



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**“IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE
INFORMACION GEOGRAFICA
PARA EL ANALISIS Y PREVENCION DE
INUNDACIONES
EN LA CIUDAD DE TIJUANA”**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO TOPOGRAFO Y GEODESTA
P R E S E N T A :
J. JAVIER MARTINEZ CERVANTES**

Asesor: Dra. Alejandra Toscana Aparicio



MEXICO, D. F.

JUNIO 2007



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.

DEDICATORIAS.

A mis padres. MARIA AUXILIO C. y JOSE MTZ. Gracias por sus bendiciones, oraciones y cuidados durante toda su vida, este logro es para ambos. Destacado merito merece mi madre que durante toda su vida y bajo cualquier situación, quiso hacer de mi, una persona de provecho, donde quiera que te encuentres, recibe este trabajo como el mejor de todos mis regalos.

A ALICIA JUÁREZ L. Gracias por todo el apoyo que me brindaste incondicionalmente, este trabajo es parte tuyo. El mayor agradecimiento a ti y toda tu familia.

A Mari Carmen Mtz. C. y Oscar Mtz. F. Gracias por alentarme a terminar este trabajo, sin su ayuda no lo hubiera logrado, les agradezco infinitamente todo su apoyo.

A Gerardo Mtz. C y Martha Mtz. C. Gracias por darme la mano cuando lo necesitaba.

A mi familia. Gracias por creer en mí y depositar toda su confianza, reciban todos ustedes (hermanos, sobrinos) un gran agradecimiento.

A mis amigos. Alejandro García, Jair Peimber, Miquel Ángel de la Cruz, Diego Ortega y José Armando. Que con su apoyo y motivación me impulsaron a seguir adelante, este logro también es de ustedes.

A mi novia ADRIANA CAMACHO, A quien debo toda la presentación de esta tesis, por proporcionarme todas las facilidades para terminar ésta. Quiero destacar tu ayuda incondicional que me brindaste, así como, la mejor de las paciencias, muchas gracia por estar con migo.

AGRADECIMIENTOS.

A la facultad de de ingeniería. Gracias por darme las herramientas necesarias para poder ser un hombre de provecho, así como guiar el camino de mi vocación. Reciban de mi todos y cada una de las personas que conforman la facultad, un gran agradecimiento por forjar a la persona que ahora soy.

A mi asesora. Gracias doctora Alejandra Toscana Aparicio, por creer en mí y dirigir esta tesis, pero sobre todo, gracias por todo el esfuerzo brindado, así como el tiempo que me dedico para lograr éste trabajo.

A mis profesores. Gracias a todos y cada uno de ellos que dejaron una parte de su esencia en mi enseñanza.

A mis sinodales. Gracias por todo su tiempo y disposición para la revisión y culminación de éste trabajo.

A mis amigos de generación (Alfonso, Ismael, Miriam, Lizbeth, Francisco, Jil, Yaser, Víctor, karim y Gustavo) así como a mis amigos de la facultad (Melo, Billy, Omar, Francisco, Gabriel, Axel, Jonathan) que me brindaron su apoyo y ayuda, haciendo que la carrera fuera más divertida y menos complicada.

A la familia de la Cruz. Sánchez Que me brindo su casa como si fuese mía, gracias por toda su disponibilidad.

A todas las demás personas que hicieron que esto fuera posible, gracias totales.



**FACULTAD DE INGENIERÍA
DIRECCIÓN
FING/DCTG/SEAC/UTIT/076/06**

Señor
JOSÉ JAVIER MARTÍNEZ CERVANTES
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso la profesora DRA. ALEJANDRA TOSCANA APARICIO, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de INGENIERO TOPÓGRAFO Y GEODESTA.


"IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA EL ANÁLISIS Y PREVENCIÓN DE INUNDACIONES EN LA CIUDAD DE TIJUANA"

- INTRODUCCIÓN
- I. DELIMITACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO
- II. AMENAZA, VULNERABILIDAD, RIESGO Y DESASTRE
- III. LAS INUNDACIONES
- IV. EL USO DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL MANEJO DE RIESGOS
- V. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA EL ANÁLISIS DE LAS INUNDACIONES EN TIJUANA
- VI. CONCLUSIONES GENERALES

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Cd. Universitaria a 28 de Septiembre del 2006.
EL DIRECTOR


M.C. GERARDO FERRANDO BRAVO
GFB/AJP/gar.

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	4
OBJETIVOS Y METAS.....	6
CAPITULO I DELIMITACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	7
1.1.- UBICACIÓN DEL ÁREA URBANA CIUDAD DE TIJUANA.....	7
1.2.- RESUMEN HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE TIJUANA.....	9
CONCLUSIONES DEL CAPITULO 1.....	29
II.- AMENAZA, VULNERABILIDAD, RIESGO Y DESASTRE.....	14
2.1.- DEFINICIONES DE AMENAZA, VULNERABILIDAD, RIESGO Y DESASTRES.....	30
2.2.-DESARROLLO DE LOS CONCEPTOS DE AMENAZA, VULNERABILIDAD, RIESGO Y DESASTRE.....	32
2.3.- PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE RIESGOS Y DESASTRES.....	37
CONCLUSIONES DEL CAPITULO 2.....	40
III.- LAS INUNDACIONES.....	41
3.1.- CAUSAS DE LAS INUNDACIONES.....	42
3.2.- CLASIFICACIÓN DE INUNDACIONES.....	49
3.3.- LAS INUNDACIONES EN TIJUANA.....	53
CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO. 3.....	70
IV. EL USO DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL MANEJO DE RIESGOS.....	71
4.1.- DEFINICIÓN Y DESARROLLO DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.....	72
4.2.- DESARROLLO CONCEPTUAL DE LA APLICACIÓN.....	75
4.3.- SISTEMA GEOGRÁFICO DE REFERENCIA.....	77
4.3.1.- EL DATUM NORTEAMERICANO DE 1927.....	77
4.3.2.- MARCO DE REFERENCIA TERRESTRE INTERNACIONAL DE 1992.....	79
4.4.- METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	82
CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO 4.....	84
V.- DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA EL ANÁLISIS DE LAS INUNDACIONES EN TIJUANA.....	85
5.1.- RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	85
5.2.- INTEGRACIÓN DE LOS DATOS.....	86
5.3.- IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS ÁREAS SUSCEPTIBLES A SER AFECTADAS POR INUNDACIÓN.....	87
5.4.- MAPAS DE RIESGO POR INUNDACIONES EN TIJUANA.....	92
5.5.- RESULTADOS FINALES.....	102
VI.- CONCLUSIONES GENERALES.....	108
BIBLIOGRAFIA.....	110

INTRODUCCIÓN

Causas y razones

Una de las razones por las que fue creado el Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC) en México es la prevención de desastres de origen natural. Este organismo tiene sus orígenes a partir de los sismos de 1985 ocurridos en la Ciudad de México, que es el parte aguas de manifestación de desastres en México, ya que con el tiempo los fenómenos naturales representan mayores riesgos como es el caso que se estudiará en esta tesis: “Las inundaciones de Tijuana en enero de 1993”. Para lograr lo anterior se necesitará la investigación de los hechos ocurridos los días 16 al 30 de enero de 1993 y valiéndonos de las herramientas de trabajo como es el dibujo asistido por computadora, sistemas de información geográfica, bases de datos de los hechos ocurridos, así como capas de información que contengan: curvas de nivel, ríos, presa, vegetación, litología, geomorfología, población, colonias y zonas impactadas por las tormentas; para poder determinar el área de impacto, así como lograr mapas de prevención de riesgos, por las precipitaciones de invierno, que son las que afectan a esta ciudad, todo esto con el fin de crear una herramienta que sea de utilidad para el manejo de las inundaciones en la ciudad de Tijuana.

