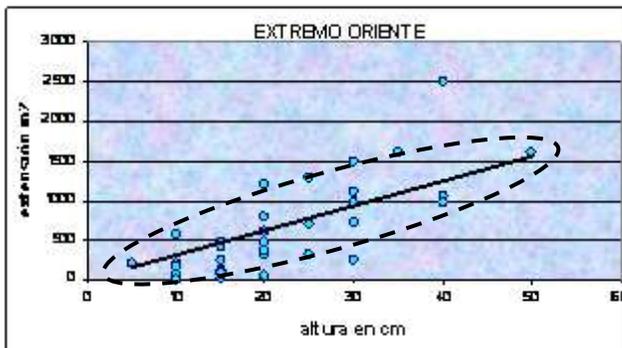


Figura 4.24 Relación entre el tirante inundado y la superficie afectada, correspondiente a los eventos ocurridos en el extremo oriente de la delegación.

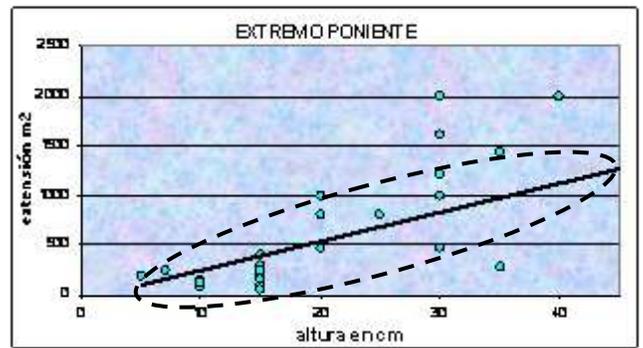


Figura 4.25 Relación entre el tirante inundado y la superficie afectada, correspondiente a los eventos ocurridos en el extremo poniente de la delegación.

La Figura 4.24 explica el comportamiento de las colonias U.H. Solidaridad, Popular Ermita Zaragoza y la Colmena, ubicadas en el extremo oriente de la delegación y la Figura 4.25 hace hincapié en las colonias del extremo poniente de la delegación, siendo éstas, Minerva, Los Cipreses, y Granjas Esmeralda, ambas figuras señalan que aunque existen algunos casos fuera de lo regular, en general se muestra lo esperado, pues existe una clara correlación entre el tirante de agua y la superficie afectada.

En el mapa descriptor de las inundaciones y en el mapa de intervalos de isohundimiento, aunque en ambos casos son dos diferentes tipos de procesos, cabe mencionar que no son fenómenos que se encuentran aislados, por el contrario se observa una fuerte asociación, pues los sitios que presentan mayor nivel de peligro de inundaciones, están en función del grado de hundimiento, es decir, en el mapa descriptor de las inundaciones se indica que tanto los sitios que presentan mayor número de eventos, generalmente presentan una mayor magnitud del evento en términos de su profundidad de la lámina del agua, así como en su extensión, dicha área corresponde con la que presenta mayor asentamiento del terreno. El comportamiento anterior también se refleja en el modelo de simulación de volúmenes de derrame, el cual muestra que el colector de mayor conflicto (INDECO) también se localiza en la misma área mencionada.

4.3 RESULTADOS DEL ANÁLISIS METEOROLÓGICO

Retomando la hipótesis planteada en esta investigación “La distribución espacial de la lluvia, así como su intensidad y duración, influyen considerablemente en la presencia de las inundaciones” se realizaron tres tipos de análisis de la precipitación: el primer análisis se refiere a la precipitación máxima en 24 horas mensual y promedio de precipitación mensual, los dos restantes son análisis de precipitación por eventos de inundación individuales: Análisis de la relación entre la precipitación y el tirante de inundación; y el tercero hace hincapié a las condiciones meteorológicas durante cada evento de inundación extrema. Cabe mencionar que en las condiciones meteorológicas, únicamente se tomó en cuenta la presencia de ciclones tropicales y de las lluvias convectivas, porque son los datos que se obtuvieron de primera instancia, sin embargo, existen otros fenómenos atmosféricos capaces de generar la entrada de humedad al territorio, que ocasionan fuertes precipitaciones, tal es el caso de los monzones.

4.3.1 ANÁLISIS DE LA PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS MAYO-OCTUBRE

Los resultados que se muestran en este análisis indica que las mayores precipitaciones se presentan en cuatro estaciones pluviométricas de la delegación Iztapalapa: 20-Municipio Libre, 27-Xotepingo, 28-Aculco; las anteriores se ubican al norte y nor-poniente del área de estudio y la 31-Subestación Santa Catarina que es la única que se encuentra al sur-oriente del área (Tabla 4.6); el resto de las estaciones localizadas al centro y oriente de la delegación, se presume que no superan los 50 mm de precipitación en 24 horas, así lo demuestran los datos que arrojan las precipitaciones de 1988 al 2005.

De 1988 al 2005, las mayores precipitaciones ocurrieron: el 27 de junio del 2002 en la estación 28, con 111.50 mm; el 26 de septiembre de 1998, fue de 99.56 mm y ocurrió en la estación 20; el 24 de agosto de 1994, la estación 31 registró 68.32 mm; la estación 27 obtuvo 66.54 mm y se presentó el 22 de mayo del 2001; el 4 de octubre de 1991, se produjo una precipitación de 61.97 mm y finalmente, en julio de 1990, la estación 31 registró una precipitación de 55.11 mm.

Tabla 4.6. Comportamiento de la precipitación máxima en 24 horas, durante los meses de mayo a octubre (1988-2005).

PRECIPITACIÓN MÁXIMA MENSUAL EN 24 HORAS DURANTE EL PERIODO 1988-2005							
MES/AÑO	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	MAX/AÑO
1988	22.60	34.79	37.08	31.75	57.91	28.95	57.91
1989	25.9	71.37	54.864	32.25	43.68	46.48	71.37
1990	29.97	20.57	55.11	58.16	38.1	38.86	58.16
1991	43.18	70.35	46.73	29.46	35.56	61.97	70.35
1992	27.68	48.26	35.05	58.42	67.31	26.41	67.31
1994	16.00	52.07	43.68	68.32	35.56	25.90	68.32
1995	36.57	38.35	22.86	52.57	27.43	16.76	52.57
1996	29.21	25.90	52.32	37.08	47.24	26.41	52.32
1997	16.25	43.43	49.02	39.87	34.54	47.24	49.02
1998	S/D	48.00	33.52	40.89	99.56	30.98	99.56
1999	9.91	9.65	30.23	40.13	38.86	20.32	40.13
2000	31.49	30.73	34.29	52.32	36.83	33.52	52.32
2001	66.54	21.59	29.46	28.44	29.97	46.48	66.54
2002	30.73	111.50	45.21	26.41	48.26	21.59	111.50
2003	11.68	51.05	37.06	41.91	50.54	28.44	51.05
2004	15.49	48.00	35.81	32.00	38.10	20.57	48.00
2005	13.46	29.71	40.38	48.26	42.67	38.60	48.26
RESULTADOS MAX/ MENSUAL	66.54	111.50	55.11	68.32	99.56	61.97	111.50
ESTACION PLUVIOMÉTRICA	27	28	31	31	20	27	28

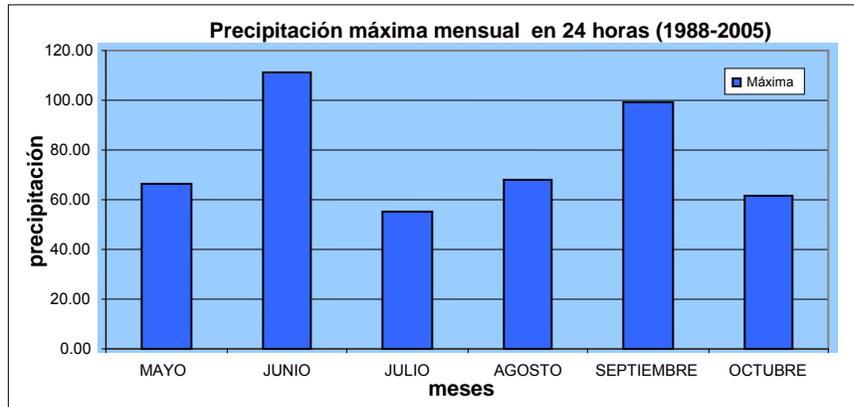


Figura 4.26 Refleja el comportamiento de la precipitación en 24 horas máxima durante los meses de mayor precipitación.

Como resumen, los meses con la máxima precipitación histórica durante 17 años fueron junio y septiembre (Figura 4.26); respecto a mayo, julio, agosto y octubre mostraron un comportamiento relativamente homogéneo mayor a 55 mm de lluvia máxima en 24 horas. Especialmente las áreas que presentan mayor cantidad de precipitación máxima en 24 horas es hacia el poniente y por el contrario, la que menos precipitación registra es hacia el oriente de la delegación.

4.3.2 ANÁLISIS DE LA PRECIPITACIÓN PROMEDIO MENSUAL (MAYO-OCTUBRE)

La cantidad de precipitación máxima promedio mensual de cada estación pluviométrica fue: 141.93 mm en la estación Planta Xotepingo, 138.49 mm en Municipio Libre y 133.10 mm en Oficina Gavm, todos los anteriores se presentaron durante el mes de julio; 118.67 mm en Aculco, 99.93 mm en La Caldera, ambos casos ocurrieron durante el mes de agosto y 98.85 mm en la estación Unidad Ejército de Oriente y se presentó en julio (Figura 4.27). Con lo anterior, se puede afirmar de manera general que es en el mes de julio cuando se presenta en promedio la mayor cantidad de precipitación. Los meses con menor cantidad de precipitación fueron mayo y octubre.

Las estaciones que presentan mayor cantidad de precipitación son Planta Xotepingo, Municipio Libre, Oficina Gavm y Planta Cerro de la Estrella y por el contrario las que menos cantidad de precipitación registraron son La Caldera y Unidad Ejército de Oriente. En particular la estación Planta Xotepingo es la que ha registrado a lo largo de 17 años (1988-2005), la mayor precipitación promedio, pues en el mes de julio se obtuvo más de 140 mm.

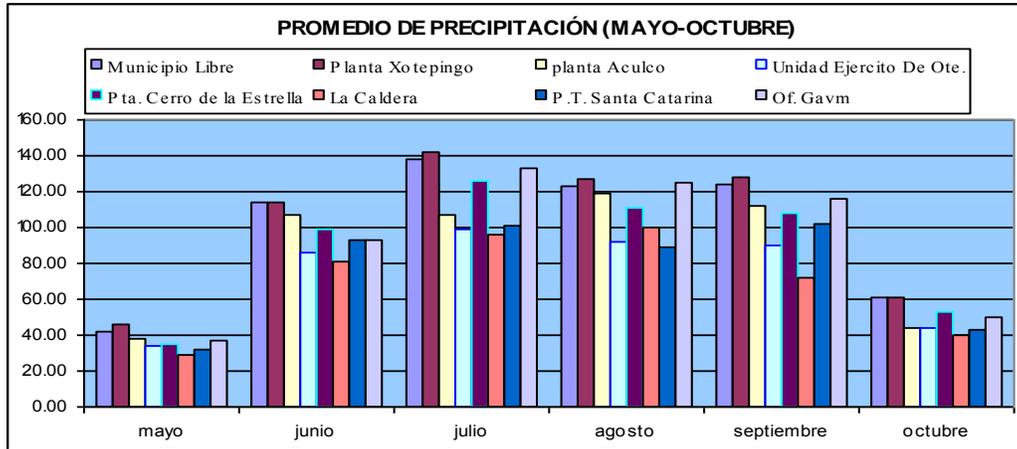


Figura 4.27 Promedio de precipitación por mes y estación pluviométrica.

Por otra parte, la siguiente Figura 4.28, también ayuda a visualizar de manera clara el comportamiento de la precipitación promedio durante los meses de mayo a octubre que son considerados como los meses de mayor precipitación. De los seis meses graficados, dos muestran una diferencia marcada con respecto al resto: mayo y octubre, los cuales no superan los 65 mm de precipitación de las estaciones seleccionadas.

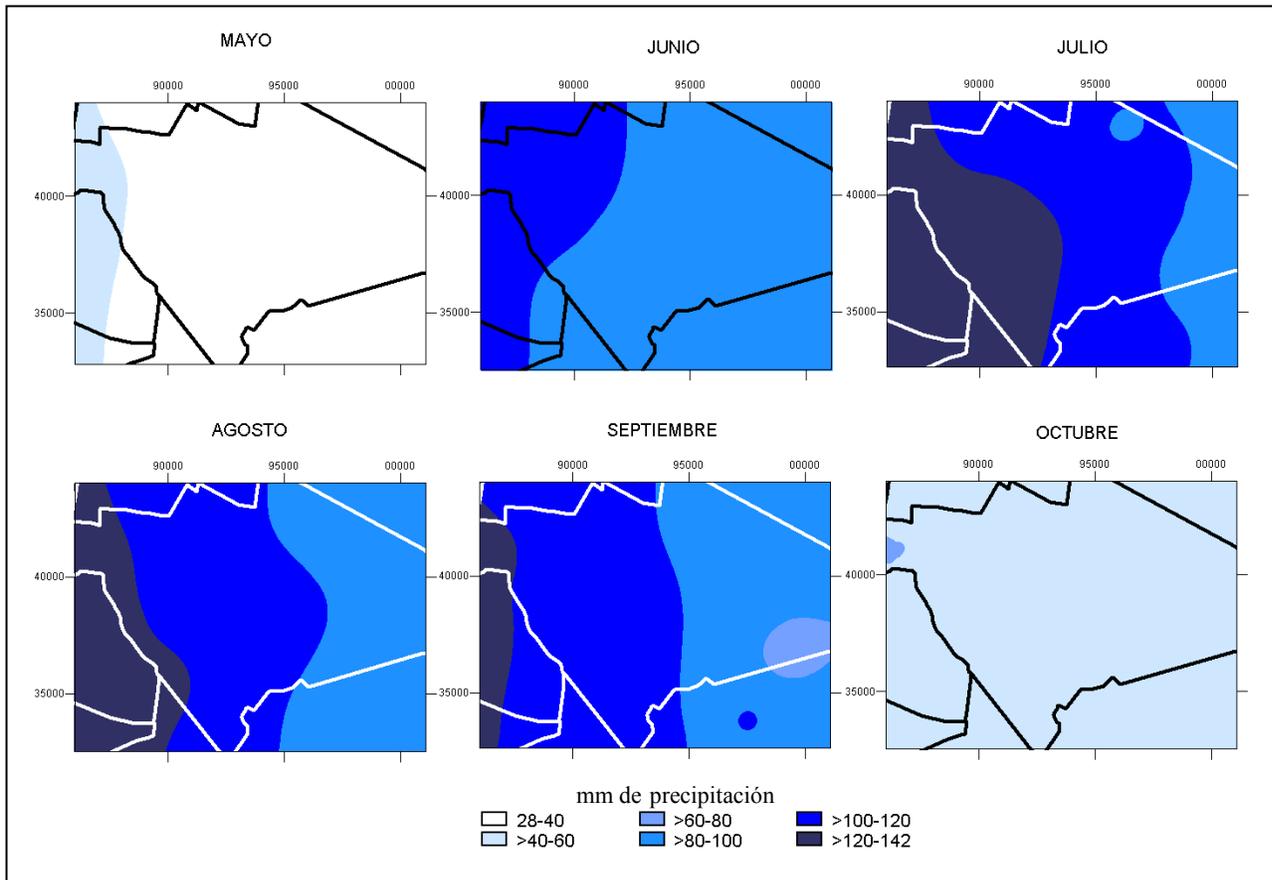


Figura 4.28 Promedio de precipitación de los meses de mayor precipitación.

Mayo

Durante este mes comienza la temporada de lluvias, por lo que en promedio se registra la menor cantidad de lluvia, siendo el intervalo de 28 a 40 mm, el que ocupa casi toda la extensión de la delegación con excepción del extremo poniente que recibe más de 40 mm hasta un máximo de 60 mm, el área mencionada anteriormente, es influenciada por la estaciones meteorológicas 28-Aculco y 27-Xotepingo.

Junio

Durante este mes la precipitación aumenta considerablemente en comparación con el mes anterior, pues la mínima cantidad alcanza 80 mm hasta un máximo de 120 mm, siendo éste el intervalo que abarca más de la mitad de la extensión del área de estudio. La diferencia radica en que en el mes anterior, al oriente del área, la precipitación registró 28-40 mm, mientras que en este mes, en la misma área se registró desde 80 a 100 mm. Cabe mencionar que durante los dos primeros meses de lluvia, de acuerdo con el rango que se estableció, los esquemas solamente muestran dos intervalos de precipitación.

Julio

Este mes muestra ya tres intervalos de precipitación que oscilan desde 80 mm a 142 mm, éste último es en promedio la mayor cantidad registrada. Al oriente existe una pequeña franja de 80-100 mm, la porción central de la delegación es influenciada por una precipitación promedio de 100-120 mm y el intervalo de 120-142 mm es el que abarca la mayor extensión del área.

Agosto

Tanto la variabilidad espacial, como la cantidad de lluvia son similares al mes de julio; existen tres intervalos de precipitación, la diferencia radica en que la distribución al oriente ocupa un área más amplia que en el mes anterior y al poniente el área es más estrecha que en el mismo mes señalado; de tal manera que durante los tres primeros meses (mayo, junio y julio) la precipitación va aumentando con dirección poniente-oriental y en los tres meses posteriores la precipitación va disminuyendo de oriente a poniente.

Septiembre

La mitad del área es influenciada por el intervalo de precipitación >80-100 mm y la otra mitad hacia el poniente por una precipitación >100-120 mm, únicamente una pequeña área del extremo poniente presenta una precipitación >120 mm.

Octubre

Siendo el último mes de precipitación considerable, se observa claramente su disminución drástica; en la cual toda el área presenta en promedio una precipitación que oscila entre el rango >40-60 mm, y solamente la estación 28-Aculco presenta una precipitación mayor al último intervalo señalado.

A partir del análisis meteorológico que se realizó de las condiciones de precipitación promedio y máxima mensual en 24 horas bajo las que se presentan las inundaciones en la delegación Iztapalapa, en general se puede decir que la lluvia muestra una estrecha relación con la topografía del lugar. En la zona montañosa existe mayor precipitación que en la planicie, donde se evidencia una disminución de precipitaciones en sentido oeste-este, de tal manera que al este existe menor presencia de precipitación pluvial, sin embargo estos resultados no corresponden con los sitios considerados de mayor peligro en términos de su densidad, tirante y extensión, que indica el mapa *descriptor del fenómeno*.

4.3.3 ANÁLISIS DE LA RELACIÓN ENTRE LA PRECIPITACIÓN Y EL TIRANTE DE INUNDACIÓN

El objetivo de este análisis es identificar si existe dependencia entre la cantidad de lluvia acumulada, previa a la presencia del evento y la magnitud de las inundaciones en términos de su tirante máximo alcanzado. El método aplicado para su elaboración se explica en el capítulo anterior, que a grandes rasgos consistió en la selección de 50 eventos considerados como de gran magnitud que se presentaron durante el periodo de 1998 al 2005, sin embargo, solamente se pudieron analizar en total 29 eventos que fueron contrastados con las fechas y estaciones pluviométricas más cercanas a los sitios de inundación.

Para ello se muestran dos figuras, la primera corresponde con las inundaciones que se presentaron al poniente de la delegación y la segunda, hace referencia a los eventos que ocurrieron al oriente de la misma demarcación.

En la Figura 4.29 se observan diez eventos que se presentaron al poniente de la delegación y se indica la relación que existe entre la cantidad de precipitación acumulada previa a la inundación y el tirante máximo alcanzado de cada evento. Para ello, se analizó a partir de las dos estaciones pluviométricas más cercanas a los eventos: Municipio Libre y Xotepingo. Esta figura indica que las

inundaciones que ocurren al poniente de la delegación, aunque son de considerable extensión, su tirante por lo general se agrupa entre los 0.30 y 0.40 metros y ocurren con precipitaciones que oscilan desde 20 mm hasta precipitaciones mayores a 90 mm, aunque, suelen acontecer inundaciones de hasta un metro de altura con tan solo 40 mm de lluvia, pero son muy ocasionales.

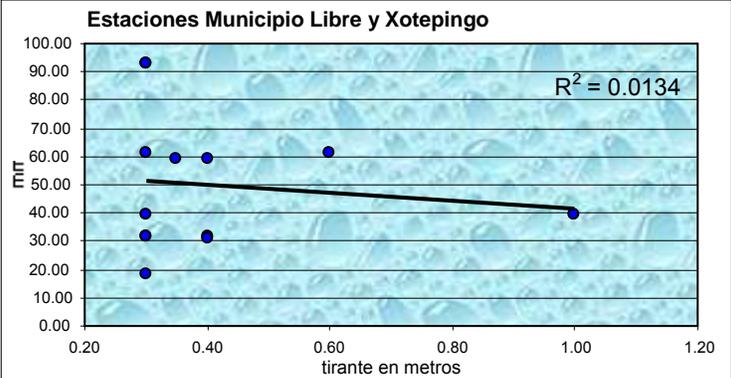


Figura 4.29. Relación entre los tirantes máximos de inundación y la cantidad de precipitación acumulada previa al evento (Poniente de la delegación).

En la Figura 4.30 se muestran los 19 eventos de inundación que se presentaron al oriente de la delegación, y que fueron analizados para cuatro estaciones pluviométricas; Ejército de Oriente, Cárcel de Mujeres, el Moral y Santa Cruz Meyehualco. De igual manera, que en la figura anterior, se muestra la relación que guarda el tirante máximo registrado en cada evento y la cantidad de precipitación acumulada previa a la inundación.

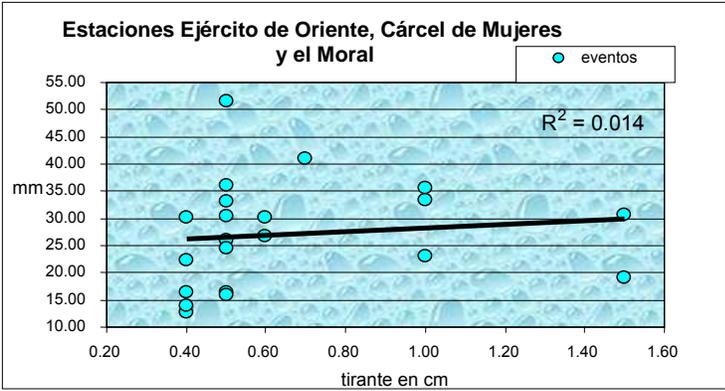


Figura 4.30 Relación entre los tirantes máximos de inundación y la cantidad de precipitación acumulada, previa al evento (Oriente de la delegación).

Asimismo, la Figura 4.30 indica que al oriente de la delegación, por lo general las inundaciones extremas presentan tirantes de inundación entre los 0.40 y 0.70 m, con una cantidad de precipitación

que oscila desde los 12 mm hasta un máximo de 50 mm; en esta área ocasionalmente ocurren inundaciones que rebasan el metro de altura hasta llegar a 1.5 m con tan sólo 20 a 32 mm de lluvia. De los 29 eventos que pudieron ser analizados, solamente diez de ellos se presentaron al poniente de la delegación y el resto al oriente de esta misma área. Finalmente, con este análisis se deduce de manera general, que las inundaciones de mayor magnitud en términos de su tirante máximo alcanzado se presentan mayoritariamente al oriente del área en estudio, y además la cantidad de precipitación que las ocasiona es mucho menor con respecto a las que se presentan al poniente de la delegación Iztapalapa.