Primeramente se empezará localizando geográficamente la zona de estudio par ver el lugar que nos ocupa en este trabajo, ya que Tijuana es una línea fronteriza localizada al norte del país, después estableceremos antecedentes históricos de la ciudad de Tijuana, su fundación, el surgimiento de su nombre, el comportamiento, con el paso del tiempo, del crecimiento acelerado y la deficiente planeación en su urbanización.

Algo que será muy importante por principio de cuentas es definir los conceptos que determinar el trabajo realizado en esta tesis: amenaza, vulnerabilidad, riesgo y desastres, el conocer el significado de cada uno de estos términos es fundamental ya que los fenómenos naturales están interrelacionados, es decir no se puede hablar de vulnerabilidad sin riesgo, y de igual manera de amenaza y desastres, estos últimos se desarrollaran de una manera que se pueda tener su prevención y mitigación de estos. Par poder lograr esto tendremos que saber las causas de las inundaciones y su clasificación, enfatizando en las inundaciones en Tijuana, ya que es el caso de estudio en este trabajo.

Para poder lograr todo esto se usarán los sistemas de información geográfica en el manejo de riesgos definiendo por principio de cuentas qué es un sistema de información geográfica, tratando de tener un desarrollo conceptual del mismo, teniendo un sistema geográfico de referencia para poder determinar las mediciones que se pueden hacer en los mapas o ver realmente el área afectada en cada lugar, también tendremos una metodología de trabajo para ver la forma en la cual se elaboraron los mapas y la forma en que se usaron y obtuvieron las capas de información.

Al final se obtendrá el diseño e implementación de un sistema de información geográfica para el análisis de las inundaciones en Tijuana, con ello se establecerá cuál fue la

información que se recopiló para poder hacer este trabajo, la integración de los datos es algo que determina la forma que tendrán los mapas de riesgos, ya que es muy importante identificar y analizar las áreas que son susceptibles a ser afectadas por inundaciones en Tijuana y como resultado final se tendrán mapas de riesgos por inundaciones en Tijuana. Cabe mencionar que los riesgos hidrometeorológicos son cada vez más intensos. El agua es uno de los recursos naturales más valiosos para cualquier país, debido a los beneficios sociales y económicos que se derivando su consciente explotación, sin embargo, junto con las ventajas existen también situaciones extremas tales como las inundaciones y las sequías.

A nivel mundial la incidencia de inundaciones ha aumentando más rápidamente que ningún otro fenómeno natural peligroso. De acuerdo con la Cruz Roja Internacional, durante el periodo de 1919-2004 han colaborado con ayuda en más eventos de inundaciones que de cualquier otro tipo, en gran medida porque el acelerado desarrollo de las comunidades modifica los ecosistemas locales, como el caso de Tijuana, incrementando el riesgo de inundación al que están expuestos diversos grupos humanos.

En México han ocurrido, por efecto de desastre, alrededor de 10, 000 muertes, de 1980 a 1999, aproximadamente 500 cada año. Las pérdidas económicas calculadas alcanzan 9,600 millones de dólares, con un monto promedio anual cercano a los 500 millones de dólares. La cantidad de daños totales por este tipo de fenómenos, de 1980 a 1999, fue de 4,537 millones de dólares, lo que en promedio arroja 227 millones de dólares en pérdidas anuales (CENAPRED, 2004: 3).

Por lo tanto, es importante hacer una reflexión sobre este tipo de eventos, particularmente respecto a la situación de nuestro país, es por ello que el tema de la prevención de desastres ha tomado relevancia en la agenda de la protección civil reconociendo que es indispensable establecer estrategias y programas de largo alcance enfocados a prevenir y reducir sus efectos y no sólo prestar atención a las emergencias y desastres (Zepeda y González, 2003: 104-113)

Tijuana sufrido de muchas inundaciones durante los últimos cincuenta años siendo una de las más graves la de enero de 1993, cuando los daños fueron 33 pérdidas humanas y varios millones de dólares en lo económico, además de dejar incomunicadas en varias colonias de esta ciudad. La causa de estas inundaciones se debe principalmente al crecimiento poblacional sin una planeación urbana teniendo como consecuencias asentamientos humanos en cauces de ríos secos y en ladera por donde pasan avenidas de arroyos. Como se vera más adelante, hacia el oriente, en la zona conocida como la mesa, en donde se continuó fraccionando terrenos. El área urbana, en la década de los setenta, ocupaba una superficie aproximada de 6,500 has (Padilla, 1989), asentada principalmente, sobre una topografía muy accidentada. Después de tener, en 1950, casi el 90% de la mancha urbana en terrenos aptos.

El poder crear una base de datos que nos pueda decir las colonias que más son afectadas durante este tipo de siniestros es algo que ayudará a la población y a la ciudad para poder prevenir las próximas inundaciones, ya que todas las lluvias extraordinarias tienen un periodo de retorno.

Y en este caso Tijuana viene sufriendo de este tipo de fenómenos, presentando el mismo tipo de problema en la colonias que se encuentran en las zonas más cercanas a los cauces naturales y aun más, sufriendo nuevas colonias por la falta de una planeación y herramientas que informen a las personas y fraccionadores sobre los lugares aptos, debido a que una de las causa de este problema es que la mayoría de los fraccionadores ponen en riesgo a la población, al construir condominios de interés social en zonas de riesgo.

Objetivo y metas

La agrupación de capas de información para la creación de un sistema de información geográfica, que ayude en la prevención de desastres en Tijuana, particularmente en el área de inundaciones por medio de mapas de zonas de alto riesgo, es el interés particular en este trabajo.

La necesidad de tener un mapa que catalogue las colonias de más alto riesgo en Tijuana es algo que hace mucha falta, ya que hay una probabilidad de un 60% que se repitan en un periodo determinado de tiempo los mismos problemas que enfrenta la población de esta ciudad. Es necesario que las autoridades locales cuenten con mapas un sistema de información geográfica que permita identificar zonas de riesgo, ya que existe la hipótesis que en los próximos años las lluvias serán cada vez mas intensas debido al calentamiento global, solo vasta echarle un vistazo a los últimos eventos ocurridos Veracruz, Chiapas, Oaxaca, y Venezuela, (sin mencionar a la primera potencia mundial) donde las inundaciones fueron el principal factor de las pérdidas tanto humanas como económicas.