También se observa que no existe una estrecha relación de cierta cantidad de lluvia para que se produzca un tirante de inundación determinado, de tal manera que se puede suponer que la heterogénea magnitud de las inundaciones del área en estudio son ocasionadas por otros factores como la presencia de lugares deprimidos topográficamente, la falta de capacidad y mantenimiento del drenaje, la misma presencia de los hundimientos que van generando daños a la infraestructura hidráulica y no permite que funcione con buen resultado, además de los escurrimientos provenientes de las partes altas.

4.3.4 CARACTERIZACIÓN PLUVIAL DURANTE LOS EVENTOS DE INUNDACIÓN EXTREMOS

Como parte final del análisis meteorológico se configuró el comportamiento espacial de la precipitación acumulada durante los días previos a la presencia de las inundaciones. Se analizaron en total veinte inundaciones extremas, calificadas de esta manera porque destacan en la magnitud de su tirante máximo alcanzado y de los daños ocasionados (Anexo B). De las veinte inundaciones extremas, catorce de ellas se presentaron en el oriente de la delegación, dos en el sur de la delegación, dos al poniente y la restante al norte de la delegación.

Más de la mitad del total de las inundaciones extremas (15), estuvieron influenciadas por fenómenos ciclónicos y abarcaron espacialmente un área extensa, y los eventos restantes (5), no fueron influenciados por ningún fenómeno meteorológico extremo (Tabla 4.7) y su comportamiento espacial solamente se concentra en una pequeña área, estas últimas inundaciones fueron posiblemente originadas, ya sea por lluvias de origen convectivo, favorecidas por el alto grado de urbanización que se destaca en la delegación Iztapalapa, o simplemente por la entrada de humedad al territorio, aunque su identificación necesitaría de un estudio más amplio.

Por otro lado, se observa que del total de eventos de inundación analizados, once de ellos se presentaron cerca de las estaciones pluviométricas que registraron la mayor cantidad de lluvia ya sea en 24 horas o acumulada previa al evento (Tabla 4.7). Por el contrario, los nueve eventos restantes no indican que exista una clara relación entre la cantidad de lluvia que registran las estaciones pluviométricas próximas y la presencia de inundaciones.

Retomando lo antes mencionado, ya que la mayoría de las inundaciones estuvieron influenciadas por algún fenómeno meteorológico, se considera que los eventos que no muestran una estrecha relación, entre la precipitación máxima en 24 horas o acumulada de la estación más próxima y la inundación, fueron posiblemente ocasionados por la presencia de escurrimientos de las partes altas del relieve, próximos al sitio afectado.

Tabla 4.7 Resultados obtenidos del análisis de las veinte inundaciones extremas y la configuración de la precipitación acumulada previa al evento.

Fecha en que se presentó la inundación	Sitio donde se presentó la inundación	¿Existió la presencia de fenómenos meteorológicos extremos?	Máxima precipitación registrada en la delegación (A)	Máxima precipitación registrada en la estación pluviométrica más cercana del evento (B)	Existe relación entre A y B?
4 de septiembre del 2003	San Lorenzo Xicoténcatl	Si	>40 mm	<14 mm	No
27 de septiembre del 2003	San Lorenzo Xicoténcatl	Si	>60 mm	38 mm	No
9 de junio del 2004	San Lorenzo Xicoténcatl	No	>20 mm	>20 mm	Si
9 de septiembre del 2002	Santa Martha Acatitla Sur	Si	>40 mm	30-40 mm	Si
30 de julio del 2003	San Lorenzo Xicoténcatl	No	>45 mm	28 mm	No
5 de julio del 2003	Central de Abastos	No	>20 mm	>20 mm	Si
23 de septiembre del 2001	San Lorenzo Xicoténcatl	Si	>20 mm	>20 mm	Si
18 de junio del 2004	San Lorenzo Xicoténcatl	No	>20 mm	10 mm	No
7 de septiembre del 2004	Pueblo de Santa Martha Acatitla	Si	>20 mm	>20 mm	Si
28 de mayo del 2000	Desarrollo Urbano Quetzalcóatl	Si	>34 mm	>34 mm	Si
15 de junio del 2000	Paraje Zacatepec y Ejército de Oriente Zona Peñón	Si	>50 mm	30-32 mm	No
17 de octubre del 2000	Juan Escutia	Si	>25 mm	>25 mm	Si
12 de octubre del 2005	Trángulo de las Agujas	Si	>30 mm	>30 mm	Si
30 de septiembre de 1998	Al oriente de la delegación	Si	>130 mm	55 mm	No

4 de agosto del 2004	Santa María Aztlahuacán	Si	>23 mm	13 mm	No
13 de septiembre del 2002	Al poniente de la delegación	Si	>54 mm	>54 mm	Si
26 de junio del 2004	Santa María Aztlahuacán	No	>30 mm	>20 mm	Si
21 de julio del 2004	Minerva	No	>20 mm	>20 mm	Si
12 de junio del 2004	Al nor-orientado de la delegación	Si	>42 mm	30 mm	No
20 de julio del 2005	San Lorenzo Xicoténcatl	Si	>64 mm	44 mm	No

Esta segunda parte del análisis, tuvo como primer objetivo determinar el comportamiento espacial de las precipitaciones durante cada uno de los eventos de inundación extremos, y como segundo objetivo determinar si la variable de la precipitación es posible incluirla dentro del procesamiento cartográfico.

Lo que se concluyó de manera general es que la precipitación es de suma importancia en la presencia de inundaciones que ocurren en el área de estudio, porque son el factor detonante de las mismas, ya que la mayoría de las inundaciones extremas que ocurren en el área de estudio son inundaciones de origen pluvial.

Lo anterior se justifica porque los resultados que arrojó el análisis de las características pluviales durante cada evento de inundación extrema, indica por un lado, que antes o durante los días de las inundaciones extremas, se registró la presencia de lluvia, y por otro lado, la mayoría de los eventos extremos coincidieron espacialmente con las estaciones pluviométricas que registraron la precipitación máxima, ya sea acumulada o en 24 horas previo al evento.

Sin embargo, a nivel local la precipitación no ejerce una gran influencia, en la magnitud del nivel de peligro de las inundaciones y esto se fundamenta por dos razones:

- El análisis de la relación entre la cantidad de precipitación máxima en 24 horas o acumulada previa a los eventos de inundación extrema y el tirante registrado indica que no existe una relación estrecha entre ambas variables.
- El análisis realizado del comportamiento de la distribución espacial de la lluvia máxima en 24 horas y la acumulada previa a los días en que se presentaron las inundaciones extremas,

muestra que aunque las inundaciones se presentaron en las estaciones pluviométricas de mayor precipitación, la máxima registrada en estas estaciones no se compara con la cantidad de lluvia máxima en 24 horas que ocurre en las estaciones localizadas al poniente de dicha demarcación.

De tal manera que se puede suponer que la heterogénea magnitud de las inundaciones del área son ocasionadas por otros factores externos a la precipitación, como la presencia de lugares deprimidos topográficamente, la falta de capacidad y mantenimiento del drenaje, la misma presencia de los hundimientos que van generando daños a la infraestructura hidráulica y no permite que funcione con buen resultado, además de los escurrimientos provenientes de las partes altas.

4.4 INTEGRACIÓN DE LOS DATOS DE CAMPO

En el siguiente apartado se integra la información que fue recabada en campo, que consistió en la evaluación de los sitios que presentan mayor frecuencia y tirante de inundación, asimismo la aplicación de entrevistas a la población que habita en dicha área. A continuación se describe de manera breve y general, las calles de diversas colonias donde ocurren más frecuente e intensamente los encharcamientos e inundaciones y la manera en que actúa la población para reducir los daños.

COLONIA MINERVA

Las inundaciones de mayor magnitud en cuanto a tirante y daños generados se presentan en la calle de Trojes, las cuales se han llegado a manifestar con la entrada de aguas negras y la pérdida de bienes materiales, tal como ocurrió en el 2004, con un tirante cercano al metro de altura; pero también se presentan inundaciones menores en la calle de Agricultores esquina con Sur 129 y Agricultores esquina con Silos (Figura 4.31 a).

La población asegura que las inundaciones en estas calles son frecuentes, pues por lo menos ocurren dos veces al año y usualmente se encharca de 20 a 30 cm (Figura 4.31 b, Anexo C) y son debidas a lluvias intensas y a los escurrimientos provenientes de la parte alta del Cerro de la Estrella. Por otro lado, la gente de las calles afectadas se han organizado para exigir la solución a este problema, mediante el cierre vehicular de la Avenida Ermita Iztapalapa y aunque lograron la construcción de la alcantarilla en la calle de mayor conflicto (Figura 4.31 c), la población asegura que no ha servido de mucho, pues los encharcamientos siguen presentándose.



Figura 4.31a. En la calle de Agricultores, así como en muchas otras calles donde son frecuentes las inundaciones han tenido que elevar los muros de la entrada a la vivienda.



Figura 4.31c. Nueva alcantarilla para evitar las inundaciones en la calle de Agricultores esquina con Trojes. Aunque ha reducido la magnitud de las inundaciones, éstas siguen presentándose.

COLONIA SINATEL

Las inundaciones ocurren a lo largo de la Avenida Río Churubusco y con mayor intensidad en el entronque de la Avenida Ermita Iztapalapa y Río Churubusco, los encharcamientos que provoca la intensa lluvia son de poca extensión y altura. La altura frecuente de los encharcamientos es de 30 cm y se extiende hasta 30 metros. Los pobladores afirman que el origen de estos encharcamientos es debido a que abren las compuertas del Río Churubusco, por lo que se llega a saturar el canal hasta desbordarse. La corta extensión de estos encharcamientos se debe a que es una zona deprimida (Figura 4.32 a), además de que ante una intensa lluvia, la tierra y hojarasca que se encuentra sobre la Avenida Río Churubusco, es removida hasta la parte más baja, ocasionando que el drenaje se obstruya (Figura 4.32 b). Cabe mencionar que en este punto han ocurrido dos inundaciones severas; en 1984 el agua se elevó hasta 90 cm y en el 2002 alcanzó el medio metro de altura.



Figura 4.32 a. Avenida Río Churubusco esquina con Avenida Ermita Iztapalapa, debido a que es una zona localmente deprimida toda el agua se acumula ahí.



Figura 4.32 b. a lo largo de la Avenida Río Churubusco, ante una intensa lluvia, la hojarasca y sedimentos se llegan a depositar en las coladeras.

COLONIA AMPLIACIÓN SINATEL

Al igual que la colonia Sinatel, las inundaciones en esta colonia son ocasionadas por fallas hidráulicas, pues la población asegura que ante la presencia de intensas lluvias, abren las compuertas del Río Churubusco, ocasionando que se desborde el río. Aunque el nivel al que llegan los encharcamientos frecuentemente no supera los 30 cm de altura, éstos se presentan por lo menos una vez al año y causan daños a los estacionamientos y si llegan a alcanzar los 40 cm provocan la entrada de agua a las viviendas, tal como ocurrió en el año de 1984 cuando superó los 50 cm de altura ocasionando la pérdida de bienes materiales de varios habitantes de la calle Central Telefónica entre Lada y Sinatel.

COLONIA SANTA ISABEL INDUSTRIAL

Las inundaciones se presentan principalmente sobre la Avenida Ermita Iztapalapa y la Avenida Tláhuac y debido a que se encuentran mayoritariamente comercios a lo largo de estas avenidas, perjudica principalmente a estos últimos (Figura 4.33 a), además de los accidentes vehiculares y caos vial que genera. Los entrevistados afirman que la altura frecuente de los encharcamientos es de 20 cm de altura y la mayor inundación ocurrió en agosto del 2004, alcanzando una altura de 50 cm afectando a diversos locales, es por ello que actualmente la mayoría de la entrada de los comercios están protegidos con muros de aproximadamente 30 cm de altura. Los escurrimientos provenientes del cerro de la Estrella y la falta de capacidad del drenaje que se manifiesta cuando el agua brota de las coladeras (Figura 4.33 b), son los causantes de los encharcamientos, así lo afirman los habitantes.



Figura 4.33 a. A lo largo de la Avenida Tláhuac, existen diversos comercios que están protegidos con muros de más de 40 cm para evitar la entrada del agua, ante las intensas lluvias.



Figura 4.33b. Varias de las inundaciones que ocurren en Santa Isabel Industrial como en muchas otras colonias de Iztapalapa, se deben a la falta de mantenimiento a las alcantarillas.

COLONIA EJÉRCITO DE ORIENTE ZONA PEÑÓN

Las calles que han presentado inundaciones abarcan desde Exploradores de Ejército de Oriente hasta llegar a Carlos Ramírez y Joaquín Ibargüen. Los más afectados son Joaquín Ibargüen y tres módulos de la calle Carlos Ramírez 1, 2 y 3.

La gente asegura que las inundaciones son muy frecuentes, pues durante cada temporada de lluvias se inunda por lo menos dos veces al año con un tirante de 30 cm aproximadamente. La peor inundación que recuerdan, sucedió el pasado 1° de julio del 2006 (Figura 4.34 a), alcanzando un tirante de 80 cm en la calle de Carlos Ramírez y 1 metro de altura en Joaquín Ibargüen; ese día ocurrió una intensa lluvia que provocó que el agua se estancara e incluso empezaron a brotar aguas negras de las coladeras que llegaron a provocar enfermedades gastrointestinales.

La gente afirma que una de las causas de inundación en estas calles, se debe a que el drenaje tiene falta de mantenimiento ya que la tubería y las coladeras están casi selladas con lodo y basura, y aunque desazolvan el drenaje de una a dos veces al año no es suficiente, e incluso la gente que ha vivido en estas calles durante más de treinta años asegura que las inundaciones se habían mantenido constantes; sin embargo, a lo largo de cinco años aproximadamente han aumentado de frecuencia. En opinión de la población local, durante el año 2005, se instaló una planta de bombeo y aunque ha ayudado considerablemente, lo recomendable es cambiar las tuberías del drenaje porque presentan fracturamiento. Por su parte la población, para evitar la entrada de agua a sus hogares ha aumentado el nivel de los muros de la entrada de sus puertas (Figura 4.34 b) y además tratan de mantener limpias las calles. Por otro lado, la presencia de agrietamiento en varias viviendas vuelve más vulnerable a la población de la colonia Ejército de Oriente.



Figura 4.34 a. La persona afectada, señala el tirante hasta donde llegó la inundación del 1° de julio del 2006, afectó a los medidores de luz.



Figura 4.34 b. La flecha indica un muro de 50 cm aproximadamente que se colocó para evitar la entrada del agua ante una inundación, sin embargo el 1° de julio del 2006 rebasó este muro.

COLONIA SANTA MARTHA ACATITLA SUR

Existen tres calles con mayor incidencia de inundaciones: José Peón del Valle, Luis García y Diódoro Batalla, de las cuales José Peón del Valle es la de mayor frecuencia.

Los vecinos de estas calles tienen el problema que en cada temporada de lluvias se inunda y por lo tanto padecen de la entrada del agua a sus hogares, así como la infiltración (Figura 4.35 a, Anexo C); con lo anterior sumado a que varias de las viviendas manifiestan agrietamiento (Figura 4.35 b, Anexo C), las vuelve más vulnerables y la misma gente comenta que se llegan a sentir inseguros por la condición estructural de sus casas. El mantenimiento que le dan al drenaje lo hacen dos veces al año, generalmente antes de la temporada de lluvias, pero actualmente se ayudan con la planta de bombeo. Comentan que ante una lluvia normal se encharca aproximadamente 30 cm, y cada año las inundaciones van en aumento tanto en cantidad como en magnitud.

Las peores inundaciones se presentaron el 1° y 3 de julio del 2006 ocasionadas por intensas lluvias y la presencia de granizo el 3 de julio del mismo año (Figura 4.35 c), causando inundaciones de 90 cm de altura y aguas negras que brotaban de las coladeras, aseguran que la inundación tardó cuatro días en reducirse y aunque recientemente se instaló una planta de bombeo, no sirvió de mucho pues tardó en desalojarse toda el agua, además de que afirma la población que han observado que la bomba no funciona adecuadamente pues solamente traslada el agua a tres o cuatro calles y de nuevo se regresa. Debido a la altura que alcanzó el agua, los habitantes no podían ni siquiera trasladarse, por lo que el gobierno de dicha demarcación tuvo que atender esa situación y los ayudaron a trasladarse de una calle a otra por medio de canoas (Figura 4.35 d).



Figura 4.35 c. La inundación del 3 de julio del 2006, dejó en varias de las viviendas de la colonia, la evidencia del tirante que alcanzó 60 cm.



Figura 4.35 d. Corresponde a la inundación del 3 de julio del 2006 Noticieros Televisa (2006).

COLONIA SAN LORENZO XICOTÉNCATL

La zona de mayor conflicto en esta colonia se presenta en la calle de Balvanera casi esquina con la Calzada Ignacio Zaragoza, y muy en especial en la calle de Ahome en donde las inundaciones son muy frecuentes y van en aumento, señala la población que al año se inunda de diez a veinte veces, con un tirante de 50 a 70 cm de altura y esto ocurre ante una lluvia leve, esto lo atribuyen a dos posibles razones; la primera de ellas a los escurrimientos provenientes de las partes altas del Cerro del Peñón Viejo y la segunda es que posiblemente ponen a funcionar la bomba de alguna colonia cercana y esa agua que se desaloja llega a salir en las coladeras de estas calles acompañado con lodo (Figura 4.36 a).

Por su parte la población ha elevado considerablemente los muros de la entrada de sus puertas, hasta una altura de 1 metro aproximadamente (Figuras 4.36 b y 4.36 c, Anexo C), e incluso ha tenido que colocar costales para evitar el paso del agua, esto último se debe a que en septiembre del 2005 ocurrió una inundación cercana al metro de altura que entró a sus hogares ocasionando pérdidas considerables, sin embargo señalan que año con año, las inundaciones van aumentando en magnitud, y así también ellos han ido aumentando el nivel de las escaleras de sus entradas.



Figura 4.36 a. La acumulación de basura y hojarasca, es uno de los factores de importancia en los encharcamientos e inundaciones.

COLONIA EJÉRCITO DE ORIENTE ZONA ISSSTE

Las inundaciones afectan principalmente a la calzada Ignacio Zaragoza, Avenida México y a las calles Lanceros de Oaxaca y Cazadores de Morelia. Son muy frecuente con un promedio de quince a veinte por año, y con un tirante que oscila entre los 40 cm y 60 cm. En el 2002 ocurrió una inundación mayor a los 70 cm y fue debido al desbordamiento de una lumbrera, aquella vez lo que

hizo el gobierno para evitar daños a la salud de los habitantes fue vacunarlos contra tétanos y tifoidea.

Sobre la Avenida México al entronque con la Calzada Ignacio Zaragoza se evidencian agrietamientos en las casas habitación e incluso se observa sensiblemente una ligera inclinación de los edificios (Figura 4.37 a), y aunque el grado de afectación que originan las inundaciones sobre esta área no es considerable debido a que el tirante no es alto, si vuelve más vulnerable a la estructura de las viviendas. Las calles con mayor afectación son Lanceros de Oaxaca al entronque con Cazadores de Morelia, afirman ahí que en el año 2000, ocurrió el desbordamiento de una lumbrera que ocasionó una inundación de 1.5 metros de altura aproximadamente, actualmente se ha dado mantenimiento antes y después de la temporada de lluvias y eso ha permitido una leve disminución de los daños, pues anteriormente rebasaba el nivel de los muros de la entrada y se introducía trayendo como consecuencia la pérdida de varios muebles (Figura 4.37 b).



Figura 4.37 a. La flecha indica las mangueras de una bomba, la cual tiene la función de desalojar el agua; sin embargo, llega a afectar a la Calzada Ignacio Zaragoza, pues es allí donde desemboca toda el agua.



Figura 4.37 b. Parte de las inundaciones que se presentan en esta colonia se deben a los escurrimientos provenientes del Cerro del Peñón Viejo, es lo que asevera la población.

COLONIA UNIDAD HABITACIONAL FUERTE DE LORETO

Las entrevistas se llevaron a cabo dentro de la Unidad Habitacional de la Avenida Fuerte de Loreto, debido a que dentro de los puntos seleccionados de mayor frecuencia y magnitud se encontraba esta colonia, sin embargo, no es un punto relevante, ya que nunca han padecido de graves daños como la entrada del agua a las casas habitación.

En el mes de julio del 2006, se presentó una inundación con un tirante de 50 cm, pero solamente afectó al área del estacionamiento impidiendo el paso peatonal, los habitantes de esta unidad

indican que los encharcamientos e inundaciones se presentan en cada lluvia que sea considerablemente intensa, cabe mencionar, que una de las posibles causas de los encharcamientos en esta unidad se deben a la falta de limpieza, ya que se observa a simple vista la acumulación de basura en casi todas las calles (Figura 4.38 a) (Figura 4.38 b, Anexo C).



Figuras 4.38 a. La falta de cultura de limpieza en las calles y en las áreas comunes, es la principal causa de la acumulación de agua en la U.H.Fuerte de Loreto.

COLONIA CERRO DE LA ESTRELLA Y SAN NICOLÁS TOLENTINO

Las áreas más críticas se presentan en Lebrija, pero el problema abarca desde Av. 11, hasta la Calzada de San Lorenzo, entre Bilbao y Av. Catarroja. Las inundaciones se presentan de cuatro a cinco veces al año, aproximadamente y la altura que alcanza el nivel del agua es frecuentemente de 10 a 15 cm, sin embargo, la máxima registrada ha sido de 0.70 m hace cinco años, causando daños materiales a la población afectada. La causa frecuente son los escurrimientos provenientes del cerro de la Estrella, anteriormente el agua que fluía del cerro era con basura, lodo e inclusive con animales muertos, además del agua negra que brotaba de las coladeras, sin embargo, también existe basura en las calles, debido al comercio ambulante.

Hace un año y medio aproximadamente, se colocaron nuevas alcantarillas (Figura 4.39 a); sin embargo, es en algunas calles en las que se ha reducido la magnitud de las inundaciones, pero el problema sigue estando presente, esto debido a que no existe un mantenimiento adecuado, porque con poca frecuencia desazolvan las coladeras, y si es que desazolvan, dejan toda la basura en la calle y en las lluvias más próximas, se vuelve a obstruir el drenaje (Figuras 4.39 b y 4.39 c, Anexo C).



Figuras 4.39 a. Condición que muestran las nuevas alcantarillas, de esta colonia.

UNIDAD HABITACIONAL VICENTE GUERRERO

La verificación en campo ayudó a identificar que el nivel de peligro en esta área no es alto, ya que de acuerdo con informes de los habitantes, este problema es frecuente sobre las Avenidas Combate de Celaya y Campaña de Ébano, pero generalmente son encharcamientos de 10 a 20 cm aproximadamente, por lo que no rebasa el nivel de la banqueta, aunque en el 2005 se llegó a registrar una altura de la lámina del agua de hasta 0.50 metros. El área con mayor afectación de esta colonia es sobre la Av. Revolución Social (Figuras 4.40 a y 4.40 b, Anexo C), abarcando una manzana desde Carlos Magaña hasta Carlos del Valle, el mayor problema en este punto es la presencia de basura, pues aunque existe el servicio de limpia, la gente acostumbra tirar la basura en las calles.