La prevención a la gente de las colonias de Tijuana por medio de mapas es una medida que puede servir para ir solucionando los problemas que existen en esta ciudad, aunado a una mejor planeación tanto urbana como hidráulica es algo que urge, es por eso que por medio de este trabajo se pretende diseñar un SIG con el que se pueda potencialmente manejar el problema de las inundaciones.

CAPÍTULO I. Delimitación de la zona de estudio

“El hombre moderno es un viajero que ha olvidado el nombre de su destino y que ha de volver al lugar de donde viene para saber adónde va”

G. K. Chesterton.

1.1- Ubicación del área urbana Ciudad de Tijuana.

La ciudad de Tijuana se encuentra localizada dentro del estado de Baja California al norte del país, las coordenadas del estado son:

Coordenadas geográficas extremas	Al norte 32° 43', al sur 28 °00' de latitud norte; al este 112° 47', al oeste 117° 07' de longitud oeste.(a)
Porcentaje territorial	El estado de Baja California representa el 3.7% de la superficie del país.(b)
Colindancias	Baja California colinda al norte con Estados Unidos de América, Sonora y el Golfo de California; al este con el Golfo de California; al sur con Baja California Sur y el Océano Pacífico; al oeste con el Océano Pacífico.(a)

Fuente: (a) INEGI. Marco Geoestadístico, 1995. Inédito.

(b) INEGI-DGG. Superficies Nacionales y Estatales. 1999. Inédito.

Mientras que la ciudad de Tijuana es una ciudad del estado de Baja California en México, es cabecera del municipio del mismo nombre y se le conoce entre otros epítetos como la esquina de México y por consiguiente de América Latina, se encuentra en las siguientes coordenadas.

CABECERA	LATITUD NORTE		LONGITUD OESTE		ALTITUD
Tijuana	32°	32'	117°	03'	20 msnm

Msnm: metros sobre el nivel del mar.

Fuente: CGSNEGI. Carta Topográfica, 1:50 000, 1999

Figura.1. Mapa en el cual se localiza Tijuana



Fuente: Realización propia con datos de conavio

Colinda al norte en 41 kilómetros con el condado de San Diego (California), al sur con los municipios de Playas de Rosarito y Ensenada, al este con el municipio de Tecate y al oeste con el Océano Pacífico. El municipio tiene una extensión de 1,727 kilómetros cuadrados. De él forman parte las Islas Coronado, ubicadas frente a las costas del municipio en el Océano Pacífico. Su lema es "Aquí empieza la patria."

El nombre de esta ciudad, y del mismo municipio, se debe a la contracción de la palabra Tía-Juana, que se refiere al nombre de la rancharía "La Tía Juana" que existía en la primera mitad del siglo XIX. (Enciclopedia de los Municipios de México estado de baja California)

1.2-Resumen histórico de la Ciudad de Tijuana

La historia de Tijuana tiene sus raíces en la época prehispánica cuando la región fue ocupada por indígenas que sobrevivieron hasta la primera mitad del siglo XIX. La vida de estos primeros habitantes se vio transformada por la llegada de los españoles durante la segunda mitad del siglo XVIII.

Aquí pretendemos hacer una síntesis del proceso que se dio en la ocupación de la tierra a partir del siglo XIX con la formación del rancho de Tijuana y el surgimiento de otros ranchos que incrementaron su población. Por otra parte se identifican cuales fueron las primeras familias que se asentaron en el valle de Tijuana y se enfatizan las noticias relacionadas con sus actores que originaron la formación del pueblo de Tijuana en 1889.

Tijuana estaba habitada por algunas familias indígenas diseminadas a lo largo del valle, mismas que fueron atendidas espiritualmente por los religiosos franciscanos de la misión de San Diego, fundada en 1769 por Fray Junípero Serra.

En este lugar se fundó también un presidio para atender las necesidades de vigilancia y defensa. La rancharía de la Tía Juana colindaba con la misión de San Miguel, fundada en 1787. Esta misión fue administrada por el padre Félix Caballero durante varios años y llegó a tener una población de 300 habitantes indígenas "rodeada de numerosa y bárbara gentilidad, dispersa en varias tribus que, reunidas, puede ascender al número de mil almas".

Los libros de registros de las misiones aportan información importante, tenemos que en la iglesia de San Diego, Fray Fernando Martín bautizó el primero de noviembre de 1818 a la indígena María Francisca de 20 años siendo sus padrinos don Santiago Argüello, alférez del presidio y su esposa María del Pilar Ortega, los protagonistas de esta historia. Por otra parte, el 5 de diciembre de 1832, en el libro de confirmaciones de la referida misión y según la lista de párvulos y párvulas de gente de razón del Presidio de San Diego" el padre José Mariano Sosa, confirmó a Francisco, Ramón, Luís Antonio, Ignacio, José Antonio y María Antonia Argüello Ortega, hijos de Santiago Argüello y María del Pilar Ortega.

La historia de los pioneros inicia con Santiago Arguello [1792-1862] quien en 1817 empezó a traer ganado desde la misión de San Diego a esta tierra.

Viendo su potencial, solicitó se le otorgara esta tierra en recompensa por sus servicios como soldado en el presidio de San Diego, que le fue concedida en 1829.

En 1833 Santiago Emigdio Argüello, hijo mayor de don Santiago, solicitó los terrenos adyacentes al rancho de Tijuana, que colindaban con el mar, siendo concedidos por el gobernador José Figueroa, lo que fortaleció la presencia de la familia Argüello en la región. Santiago E. Argüello se casó con Guadalupe Astudillo, hija de José Antonio Estudillo. La familia de los Argüello se estableció posteriormente entre los ranchos de Tijuana, La Punta y San Diego. La importancia que adquirió Santiago Argüello dentro de la comunidad se observa en el hecho de que para 1836 fungía como alcalde del pueblo de San Diego.

Otra noticia sobre la familia Argüello que encontramos en los libros eclesiásticos es el registro del padre misionero apostólico J. Chrisostom Holbein de la siguiente acta: “El día 8 de julio de 1851, en el cementerio de este pueblo dí sepultura eclesiástica a Josefa Zamorano, soltera, de edad de 16 años, recibió los santos sacramentos en el rancho de la Tía Juana.” María Josefa Zamorano era hija de Agustín Zamorano y de María Luisa Argüello [hija de don Santiago] quien vivía en San Diego y pasaba temporadas en su rancho de Tijuana. La información sobre esta época es escasa, pero tenemos algunos reportes de población, que nos ayudan a seguir el proceso de crecimiento de esta pequeña comunidad que era Tijuana.

Así observamos que Manuel Castro en 1851 mandó un informe que contenía el derrotero desde San José del Cabo a la línea internacional; en ese recorrido encontró unos cuantos habitantes: 15 en Guadalupe; 5 en Santa Rosa; 40 en el Pueblo de San Miguel; 25 en El Descanso; 10 en Rosarito y 20 en la Tía Juana. Para 1858, José Matías Moreno halló que habitaban en La Frontera 497 personas entre hombres, mujeres y niños; el rancho de Tía Juana lo encontró ocupado por nueve hombres, cuatro mujeres y cinco niños y cuatro “indios mansos” que sumaban 22 personas, lo cual significa un ligero aumento. Este mismo rancho “Tía Juana”, fue escenario del paso de las fuerzas filibusteros de William Walker en su huida hacia San Diego perseguidos por el héroe baja californiano Antonio María Meléndrez en mayo de 1854. Durante esta época se nombraron jueces auxiliares, así se nombró a don Santiago Argüello como juez de Tijuana, a Joaquín Machado en Rosarito, Andrés Pérez Vidal en la Misión Vieja, José María Bandini en Guadalupe, entre otros.