COLONIA DESARROLLO URBANO QUETZALCÓATL

Se afectan diversas manzanas, sin embargo, las calles que sobresalen son Villa Franqueza, Villa Ce esquina con Villa Flor (Figura 4.41 a), Villa Cid, Av. Manuel Cañas y Villa Figueroa, anteriormente era muy frecuente que las inundaciones rebasaran el metro de altura del nivel de la lámina del agua en sitios como Villa Cid esquina con Villa Franqueza (Figura 4.41 b, Anexo C), ahora son igual de frecuentes pero por lo regular alcanzan 30 cm de altura, aunque cabe mencionar, que los peatones que cruzan estas avenidas, padecen frecuentemente de enfermedades en la piel por la exposición al agua sucia proveniente de los escurrimientos de la sierra de Santa Catarina (Figura 4.41 c, Anexo C).

Actualmente debido a la organización de la población afectada y a graves inundaciones que han sido escenario para los medios de comunicación, tal como ocurrió en el mes de mayo del 2000, donde diversas manzanas fueron afectadas por una inundación de metro y medio de altura, es que se ha logrado la construcción de nuevas alcantarillas en las principales calles afectadas y un área de recarga del acuífero que aunque nunca se ha llegado a desbordar, si ha llegado a su límite (Figura 4.41 d) (Figura 4.41 e, Anexo C), otro aspecto importante es que ahora ya se da un mantenimiento durante la época de lluvias, sin embargo, dado que son recientes estas obras, no se ha podido verificar si funcionan eficientemente, pues de acuerdo con los vecinos durante éste año no ha llovido con gran intensidad como en los años pasados (Figura 4.41 f, Anexo C).



Figura 4.41 a. La flecha indica el nivel hasta donde llegó el agua dentro de una vivienda ubicada en la calle de Villa Flor.



Figura 4.41 d. En el fondo, se observa una nueva obra de infraestructura para la captación del agua de lluvia y que evita los encharcamientos severos.

UNIDAD HABITACIONAL SOLIDARIDAD Y LA COLMENA

Ambas unidades habitacionales son vecinas, aunque se encuentran separadas por la Av. Prolongación Octavio Paz, presentan el mismo problema y en la misma magnitud. Entre las obras hidráulicas que existen para evitar las inundaciones están: una planta de Bombeo, una Laguna de Regulación (Figuras 4.42 a y 4.42 b) y una Lumbrera que tratan de eficientar el sistema hidráulico, sin embargo, el problema está presente. De acuerdo con la población las inundaciones son muy frecuentes, por lo menos en cada lluvia intensa se inunda 50 cm (Figura 4.42 c, Anexo C), y por lo menos dos veces al año rebasa el metro de altura, los pobladores para evitar daños en sus casas hacen las adecuaciones necesarias como bordos en los límites de sus lotes, rampas muy pronunciadas en la entrada de sus puertas, o escaleras (Figura 4.42 d y 4.42 e, Anexo C), sin embargo, no solamente el agua entra por las puertas, sino también por las coladeras que se encuentran dentro de sus casas causando enfermedades como conjuntivitis, alergias en la piel,

enfermedades respiratorias como neumonía, esto debido a la humedad causada por la infiltración del agua y en algunos casos se desataron problemas gástricos y de colitis por la preocupación y el estrés constante, al que están sujetos ante este problema. Por otro lado, se observa que existen diferencias e inclinación de ciertos partidos políticos, que impiden resolver en algunos sitios el problema y en otros tantos les permite avanzar en términos de infraestructura y servicios públicos: alcantarillas y cambio de banquetas.

Las áreas con mayor afectación son sobre la Av. Texcoco, la U.H. Solidaridad, U.H. La Colmena y una pequeña porción de la colonia Popular Ermita Zaragoza, aunque en ésta última son solamente encharcamientos lo que se presenta.



Figuras 4.42 a y 4.42 b respectivamente. En la fotografía se observa la laguna de regulación ubicada a lo largo de la Av. Prol. Octavio Paz; durante un evento de fuerte precipitación, para evitar la saturación del drenaje además de poner a trabajar las plantas de bombeo, conducen las aguas hacia la laguna.

PUEBLO DE SANTA MARTHA ACATITLA

La calle con mayor frecuencia y magnitud es la Av. Ignacio Zaragoza, a la altura de las calles Cayetano Andrade, Celio García, Rafael Reyes y José Indelicato, además, también se observa una serie de irregularidades topográficas (baches).

En general, ocurren en promedio alrededor de veinte inundaciones al año sobre la avenida, pero no superan el metro de altura. La peor inundación se registró entre mayo y junio del 2007, rebasando el metro de altura sobre la Av. Ignacio Zaragoza y de 70 cm aproximadamente sobre las calles de Cayetano Andrade y José Indelicato.

Retomando los informes de la gente que habita en estas zonas, rara vez desazolvan el drenaje, sin embargo, dejan toda la basura en las calles, lo que implica que se vuelva a obstruir, los principales daños que se generan son congestión vial. Sobre las calles de Cayetano Andrade y José Indelicato se observan acumulaciones de lodo (Figuras 4.43 a y 4.43 b, Anexo C), aseguran los pobladores que este problema es frecuente debido a que fluyen aguas negras de las coladeras y aunque ya han solicitado a las autoridades una mayor atención y mantenimiento al drenaje, no han resuelto el problema.

COLONIA SANTA MARÍA AZTAHUACÁN

Dentro de esta colonia las calles con mayor conflicto son Av. Jalisco, San Miguel y Primavera, entre los eventos de mayor magnitud que recuerda la población se registraron durante el 2005 y en el 2007 (Figura 4.44 a), ambos con una elevación cercana al metro de altura. Los habitantes aseguran que las inundaciones empezaron hace aproximadamente treinta años, cuando comenzaron a poblarse las partes altas del cerro, propiciando que durante cada evento de lluvia que se presente en la Sierra de Santa Catarina, haya escurrimientos hacia las partes más bajas.

En la Avenida Jalisco esquina con San Miguel las inundaciones son muy frecuentes con un promedio mayor de veinte por año con 50 cm aproximadamente de altura (Figuras 4.44 b, 4.44 c y 4.44 d, Anexo C), pero en el 2005 superó los 70 cm del nivel del agua y aunque ya han introducido nuevas obras como alcantarillas (Figura 4.44 e), son igual de frecuentes, porque asegura la gente que el diámetro de las tuberías son de escasos 60 cm, y no da abasto para toda el agua proveniente de las partes altas. Cabe mencionar, que debido a que la calle de San Miguel es paralela al flujo del agua, ésta última no se estanca, sin embargo, la altura de la lámina del agua a la cual ha llegado ha ocasionado daños a las viviendas (Figura 4.44 f, Anexo C).



Figura 4.44 a La construcción de topes es lo más común para evitar inundaciones, sin embargo en este caso, ya varias veces se ha rebasado su nivel.



Figura 4.44 e. El organismo encargado, ha colocado una serie de alcantarillas en la mayoría de las calles afectadas.

El trabajo de campo permitió obtener información muy importante para entender por propia voz de la gente afectada los factores que se involucran en la presencia de las inundaciones, y además sirvió para verificar si lo evaluado cartográficamente es confiable.

Efectivamente, la mayoría de las áreas determinadas con nivel de peligro alto y muy alto son acertadas con excepción de las colonias Desarrollo Urbano Quetzalcóatl, Vicente Guerrero y Santa Isabel Industrial, que redujeron de peligro no por una mala consideración de los datos, sino porque en el último año han introducido nuevas obras de infraestructura (colectores y alcantarillas), que han disminuido la magnitud de las inundaciones, pero de ninguna manera se han erradicado. De igual forma, las colonias San Nicolás Tolentino y Cerro de la Estrella, aunque la base de datos original arrojó resultados que indicaban un bajo nivel de peligro, en realidad al verificar en campo se observó que el nivel de peligro es alto en términos de su magnitud, frecuencia y tirante máximo, observando en ambos casos un tirante máximo de inundación de 0.50 m aproximadamente y su frecuencia oscila de 4 a 5 inundaciones por año.

4.5 NIVELES DE PELIGRO DE INUNDACIÓN EN IZTAPALAPA

Este subcapítulo es el resultado final del procesamiento cartográfico de las variables seleccionadas: tirante máximo, densidad de inundaciones (1998-2005), extensión máxima y el mapa de intervalos de hundimiento calificado de importancia ya que es uno de los factores detonantes en la elevación de la magnitud del nivel de peligro de inundaciones.

4.5.1 MAPA DE ISOHUNDIMIENTOS

Debido a que la estratigrafía de la zona lacustre de la Ciudad de México está constituida por formaciones arcillosas y que al efectuar la extracción del agua de los mantos freáticos, mediante técnicas de bombeo, es común observar la presencia de hundimientos regionales, conceptualizando este último como “el descenso de una zona de terreno de extensión determinada, con respecto a su nivel original” (Estado de México, 2007). Las zonas con mayor afectación por este tipo de fenómenos se concentra en las zonas de transición, entre un suelo de tipo arcilloso lacustre y otro de tipo volcánico, donde se produce un proceso de hundimiento diferencial, donde normalmente se presentan agrietamientos (aberturas de la superficie del suelo, que se forman a consecuencia del esfuerzo de tensión en la masa del subsuelo) que siguen un comportamiento aproximadamente

paralelo a las curvas de nivel o de los contornos de las formaciones de material distinto (Gutierrez *et al.*, 1991), son visibles al oriente de la ciudad, específicamente en la periferia del Peñón de los Baños, del Peñón Viejo, en éste último en el tramo final de la Calzada Ignacio Zaragoza. Ya en los años 70 se observaban hundimientos y agrietamientos en las cercanías del Cerro de la Estrella, entre Churubusco y Apatlaco.

En el mapa de intervalos de isohundimiento (Figura 4.45) se observa que las áreas de mayor afectación se localizan hacia el oriente de la delegación, principalmente bordeando al Peñón Viejo, además de mencionar que en este mismo sitio existe la presencia de agrietamiento asociado al hundimiento regional. De igual manera, se observa que al sur de Iztapalapa, existe una pequeña franja con hundimientos y afecta principalmente al norte de la delegación de Xochimilco, alcanzando un intervalo de 2 m de profundidad a lo largo de 20 años.

Retomando a Murillo y colaboradores (1991), el Peñón Viejo está constituido de material piroclástico que favoreció la presencia de manantiales que fueron explotados intensamente para su uso, ocasionando un hundimiento diferencial y con ello agrietamientos que afectan principalmente a las colonias Ejército de Oriente, José María Morelos y ejidal Santa Martha Acatitla, dicha zona está caracterizada por grandes espesores de arcilla blanda que son altamente compresibles. De acuerdo con el mapa obtenido, esta área alcanza un rango de hundimiento >5-9 m a lo largo de 20 años (1985-2005). Cabe mencionar que existen varios factores que influyen en la presencia de agrietamientos, uno de ellos son las intensas lluvias y los encharcamientos de agua, los cuales actúan como favorecedores en la propagación de las grietas, esto debido a la presión hidráulica que generan por la acumulación del agua (Auvinet y Arias, 1991).

El trabajo de campo fue de utilidad, porque sirvió para la verificación de lo antes expuesto, pues las colonias de Ejército de Oriente, Santa Martha Acatitla, San Lorenzo Xicotécatl y Voceadores son las que tienen mayor afectación, en las cuales la población afirma que el fenómeno se agrava ante intensas precipitaciones.

INTERVALOS DE HUNDIMIENTO O SUBSIDENCIA (1985-2005)

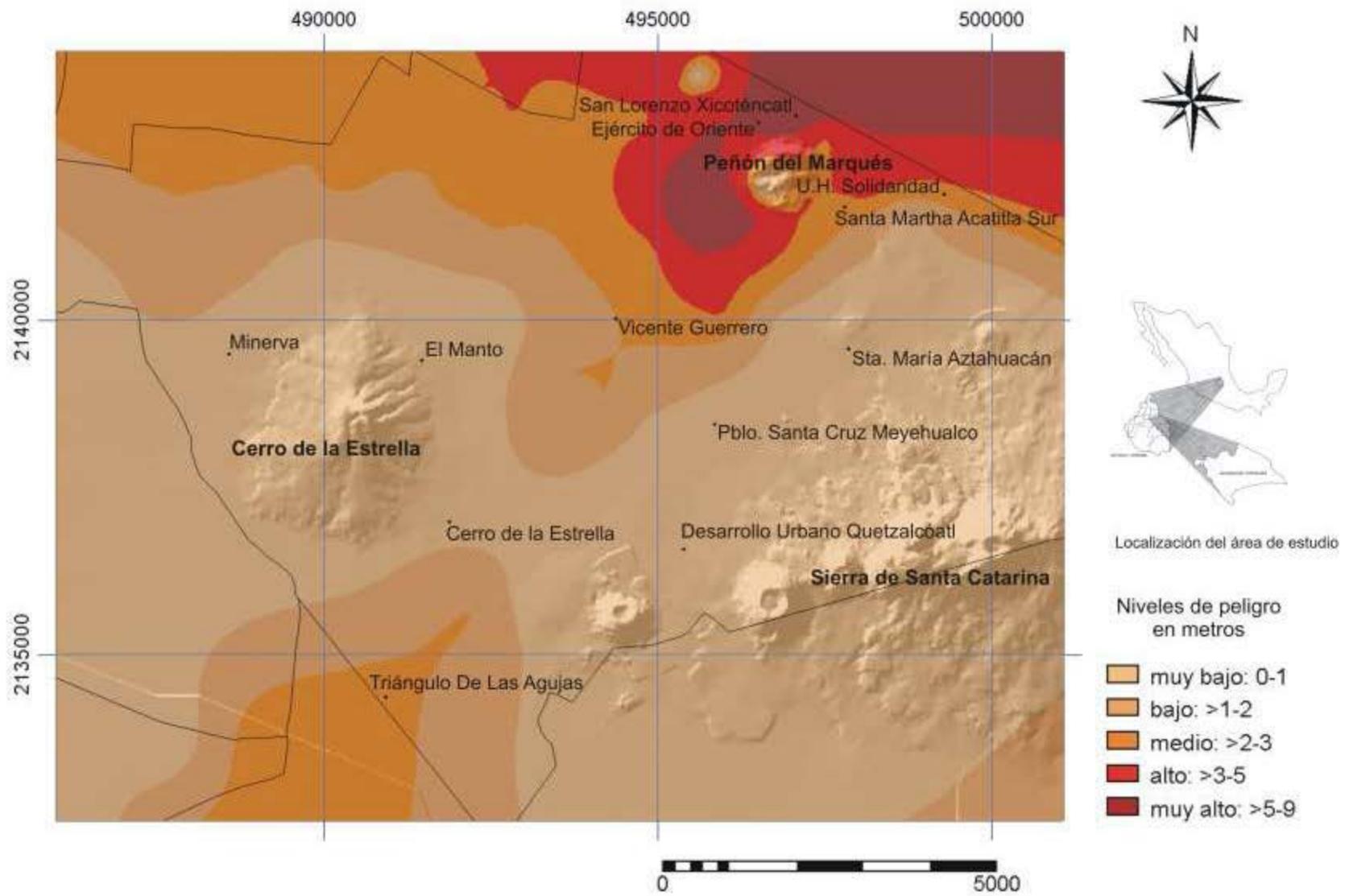


Figura 4.47. Mapa de intervalos de hundimiento.

4.5.2 MAPA DE NIVELES DE PELIGRO DE INUNDACIÓN EN LA DELEGACIÓN IZTAPALAPA (1998-2005).

El resultado de la interpolación obtenida a partir de los cuatro mapas base, determinó de manera aproximada las áreas con mayor nivel de peligro de inundaciones, de tal manera que, en cada uno de los mapas se propuso un coeficiente de peligro igual a uno, esto es porque todos los elementos tienen el mismo nivel de importancia. Aquellos sitios que tienen un coeficiente igual a cuatro son de mayor nivel de peligro que el resto.

NIVEL DE PELIGRO MUY ALTO

Se aprecia en aquellas zonas que tienen intervalos de hundimiento mayores de cinco hasta nueve metros y dentro de las características físicas de las inundaciones que se presentan en el área son de una máxima profundidad de la lámina del agua mayor a 0.80 m hasta 1.20 m, con una máxima extensión de 2,000 m² hasta 16,000 m² y su densidad ha alcanzado hasta 51 eventos en algunos casos.

NIVEL DE PELIGRO ALTO

Resulta en zonas cuyas características de las inundaciones que han presentado son de una máxima profundidad de la lámina del agua, mayores a 0.50 m hasta 0.80 m, y cuya máxima extensión es mayor a 1,300 m² hasta 2,000 m² y la concentración de inundaciones son mayores de seis eventos; los intervalos de hundimiento que ha presentado a lo largo de 20 años, son mayores a 3 m hasta un máximo de 5 m.

NIVEL DE PELIGRO MEDIO

Se identifica en zonas cuya densidad de inundaciones oscila entre intervalos mayores a tres hasta un máximo de seis eventos, el máximo tirante de la lámina del agua es igual o mayor a 0.30 m hasta 0.50 m y cuya máxima extensión es mayor a 800 m² hasta 1,300 m²; con respecto a los hundimientos se presentan intervalos mayores a dos hasta un máximo de tres metros.

NIVEL DE PELIGRO BAJO

Hace referencia a aquellos sitios que han presentado a lo largo de seis años, desde ninguna hasta un máximo de tres inundaciones, cuya profundidad máxima alcanzada es considerada un encharcamiento, ya que no rebasa los 0.30 m y aunque ha llegado a rebasar el nivel de la banquetta, el agua no se introduce dentro de las viviendas o locales comerciales, su extensión máxima es relativamente pequeña con respecto a las anteriores de hasta 800 m² equivalente a 10 x 80 m. Por lo que respecta al nivel que ha descendido el terreno, alcanza hasta un máximo de 2 m, aunque en su mayoría le corresponde de 0 a 1 m de hundimiento. Cabe aclarar, que este intervalo originalmente se dividió en dos niveles de peligro: muy bajo y bajo, pero se fusionó en uno solo, ya que lo único en que se diferenciaba es que en el primero de ellos, la máxima profundidad del tirante de agua era de 0.15 m.

La gráfica siguiente (Figura 4.46), se realizó a partir del histograma que arroja el mapa de niveles de peligro de inundaciones y muestra la proporción que guarda cada nivel de peligro en el área de estudio; de tal manera, que el nivel de peligro medio es el que abarca más de la mitad de la parte plana de la delegación con 68 %, esto no significa que el nivel de peligro medio sea el que más frecuentemente ocurra, y por el lado contrario el nivel más alto de peligro solamente se presenta en el 6% de la parte plana de la delegación.

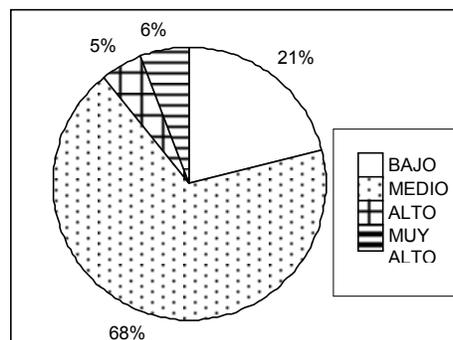


Figura 4.46 Superficie que ocupa cada nivel de peligro

El mapa de niveles de peligro evidenció ser una herramienta confiable (Figura 4.47), ya que al verificar en campo los resultados obtenidos de las zonas de mayor nivel de peligro, resultó que todos los sitios visitados coincidieron con lo establecido en el procesamiento cartográfico.

NIVELES DE PELIGRO DE INUNDACIÓN EN LA DELEGACIÓN IZTAPALAPA (1998-2005)

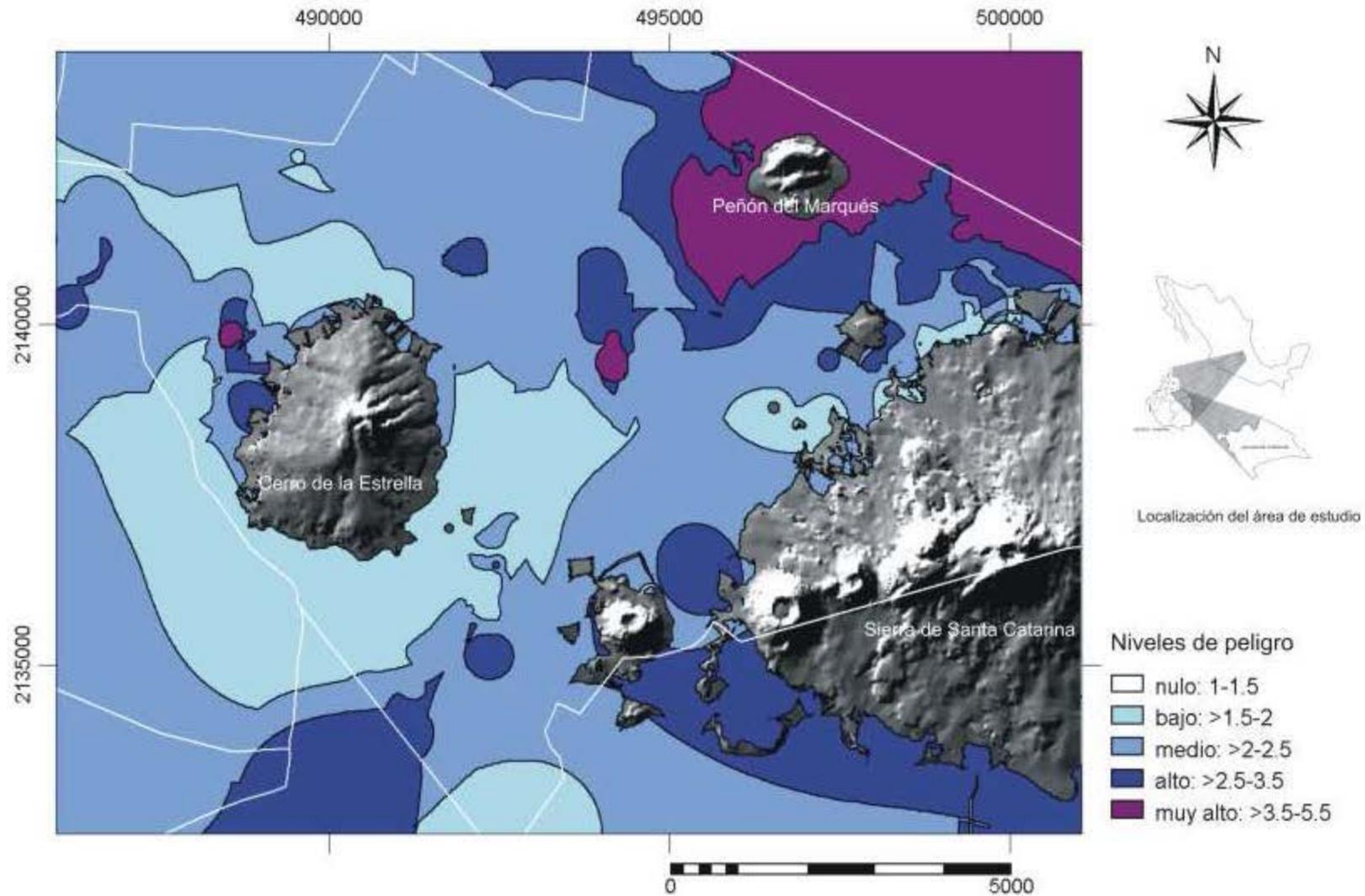


Figura 4.47. Zonificación del nivel de peligro de inundación en Iztapalapa.

El trabajo de campo permitió identificar los sitios que presentan mayor frecuencia de inundaciones con más de diez hasta un máximo de veinte inundaciones, resultando con estas características las colonias, U. H. Ejército de Oriente, Pueblo de Santa Martha Acatitla, San Lorenzo Xicoténcatl, Desarrollo Urbano Quetzalcóatl, Santa María Aztahuacán y asimismo, de las 17 colonias que se recorrieron durante el trabajo de campo, se reconoce que seis de ellas, tienen una frecuencia del tirante de inundación mayor a 0.50 m, las colonias afectadas por estas características son la U.H. Ejército de Oriente, U.H. Solidaridad, La Colmena, Pueblo de Santa Martha Acatitla, San Lorenzo Xicoténcatl y Santa María Aztahuacán (Tabla 4.8).

Tabla 4.8 Determinación del nivel de peligro, con respecto al procesamiento cartográfico y reconocimiento en campo.

COLONIA	NIVEL DE PELIGRO	DATOS REFERIDOS AL TRABAJO DE CAMPO			
		CALLES CON MAYOR AFECTACIÓN	FRECUENCIA DE INUNDACIONES/AÑO	TIRANTE MÁXIMO DE INUNDACIÓN	FRECUENCIA DEL TIRANTE DE ENCHARCAMIENTO O INUNDACIÓN
Ejército de Oriente zona Peñón	Muy Alto	Joaquín Ibargüen, Carlos Ramírez módulos 1,2 y 3. Av. Exploradores de Ejército de Oriente	Por lo menos dos veces al año	1.0 m	0.30 m
U.H.Ejército de Oriente	Muy Alto	Sobre la Calzada Ignacio Zaragoza y Av. México	20 veces	1.5 m	0.40 – 0.60 m
U.H. Solidaridad	Muy Alto	Entre Av. Texcoco y Ahuehuetes	> 2 veces	> 1.0 m	0.50 m
La Colmena	Muy Alto	Sobre Av. Texcoco hasta el límite de José María Gutierrez.	2 – 3 veces	1.20 m	0.50 m
Minerva	Muy Alto*	Trojes, Agricultores esquina con Sur 129 y Silos	2 veces	> 0.70 m	0.20 – 0.30 m
Pueblo Santa Martha Acatitla	Muy Alto	Calzada Ignacio Zaragoza, Cayetano Andrade, José Indelicato y Celio García	10 – 20 veces	1.5 m	0.70 – 0.80 m
San Lorenzo Xicoténcatl	Muy Alto	Balvanera, Ahome y Calzada Ignacio Zaragoza.	10 – 20 veces	1.0 m	> 0.50 m
Santa Martha Acatitla Sur	Muy Alto	José Peña del Valle a la altura de Luis García y Solón Argüello	SDF	0.90 m	0.30 m
U.H. Vicente Guerrero	Muy Alto*	Av. Revolución Social a partir de	ocasionales	> 0.50 m	0.10 m

		Carlos Magaña hasta Carlos del Valle.			
Ampliación Sinatel	Alto	Central Telefónica entre Lada y Sinatel	2 veces	> 0.50 m	0.10 m
Desarrollo Urbano Quetzalcóatl	Alto*	Villa Franqueza, Villa Ce esquina con Villa Flor, Villa Cid, Av. Manuel Cañas y Villa Figueroa.	10 veces	1.5 m	0.30 m
Santa María Aztahuacán	Alto	Av. Jalisco, San Miguel, Av. Primavera, Naranjo, Alcanfor.	10 – 20 veces	> 1.0 m	0.50 m
Sinatel	Alto	Sobre Río Churubusco	2 veces	> 0.90 m	0.30 m
Cerro de la Estrella	Bajo*	Lebrija, Marmolejo y Calzada de San Lorenzo.	4 – 5 veces	0.70 m	0.20 m
San Nicolás Tolentino	Bajo*	Toda la manzana correspondiente a Bilbao y Catarroja esquina con Av. 11 hasta la Calzada de San Lorenzo.	4 – 5 veces	0.50 m	0.10 – 0.15 m
Santa Isabel Industrial	Bajo	Sobre la Av. Tláhuac, con afectación principalmente en locales comerciales.	ocasionales	0.50 m	0.20 m
U.H.Fuerte de Loreto	Bajo	Con afectación a estacionamientos	ocasionales	0.50 m	0.10 m

* Sitios que conforme al trabajo de campo, son de distinto nivel de peligro
SDF Sin datos de frecuencia

CONSIDERACIONES FINALES

El comportamiento de las áreas determinadas con mayor nivel de peligro de inundaciones en Iztapalapa, indica que alrededor de las inundaciones existe una serie de amenazas concatenadas (Figura 4.48). Se define el término de amenazas concatenadas como a la probable ocurrencia de dos o más fenómenos físicos peligrosos, dónde uno desencadena el otro y así sucesivamente (CEPREDENAC, 2007). Pues es bien sabido que los hundimientos son ocasionados por la explotación de los mantos acuíferos y éste a su vez provoca por una parte agrietamientos y por otra una configuración topográficamente deprimida, en ambos casos se pueden presentar pérdida de pendiente o ruptura del sistema de drenaje hidráulico ocasionando encharcamientos o inundaciones, sin embargo, retomando a Auvionet y Arias (1991), mencionan que *“también se ha observado que el encharcamiento brusco de agua a principios de la época de lluvias favorece la aparición y propagación de las grietas”*, y si a este fenómeno se le añade la falta de capacidad y de mantenimiento del drenaje y además una falta de cultura de limpieza, obviamente el problema se agrava.

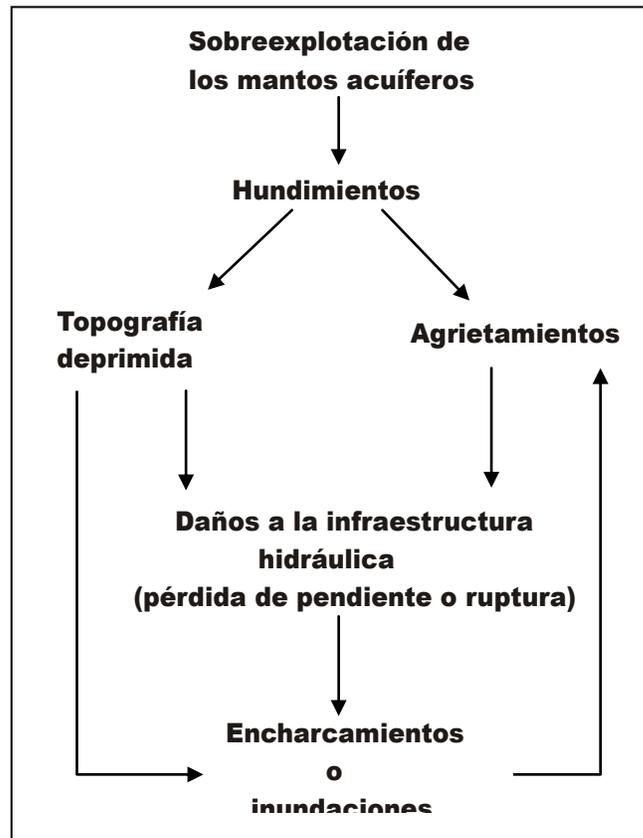


Figura 4.48. Peligros asociados con las inundaciones que ocurren en la delegación Iztapalapa.

Dentro de los antecedentes previos a esta investigación se puede uno referir al mapa de *“Temporada de lluvias 2001. Zonas de encharcamiento e inundaciones”* dicho mapa fue elaborado por Protección Civil de dicha demarcación, sin embargo, solamente se refiere al periodo del año 2001, además no indica el nivel de peligro de cada sitio del que hace mención.

Existen zonas que no se incluyeron en esta tesis de manera directa como son: U.H. Ortiz Tirado, Unión Popular, zona del Socabón, Av. Benito Juárez, U.H. Gavilán Infonavit y Santa Bárbara, porque no fueron encontradas dentro de la base de datos recabada, pero de igual manera, también existen zonas que no se mencionan en el trabajo anteriormente referido y que son consideradas de alto peligro, son: la colonia Minerva, Santa Martha Acatitla Sur, San Lorenzo Xicoténcatl y Unidad Solidaridad.

Por otro lado, los resultados que arroja esta investigación, en términos de los sitios de mayor nivel de peligro, concuerda con los puntos críticos de inundación expuestos por el Gobierno del Distrito Federal (El Universal, 2005) *“Por lo que hace a puntos críticos o anegamientos con afectación a viviendas, en la delegación Iztapalapa, se ubicaron en Av. Texcoco y Sentimientos a la Nación, colonia Colmena; Cayetano Andrade y Celio García, en el Pueblo de Santa Martha Acatitla; Jalisco y Palmas en Santa María Aztahuacán; Solón Argüello y Luis García, en Santa Martha Acatitla Sur y Trojes en la colonia Minerva y la vialidad de Calzada Ignacio Zaragoza al cruce con Balvanera”*. Existen dos diferencias entre esta investigación y la expuesta por el Gobierno del Distrito Federal (El Universal, 2005), la primera de ellas, es que los puntos críticos establecidos por el GDF hacen referencia a puntos de riesgo de inundación y en esta tesis el objetivo se concretó en definir los niveles de peligro de inundación; sin embargo, los resultados de los sitios evaluados de mayor riesgo del GDF coinciden con los sitios considerados de peligro en esta tesis. La segunda diferencia es que en esta tesis se incluyeron en la mayoría de los casos, más calles porque los datos que arrojó el trabajo de campo, así lo permitió.

Si bien es cierto que existe un organismo encargado de reducir los efectos de las inundaciones, también es cierto que no es tarea de una sola entidad, sino es responsabilidad de los habitantes que habitan en la Ciudad de México, de una manera u otra, provocamos inundaciones, es por ello, la necesidad de fomentar una cultura hacia la concientización de la importancia de la limpieza y de reciclar el agua. Además es necesario que las autoridades respectivas establezcan normas y leyes para la captación del agua de lluvia en techos; hace falta voluntad política y ciudadana, ya que con

esto se podría resolver en gran medida el problema de la demanda del agua y por otro lado se evitarían inundaciones por la saturación del drenaje.

CONCLUSIONES

El mapa descriptor de las inundaciones indica que los sitios que coinciden en términos de su densidad, tirante máximo y extensión máxima de las inundaciones, están localizados al nor-orientado de la delegación, dichos sitios coinciden con las áreas de mayor nivel de peligro de hundimientos.

En la delegación Iztapalapa se determinó que existen ocho colonias, con sus respectivas calles afectadas, que presentan un nivel de peligro muy alto en términos de inundación: Ejército de Oriente zona Peñón, Ejército de Oriente zona ISSSTE, San Lorenzo Xicoténcatl, Santa Martha Acatitla Sur, Pueblo de Santa Martha Acatitla, Minerva, U.H. Solidaridad, U.H. La Colmena; siete de éstas colonias, están localizadas en la porción orientado del área de estudio. Todas las áreas mencionadas anteriormente, presentan un problema de falta de capacidad de los colectores, y sobre todo, cabe resaltar que hay una evidente falta de mantenimiento del drenaje. Por otro lado, se observó que la variable que influye considerablemente en la presencia de las inundaciones en Iztapalapa son los hundimientos, tanto por la configuración topográfica que ocasiona, como los daños al sistema hidráulico.

De las cuatro áreas analizadas (colonias aledañas al Peñón Viejo, Álvaro Obregón, extremo orientado y extremo poniente de la delegación), para explicar la correlación entre el tirante máximo de inundación y la extensión máxima, se observó que los sitios localizados en las cercanías del Peñón Viejo no muestran una estrecha asociación entre ambas variables, lo que indica que existe una topografía irregular debido a la presencia de los hundimientos, el resto de los sitios, sí muestran la correlación esperada.

Con respecto al funcionamiento de los colectores, se infiere que su distribución espacial influye considerablemente, pues aquellos que se encargan de drenar áreas que están expuestas al escurrimiento de las partes altas, como la Sierra de Santa Catarina, Cerro de la Estrella y Peñón Viejo son de peligro alto en términos de su volumen máximo derramado, esto debido a las grandes cantidades de agua que deben de desalojar en determinado tiempo; y aquellos colectores que están distribuidos en áreas que no presentan elevaciones del relieve, disminuye gradualmente su peligro, por otro lado, el colector Zona Urbana INDECO, que además de drenar las áreas circundantes al

Peñón Viejo, presenta graves problemas de hundimiento y agrietamiento, lo que lo vuelve ineficiente. Con respecto al colector Iztapalapa II, aunque espacialmente no existen elevaciones, el área que se encarga de drenar es muy extensa convirtiéndolo, de igual manera que el anterior, en ineficiente. Por lo que se concluye, que el nivel de peligro del volumen máximo derramado está en función de su ubicación espacial, la dimensión de su área de influencia, la existencia de fenómenos de asentamiento regional y el tamaño del diámetro de los conductos de los sistemas de colectores.

El análisis de la caracterización pluvial durante los eventos de inundación extrema indica que las inundaciones que ocurren en la delegación Iztapalapa efectivamente son de origen pluvial, siendo la mayoría de los eventos, influenciados por la presencia de fenómenos meteorológicos extremos, sin embargo, a nivel local, se observa que no existe una estrecha relación entre la cantidad de lluvia máxima en 24 horas o la acumulada previa a la inundación y el tirante de inundación registrado.

Aunque la lluvia es el factor detonante de la presencia de las inundaciones, se considera que la topografía irregular, la presencia de hundimientos, la falta de capacidad y de mantenimiento de la infraestructura hidráulica son las variables que determinan la magnitud de las inundaciones.

Aproximadamente, el 68% de la parte plana de la delegación Iztapalapa, está sujeta a inundaciones de peligro medio. El mapa de niveles de peligro de la delegación, mostró ser una herramienta confiable, ya que los resultados obtenidos en el trabajo de campo coinciden con lo realizado en el procesamiento cartográfico.

Las variables analizadas a lo largo de la investigación resultaron ser evidentemente significativas en el análisis de los resultados, y posiblemente otra alternativa de elección, para estudios de inundaciones urbanas.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Auvinet, G. y Arias A. (1991). “*Propagación de grietas*” En: Memoria de la reunión sobre agrietamientos de suelos. Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, México, pp 21-31.
2. Ávila, López R. (1991) “*Chinampas de Iztapalapa, DF*”. INAH (Instituto Nacional de Antropología e Historia), México.
3. Batista Silva J.L y Sánchez Celada M.(2005). *Evaluación del peligro y vulnerabilidad ante la ocurrencia de inundaciones. Cuenca del Cauto, Cuba*. Revista Internacional de Ciencias de la Tierra. Mapping Interactivo. Núm.102, págs 88-94. Instituto de Geografía Tropical de Cuba.
4. Bocco Verdinelli G. (1990) “*Gully Erosion Analysis using remote sensing and Geographic Information Systems. A case study in Central Mexico*”. Tesis Doctorado. Universidad Amsterdam.
5. CENAPRED (2004) “*Inundaciones*”. Serie Fascículos. 1ª ed. Centro Nacional de Prevención de Desastres. México.
6. De Gortari Rabiela H. y Hernández Franyuti R. (1988). “*Memoria y encuentros: LA CIUDAD DE MÉXICO Y EL DISTRITO FEDERAL (1824-1928)*”. DDF. Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora, Tomo I.
7. DGCOH (s/f 1) “*Plan Maestro de Drenaje de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (1994-2010)*”. Departamento del Distrito Federal. Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica.
8. DGCOH (s/f 2). “*Plan de Acciones Hidráulicas 2001-2005. Delegación Iztapalapa*”. Distrito Federal. Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, México.
9. DGCOH (1996). “*Alcantarillado. Estrategia para la ciudad de México*”. Departamento del Distrito Federal, 1994. Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, México.
10. Domínguez, M., Jiménez E., García J., Salas S. (1994). “*Reflexiones sobre las inundaciones en México*”. Centro Nacional de Prevención y Desastres. Cuadernos de Investigación No 4.
11. García, E., (1966). “Los climas del Valle de México, según el Sistema de Clasificación Climática de copen, modificado por la autora”. Unión Geográfica Internacional., Simposio sobre el Valle y la Ciudad de México. En: Orellana, L., y Vidal, Z. (2005). “Enriqueta Garciae, Antología. Centro de Investigación Científica de Yucatán e Instituto de Geografía. UNAM, págs 41-58.

12. García, Acosta V. (1997) “*Historia y desastres en América Latina. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina*”. Perú, Vol II.
13. Gutierrez S.C., Cuevas R.A. y Sánchez M.B. (1991). “*Soluciones geotécnicas para el agrietamiento de suelos*” En: Memoria de la reunión sobre agrietamientos de suelos. Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, México, pp 98-108.
14. Huizar, Alvarez R. (1998).“*Definición del control de la calidad del agua subterránea extraída de la subcuenca de México. Delegación Iztapalapa*”. Instituto de Geología. UNAM. Convenio-CONSERVA, T.1, Aire-Agua, pp 409-551.
15. ITC (2007). *Integrated Land and Water Information System (ILWIS)*. Versión 3.3. Internacional Institute for Aerospace Survey and Earth Survey.
16. INEGI, 1998. “*Cuaderno Estadístico Delegacional. Iztapalapa, Distrito Federal*”. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México.
17. INEGI, 2000. “*Censo General de Población y Vivienda*”. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México.
18. Lugo, Hubp J. (1991 a) “*Elementos de Geomorfología Aplicada (Métodos cartográficos)*”. Instituto de Geografía. UNAM.
19. Lugo, Hubp J. (1991 b) “*Riesgos y desastres naturales*”. En: La Ciudad de México en el fin del segundo milenio, Gustavo Garza (compilador). Departamento del Distrito Federal, El Colegio de México.
20. Lugo, H.J., A. Pérez-Vega y M. Rojas-Salas, (1991). “*Formación de grietas en la margen del antiguo lago al oriente de la Cuenca de México*” Revista Geofísica Internacional, 30 (2): 87-95. En: La Ciudad de México en el fin del segundo milenio, Gustavo Garza (compilador). Departamento del Distrito Federal, El Colegio de México.
21. Lugo Hubp J., Mooser F., Pérez Vega A., y Zamorano Orozco J. (1994). “*Geomorfología de la Sierra de Santa Catarina, D.F., México*”. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, Vol II, Núm 1. UNAM. Instituto de Geología, México, págs 43-52.
22. Mooser, H.F. (1975).”*Estructura Geológica*”. En: La Ciudad de México en el fin del segundo milenio, Gustavo Garza (compilador). Departamento del Distrito Federal, El Colegio de México.
23. Murillo Fernández, R., Morales, Monroy, R., y Hernández, Rubio, A. (1991). “*Agrietamiento lacustre al oriente de la Ciudad de México*” En: Memoria de la reunión sobre agrietamientos de suelos. Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, México, págs 79-94.

24. Perló, Cohen M. (1999) “*El Paradigma Porfiriano, Historia del Desagüe del Valle de México*”. Instituto de Investigaciones Sociales, UNAM.
25. Rosengaus, Moshinsky M. (2002) “*Efectos destructivos de ciclones tropicales*”, Ed. MAPFRE México.
26. Tapia Varela y López Blanco (2002). “*Mapeo geomorfológico analítico de la porción central de la Cuenca de México: unidades morfogenéticas a escala 1:100,000*”. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, V.19, núm.1, págs 50-65.
27. Vidal, Zepeda R. (1994) “*Condiciones Pluviométricas en los estados del norte de México*”. Investigaciones Geográficas. Boletín del Intituto de Geografía, UNAM.

REFERENCIAS CONSULTADAS EN INTERNET

1. CEPREDENAC (2007) Centro de Prevención de los Desastres Naturales en América Central. Consultado en la página WEB
<http://www.cepredenac.org/downloads/GLOSARIO.pdf>
2. Estado de México (2007) Protección Civil del Estado de México. Consultado en la página WEB
<http://www.edomexico.gob.mx/pls/portal/docs/page/proteccioncivil/imagenes/HUNDIMIEN-TOS.pdf>
3. GDF (2006 a). Delegación Iztapalapa Consultado en la página WEB
<http://www.iztapalapa.df.gob.mx/htm/main.html>
4. GDF (2006 b). Programa Delegacional de Desarrollo Urbano. Consultado en la página WEB
<http://www.paot.org.mx/centro/programas/delegacion/iztapal.html>, (PDDU).
5. IDEAM (2007). Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia. Consultado en la página WEB
<http://www.ideam.gov.co/>
6. INETER (2007) Instituto Nicaraguense de Estudios Territoriales. Consultado en la página WEB <http://www.ineter.gob.ni/geofisica/proyectos/metalarn/inundaciones.pdf>
7. SIDEAPA (2006). Consultado en la página WEB
http://www.sideapa.gob.mx/mod.php?mod=userpage&menu=1801&page_id=24

ANEXO A

Tabla A.1. Base de datos recopilada, correspondiente a la información hemerográfica

COLONIA	ARTERIAS VIALES	FUENTE/FECHA	DAÑOS	CAUSA	CARACTERÍSTICAS	OBSERVACIONES
Prolongación División del Norte 5,234, Unidad Infonavit, cruce calzada Ignacio Zaragoza y Balvanera, Unidad Ejército de Oriente	S/D	La Jornada 1-julio-1985	S/D	S/D		
Estación 28 Aculco	S/D	La Jornada 24-junio-1997	S/D	S/D	Encharcamientos de 30 cm	Precipitación de 32.18 lt/m2
Canal de Chalco No.3	S/D	La Jornada 7-julio-1998	Se abrió un boquete de 1.50 m de diámetro y 6 m de profundidad 5 personas lesionadas y 4 fallecieron	S/D	S/D	S/D
Unidad el Vergel, esquina Sabadel y Periférico	S/D	La Jornada 31/12/1998	Encharcamientos	S/D	S/D	S/D
Col. Ejército de Oriente, Santa María Aztahuacán y Juan Escutia.	S/D	La Jornada 30-Septiembre-1998	Encharcamientos en sus principales vialidades.	S/D	S/D	S/D
S/D	Arterias aledañas a la Unidad Habitacional Vicente. Guerrero	La Jornada 30-Septiembre-1998		S/D	Encharcamientos de 80 cm de altura.	S/D
Col Ejército de Oriente zona ISSSTE, La colmena y Solidaridad-EI Salado	S/D	La Jornada 30-Septiembre-1998	Fueron en total 12 colonias las afectadas.	S/D	Inundaciones de hasta un metro y medio de altura	S/D
Lomas Estrella	S/D	La Jornada 05 de octubre de 1998	S/D	S/D	S/D	S/D
Col. Ejército de Oriente	S/D	La Jornada, 1999	inundó 800 casas	Desbordamiento del agua de una lumbrera del drenaje profundo.	S/D	S/D
Col. Desarrollo Urbano Quetzalcóatl	S/D	La jornada 28/05/2000	60 casas de la delegación sufrieron daños, 120 familias tuvieron que ser desalojadas de sus hogares. Afectó un perímetro de al menos 10 manzanas		Inundación de 1.5 m de altura	S/D
Col. Santa Martha Acatitla	Cayetano Andrade y Zaragoza	El Universal Online 15-06-2000	S/D	S/D	S/D	S/D
Paraje Zacatepec	Av. Morelos y Zaragoza	El Universal Online 15-06-2000		S/D	50 cm de inundación	S/D
Unidad Ejército de Oriente	S/D	El Universal Online 15-06-2000		S/D	1 m de inundación	S/D
Unidad Mirasoles	S/D	El universal Online 15-06-2000	S/D	S/D	S/D	S/D
Col. Piraña	S/D	El Universal Online 15-06-2000	S/D	S/D	S/D	S/D
Col. Santa Cruz Meyehualco	S/D	El Universal Online 15-06-2000	S/D	S/D	S/D	S/D