En 1864 encontramos nuevas autoridades: Cecilio Zérega, subjefe político del Partido Norte, nombró a José María Bandini juez local de Tijuana y a Joaquín Machado y Lino López comisarios de policía de dicha jurisdicción; para la jurisdicción de la Misión Vieja nombró a Felipe Crosthwaite como juez local, y a Rafael Serrano y Rafael Félix comisarios de policía, lo que demuestra que residían en el lugar. La población de la zona fue aumentando en forma paulatina. En el área de Tijuana se registraron 55 nacimientos de 1860 a 1900, siendo el primero de ellos el de Zaza Bandini Argüello, hija de José María Bandini y Teresa Argüello, que nació el 14 de noviembre de 1860. Don Manuel Clemente Rojo en sus Apuntes de 1872 menciona el rancho de Tijuana que “está poblado por la familia del finado don Santiago Argüello, que se compone de 4 hombres, 3 mujeres, 6 niños y 7 niñas; Tiene 900 reses y 500 bestias caballares; los títulos fueron confirmados por

el supremo gobierno en número de seis leguas”. El 14 de marzo de 1873 en que se registra el nacimiento de José de los Ángeles Salazar “en el Rancho Tijuana”.

En el libro de Matrimonios de la Misión de San Diego aparece solo un matrimonio efectuado en el Cerro Colorado por el padre Antonio D. Ubach entre Antonio García Valenzuela y Juana Murillo Armas el 5 de mayo de 1875. De 1870 a 1900 se registraron 9 matrimonios correspondiendo el primero a Nepomuceno Espinosa y Nieves Zapata casados en el Rancho Cueros de Venado el 18 de noviembre de 1869.

El 21 de enero de 1870 el carpintero inglés José Upton se casó con María Luisa Roles en la casa de Ignacio Argüello “en el Rancho de la Tía Juana”. También se encontraron 15 defunciones en el área de Tijuana de 1867 a 1900, siendo la primera registrada la de Francisco Duarte Salgado en el Rancho Cueros de Venado el 24 de noviembre de 1867. Posteriormente el 22 de abril de 1883 falleció en “Tijuana” José Ramón Rodríguez Osuna.

En 1879 los terrenos del rancho de Tijuana colindaban con los de Lino López, Jesús María Machado [1825-] y los de Joaquín Machado [1820-] en Rosarito. En 1862 había muerto don Santiago Argüello propietario original de este rancho y a partir de su muerte su esposa doña Pilar Argüello junto con sus hijos se ocupó de la atención del rancho.

Manuel Sánchez Facio escribió en 1887 sobre la tenencia de la tierra mencionando a los propietarios afectados como Higinio Tortoleo en 1877 por el terreno de Jacumé, Tomasa Duarte por Las Peñitas, Juan Ignacio Alvarado por El Florido [2,500 hectáreas] y Silvano Preciado por Poza del Encino en la misma extensión. En 1888 un reportero norteamericano escribió que “Hay mas cantinas en Tijuana que edificios [...]” Y para 1893 la fisonomía del pueblo de Tijuana había cambiado de acuerdo al testimonio de Juan M. Zambrano, visitador de aduanas quien escribió: “En esta congregación no se encuentran mas casa de comercio que las de Jorge Ibs (alemana) y la de Juan A. Ruiz (mexicana) ; ambos giros se abastecen de los mercados de San Diego y Los Ángeles[...]” Y sobre el poblado mencionó que: “La congregación se forma de doscientos cincuenta y siete habitantes, albergándose en cincuenta y dos pequeñas habitaciones de madera [...] los habitantes se dedican al cultivo de pequeñas tierras de temporal en las que siembran cebada y algo de maíz [...] algunos pocos se dedican también a la cría de ganado caballar, vacuno y lanar.

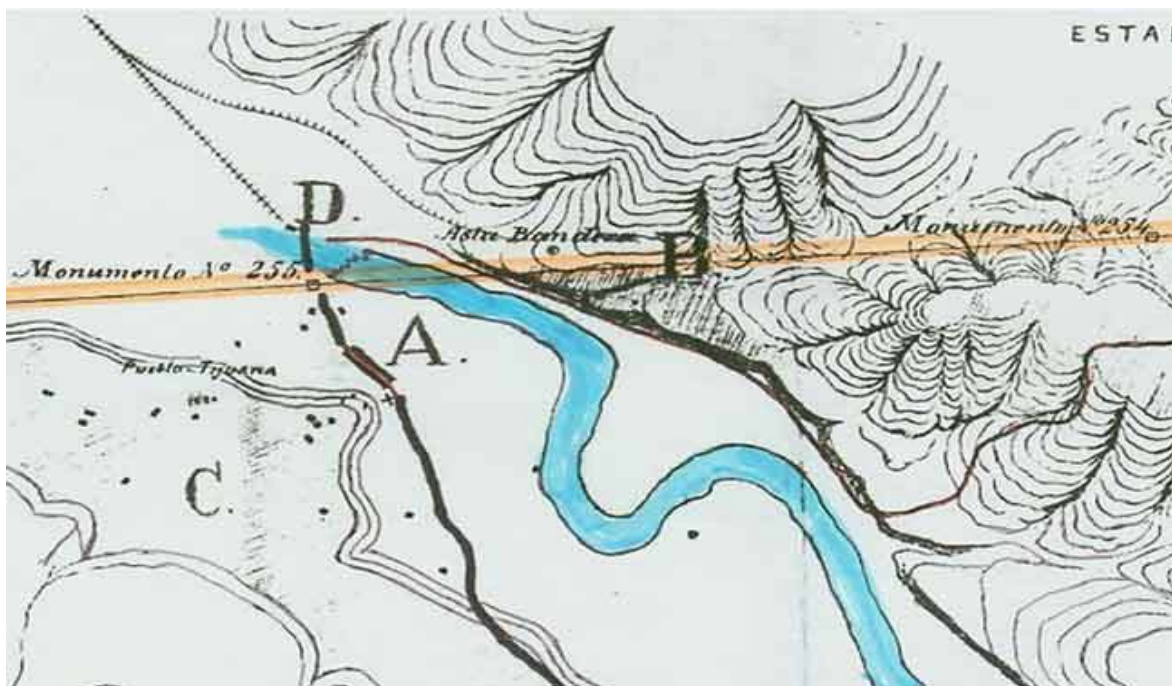
Los terrenos son demasiado feraces, sin la inclemencia de los de la zona caliente; pero la falta de brazos, la incuria y abandono de los pocos poseedores de terrenos en esta pequeña demarcación, que quizá, por no tener sus títulos de propiedad reconocidos y en debida forma no se prestan a venderlos, ni aun arrendarlos, motivo por el cual esta región no puede progresar, debido también a la indolencia de la mayoría de sus habitantes”.