Col. Palmitas	S/D	El Universal Online 15-06-2000	S/D	S/D	S/D	S/D
Col. San José Buenavista	S/D	El Universal Online 15-06-2000	Hundimiento de 3 mt de altura	S/D	S/D	S/D
Col. San José	S/D	El Universal Online 15-06-2000	S/D	S/D	S/D	S/D
Col. Polvorilla	S/D	El Universal Online 15-06-2000	S/D	S/D	S/D	S/D
Col. San José Buenavista	S/D	El Universal Online 15-06-2000	S/D	S/D	S/D	S/D
Col. Desarrollo Urbano Quetzalcóatl	S/D	El Universal Online 15-06-2000	S/D S/D	S/D	S/D	S/D
Col. Palmitas en la calle Camino Real y Bellota	S/D	El Universal Online 01-06-2000	A causa de la lluvia el terreno se reblandeció	S/D	S/D	S/D
Col San José Buenavista en la calle Villa Franqueza y Pino	S/D	El Universal Online 01-06-2000	A causa de la inundación se hundió 1.5 mt de profundidad	S/D	S/D	S/D
Col. Desarrollo Urbano Quetzalcóatl	S/D	El Universal Online 01-06-2000	Resultaron 100 casas dañadas	S/D	Inundación de 1 mt de altura	S/D
Col. Desarrollo Urbano Quetzalcóatl	S/D	El Universal Online 31-05-2000	Desalojo de 120 familias. El área que afectó fue un perímetro de 10 manzanas		1.5 m de inundación	S/D
Ejército de Oriente, El Paraíso, Cabeza de Juárez, Escuadrón 201, Renovación, Ejército Constitucionalista y Tepalcates e Ignacio Zaragoza.	S/D	El Universal Online 17 de octubre del 2000	S/D	S/D	S/D	La intensa lluvia se presentó a las 18:00 hrs del 16 de octubre del 2000.
Edificio de la calle Zubieta # 51 de la Col. Juan Escutia	S/D	El Universal Online 17 de octubre del 2000	El agua se alojó en el patio.	S/D	La inundación alcanzó una altura de 60 cm.	La intensa lluvia se presentó el 16 de octubre del 2000
Calle Hermenegildo Galeana, Díaz Ordaz, Vicente Guerrero y en el Canal del Moral de la col. Guadalupe del Moral.	S/D	El Universal Online 17 de octubre del 2000	Encharcamientos	S/D	S/D	La intensa lluvia se presentó el 16 de octubre del 2000
S/D	Av. Ignacio Zaragoza, 6° Poniente, Guelatao, Cabeza de Juárez.	El Universal Online 17 de octubre del 2000	Severo congestionamiento vial	S/D	S/D	La intensa lluvia se presentó el 16 de octubre del 2000
Col. Ejército de Oriente	S/D	El Universal Online 23 de junio del 2001	Las banquetas se cuartearon por reblandecimiento de la tierra	S/D	S/D	
Zona Aculco	S/D	El Universal Online 29 de junio del 2002		S/D	S/D	Caída de 111 mm de precipitación.
Cerro de la estrella	S/D	El Universal Online 29 de junio del 2002		S/D	S/D	60 mm de precipitación.
Unidad Habitacional Mirasoles	S/D	El Universal Online 29 de junio del 2002	Encharcamientos	S/D	S/D	S/D
El Manto	S/D	El Universal Online 29 de junio del 2002	Encharcamientos	S/D	S/D	S/D
Granjas Esmeralda	S/D	El Universal Online 29 de junio del 2002	Encharcamientos	S/D	S/D	S/D
Santa Isabel	S/D	El Universal Online 29 de junio del 2002	Encharcamientos	S/D	S/D	S/D
El Santuario	S/D	El Universal Online 29 de junio del 2002	Encharcamientos	S/D	S/D	S/D
Escuadrón	S/D	El Universal Online 29 de junio del 2002	Encharcamientos	S/D	S/D	S/D
Sifón	S/D	El Universal Online 29 de junio del 2002	Encharcamientos	S/D	S/D	S/D

Cárcel de Mujeres	S/D	El Universal Online 29 de junio del 2002	Encharcamientos	S/D	S/D	S/D
Barrio Tula	S/D	El Universal Online 29 de junio del 2002	Encharcamientos	S/D	S/D	S/D
Nueva Rosita	S/D	El Universal Online 29 de junio del 2002	Encharcamientos	S/D	S/D	S/D
Col.Aculco	Eje 5 Sur y Río Churubusco	El Universal Online 29 de junio del 2002	Intensas llluvias	S/D	S/D	En una hora y media la cantidad de precipitación fue de 100.33 mm
Col. Solidaridad, Sentimientos a la Nación y la Unidad la Colmena		El Universal Online 12 de julio del 2002		S/D	La inundación alcanzó hasta 1 mt de altura.	S/D
	Av. Principal de la Central de Abasto	El Universal Online 7 de agosto del 2002		S/D	El agua se elevó hasta 30 cm de altura	S/D
Unidad Modelo en las calles de Oriente 160 y Molina Enríquez y otras arterias de la colonia Sinatel	S/D	El Universal Online 14 de septiembre del 2002	El agua alcanzó 60 cm. Y afectó a 600 viviendas del la Delegación Iztapalapa		Debido a que el Río de Churubusco se desbordó y el agua negra empezó a salir a borbotones y entró a las casas.	S/D
Santa Martha Acatitla Sur, Cerro de la Estrella, Unidad Habitacional La Colmena, El Molino, El Salado, Santa Ma. Aztahuacán, Santa Martha Acatitla, Vialidad San Lorenzo Tezonco, Ejército de Oriente, zona ISSSTE, exlienzo Charro.	Av. Canal de Chalco, Av. Ignacio Zaragoza, Av. Ermita Iztapalapa	El Universal 27-septiembre-2003	S/D	S/D	Inundación de 45 cm.	S/D
Col Santa Martha, Vicente Guerrero, Santa Cruz y Constitución de 1917	S/D	El Universal Online 5 de junio del 2003	Inundaciones menores	S/D	S/D	S/D
S/D	Av. Periférico esquina con San Antonio; en el lado oriente de la Central Camionera Poniente; Av. Ceylán; en Av. Jardín y Circuito Interior; en Lomas de Vista Hermosa; en el paso a desnivel de Av. Chapultepec e Insurgentes; en Arcos de Belén, entre Buen Tono y Luis Moya.	El Universal Online 20 de junio del 2003	S/D		La principal causa de los encharcamientos es la insuficiencia de la red de drenaje y la bajada de aguas broncas en algunos sitios.	S/D
S/D	Calzada Ermita Iztapalapa, en la esquina Fundición.	El Universal Online 20 de junio del 2003	S/D		La principal causa de los encharcamientos es la insuficiencia de la red de drenaje y la bajada de aguas broncas en algunos sitios.	S/D
S/D	Prolongación Anillo Periférico, Av. México Tacuba y Legaría; Periférico Sur, entre la Unidad Habitacional PEMEX y Villa Latina; Viaducto Tlalpan, entre Periférico y carretera a Cuernavaca.	El Universal Online 20 de junio del 2003	S/D	S/D	S/D	S/D
S/D	Av. Texcoco esquina Sentimientos de la Nación.	El Universal Online 20 de junio del 2003	S/D	S/D	S/D	S/D

S/D	En la Calzada Ignacio Zaragoza, a la altura de las estaciones de la línea A "Acatitla-Santa Martha"	El Universal Online 08 de julio del 2003	Hay problemas viales puesto que dicha arteria se encuentra inundada.	S/D	S/D	S/D
S/D	Av. Paseo de la Reforma, Insurgentes, Chapultepec, Calzada de Tlalpan e Ignacio Zaragoza.	El Universal Online 9 de julio del 2003	S/D	S/D	S/D	S/D
Col. Vicente Villada	Av. Vicente Villada	El Universal Online 9 de julio del 2003	50 familias quedaron atrapadas en sus casas ya que sobre la avenida el nivel del agua alcanzó 30 cm de altura.	S/D	30 cm de altura de inundación.	S/D
	Calzada Ignacio Zaragoza a la altura del metro Santa Martha Acatitla	El Universal Online 24 de julio del 2003		S/D	S/D	S/D
La Colmena	Av. Ermita Iztapalapa e Ignacio Zaragoza	El Universal Online 27 de septiembre del 2003	Encharcamientos hasta el nivel de la banqueta	S/D	S/D	S/D
El Molino	Periférico y Legaria	El Universal Online 27 de septiembre del 2003	Encharcamientos en el área de estacionamientos y sótanos.	S/D	S/D	S/D
Santa María Aztahuacán, Santa Martha Acatitla, Cerro de la Estrella y Santa Martha Acatitla Sur.	S/D	El Universal Online 27 de septiembre del 2003	S/D	S/D	S/D	S/D
Col. Ejército de Oriente Zona ISSSTE Y Exlienzo Charro.	S/D	El Universal Online 27 de septiembre del 2003	S/D	S/D	S/D	S/D
S/D	Vialidades de San Lorenzo Tezonco	El Universal Online 27 de septiembre del 2003	S/D	S/D	El nivel del agua alcanzó 45 cm de altura.	S/D
S/D	Calz Ignacio Zaragoza	El Universal Online 08 de octubre del 2003	El agua subió 40 cm de altura lo que obligó al cierre de la arteria vehicular en dirección al centro.	S/D	40 cm de altura de inundación.	S/D
Minerva y Santa Isabel Industrial		El Universal 21-julio-2004	Daños a 200 viviendas caos vial	S/D	S/D	S/D
S/D	Eje 3 Oriente y Ermita Iztapalapa	El Universal 21-julio-2004	S/D	S/D	S/D	S/D
Col. Sta Ma. Aztahuacán Santa Cruz Meyehualco Ejido de Santa María	S/D	El Universal 1-julio-2004	300 viviendas afectadas	S/D	S/D	S/D
S/D	Av Ermita Iztapalapa y Calzada. Ermita Iztapalapa	El Universal 1-julio-2004	Caos vial	S/D	Inundación mayor a un metro de altura	S/D
Sor Juana Inés de la Cruz Vicente Villada	Av. Ignacio Zaragoza	El Universal 12-junio-2004	S/D	S/D	S/D	S/D
Tramo metro Guelatao y el Salado en Av. Zaragoza	S/D	El Universal 12-junio-2004	Más de 10 vehículos quedaron en medio del agua, pues no lograron rebasar los más de 50 cm de su nivel.	S/D	Altura de inundación de 50 cm	S/D
Minerva	S/D	20 de julio del 2004	60 viviendas afectadas	S/D	S/D	S/D
S/D	Tramo del metro Guelatao y el Salado sobre la Av. Zaragoza	El Universal Online 12 de junio del 2004	Más de 10 vehículos quedaron varados en medio del agua porque no rebasaban los más de 50 cm de su nivel.	S/D	más de 50 cm de altura de inundación	S/D
S/D	Av. Zaragoza a la altura del Parque La Balvanera	El Universal Online 12 de junio del 2004	Solamente los tráilers y autobuses podían rebasar los más de 40 cm de agua que se acumulaba sobre la avenida.	S/D	40 cm de tirante de inundación.	S/D
Col. Santa María Aztahuacán		El Universal Online 01 de julio del 2004	Afectó a 300 casas de la colonia.	S/D	S/D	S/D
S/D	Tramo carretero por la carretera libre y la Av. Ermita Iztapalapa	El Universal Online 01 de julio del 2004	Se vieron seriamente afectados por el arrastre de lodo.	S/D	El agua superó el metro de altura.	S/D

S/D	Calzada Ermita Iztapalapa, al cruce con eje y con Av. Tláhuac.	El Universal Online 26 de septiembre del 2004	Hubo cortes viales ya que el agua cubrió la banqueta y 15 cm más sobre el nivel del suelo.	S/D	40 cm de tirante de inundación.	S/D
S/D	Eje 3 oriente a la altura de la Calzada Ermita Iztapalapa	El Universal Online 21 de julio del 2004		S/D	Se registran inundaciones entre 40 y 50 cm	S/D
S/D	Av Tláhuac al cruce con la calle 11	El Universal Online 21 de julio del 2004	S/D	S/D	S/D	S/D
S/D	Col. Escuadrón 201, en la calle Agustín Yáñez	El Universal Online 21 de julio del 2004	S/D	S/D	S/D	S/D
Col. Minerva	Sobre Av. Tláhuac y el Puente de Periférico Oriente	El Universal Online 20 de julio del 2004	Tránsito vehicular y un momento nulo por varias horas.	S/D	El agua alcanzó 30 cm de altura	S/D
S/D	Se registró en el oriente de la ciudad en la calzada Ignacio Zaragoza a la altura el cerro del Peñón.	CUARTOSCURO.COM/ 11 de junio del 2004	Afectó a cientos de personas pues se afectó la circulación vial	Se debió a las fuertes lluvias	S/D	S/D
Pblo. Santa María Aztahuacán	S/D	Noticieros Televisa/ 04 de agosto de 2004	S/D	Las inundaciones fueron de origen fluvial, ya que el agua baja del cerro y los inunda.	El nivel del agua superó los 50 cm de altura.	Para evitar que el agua se meta a las viviendas construyeron diques en sus puertas y colocaron sacos de arena en las calles. La lluvia comenzó a las 2:00 y duró hora y media.
Constitución de 1917	S/D	Noticieros Televisa/ 04 de agosto de 2004	S/D	S/D	El agua alcanzó 20 cm de altura.	La lluvia comenzó a las 2:00 y duró hora y media.
S/D	Av. Río de la Piedad a la altura del metro Ciudad Deportiva y tramos de la Calzada Ignacio Zaragoza y Av. Central.	Noticieros Televisa/ 04 de agosto de 2004	S/D	S/D	Encharcamientos	El encharcamiento duró hasta la madrugada de siguiente día.
Col. Santa María Aztahuacán	S/D	Noticieros Televisa/ 30 de junio del 2004	Afectó a una escuela, diversas viviendas con muebles, electrodomésticos y algunos automóviles estacionados. Los habitantes aseguraron que llevan 10 años con este problema.	Los fuertes aguaceros provocaron la inundación.	El nivel del agua alcanzó 1.40 m de altura.	S/D
S/D	Sobre la Av. Zaragoza a la altura de la colonia San Lorenzo Xicoténcatl	Noticieros Televisa/31 de Agosto del 2005	Retrasos en la circulación vehicular	S/D	S/D	La intensa lluvia que se registró en la noche del 30 de octubre y en la madrugada del 31 de octubre.
Unidad Ejército de Oriente	S/D	El Universal Online /01 de agosto del 2005	S/D	S/D	S/D	S/D
Col. Voceadores	Sobre la Calzada Ignacio Zaragoza a la altura del metro Guelatao de la línea A.	La Crónica de Hoy/ 13 de octubre de 2005	Un camión con 40 pasajeros quedaron atrapados en la inundación durante varias horas. La inundación tardó 5 hrs para bajar el nivel del agua.	S/D	Inundación de 1.20 mt de altura.	S/D
Triángulo de las Agujas	Periférico al cruce con canal de Chalco.	La Crónica de Hoy/ 12 de octubre de 2005	S/D	Además de la intensa lluvia, se debe a la falta de mantenimiento del alcantarillado.	La acumulación de agua alcanzó 1 mt de altura.	S/D
Triángulo de las Agujas	Entre canal Nacional y Periférico	Repote 98.5 FM/ 07 de octubre de 2005	Problemas viales	S/D	S/D	S/D

Tabla A.2. Base de datos del SACM seleccionada para los eventos máximos de inundación

EVENTOS MÁXIMOS DE INUNDACIÓN DE ACUERDO AL SISTEMA DE AGUAS DE LA CIUDAD DE MÉXICO										
CALLE	ENTRE CALLE	COLONIA	TIRANTE m	LARGO m	ANCHO m	EXTEN- SIÓN m	FECHA	CAUSA	ESTACIÓN PLUVIOMÉ- TRICA DE INFLUENCIA	PRECIPITACIÓN ACUMULADA EN mm
GUELATAO	ESQ. TRANSPORTISTAS	ALVARO OBREGON	0.40	65	8	208	05/09/2003	INSUFICIENCIA DE ATARJEA Y COLECTOR	29	12.7
RIO CHURUBUSCO	ENTRE CALZ. DE LA VIGA Y ORIENTE 160	U. MODELO	0.40	90	7	252	13/09/2002	INSUFICIENCIA DE ATARJEA Y COLECTOR	20	59.18
BALVANERA ESQ. ZARAGOZA		SAN LORENZO XICOTENCATL	0.40	70	12	336	18/06/2004	INSUFICIENCIA DE ATARJEA Y COLECTOR	29	16.51
Av. ERMITA IZTAPALAPA (PTE.-OTE.) ESQ. CALZ. IGNACIO ZARAGOZA		PUEBLO SANTIAGO ACAHUALTEPEC	0.4	80	12	384	07/09/2004	INSUFICIENCIA DE ATARJEA Y COLECTOR	58	22.34
AV. TELECOMUNICACIONES # 1711	ESQ. CALZ. IGNACIO ZARAGOZA (FTE.ISSSTE)	GUELATAO DE JUAREZ UNIDAD HABITACIONAL (OTE)	0.40	100	12	480	16/10/2000	INSUFICIENCIA DE ATARJEA Y COLECTOR	29	30.22
RIO CHURBUSCO	ESQ. CALZ. ERMITA IZTAPALAPA	SINATEL	0.40	100	12	480	13/09/2002	INSUFICIENCIA DE ATARJEA Y COLECTOR	20	59.18
ZACANI	ESQ. ALAMOS	SAN LORENZO XICOTENCATL	0.50	6	20	60	23/09/2001	INSUFICIENCIA DE ATARJEA Y COLECTOR	29	25.90
EJE 5 SUR	ESQ. CANAL CHURUBUSCO (DENTRO DE LA CENTRAL DE A.)	CENTRAL DE ABASTOS	0.50	60	8	240	05/07/2003	COLADERA OBSTRUIDA	76	30.22
CALZ. IGNACIO ZARAGOZA	ESQ. BALVANERA	SAN LORENZO XICOTENCATL	0.50	80	25	1000	04/09/2003	INSUFICIENCIA DE ATARJEA Y COLECTOR	29	16.00
CALZ. IGNACIO ZARAGOZA	ESQ. BALVANERA	SAN LORENZO XICOTENCATL	0.50	100	25	1250	30/07/2003	INSUFICIENCIA DE ATARJEA Y COLECTOR	29	36.06
OLON ARGUELLO	ENTRE LUIS GARCIA Y EMILIO MADERO	SANTA MARTHA ACATITLA SUR Z. U.	0.50	80	40	1600	09/09/2002	INSUFICIENCIA DE ATARJEA Y COLECTOR	29	51.55
BALVANERA ESQ. ZARAGOZA		SAN LORENZO XICOTENCATL	0.60	100	18	1080	09/06/2004	INSUFICIENCIA DE ATARJEA Y COLECTOR	29	26.66
CALZ. IGNACIO ZARAGOZA	ESQ. BALVANERA	VOCEADORES	0.70	80	24	1344	27/09/2003	COLADERA OBSTRUIDA	29	40.88

Tabla A.3. Base de datos hemerográfica seleccionada de los eventos máximos de inundación

EVENTOS MÁXIMOS DE INUNDACIÓN DE ACUERDO CON LA BASE DE DATOS HEMEROGRÁFICA							
COLONIA	UBICACIÓN	FUENTE/ FECHA	DAÑOS	CAUSA	TIRANTE	ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA DE INFLUENCIA	PRECIPITA- CIÓN ACUMULA-DA
Col. Desarrollo Urbano Quetzalcóatl	Villa Federal esq Manuel Cañas, Villa de Cannes esq. Villa San Pedro, Villa Hayes mz4 It 4 entre Villa Gonzalo y Rosario Castellanos, Av Villa Franqueza esq Manuel Cañas, Villa Ce entre Villa Franqueza y Villa Campa, Villa Figueroa mz19 It8 entre Villa Ce y Villa Sidaler y Av. Manuel Cañas #518 esq. Av Villa Franqueza.	La Jornada 28/05/2000	60 casas de la delegación sufrieron daños, 120 familias tuvieron que ser desalojadas, por inundación de 1.5 m de altura	El área alcanzó un perímetro de al menos 10 manzanas.	1.5 m	31	18.28

Paraje Zacatepec	Av. Morelos y Calle Ignacio Zaragoza	El Universal Online 15-06-2000			0.50 m	29	24.63
Unidad Ejército de Oriente Zona Peñón	Joaquín Ibarguen entre esq. Av. Exploradores Ejército de Ote	El Universal Online 17-06-2000			1 m	29	33.26
Col. Juan Escutia	Edificio de la calle Zubieta # 51	El Universal Online 17 de octubre del 2000	El agua se alojó en los patios	La intensa lluvia se presentó el 16 de octubre del 2000	0.60 m	29	30.22
Col. Voceadores	Sobre la Calzada Ignacio Zaragoza a la altura del metro Guelatao de la línea A.	La Crónica de Hoy/ 13 de octubre de 2005	Un camión con 40 pasajeros quedaron atrapados durante 5 hrs, en una inundación de 1.20 m de altura.	La inundación tardó 5 hrs para bajar el nivel del agua.	1.20 m	29	19.05
Triángulo de las Agujas	Periférico al cruce con canal de Chalco.	La Crónica de Hoy/ 12 de octubre de 2005		Además de la intensa lluvia, se debe a la falta de mantenimiento del alcantarillado.	1 m	40	27.17
Col Ejército de Oriente zona ISSSTE, La Colmena, Solidaridad, El Salado.		La Jornada 30-sept-1998	Inundaciones de hasta un metro y medio de altura Fueron en total 12 colonias las afectadas.	La población tuvo que acudir a albergues	1.5 m	29	30.72
Pblo. Santa María Aztahuacán	Plan de Ayala esq Felipe Ángeles y Jalisco #19 entre Naranjo y Alcanfores	Noticieros Televisa/ 04 de agosto de 2004	El nivel del agua superó los 50 cm de altura y para evitar que el agua se meta a las viviendas construyeron diques en sus puertas y colocaron sacos de arena en las calles.	Las inundaciones fueron de origen fluvial, ya que el agua baja del cerro y los inunda. La lluvia comenzó a las 2:00 y duró hora y media.	0.51 m	32	14.22
Col. Santa María Aztahuacán	San Miguel Entre 1cda. San Miguel Y 3cda. San Miguel Arbol Solo (Toda La Calle)20 De Noviembre (Toda La Calle)Av. Jalisco Entre Av. Primavera Y Av. Guerrero	Noticieros Televisa/ 30 de junio del 2004	El nivel del agua alcanzó 1.40 m de altura, afectó a una escuela, diversas viviendas con muebles, electrodomésticos y algunos automóviles estacionados. Los habitantes aseguraron que llevan 10 años con este problema.	Los fuertes aguaceros provocaron la inundación.	1.40 m	31	36.8
Minerva	Trojes # 22 entre Calz. Ermita Iztapalapa y Campesinos. Sur 125 # 157 entre Granjeros y Ganaderos, Trojes entre Ganaderos y Granjeros. Sur 129 esq. Agricultores	El Universal 21-julio-2004					31.75
Tramo metro Guelatao y el Salado en Av Zaragoza		El Universal 12-junio-2004			0.50 m	29	33.01
Solidaridad y Sentimientos a la Nación	En Av. Texcoco entre Pirules y Prof. Octavio Paz y encinos esq con Av. Texcoco	El Universal Online 12 de julio del 2002		La lluvia alcanzó hasta 1 mt de altura.	1 m	29	35.56
Sinatel, Unidad Modelo	Sobre Río Churubusco esq. con Municipio Libre. Río Churubusco esq con Calz.Ermita Iztapalapa	El Universal Online 14 de septiembre del 2002		Debido a que el Río Churubusco se desbordó y el agua negra empezó a salir a borbotones y entró a las casas.	0.6 m	27	60.95
Col. Santa María Aztahuacán	Calz. Ermita Iztapalapa Esq. Calz. Ignacio Zaragoza Frente A Metro Acatitla.Calz. Ignacio Zaragoza Esq. Cayetano Andrade, San Miguel Entre 1cda. San Miguel Y 3cda. San Miguel Arbol Solo (Toda La Calle)20 De Noviembre (Toda La Calle)Av. Jalisco Entre Av. Primavera Y Av.	El Universal Online 01 de julio del 2004		Afectó a 300 casas de la colonia.Se vieron seriamente afectados por el arrastre de lodo. El agua superó el metro de altura.	1 m	31	36.8