Ya para 1894 los vecinos de Tijuana solicitaron a las autoridades la autorización para realizar corridas de toros. Mencionan como otras causas de la crisis la inundación de 1892 “*la baja estrecha de la plata desde principios de 1893 y la falta de lluvias a principios del año actual ha venido en retroceso*”.

Lo interesante del documento es que lo firman Julio Argüello, José M. Machado, A. Savín, Francisco Estudillo, Alejandro Bandini, Santiago García y Miguel Mayoral, entre otros fundadores de Tijuana. El 16 de enero de 1895 Tijuana se vio amenazada por torrenciales lluvias esto provocó una inundación “que destruyó todas las casas del pueblo” por lo que se comisionó a Jacobo Blanco para que reconociera la localidad “a fin de ver cual es el lugar mas conveniente para reedificar la población y aun las oficinas federales” En febrero de 1885 vino Jacobo Blanco para constatar los daños del Monumento No. 255 y de la población de Tijuana.

El poblado estaba construido con casas de madera “con excepción de la Aduana cuyas paredes eran de adobe y que estaban ya casi destruidas aun antes de la inundación”. Para la ubicación del pueblo consultó a los pobladores que en número de “cuarenta vecinos” estuvieron presentes opinando que la población quedara en el mismo lado del río, o sea su margen izquierda, por lo que sugirió que “la población y edificios federales deberán reedificarse en la mesa C de la margen izquierda”. [Ver mapa adjunto].

Figura.2. Mapa en el cual se muestra la topografía de Tijuana en 1885



Fuente: Jorge Martínez; Ciudad Del Rancho www.tijuana.gob.mx : 2005

Pueblo de Tijuana en 1895. Archivo General de la Nación

La lista de personas que externaron su opinión sobre la ubicación del pueblo de Tijuana fueron: Rodrigo Fuentes; Santiago García, Francisco Aldama; Tomás García; Casimiro Aldecoa; Dolores Zapata; Primitivo Angulo; Jacobo Moreno; Pedro y José Álvarez; Lorenzo Camacho; Avelino Salazar; Marcelino Ramos; Jesús Pedrojo; Jerónimo Llanos;

Marcelina M. de Gómez; Vargas y Padilla; Jorge Ibs y Co.; Virgilio Bruschi; Apolinar Muro; William Lane; Jesús Chacón, Señora Mejía; Josefa Duarte; Rafael Vega; Castillo; Cayetano Esquivel; Juan Osuna; Estudillo Hermanos; Ponciano Osuna; Alejandro Savín; Trinidad Machado; Francisco Palacios; Manuel Lucero y señora; Jesús Cota; Guadalupe Rodríguez; Clemente Angulo; Leandro Machado; Francisco Boronoa; Julio Argüello.

Para 1900 Tijuana había crecido y se transformó de una incipiente ranchería en una pequeña población con 242 habitantes. Los descendientes de la familia Argüello siguieron multiplicándose, quedando algunas familias en Tijuana y otras emigraron a California.

Fraccionado el predio se dio inicio a formalizar la instalación del pueblo y en 1900 se formó la Subprefectura Política de Tijuana con su respectiva sección municipal que se dividía en ocho demarcaciones que incluían el pueblo y el rancho de Tijuana, Agua Caliente, La Joya, La Nopalera, San Antonio, Los Mochos, El Monumento, Mesa Redonda, Rosarito, El Descanso, Cueros de Venado, San Vicente, Pozo del Encino, Matanuco, Cerro Colorado, Jesús María, San Isidro, El Morro, El Carrizo, Palo Florido y Valle de las Palmas. Así la sección de Tijuana tenía en 1900, 442 habitantes correspondiendo 242 al pueblo de Tijuana. (Jorge Martínez; www.tijuana.gob.mx:2005).

Ahora aremos una descripción general del desarrollo urbano de Tijuana desde una perspectiva histórica, abarcando el lapso comprendido entre los años 1950 y 1984, diferenciando entre lo que había sido desarrollo urbano espontáneo y desarrollo urbano planificado, dando énfasis a los ordenamientos gubernamentales y disposiciones jurídicas que lo han normado. Como antecedentes para entrar en materia, debemos considerar que el fundo legal de la ciudad se creó por decreto del 26 de abril de 1940, firmado por el Presidente Lázaro Cárdenas, destinando una porción de 836 hectáreas del rancho de Tijuana para permitir el crecimiento de la población y dotarla de servicios públicos.

La población estaba asentada básicamente sobre la meseta en donde en la actualidad se encuentra la denominada Zona Central de la ciudad. Los cerros que rodean al poblado en su parte oeste, suroeste y sur, se encontraban escasamente habitados.

Las zonas y colonias que había en la ciudad a fines de los cuarenta eran: la Zona Central, la Zona Este y las colonias Castillo, Alemán, Altamira, Independencia, originalmente llamada Calles, Marrón, Revolución, América, Cacho-Escobedo, en la actualidad denominada Madero, Libertad, Cuauhtémoc y la Zona Norte.

Como se sabe, esta última es una superficie comprendida entre la calle Primera y la Línea Internacional, en la parte poniente en donde cruza el río el límite fronterizo. Anteriormente esta zona se usaba para cultivo de hortalizas aprovechando la excelente fertilidad de su suelo, cambiando el uso agrícola, al de zona habitacional cuando el presidente Manuel Ávila Camacho en 1946 dictó las medidas necesarias para distribuir en lotes urbanos las superficies comprendidas en el fundo legal que no estuvieran lotificadas. Como consecuencia de ello, se prolongó desde la calle Primera hasta la Línea Divisoria Internacional, el trazo de las calles de la Zona Central que corren de sur a norte.

Figura. 3. Plano de Tijuana a principios de los años cincuenta.



Fuente: Antonio Padilla “Desarrollo urbano” 2005

Al oriente de la ciudad estaba deshabitada la zona del Río, con una superficie de aproximadamente 160 hectáreas de la cual una buena parte eran terrenos federales.