	Guerrero. Av. Mexico Entre Buenavista Y Galeana. Av. Guelatao Mz.43 Lt.471						
Col San Lorenzo Xicontencatl	Junto a la Calz. Ignacio Zaragoza	El Universal Online 20 de julio del 2005	Los vecinos no pueden ingresar a su domicilio hasta las 2 de la mañana, debido a que el oleaje de los tráilers provoca la entrada de agua a sus casas.		1 m	76	23.09
Estación 28 Aculco	Eje 6 Sur y Esq Av Río Churubusco	La Jornada 24-junio-1997	Encharcamientos de 30 cm	Precipitación de 32.18 lt/m2	0.30 m	28	39.62

Tabla A.4. Base de datos seleccionada correspondiente al Sistema de Aguas de la Ciudad de México para el levantamiento de datos y la verificación de puntos en campo

CALLE AFECTADA	ENTRE CALLES	COLONIA	TIRANTE	LARGO	ANCHO	VOL. m3	FECHA	CAUSA
JOSE MARIA GUTIERREZ ESQ. AV. TEXCOCO		U. H. LA COLMENA	0.3	100	15	450	05/09/2004	INSUFICIENCIA DE ATARJEA Y COLECTOR
SILOS # 3	ENTRE CALZ. ERMITA IZTAPALAPA Y AGRICULTORES	MINERVA	0.30	200	8	480	28/06/2002	ATARJEA OBSTRUIDA
AGRICULTORES ESQ. SUR 129		MINERVA	0.3	200	10	600	21/07/2004	INSUFICIENCIA DE ATARJEA Y COLECTOR
BALVANERA	ESQ. CALZ. IGNACIO ZARAGOZA	PUEBLO SAN LORENZO XICOTENCATL	0.30	100	20	600	09/06/2003	COLADERA OBSTRUIDA
AV. GUELATAO	ESQ. TRANSPORTISTAS	ALVARO OBREGON	0.30	100	20	600	27/09/2003	INSUFICIENCIA DE ATARJEA Y COLECTOR
AV. GUELATAO	ENTRE CAMIONERO Y JOSE MARRON	PENON DEL MARQUEZ	0.30	120	20	720	08/10/2003	INSUFICIENCIA DE ATARJEA Y COLECTOR
AMADOR SALAZAR	ESQ. CALZ. IGNACIO ZARAGOZA	U.H. EL SALADO	0.30	100	40	1200	13/10/2001	INSUFICIENCIA DE ATARJEA Y COLECTOR
SUR 129 ENTRE CALZ. ERMITA IZTAPALAPA Y CAMPESINOS		MINERVA	0.35	90	16	504	01/11/2004	INSUFICIENCIA DE ATARJEA Y COLECTOR
AMADOR SALAZAR	ESQ. AV. TEXCOCO	U. H. SOLIDARIDAD	0.35	80	20	560	01/07/2003	INSUFICIENCIA DE ATARJEA Y COLECTOR
AV. EXPLORADORES DE EJERCITO DE ORIENTE	ENTRE CARLOS RAMIREZ Y JOAQUIN IBARGUEN	EJERCITO DE ORIENTE	0.40	100	10	400	13/10/2001	INSUFICIENCIA DE ATARJEA Y COLECTOR
RIO CHURBUSCO	ESQ. MUNICIPIO LIBRE	SINATEL AMPLIACION	0.40	100	10	400	13/09/2002	INSUFICIENCIA DE ATARJEA Y COLECTOR
CENTRAL TELEFONICA	ENTRE AV. SINATEL Y LADA	SINATEL AMPLIACION	0.40	100	10	400	13/09/2002	INSUFICIENCIA DE ATARJEA Y COLECTOR
AND. PEDRO JOSE BERNEO	ESQ. GENERALISIMO MORELOS	ERMITA ZARAGOZA C.H. POPULAR	0.40	70	15	420	22/06/2001	INSUFICIENCIA AL MOMENTO/INSPECCION
AV. TELECOMUNICACIONES # 1711	ESQ. CALZ. IGNACIO ZARAGOZA (FTE.ISSSTE)	GUELATAO DE JUAREZ UNIDAD HABITACIONAL (OTE)	0.40	100	12	480	16/10/2000	INSUFICIENCIA DE ATARJEA Y COLECTOR
RIO CHURBUSCO	ESQ. CALZ. ERMITA IZTAPALAPA	SINATEL	0.40	100	12	480	13/09/2002	INSUFICIENCIA DE ATARJEA Y COLECTOR
AV. GUELATAO	ESQ. TRANSPORTISTAS	OBREGON ALVARO (OTE)	0.40	100	15	600	16/10/2000	INSUFICIENCIA DE ATARJEA Y COLECTOR
TROJES # 22 ENTRE CALZ. ERMITA IZTAPALAPA Y CAMPESINOS		MINERVA	0.40	250	8	800	20/07/2004	INSUFICIENCIA DE ATARJEA Y COLECTOR
PROL. OCTAVIO PAZ	ESQ. AV. TEXCOCO	UNIDAD SOLIDARIDAD	0.40	50	50	1000	30-Jun-05	INSUFICIENCIA DE ATARJEA Y COLECTOR
CALZ. IGNACIO ZARAGOZA (FTE. PEÑON VIEJO)	ENTRE JUSTINA Y E. AGUIRRE COLORADO	SAN LORENZO XICOTENCATL	0.40	200	16	1280	04/04/2002	INSUFICIENCIA DE ATARJEA Y COLECTOR
CALZ. IGNACIO ZARAGOZA	ESQ. BALVANERA	SAN LORENZO XICOTENCATL	0.50	60	15	450	26/09/2003	INSUFICIENCIA DE ATARJEA Y COLECTOR
AND. ANASTACIO ALCANTARA	ENTRE JOSE MARIA GUTIERREZ Y SENTIMIENTO A LA NACION	U.H. LA COLMENA	0.50	200	8	800	15/05/2002	INSUFICIENCIA DE ATARJEA Y COLECTOR

BALVANERA	ESQ. CALZ. IGNACIO ZARAGOZA	SAN LORENZO XICOTENCATL	0.50	200	8	800	02/11/2003	INSUFICIENCIA DE ATARJEA Y COLECTOR
CALZ. IGNACIO ZARAGOZA	ESQ. BALVANERA	SAN LORENZO XICOTENCATL	0.50	80	25	1000	04/09/2003	INSUFICIENCIA DE ATARJEA Y COLECTOR
AV. PRIMAVERA	ESQ. AV. JALISCO	SANTA MARIA AZTAHUACAN	0.50	200	12	1200	18/10/2002	INSUFICIENCIA DE ATARJEA Y COLECTOR
CALZ. IGNACIO ZARAGOZA	ESQ. BALVANERA	SAN LORENZO XICOTENCATL	0.50	100	25	1250	30/07/2003	INSUFICIENCIA DE ATARJEA Y COLECTOR
OLON ARGUELLO	ENTRE LUIS GARCIA Y EMILIO MADERO	SANTA MARTHA ACATITLA SUR Z. U.	0.50	80	40	1600	09/09/2002	INSUFICIENCIA DE ATARJEA Y COLECTOR
CALZ. IGNACIO ZARAGOZA	ESQ. BALVANERA	PUEBLO DE SAN LORENZO XICOTENCATL	0.50	100	40	2000	22/04/2003	INSUFICIENCIA DE ATARJEA Y COLECTOR
SENTIMIENTOS DE LA NACION	ESQ. AV. TEXCOCO	POPULAR ERMITA ZARAGOZA	0.50	200	80	8000	30-Jun-05	INSUFICIENCIA DE ATARJEA Y COLECTOR
BALVANERA ESQ. ZARAGOZA		SAN LORENZO XICOTENCATL	0.60	100	18	1080	09/06/2004	INSUFICIENCIA DE ATARJEA Y COLECTOR
CALZ. IGNACIO ZARAGOZA	ESQ. BALVANERA	SAN LORENZO XICOTENCATL	0.70	80	24	1344	27/09/2003	COLADERA OBSTRUIDA
EJE 6 SUR ESQ. CALZ. ERMITA IZTAPALAPA		SANTA MARIA AZTAHUACAN	0.8	100	8	640	30/06/2004	COLADERA OBSTRUIDA
MORELOS ENTRE FRANCISCO I. MADERO Y CUITLAHUAC		LOS REYES CULHUACAN	0.8	100	15	1200	19/07/2004	INSUFICIENCIA DE ATARJEA Y COLECTOR

Tabla A.5. Base de datos seleccionada correspondiente a la información hemerográfica para el levantamiento de datos y la verificación de puntos en campo
S/D Sin datos

COLONIA	CALLES AFECTADAS	FUENTE	DAÑOS	CAUSA	TIRANTE	CARACTERÍSTICAS / OBSERVACIONES
Vicente Guerrero	Arterias aledañas a la Unidad Habitacional Vic. Guerrero	la Jornada 30-sept-1998		S/D	0.80 cm	S/D
Col Ejército de Oriente zona ISSSTE	S/D	la Jornada 30-sept-1998	Inundaciones de hasta un metro y medio de altura. Fueron en total 12 colonias las afectadas. La población tuvo que acudir a albergues		1.5 m	S/D
U.H. La Colmena, Solidaridad, El Salado	S/D	la Jornada 30-sept-1998	Inundaciones de hasta un metro y medio de altura. Fueron en total 12 colonias las afectadas.	La población tuvo que acudir a albergues	1.5 m	S/D
Col.Ejército de Oriente Zona ISSSTE	Calz. Ignacio Zaragoza Esq. Av Guelatao	La Jornada, 1999	Inundó 800 casas	Desbordamiento del agua de una lumbrera del drenaje profundo.	S/D	S/D
Col. Desarrollo Urbano Quetzalcóatl	Av Villa Franqueza esq Manuel Cañas, Villa Ce entre Villa Franqueza y Villa Campa, Villa Figueroa mz19 It8 entre Villa Ce y Villa Sidalier y Av. Manuel Cañas #518 esq Av Villa Franqueza.	La Jornada 28/05/2000	60 casas de la delegación sufrieron daños, 120 familias tuvieron que ser desalojadas, por inundación de 1.5 m de altura	S/D	1.5 m	El área alcanzó un perímetro de al menos 10 manzanas.

Paraje Zacatepec	Av. Morelos y Calle Ignacio Zaragoza	El Universal Online 15-06-2000	S/D	S/D	0.50 m	S/D
Unidad Ejército de Oriente Zona Peñón	Joaquín Ibarquien entre esq Av Exploradores Ejército de Ote	El Universal Online 17-06-2000	S/D	S/D	1 m	S/D
Col. Juan Escutia	Edificio de la calle Zubieta # 51	El Universal Online 17 de octubre del 2000	El agua se alojó en los patios	S/D	0.60 m	La intensa lluvia se presentó el 16 de octubre del 2000
Col. Desarrollo Urbano Quetzalcóatl	Villa Federal esq Manuel Cañas, Villa Hayes mz4 It 4 entre Villa Gonzalo y Rosario Castellanos, Av Villa Franqueza esq Manuel Cañas, Villa Ce entre Villa Franqueza y Villa Campa.	El Universal Online junio del 2000	Inundación de 1 m de altura resultando dañadas 100 casas	S/D	1 m	S/D
Solidaridad	En Av. Texcoco entre Pirules y Prol. Octavio Paz y encinos esq con Av. Texcoco	El Universal Online 12 de julio del 2002	La lluvia alcanzó hasta 1 m de altura.	S/D	1 m	S/D
Sentimientos a la Nación	S/D	El Universal Online 12 de julio del 2002	La lluvia alcanzó hasta 1 m de altura.	S/D	1 m	S/D
U.H. La Colmena	José María Gutierrez esq Av. Texcoco y Av Sentimientos a la nación	El Universal Online 12 de julio del 2002	La lluvia alcanzó hasta 1 m de altura.	S/D	S/D	S/D
Central de abastos	Av Principal de la Central de Abasto. Sobre el eje 6 Sur entre Av. Río Churubusco y eje 5 Ote	El Universal Online 7 de agosto de 2002	El agua se elevó hasta 30 cm de altura	S/D	0.3	S/D
Unidad Modelo	Oriente 160 y Molina Enriquez. Río Churubusco entre Arquéologos y la Viga. Retorno 207 #26 entre esq Av río Churubusco. Central Telefónica entre Av sinatel y Lada. Río Churubusco esq con Calz Ermita Iztapalapa.	El Universal Online 14 de septiembre del 2002	El agua alcanzó 60 cm. Y afectó a 600 viviendas del la Delegación Iztapalapa	Debido a que el Río de Churubusco se desbordó y el agua negra empezó a salir a borbotones y entró a las casas.	0.6	S/D
Sinatel	Sobre Río Churubusco esq con Cuncipio Libre. Río Churubusco esq con Calz.Ermita Iztapalapa	El Universal Online 14 de septiembre del 2002	El agua alcanzó 60 cm. Y afectó a 600 viviendas del la Delegación Iztapalapa	Debido a que el Río de Churubusco se desbordó y el agua negra empezó a salir a borbotones y entró a las casas.	0.6	S/D
Pblo. Santa María Aztahuacán	Plan de Ayala esq Felipe Ángeles y Jalisco #19 entre Naranjo y Alcanfores	Noticieros Televisa/ 04 de agosto de 2004	El nivel del agua superó los 50 cm de altura y para evitar que el agua se meta a las viviendas construyeron diques en sus puertas y colocaron sacos de arena en las calles.	Las inundaciones fueron de origen fluvial, ya que el agua baja del cerro y los inunda. La lluvia comenzó a las 2:00 y duró hora y media.	0.51 m	S/D
Col. Santa María Aztahuacán	Morelos Esq. Josefa Ortiz. San Miguel Entre 1cda. San Miguel Y 3cda. San Miguel árbol Solo (Toda La Calle)20 De Noviembre (Toda La Calle)Av. Jalisco Entre Av. Primavera Y Av. Guerrero Av. México Entre Buenavista Y Galeana	Noticieros Televisa/ 30 de junio del 2004	El nivel del agua alcanzó 1.40 m de altura, afectó a una escuela, diversas viviendas con muebles, electrodomésticos y algunos automóviles estacionados. Los habitantes aseguraron que llevan 10 años con este problema.	Los fuertes aguaceros provocaron la inundación.	1.40 m	S/D

Minerva	Trojes # 22 entre Calz. Ermita Iztapalapa y Campesinos. Sur 125 # 157 entre Granjeros y Ganaderos, Trojes entre Ganaderos y Granjeros. Sur 129 esq. Agricultores	El Universal 21-julio-2004	Daños a 200 viviendas caos vial en la delegación.	S/D	S/D	S/D
Sta Isabel Industrial	Av. Tláhuac esq Calz Ermita Iztapalapa Sur 129 #77, Agricultores y Campesinos.	El Universal 21-julio-2004	Daños a 200 viviendas caos vial en la delegación.	S/D	S/D	S/D
Los Reyes Culhuacán	Morelos entre Francisco I. Madero y Cuitláhuac.	SACM 19/07-04	0.80 cm de inundación y 1200 m3 de Vol.	S/D	0.8	S/D
	Av Ermita Iztapalapa y Calz. Ermita Iztapalapa	El Universal 1-julio-2004	Caos vial e inundación mayor a un metro de altura	S/D	1 m	S/D
	Tramo del metro Guelatao y el Salado sobre la Av. Zaragoza	El Universal Online 12 de junio del 2004	Más de 10 vehículos quedaron varados en medio del agua porque no rebasaban los más de 50 cm de su nivel.		0.50 m	S/D
Sta María Aztahuacán	Eje 6 Sur, esquina con Calz. Ermita Iztapalapa. Tramo carretero por la carretera libre y la Av Ermita Iztapalapa	El Universal Online 01 de julio del 2004	Se vieron seriamente afectados por el arrastre de lodo. El agua superó el metro de altura.		1 m	S/D
Col. San Lorenzo Xicoténcatl	Sobre la Calzada Ignacio Zaragoza a la altura del metro Guelatao de la línea A.	La Crónica de Hoy/ 13 de octubre de 2005	Un camión con 40 pasajeros quedaron atrapados durante 5 hrs, en una inundación de 1.20 m de altura.	S/D	1.20 m	La inundación tardó 5 hrs para bajar el nivel del agua.
Triángulo de las Agujas	Periférico al cruce con canal de Chalco.	La Crónica de Hoy/ 12 de octubre de 2005		Además de la intensa lluvia, se debe a la falta de mantenimiento del alcantarillado.	1 m	S/D
San Lorenzo Xicoténcatl	Junto a la Calz. Ignacio Zaragoza	El Universal Online 20 de julio del 2005	Los vecinos no pueden ingresar a su domicilio hasta las 2 de la mañana, debido a que el oleaje de los tráilers provoca entarada de agua a sus casas.		1 m	S/D
Sta María Aztahuacán	S/D	El Universal Online 05 de julio del 2006	S/D	S/D	0.6 m	El drenaje en la sección sur de Santa Martha Acatitla perdió el declive con el que fue construido para que el agua de lluvia se desalojara por medio de la gravedad. La Colonia se ha hundido alrededor de 30 cm / año
Solidaridad	S/D	El Universal Online 05 de julio del 2006	S/D	S/D	0.6 m	S/D
Santa Martha Acatitla Sur	Las peores se registraron en Francisco Peón y Luis García	El Universal Online 05 de julio del 2006	400 viviendas fueron afectadas y se tuvo que bombear el agua, se trasladaban en lanchas	S/D	S/D	S/D

ANEXO B

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA PRECIPITACIÓN DURANTE LOS EVENTOS DE MAYOR MAGNITUD DE INUNDACIÓN.

La distribución temporal de los ciclones es de mayo a noviembre, son casi nulos durante el primer y último mes y de mayor incidencia en septiembre; espacialmente ocurren con mayor frecuencia en el Océano Pacífico (Rosengaus, 2002), tal como lo muestra la tabla siguiente (Tabla B1), sin embargo, estos datos no indican a que zona afectan mayoritariamente.

Tabla B1. Distribución temporal y espacial de los ciclones que afectan a México

ZONA	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOV.	DIC.
PACÍFICO	0	4	16	31	89	136	63	22	3
ATLÁNTICO	0	14	63	120	138	128	72	15	1

Fuente: (Rosengaus, 2002).

INUNDACIÓN DEL 30 DE SEPTIEMBRE DE 1998

El diario La Jornada reportó que el día 30 de septiembre de 1998 se presentaron graves inundaciones al oriente de la delegación, afectando a un total de doce colonias, entre las que destacan Ejército de Oriente zona ISSSTE, La Colmena, Solidaridad y El Salado, alcanzando magnitudes de hasta 1.50 m de profundidad, por lo que la población tuvo que acudir a albergues. El posible causante de la precipitación fue el huracán Karl de categoría dos que se mantuvo del 23 al 27 de septiembre por el Atlántico, aunque se reporta que no entró a tierras mexicanas.

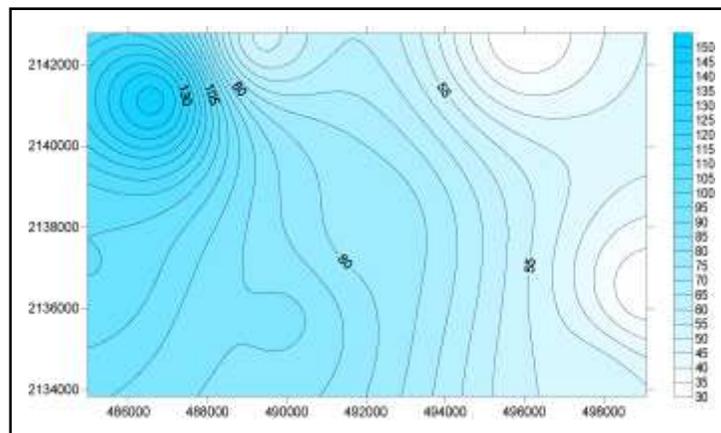


Figura B.1 Distribución espacial de la lluvia acumulada durante cuatro días (26-29 de septiembre de 1998).

La mayor cantidad de lluvia se presentó el día 26 de septiembre, sin embargo, para obtener el comportamiento de la distribución espacial de la lluvia (Figura B.1), se valoró la acumulada del 26 al 29 de septiembre porque muestra una cantidad considerable de precipitación, con respecto a los días anteriores, de tal manera que la estación de influencia (29) mostró a lo largo de cuatro días 30.72 mm. El resultado de la interpolación muestra que aunque las máximas precipitaciones acumuladas alcanzaron 150 mm, al nor-poniente del área de estudio no fue afectada por inundaciones, pues no existe registro de ello, sin embargo, al oriente aunque fue la zona relativamente de menor precipitación se presentaron graves inundaciones, con lo anterior se afirma que la magnitud que alcanzó la inundación no estuvo influenciada por la cantidad de lluvia de la estación más cercana, sino de otros factores, ya sean topográficos y de infraestructura hidráulica, entre otros.

INUNDACIÓN DEL 28 DE MAYO DEL 2000

El 28 de mayo del 2000 ocurrió una inundación que afectó diversas calles al sur de la delegación, específicamente en la colonia Desarrollo Urbano Quetzalcóatl, que de acuerdo con la información de la Jornada Virtual, 60 casas de la delegación sufrieron algún daño y más de 120 familias tuvieron que ser desalojadas debido a que el tirante máximo alcanzó 1.5 m de altura.

Retomando el registro de los ciclones durante el mes de mayo se consideró un huracán de nombre Aletta de categoría dos, el cual se estableció del 22 al 27 de mayo y aunque no entró a tierras mexicanas, si fue la causante de la lluvia acumulada durante los días 27 y 28 de mayo; las áreas más afectadas por la concentración de la lluvia fueron el centro y sur-oriente de la delegación.