Década 1950-1960

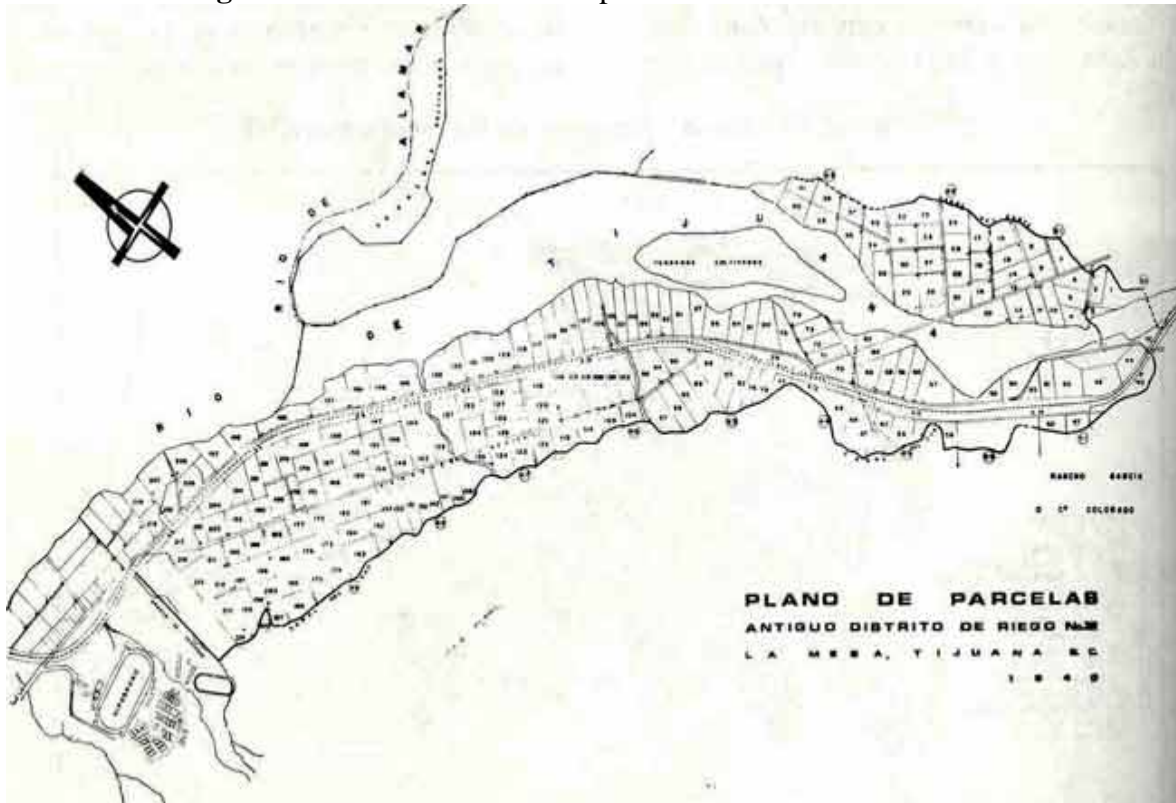
En la década de los cincuenta se advierte en Tijuana el inicio de los problemas urbanos que se agravarán en el futuro, con el crecimiento desmedido de sus colonias y fraccionamientos. Ello fue causado principalmente por las fuertes corrientes migratorias provenientes del interior del país y provocadas por la oferta de empleo que existía en el estado de California, Estados Unidos. A esas corrientes hay que agregar la de los trabajadores que regresaban de Estados Unidos o eran deportados por carecer de documentos, originándose así una gran demanda habitacional. El Censo General de Población correspondiente al año de 1950 nos indica que Tijuana contaba con 59,952 habitantes, es decir, casi cuatro veces más que la cantidad que tenía en el año de 1940. En el contexto del Territorio Norte de la Baja California, esa cantidad representaba el 26% del total de habitantes.

Vialidades

Las principales vías de circulación en la ciudad eran la avenida Revolución en la Zona Central continuada por el boulevard Agua Caliente. Otra era la que conectaba la puerta internacional fronteriza con el centro de la población, cruzando el río Tijuana por el Puente México y que era muy utilizada por el turismo americano.

Esta misma vialidad comunicaba a la colonia Libertad con el resto de la población. Existían otras vías secundarias localizadas sobre el cauce seco del río muy utilizadas por los visitantes los fines de semana pero que se volvían intransitables en épocas de lluvias.

Figura. 4. Muestra el Plano de parcelas en la Zona de la Mesa.



Fuente: Antonio Padilla “Desarrollo urbano” 2005

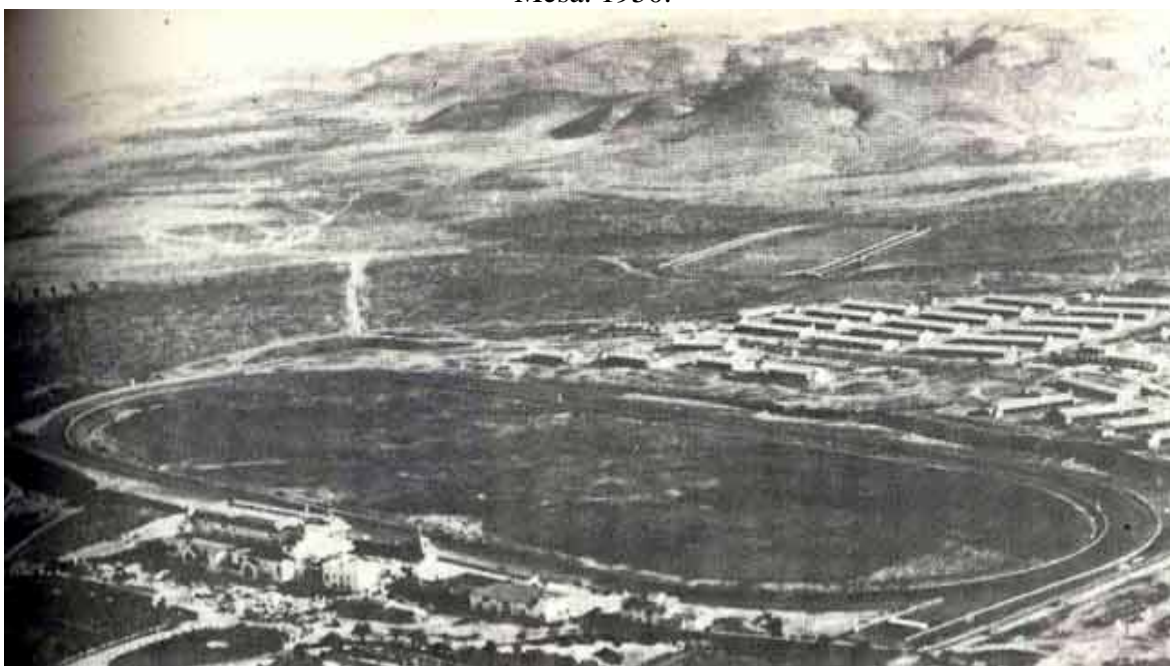
Esa área en el siglo pasado fue aprovechada para el pastoreo del ganado perteneciente a las familias Argüello y Bandini. Posteriormente se inició el cultivo de cereales, hortalizas, vides y frutales, con escasos resultados debido a la irregularidad de las lluvias.

Por tal motivo se emprendió en marzo de 1928 la construcción de la Presa Rodríguez. Terminada ésta en 1936, por el Presidente Lázaro Cárdenas, se repartieron las tierras en forma de parcelas, éstas fueron 219, distribuidas a igual número de familias, con las cuales se empezó a poblar La Mesa. Una prolongada sequía en los inicios de la década de los cincuentas, obligó a los poseedores de las parcelas a dejar de cultivar, optando por venderlas en forma de fraccionamientos independientes. Esto trajo como consecuencia que entre un fraccionamiento y otro no hubiera continuidad de calles ni manzanas.

Cada fraccionamiento estaba aislado de los demás y su única conexión con el resto de la población era a través de la carretera Tijuana-Mexicali, en el tramo que actualmente corresponde al boulevard Díaz Ordaz. Así, la ciudad inició su crecimiento hacia el oriente, en sentido longitudinal a la referida carretera. Los primeros fraccionamientos autorizados

por el gobierno del estado en esta zona, a partir de 1955, fueron: el “Alcalá”, al señor Aureliano Alcalá; el “Prado”, a Agustín Silveyra; el “Alicia Carrillo”, a Alicia Carrillo; el “Dimestein”, a Ricardo G. Peñalva; el “Juárez”, a José Luís Juárez; el “López”, a Miguel López; el “Leos Montoya”, a Manuel Leos Montoya; y el “Reynoso”, a Sotero Reynoso.

Figura. 5. foto donde podemos ver el hipódromo y a la izquierda el inicio de la zona de la Mesa. 1950.



Fuente: Antonio Padilla “Desarrollo urbano” 2005

A fines de esta década, también se formaron los siguientes fraccionamientos: “Jardines de San Carlos”, de Carlos López; la colonia “Baja California”, de Rosalío Vargas Guillén; “Lomas Conjunto Residencial”, del Banco Internacional Inmobiliario; el “Ceceña”, de José Ceceña Sotomayor; el “Villa”, de Antonio Blanco S. y Eduardo Yagüez Jarquez; el “Jalisco”, de Porfirio Medina; los “Pinos de Agüero”, de Encarnación Agüero González; el “Luna Park”, de Juan Rodríguez Íñiguez; las “Huertas, primera sección”, de Antonio González Leyva; las “Huertas, tercera sección” de Felipe Zárate Zúñiga; el “García”, de Francisca Valdera de García; el “Saldaña”, de José Saldaña Arteaga; las “Lilas”, de Jesús E. Meza Murillo y Jesús Meza Jr.; el “Moreno, primera sección”, de Juan Manuel Moreno y finalmente el “Santa Fe”, de Hilarión Martínez.

Asentamientos en la zona del Río Tijuana

Simultáneamente a ese crecimiento de la zona de La Mesa que fue autorizado por la Secretaría de Agricultura y Fomento y el gobierno de la entidad se asentaron en forma irregular en el lecho del río Tijuana, cientos de personas que levantaron sus viviendas sin autorización ni control alguno, exponiéndose a un desastre en el caso de aumento de los volúmenes de agua del río. Al respecto el ingeniero Rubén Amaya González, residente del Gobierno del Estado en 1955, comenta este problema.

Figura. 6. La foto muestra el lecho del Río Tijuana. 1954



Fuente: Antonio Padilla “Desarrollo urbano” 2005

En 1924 se constituyó en esta ciudad la Agencia General de Agricultura y Fomento, concediéndose permisos anuales de ocupación del suelo con uso exclusivamente agrícola. En el lapso comprendido entre 1924 y 1945, eran pocas las casas que se asentaron en esta zona sin provocar problema, alguno.

No fue hasta después de terminar el Puente México, cuando hubo un asentamiento fuerte, precisamente adyacente al Puente con gente que supuestamente intervino en su construcción, constituyéndose la colonia que se denominó México. Se instaló energía eléctrica e incluso hubo intento de nomenclatura de calles.

El primer intento de desalojar dicha ocupación se dio en 1947, cuando un servidor, siendo ingeniero de la ciudad, planteó al entonces delegado de gobierno, Salvador Sierra Vera el problema del paracaidismo en el río y la urgente necesidad de desplazar hacia otras áreas de la ciudad las casas ya construidas.

Dicho funcionario apoyó y aprobó con toda firmeza el proyecto, trasladándose así 300 casas existentes, a la parte alta de la colonia Libertad. Para evitar la reinstalación de casas en la misma zona, se construyeron los campos deportivos “México” y “Camarena”.

(Antonio Padilla, 2005: 5)

Figura. 7. En la foto podemos ver la Etapa inicial de la urbanización de la zona del río Tijuana 1974.



Fuente: Antonio Padilla “Desarrollo urbano” 2005.

Para 1954 de nuevo se habían asentado en forma irregular aproximadamente 1,500 personas. El gobierno de Braulio Maldonado ordenó se buscara un sitio donde alojar a estos residentes, para ello se elaboró un censo que resultó ser de gran utilidad, puesto que quedaron la mayor parte de las casas del río debidamente inventariadas.

Después de varios meses en la búsqueda de un terreno con las características que se requerían para el caso, se encontró el que ahora ocupa la colonia del Río. Dicho terreno fue donado por el entonces propietario señor Tomás Aquino, iniciándose el traslado de casas el 19 de febrero de 1955 y terminándose el 30 de junio del mismo año.

Figura. 8. La foto nos muestra los Bajos del puente México. 1949



Fuente: Historia de Tijuana, edición conmemorativa del centenario de su fundación, capítulo XXII, Tomo I, Universidad Autónoma de Baja California, Centro de Investigaciones Históricas UNAM UABC, Tijuana, Baja California, 1989.

Los últimos años

De 1980 a nuestros días, se ha continuado la pauta general de orientar el crecimiento de la ciudad por medio de acciones de planeación urbana dirigidas por la autoridad, tanto en su instancia estatal como municipal. Es así como a fines de 1980 el ejecutivo del estado aprobó el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Tijuana, que tiene como principales propósitos racionalizar la distribución territorial de la población y de las actividades económicas que se desarrollan en el municipio; mejorar y preservar el medio ambiente, integrar más adecuadamente las rutas de transporte y comunicación interurbanas; evitar asentamientos urbanos en predios agropecuarios y generar alternativas para que los sectores de escasos recursos económicos tengan acceso a la adquisición de lotes urbanos.

Todo ello realizado de tal manera que haya la debida coordinación entre el Gobierno del Estado y el Ayuntamiento de Tijuana. Cabe destacar que dicho Plan incluyó el Sistema Vial Metropolitano, a realizarse a corto, mediano y largo plazo, para facilitar la comunicación con fraccionamientos y colonias aisladas por su ubicación en cañadas y cañones, asimismo, para acercar líneas de infraestructura a futuras zonas de desarrollo urbano.