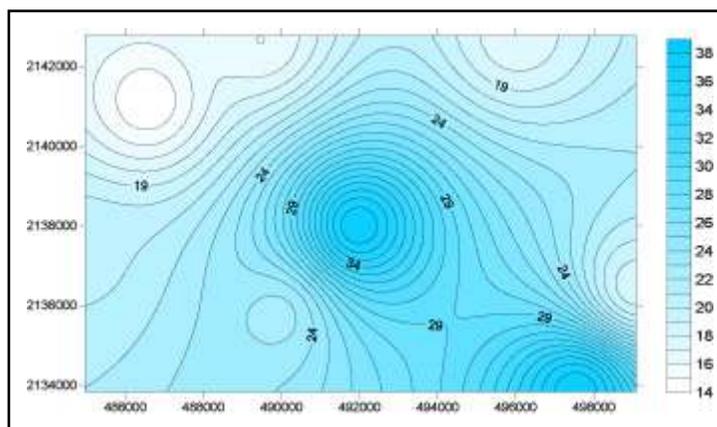


Figura B.2 Distribución espacial de la lluvia acumulada de los días 27 y 28 de mayo del 2000

Para la obtención de la Figura B.2 se tomó en cuenta la precipitación acumulada del 27 y 28 de mayo. Cabe mencionar, que en el área afectada la estación más cercana fue la 31 y registró la mayor cantidad de precipitación de 38 mm, espacialmente se observa que la lluvia se distribuyó en toda el área en estudio, sin embargo, en el área afectada (sur-oriente del área cartografiada) es donde se concentró, por lo que si existe una relación entre la cantidad de lluvia y la inundación.

INUNDACIÓN DEL 15 DE JUNIO DEL 2000

El 15 de junio del 2000 ocurrió una inundación al oriente de la delegación, en la colonia Paraje Zacatepec, sobre la Av. Morelos y la calle Ignacio Zaragoza, cuyo tirante fue de 0.50 m., cabe mencionar, que dos días después se presentó otra inundación en la colonia Ejército de Oriente zona Peñón en la calle de Joaquín Ibargüen entre la esquina de Av. Exploradores de Ejército de Oriente, alcanzando una profundidad de la lámina de agua de hasta un metro de altura; ambos eventos se registraron al oriente de la delegación y la precipitación fue posiblemente influenciada por la tormenta tropical Bud, que aunque no entró a tierras mexicanas, si dejó humedad del 13 al 17 de junio.

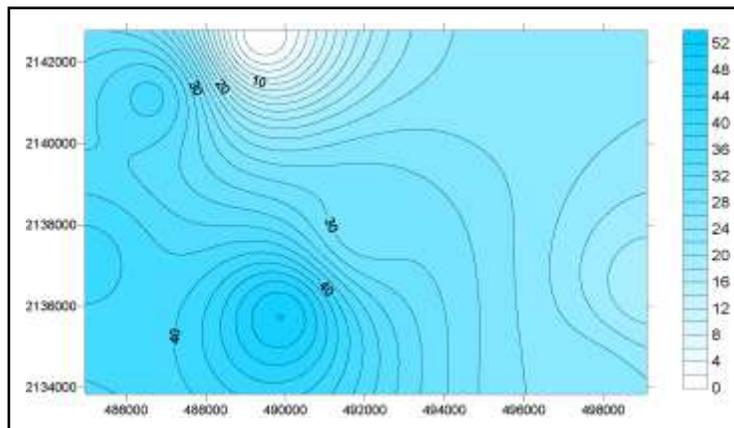


Figura B.3 Distribución espacial de la lluvia acumulada de los días 14 y 15 de junio del 2000

Para observar el comportamiento de la distribución espacial de la lluvia, se tomó en cuenta la precipitación acumulada de los días 14 y 15 de junio del 2000. Se observa que al oriente del área que es donde se ubica la zona afectada, no existe precipitación considerable en comparación del poniente y sur del área; además de que en una extensa área del oriente no existe una marcada diferenciación en cuanto a la variación de la precipitación. Por lo que no se refleja una estrecha relación entre el sitio afectado y la precipitación de la estación más cercana.

INUNDACIÓN DEL 17 DE OCTUBRE DEL 2000

De acuerdo con el periódico El Universal, el día 17 de octubre del 2000 se inundó un edificio de la calle Zubieta con #51, perteneciente a la colonia Juan Escutia ubicada al nor-oriente de la delegación y se reportó que afectó básicamente al área de los patios con una profundidad de 0.60 metros; la única evidencia de algún fenómeno atmosférico fue el huracán Michael de categoría uno, pero no entró a tierra. En la noticia se afirma que la inundación se produjo por la intensa lluvia que se presentó el 16 de octubre del 2000, justificación por la cual se generó la configuración del mapa para dicha fecha.

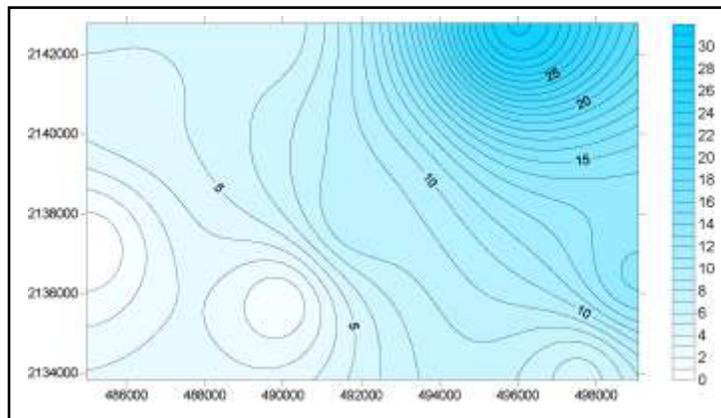


Figura B.4 Distribución espacial de la precipitación durante el día 16 de octubre del 2000

Lo que se observa en la Figura B.4 es que es una lluvia local, concentrada espacialmente al nor-oriente, de acuerdo con lo registrado en la estación 29, la precipitación máxima en 24 horas fue de 33.26 mm, las tres cuartas partes restantes del área presentaron una precipitación que varió de 0 a 10 mm con dirección SW-NE, por lo que se presume que durante esta inundación si hubo una relación entre la estación que registró la mayor precipitación y la misma presencia de la inundación.

INUNDACIÓN DEL 23 DE SEPTIEMBRE DEL 2001

El día 23 de septiembre del 2001 se inundó la calle de Sacan esquina con Álamos, en la colonia San Lorenzo Xicoténcatl, con una altura de la lámina de agua de 0.50 m, afectó una extensión de 120 m², cercana a estas fechas se presentaron dos huracanes, uno por el Pacífico y el otro por el Océano Atlántico; el primero de ellos se mantuvo del 21 de septiembre al 2 de octubre y se le llamó Julieta, fue de categoría cuatro, entró a tierra afectando a tres estados del norte de la república; el segundo huracán se llamó Humberto y se presentó del 21 al 27 de septiembre sin entrar a tierras mexicanas.

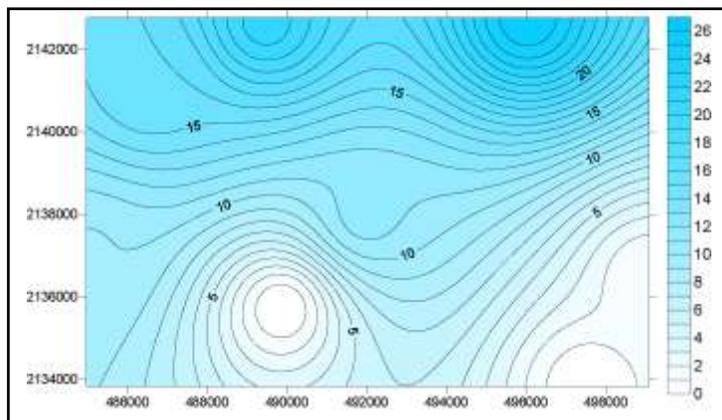


Figura B.5 Distribución espacial de la precipitación durante el día 23 de septiembre del 2001.

Para el procesamiento de los datos pluviométricos, fue necesario considerar la precipitación en 24 horas de cada una de las estaciones pluviométricas. Aunque la precipitación registrada no es de consideración tal como se observa al nor-este del área en estudio, en general la configuración de la lluvia muestra un comportamiento espacialmente homogéneo, donde va en aumento con dirección sur-norte, y se concentra al noreste del área de estudio, que es donde se localiza el sitio afectado. Con lo anterior, se observa que existe una relación entre la estación pluviométrica que registró la mayor cantidad de lluvia y el sitio donde se presentó la inundación.

INUNDACIÓN DEL 9 DE SEPTIEMBRE DEL 2002

El 9 de septiembre del 2002, se inundó la calle de Solón Arguello ubicada entre las calles de Luis García y Emilio Madero correspondiente a la colonia Santa Martha Acatitla Sur, dicho tirante fue de 0.50 m y 3,200 m² de extensión. En fechas cercanas a este evento, se presentaron dos tormentas tropicales, una por el Pacífico del 5 al 8 de septiembre registrada como la número once y la otra por el Atlántico del 7 al 8 de septiembre y fue registrada como la número siete, ambas sin impactar directamente sobre México.

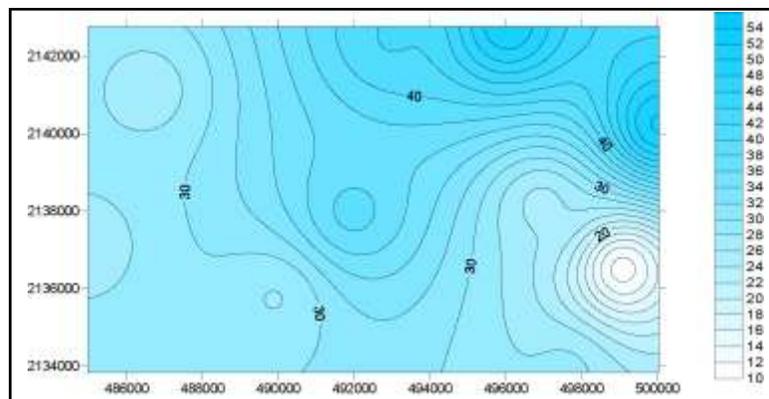


Figura B6. Distribución espacial de la precipitación durante el día 9 de septiembre del 2002.

Para la elaboración de la Figura B.6 se utilizó la precipitación registrada en 24 horas, de cada una de las estaciones pluviométricas durante el día 9 de septiembre. En la configuración se observa que la distribución espacial de la lluvia va en aumento con dirección sur-norte, de tal manera que al oriente y norte se observa un cambio brusco de 30 mm en una extensión corta y por el contrario al poniente y centro existe un comportamiento más estable.

La estación pluviométrica más cercana al sitio afectado, registró una precipitación de 51.55 mm, y cabe mencionar que fue la estación que indicó la máxima cantidad de lluvia durante ese día, por lo que en esta inundación, existe una relación entre el sitio afectado y la estación más cercana de influencia.

INUNDACIÓN DEL 13 DE SEPTIEMBRE DEL 2002

El 14 de septiembre se publicó en el diario El Universal una inundación que afectó a una zona del poniente, sobre la Av. Río Churubusco esquina con Municipio Libre, y Río Churubusco al entronque con la calzada Ermita Iztapalapa, alcanzó 0.60 m de altura y causó daños a 600 viviendas. Esta lluvia está relacionada a dos sistemas atmosféricos, pues del 11 al 14 de septiembre se presentó la tormenta tropical Hanna sin entrar a Tierra, pero del 14 al 26 de septiembre el huracán Isidore de categoría tres azotó a México por las costas del Atlántico.

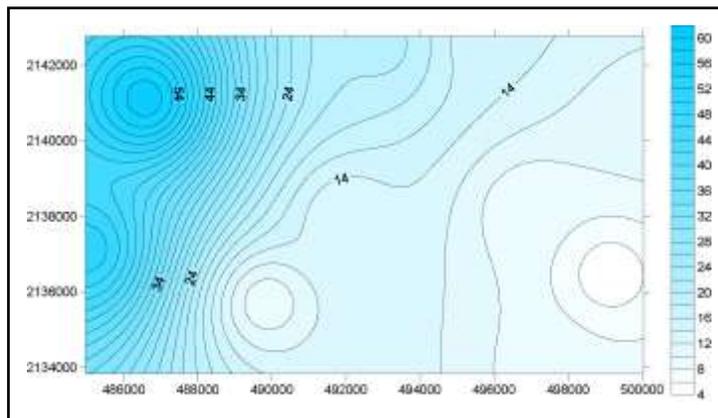


Figura B.7 Distribución espacial de la lluvia acumulada de los días 11 y 12 de septiembre del 2002

Para realizar La Figura B.7 fue necesario tomar en cuenta la precipitación acumulada de dos días previos a la inundación, ya que fueron las fechas en que se presentó lluvia considerable. Analizando los datos que arrojó el registro pluviométrico, se observa que el 11 y 12 de septiembre hubo lluvia considerable pero únicamente en dos estaciones la 20 y 27 (ambas estaciones localizadas al

poniente del área cartografiada) y el resto no superó los 14 mm, también se muestra que la distribución de la lluvia se acumuló en la estación 27 al nor-oeste de la delegación, alcanzando una precipitación máxima de 60.95 mm, causante de la inundación; sin embargo, al centro y oriente la cantidad de lluvia fue muy poca, menor a 14 mm. Dado que espacial y temporalmente la inundación se presentó en la estación más cercana que registró la mayor cantidad de lluvia acumulada, se considera que existe relación entre ambas variables.

INUNDACIÓN DEL 5 DE JULIO DEL 2003

El día 5 de junio del 2003 se registró una inundación en la Central de Abastos, sobre el eje 5 Sur, esquina con canal de Churubusco y fue de 0.50 metros de profundidad de la lámina de agua, resultando afectada una extensión de 480 m². Cabe mencionar, que durante estas fechas no existe el registro de la presencia de algún fenómeno meteorológico extremo.

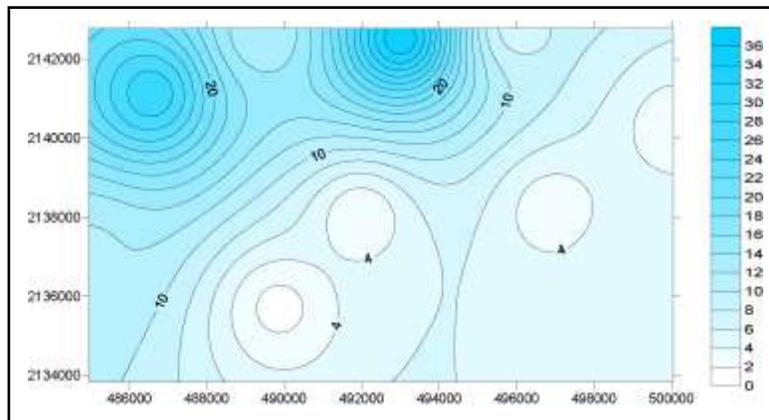


Figura B.8 Distribución espacial de la lluvia acumulada de los días 4 y 5 de julio del 2003.

Para la obtención de la Figura B.8 fue necesario interpolar los datos de la precipitación acumulada de los días 4 y 5 de julio del 2003, la estación 76 (localizada al norte del área) registró la mayor cantidad de precipitación con 30.22 mm, con lo que respecta a la configuración del mapa, se observa que la inundación fue producto de una lluvia que se distribuyó de manera local, porque solamente en el sitio afectado fue donde se concentró la lluvia, con esto último se presume que existe una relación entre la variación espacial de la lluvia y el sitio donde se presentó la inundación.

INUNDACIÓN DEL 30 DE JULIO DEL 2003

El día 30 de julio del 2003, se inundó de nueva cuenta la colonia San Lorenzo Xicoténcatl con una profundidad de la lámina del agua de 0.50 m y 2,000 m² de extensión. Durante esta precipitación no existe registro de la presencia de algún fenómeno atmosférico, que haya causado la inundación. Para obtener la Figura B.9 se utilizó la precipitación en 24 horas de cada una de las estaciones pluviométricas.

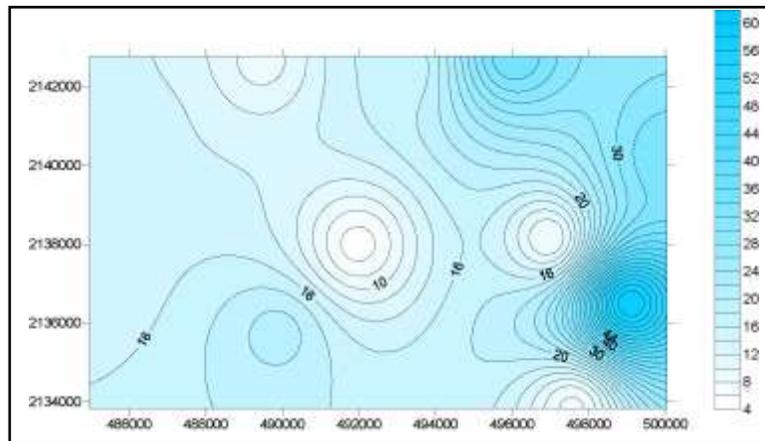


Figura B.9 Distribución espacial de la precipitación durante el día 30 de julio del 2003

La estación 29, localizada al nor-este del área en estudio obtuvo una precipitación de 36.06 mm en 24 horas, sin embargo, se observa que la lluvia tiene una mayor concentración hacia el sur-oriente de la delegación, partiendo desde los 20 mm hasta los 60 mm como máximo y en el resto del área la precipitación es escasa. Con lo anterior, se establece que aunque en el sitio afectado la cantidad de precipitación es considerablemente alta, la inundación no se presentó cerca de la estación pluviométrica de mayor cantidad de lluvia, por lo que no existió una relación entre ambas variables.

INUNDACIÓN DEL 4 DE SEPTIEMBRE DEL 2003

El día 4 de septiembre del 2003 se presentó una inundación en la colonia San Lorenzo Xicoténcatl, sobre la calzada Ignacio Zaragoza esquina con la calle de Balvanera y se registró con un tirante de 0.50 m y una extensión de 2,000 m². Del 1 al 3 de septiembre, se presentó la tormenta tropical Kevin, posiblemente la lluvia que generó la inundación sea consecuencia de la entrada de humedad de esta tormenta tropical.

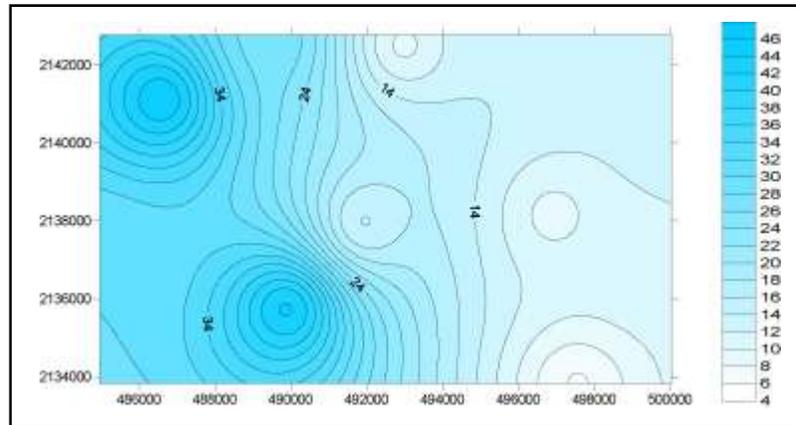


Figura B.10 Distribución espacial de la precipitación durante el día 4 de septiembre del 2003

Para realizar la Figura B.10 se utilizó la lluvia acumulada del 1 al 3 de septiembre, cabe aclarar que solamente se consideró la lluvia acumulada de los tres días anteriores al evento, porque en el día en que se presentó la inundación, no existe registro de lluvia. Con respecto a la Figura B.10, la máxima precipitación acumulada durante tres días fue de 46 mm hacia el poniente y de 16 mm en el área afectada (oriente de la delegación), además también se observa que la distribución espacial hacia el oriente es más homogénea, sin embargo, hacia el poniente existe un cambio brusco de la lluvia. Finalmente, se deduce que no existe relación entre el sitio inundado y la estación que registró la máxima cantidad de precipitación.

INUNDACIÓN DEL 27 DE SEPTIEMBRE DEL 2003

De acuerdo con la base de datos del Sistema de Aguas de la Ciudad de México, el 27 de septiembre del 2003, se hubo una inundación en la colonia San Lorenzo Xicoténcatl, sobre la Calzada Ignacio Zaragoza en la esquina de Balvanera, con 0.70 m de altura y 1, 920 m² de extensión. Cabe mencionar, que del 18 al 24 de septiembre entró el huracán Marty por el Pacífico, de categoría II y del 25 al 29 de septiembre entró otro huracán por el Atlántico llamado Juan, también de categoría II, sin embargo, el primero de ellos se encuentra un poco alejado con respecto a la fecha de ocurrencia del fenómeno y además solamente afectó a los estados del norte de México (Baja California, Baja California Sur y Sonora) y el segundo no afectó directamente sobre ningún estado de la república.

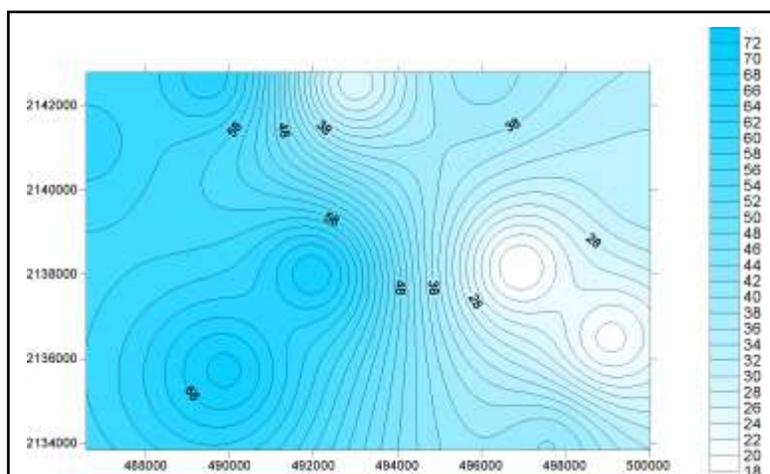


Figura B.11 Distribución espacial de la precipitación durante el 27 de septiembre del 2003

La Figura B.11 indica que la precipitación en 24 horas durante el 27 de septiembre, fue de 72 mm hacia el poniente y sobre el área afectada (oriente de la delegación), la estación más cercana (29), registró 40.88 mm, por otro lado, el comportamiento espacial de la lluvia fue brusco concentrándose en el centro de la delegación, en la que se observa que de 28 mm cambió drásticamente a 58 mm en un área pequeña. Al poniente de la delegación la precipitación muestra un comportamiento más estable en términos de su distribución espacial. Aunque la inundación no se presentó cerca de la estación pluviométrica con mayor cantidad de lluvia en 24 horas, cabe mencionar que la cantidad de precipitación con la que se inundó es considerablemente alta.

INUNDACIÓN DEL 9 DE JUNIO DEL 2004

En la colonia San Lorenzo Xicotécatl, se presentó una inundación el día 9 de junio del 2004, cuya profundidad de la lámina del agua fue de 0.60 m y 1,800 m² de extensión. Durante este evento no existió un fenómeno meteorológico extremo.

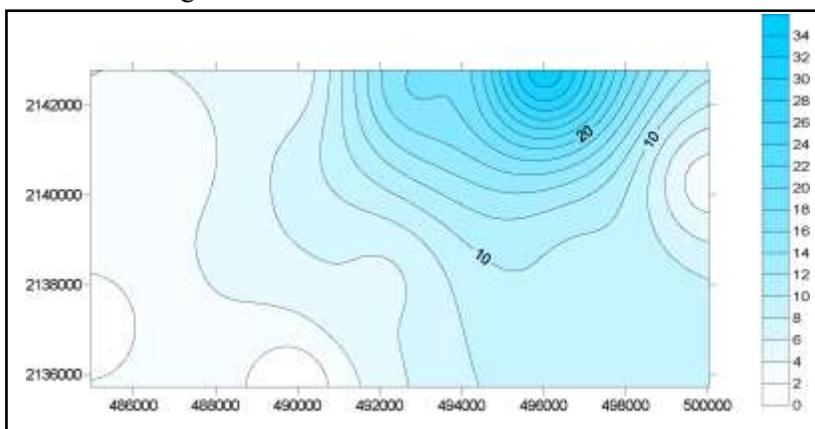


Figura B.12 Distribución espacial de la precipitación durante el día 9 de junio del 2004

Para la elaboración de la Figura B.12 se utilizó la precipitación en 24 horas; la estación 29, la cual es la más cercana al área afectada registró 26.66 mm de precipitación, por otra parte, tanto al poniente como en el sur del área no existe precipitación considerable, pues oscila desde 2 hasta 10 mm, sin embargo, al noreste se observa un aumento paulatino de más de 20 mm, por lo que la distribución espacial de la lluvia fue muy local. Con esto último, se afirma que si existió una relación entre el sitio afectado y la estación que tuvo la máxima cantidad de precipitación.

INUNDACIÓN DEL 12 DE JUNIO DEL 2004

El día 13 de junio del 2004 se informó por medio del noticiero de El Universal que ocurrió una inundación de 0.50 metros al oriente de la delegación entre el tramo del metro Guelatao y el Salado en Av. Ignacio Zaragoza, dejando como resultado que más de diez vehículos quedaran en medio del agua, porque no lograron rebasar el nivel del agua, cabe mencionar, que durante los días 12 al 14 de junio, se formó por el Pacífico la depresión tropical DT – 2E sin afectar al territorio nacional.

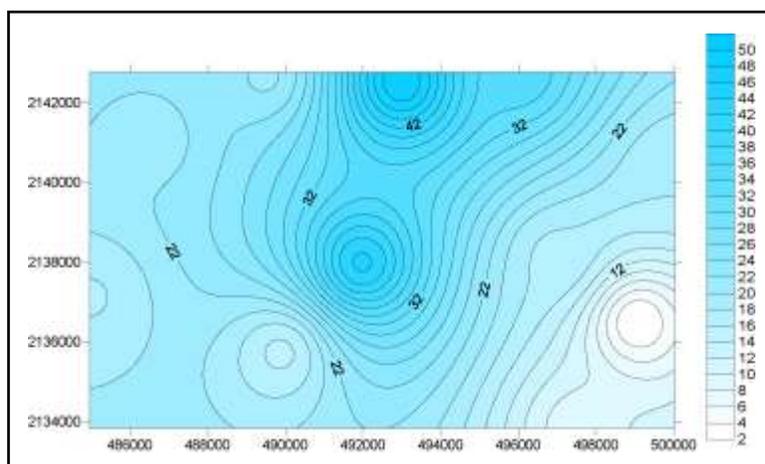


Figura B13. Distribución espacial de la precipitación durante el día 12 de junio del 2004

Se consideró la lluvia en 24 horas de cada una de las estaciones pluviométricas de Iztapalapa. Durante el día 12 de junio, la estación más cercana al sitio inundado reportó que la cantidad de precipitación fue de 33.01 mm; sin embargo, la Figura B.13 muestra que la lluvia se distribuyó de manera homogénea, pues la mínima precipitación de lluvia fue de 12 mm al sur-oriente, y al norte del área fue más de 40 mm, concentrándose la mayor cantidad de lluvia en el centro y norte de la delegación.

Dado que la inundación se ubica cerca de la estación que presentó la mayor cantidad de lluvia, se presume que existe una relación entre ambas variables.

INUNDACIÓN DEL 18 DE JUNIO DEL 2004

El 18 de junio del 2004, se inundó de nueva cuenta la calle de Balvanera esquina con la calzada Ignacio Zaragoza, correspondiente a la colonia San Lorenzo Xicoténcatl, bajo un tirante de 0.40 m y afectando una superficie de 840 m². Durante este evento de lluvia no existió la influencia de algún fenómeno atmosférico, porque no ocurrió ninguno en las fechas cercanas a éste.

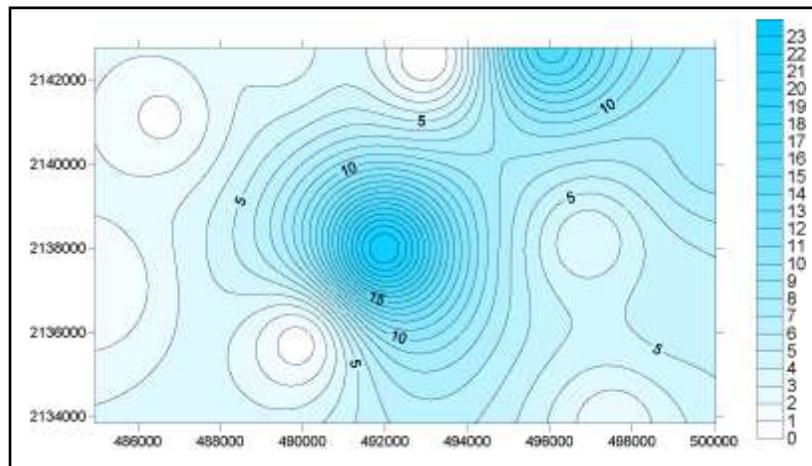


Figura B.14 Distribución espacial de la lluvia durante el día 18 de junio del 2004

Para el procesamiento de datos, se consideró el registro de la precipitación en 24 horas de cada una de las estaciones pluviométricas del día 18 de junio. En la Figura B.14 se muestra que en el centro del área de estudio, se concentró la precipitación alcanzando más de 22 mm en 24 horas y al noreste que fue el sitio afectado, no rebasa los 15 mm de precipitación, por lo que se concluye en este evento que la magnitud de la inundación no estuvo condicionada por la cantidad de precipitación de la estación más cercana, sino por otros factores.

INUNDACIÓN DEL 25 DE JUNIO DEL 2004

El 26 de junio del 2004 se reportó en noticieros Televisa que diversas calles de la colonia Santa María Aztahuacán se inundaron, el nivel del agua alcanzó 1.40 metros de altura dejando como resultado varias viviendas, automóviles e incluso una escuela afectada. La precipitación acumulada no fue resultado de alguna perturbación atmosférica, porque no existe registro de ello.

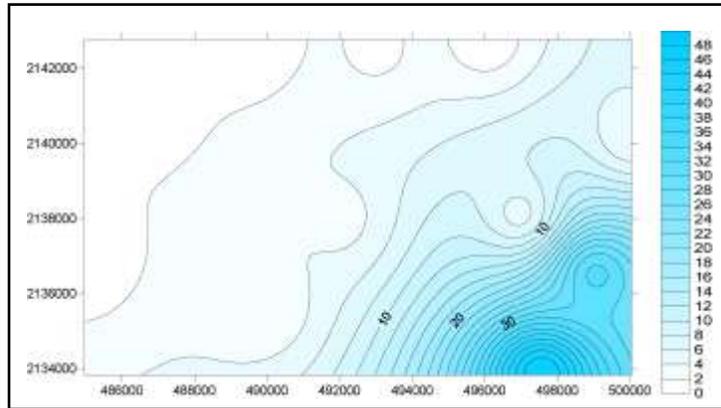


Figura B15. Distribución espacial de la precipitación durante el día 25 de junio del 2004

Se consideró la lluvia acumulada de dos días, 24 y 25 de junio. Con respecto a la configuración se observa una distribución heterogénea de la lluvia, pues solamente se concentra en el sur-este (sitio donde se presentó la inundación), alcanzando la estación pluviométrica más cercana al sitio afectado (31), una precipitación acumulada de 36.8 mm y en el resto de la delegación se observa una precipitación menor a 20 mm. Cabe mencionar que la estación 31, se localiza cerca de la Sierra de Santa Catarina (extremo sur de la delegación), por lo que posiblemente la inundación haya sido influenciada por los escurrimientos de dicha elevación del terreno.

INUNDACIÓN DEL 21 DE JULIO DEL 2004

El 21 de julio del 2004 se publicó en el periódico El Universal una inundación que afectó a la zona poniente de la delegación, específicamente en la colonia Minerva, causando daños a 200 viviendas y caos vial. La posible causa de la presencia de la lluvia, fue el huracán Celia de categoría uno, el cual se presentó del 18 al 25 de julio, aunque el informe reportó que no afectó al territorio nacional.

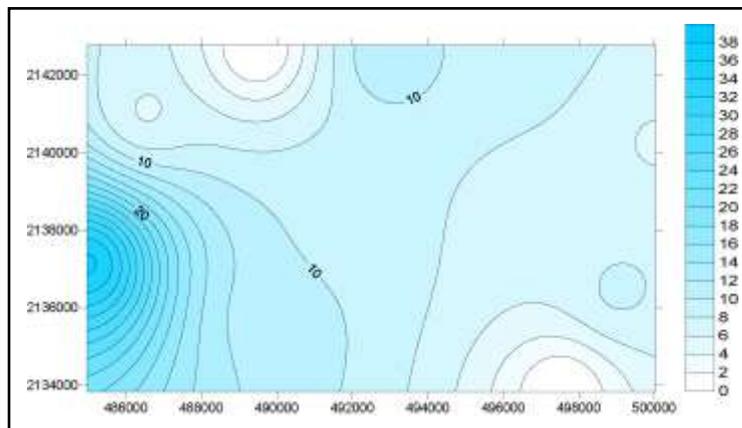


Figura B.16 Distribución espacial de la lluvia acumulada de los días 20 y 21 de julio del 2004

El análisis de los datos de las estaciones pluviométricas muestra que existió precipitación acumulada que influyó en la inundación. La estación 27 que es la más cercana al sitio afectado, muestra que a lo largo de dos días (20 y 21 de julio) se acumularon 31.75 mm. La Figura B.16 señala que la distribución de la lluvia varía desde 0 a 38 mm, la zona sur y oriente la de menor precipitación con menos de 10 mm y el extremo poniente es donde se concentró la mayor cantidad de lluvia. Se concluye que durante esta inundación si existe una relación entre el sitio inundado y la estación que registró la mayor cantidad de lluvia.

INUNDACIÓN DEL 4 DE AGOSTO DEL 2004

El 4 de agosto se inundó parte del sur-oriente de la delegación, en el pueblo de Santa María Aztahuacán en la calle de Plan de Ayala esquina con Felipe Ángeles y Jalisco #19, ubicada entre las calles de Naranja y Alcanfores. La fuente de noticieros Televisa informa que el nivel del agua superó los 0.50 m de altura y la gente afectada tuvo que colocar costales de arena para evitar la entrada del agua a sus hogares. La precipitación fue influenciada posiblemente por la tormenta tropical del Atlántico llamado Bonnie que se mantuvo del 3 al 12 de agosto, pero que no entró al territorio nacional.

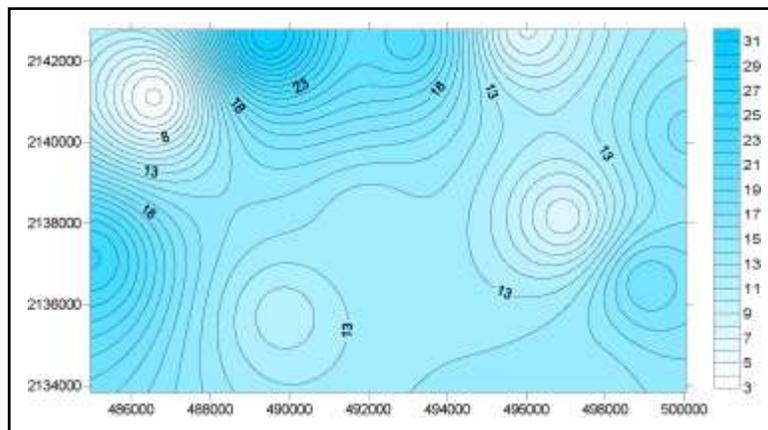


Figura B.17 Distribución espacial de la lluvia acumulada de los días 2 y 3 de agosto del 2004.

Cabe mencionar que según los datos pluviométricos de la delegación Iztapalapa, solamente en la estación 28 (poniente del área cartografiada), la lluvia acumulada fue significativa durante los días previos a la inundación (2 y 3 de agosto), es por ello, que para la elaboración de la Figura B.17 se consideró la lluvia acumulada de los dos días mencionados anteriormente. La zona de mayor concentración de la lluvia se observa al poniente y nor-poniente con más de 30 mm de precipitación y sin embargo, la estación 32 que tiene influencia sobre el área afectada indicó 14.22 mm, por lo

que no existe una estrecha relación entre ambas variables (estación de mayor precipitación acumulada y el sitio inundado).

INUNDACIÓN DEL 7 DE SEPTIEMBRE DEL 2004

El día 7 de septiembre del 2004 se inundó al oriente de la delegación, específicamente en la Av. Ermita Iztapalapa esquina con la Calzada Ignacio Zaragoza, perteneciente al pueblo de Santiago Acahualtepec, ubicado al oriente de la delegación Iztapalapa; la profundidad de la lámina del agua alcanzó 0.40 m y 960 m² de extensión. Cercano a esta misma fecha se presentaron dos huracanes, el primero entró por el Pacífico denominado Isis de categoría uno y se mantuvo del 7 al 17 de septiembre, y el segundo entró por el Atlántico denominado Ivan de categoría cinco, pero éste último prolongó su estancia por más tiempo, del 2 de septiembre al 24 de septiembre, ambos huracanes no afectaron al territorio nacional, pero si dejaron los rezagos tal como se muestra en la Figura B.18

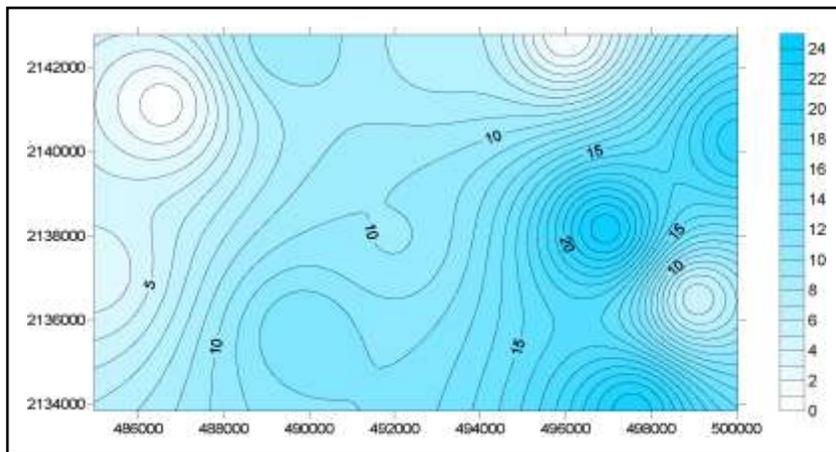


Figura B.18 Distribución espacial de la precipitación durante el día 7 de septiembre del 2004.

Para la elaboración de la Figura B.18 se tomó en cuenta la precipitación en 24 horas de cada una de las estaciones pluviométricas de la delegación y lo que se observa a primera vista es que el área con mayor precipitación, se concentró en el extremo oriente, siendo el área afectada. La estación más cercana fue la 58 e indicó una precipitación de 22.34 mm; en general el comportamiento espacial de la lluvia muestra un aumento con dirección poniente-oriental. Durante este evento, se observa que la inundación fue ocasionada directamente porque la mayor precipitación en 24 horas, se presentó en la estación más cercana al sitio afectado, sin embargo, esto no significa que la cantidad de precipitación sea la que determine la magnitud de la inundación.

INUNDACIÓN DEL 20 DE JULIO DEL 2005

El día 20 de julio del 2005, el Universal informó que ocurrió una inundación al oriente de la delegación, sobre la Calzada Ignacio Zaragoza, a la altura de la colonia San Lorenzo Xicotécatl. La inundación de 1 m de altura no permitió que los habitantes afectados ingresaran a sus viviendas, antes de las dos de la mañana. esto debido a que el oleaje de los tráilers provocaba la entrada del agua a sus hogares. Cercano a éstas fechas se presentó el huracán Emily dejando fuertes lluvias a lo largo de tres días consecutivos (18 al 20 de julio del 2005).

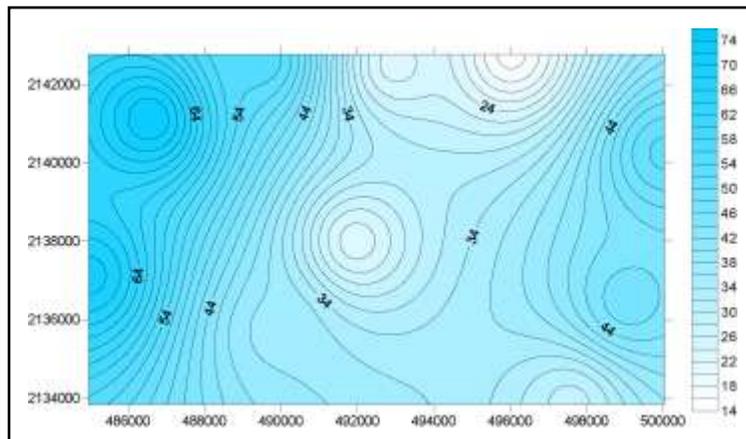


Figura B.19 Distribución espacial de la lluvia acumulada de los días 18, 19 y 20 de julio del 2005

Debido al Huracán mencionado, es que se consideró la precipitación acumulada de tres días consecutivos. Se observa que dos sitios en donde se concentró la mayor cantidad de precipitación fueron al poniente con más de 70 mm, y al oriente, que es donde se presentó la inundación con más de 40 mm. Por el contrario, las áreas en donde hubo menor precipitación fueron al centro y norte de la delegación. Cabe mencionar, que al poniente, que es donde se concentró la mayor cantidad de lluvia, no se registraron inundaciones de gran magnitud.

INUNDACIÓN DEL 12 DE OCTUBRE DEL 2005

El día 12 de octubre del 2005, se presentó una inundación al sur de la delegación, sobre Periférico en su cruce con Canal de Chalco, perteneciente a la colonia Triángulo de las Agujas, la profundidad máxima alcanzada por la acumulación del agua varió de 1 m a 1.20 m. Próximo a estas fechas se presentó el huracán Vince, sin embargo, no existe evidencia de que haya entrado a tierras mexicanas.

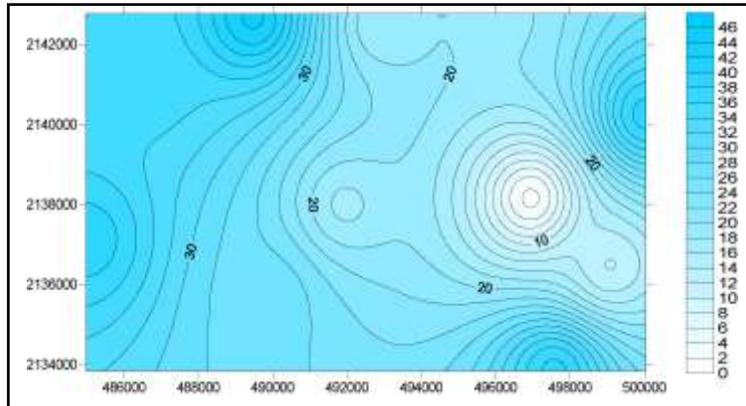


Figura B.20 Distribución espacial de la lluvia acumulada de los días 10 y 11 de octubre del 2005

De acuerdo con la base de datos pluviométrica, la intensa lluvia se presentó el 11 de octubre, aunque se consideró la acumulada de dos días consecutivos (10 y 11 de octubre). La Figura B.20 indica que la lluvia se concentra en dos áreas: al nor-poniente y sur-oriente, esta última, es donde se presentó la inundación y la cantidad de precipitación acumulada fue de 40 mm, el resto del área varió de 10 a 20 mm. Dado que la inundación se presentó en la estación con la mayor cantidad de precipitación acumulada, se considera que sí existe en este caso relación entre ambas variables especificadas.

ANEXO C

COLONIA MINERVA



Figura 4.31 b. Parte de las medidas para que los transeúntes puedan caminar ante una inundación menor a 30 cm de altura es el aumento del nivel de las banquetas.

COLONIA SANTA MARTHA ACATITLA SUR



Figura 4.35 a. La vivienda muestra rasgos de humedad debido a dos causas: la inundación como causa directa y la infiltración.



Figura 4.35 b. Una de las características de la colonia es la presencia de inundaciones que se ve acompañada de agrietamiento y que vuelve más vulnerable a la población

COLONIA SAN LORENZO XICOTÉNCATL



Figura 4.36 b y 4.36 c, respectivamente. En ambas figuras, se observa que en varias de las viviendas han elevado el nivel de las escaleras hasta los 80 cm.

COLONIA U.H. FUERTE DE LORETO



Figura 4.38 b. Área recreativa de la U.H. Fuerte de Loreto.

COLONIAS CERRO DE LA ESTRELLA Y SAN NICOLÁS TOLENTINO



Figuras 4.39 b y 4.39 c, respectivamente. Nuevas alcantarillas ubicadas en las cercanías del cerro de la Estrella, cuya dimensión es de largo igual al ancho de la calle; sin embargo, a pesar de ser recientes todas muestran falta de mantenimiento.

UNIDAD HABITACIONAL VICENTE GUERRERO



Figuras 4.40 a y 4.40 b respectivamente. En las imágenes se observa la Av. Revolución Social, que es la más afectada por los encharcamientos que se presentan en esta colonias.

COLONIA DESARROLLO URBANO QUETZALCÓATL



Figura 4.41 b. Diversas viviendas de esta colonia, construyen las adecuaciones necesarias para evitar la entrada del agua



Figura 4.41 c. Las causas de las inundaciones en esta colonia son debidas a los escurrimientos de la sierra de Santa Catarina.



Figura 4.41 e. Dentro del área de recarga del acuífero, se observa que ya existe acumulación de basura.



Figura 4.41 f. En la imagen se observa que las alcantarillas ubicadas entre Villa Cid y Villa Franqueza están completamente saturadas de sedimentos.

UNIDAD HABITACIONAL SOLIDARIDAD Y LA COLMENA



Figura 4.42 c. La flecha indica cerca de 0.50 m de altura, a la que ha llegado el agua dentro de una vivienda ubicada en la Unidad Solidaridad



Figuras 4.42 d y 4.42 e, respectivamente. En la primera imagen, se observa que el nivel al que han elevado las escaleras de la entrada. Parte de las adecuaciones en la misma vivienda referida, son pequeños conductos (flecha), para expulsar las aguas negras provenientes de las coladeras dentro de las viviendas; esto funciona una vez que la altura del nivel del agua ha disminuido en la calle José Ma. Morelos, se destapan estos conductos para desalojar el agua acumulada dentro de la casa.



PUEBLO DE SANTA MARTHA ACATITLA



Figuras 4.43 a y 4.43 b, respectivamente. Ambas imágenes corresponden a la calle de José Indelicato, en la cual según la población afirma que siempre existen acumulaciones de lodo provenientes de las coladeras.

COLONIA SANTA MARÍA AZTAHUACÁN



Figuras 4.44 En esta colonia se observa que las adecuaciones que ha hecho la población para evitar la entrada de agua a sus hogares son la construcción de muros en la entrada principal, la cancelación de puertas por ventanas y la construcción de rampas muy pronunciadas



Figura 4.62 Hay casos en que han elevado el nivel de los patios, por lo que el nivel original queda muy por debajo del suelo.