El sistema consiste en una serie de vialidades, primarias y secundarias, que sumarán en longitud 220 kilómetros y está formado por los siguientes circuitos: el Circuito Periférico, cuya construcción está planeada a mediano y largo plazo, es decir para 1990 y el año 2000; un circuito intermedio ya construido, conocido en su parte poniente y sur, como Circuito Independencia o Libramiento Sur y en la parte oriental, como Libramiento Oriente; un circuito interior proyectado a corto plazo que pasa por la parte central de la mayoría de las colonias más pobladas, localizadas al sur poniente de la ciudad; ejes transversales construidos actualmente en 50% y formados por el Cañón Johnson o Calafia, boulevard de los Fundadores, boulevard Cuauhtémoc Sur y Norte, boulevard de las Américas, boulevard Sánchez Taboada y el que comunica a la nueva garita internacional en la Mesa de Otay hacia el sur, hasta el cañón del Padre. Asimismo lo forman ejes longitudinales planeados de tal manera que se aprovechan vialidades ya existentes, como la avenida Revolución, boulevard Agua Caliente, boulevard Díaz Ordaz, avenida Tecnológico y boulevard Otay Nueva Tijuana. Finalmente el Sistema Vial incluye una serie de intersecciones, construidas algunas y otras en proceso de construirse, formadas por pasos a desnivel, retornos y puentes, tanto vehiculares como peatonales. (Antonio Padilla, 2005; 7)

No todos los objetivos se han cumplido al pie de la letra como se estableció al principio, ya que en materia de desarrollo urbano organizado, hay muchas irregularidades dejándose ver en momentos de crisis como en enero de 1993, hay muchas deficiencias como lo muestra la nota del periódico ZETA de Tijuana que dice “Quienes son los culpables de las inundaciones en Tijuana: Desde los fraccionadores que no respetaron los cauces naturaleza del agua que no realizaron correctamente el drenaje pluvial o que no ejecutaron las obras de protección en los cortes de cerros con tal de ganar más. Desde los dirigentes que, irresponsablemente, llevaron a miles de personas a asentarse en cañones, laderas y causes de arroyos o riachuelos, condenándolos a toda clase de peligros ante inundaciones, deslaves, i movimientos sísmicos.

Desde funcionarios públicos menores que cobraron en efectivo o en especie, su disimulo ante irregularidades en proyectos o en ejecución de desarrollo habitacionales o que deforma irresponsable dejaron de cumplir con sus obligaciones. Desde los dirigentes del PRI que apoyaron a dirigentes de invasores. Desde la gran mayoría de los medios de comunicación de solaparon a funcionarios públicos, fraccionadores, y líderes de invasores. Hasta quienes en las cuatro ultimas administraciones estatales han fungido como titulares de la secretaria de asentamientos humanos y obras publicas del estado, y como tales autorizaron un gran numero de fraccionamientos que cometieron un sin fin de irregularidades. Pero definitivamente últimos y directos lo han sido quien desde la oficina principal del palacio de gobierno de Mexicali, pudieron hacer cumplir estrictamente la ley de fraccionamientos y la ley en general y no lo hicieron.”

(Ortiz y González, 1993; 21)

Como se muestra en la siguiente foto que a pesar de no ser una zona optima para asentamientos humanos las autoridades permitieron los asentamientos en Tijuana.

Figura. 9. la foto muestra los asentamientos humanos sobre una superficie de aluvión.



Fuente: Atlas de la cuenca del Río Tijuana. 2006

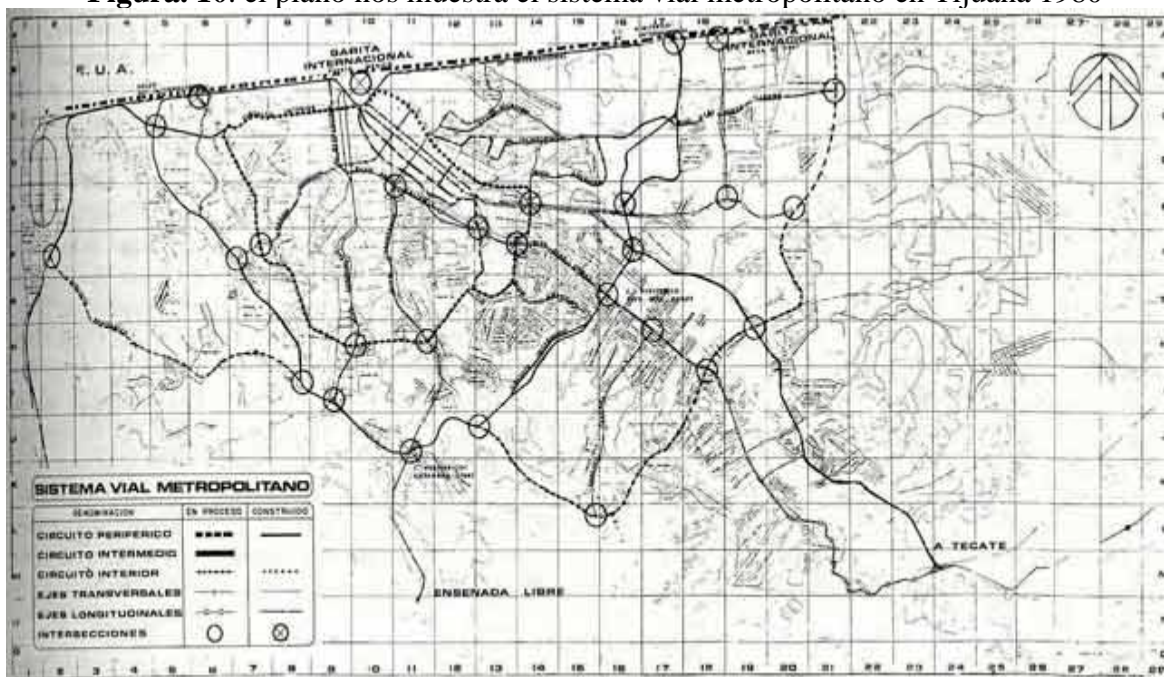
Por otra parte las obras de infraestructura sean cumplido con forme a los objetivos, teniendo Tijuana más vialidades y caminos que enlazan colonias en lugares donde la topografía esta muy accidentada, aquí también hay que decir que las vialidades hechas en

algunas colonias tienen problemas de inundaciones como por ejemplo: boulevard Sánchez Taboada. Con esto podemos ver que la planeación en Tijuana no ha sido la mejor en algunos aspectos como por ejemplo el de las vialidades y la urbanización.

Plan de desarrollo urbano del centro de población de Tijuana

Este plan fue aprobado a mediados de 1984 por el gobernador del estado y publicado en el Periódico Oficial en noviembre del mismo año. Es producto de intensas investigaciones y estudios, cubriendo una amplia gama de aspectos del desarrollo urbano en Tijuana.

Figura. 10. el plano nos muestra el sistema vial metropolitano en Tijuana 1980



Fuente: Antonio Padilla “Desarrollo urbano” 2005

Se inició su elaboración en 1980 con un equipo de técnicos en urbanismo de la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas del Estado (SAHOPE), la misma secretaría a nivel federal (SAHOP) y apoyo de estudiantes de arquitectura de la Universidad Autónoma de Baja California. En el Plan se mencionan como propósitos principales: la orientación de los asentamientos humanos hacia mejores condiciones de vida, tomando en cuenta la situación urbana existente y su potencialidad futura; el fomento de acciones para mejorar la vivienda y jerarquizar las vialidades; la orientación del desarrollo industrial; saturación a

corto plazo de áreas dentro del límite urbano actual; la determinación de las reservas urbanas y el señalamiento de las etapas de ocupación del suelo para un mínimo de 6 años.

En el aspecto poblacional, el Plan señala como recomendable que para el año 2000 haya 1, 815,000 habitantes. Como se ve, esta cifra es superior en 715,000 habitantes a la recomendada por el Plan Estatal formulado en 1979, en lo que se refleja el peso de la realidad, que a la postre viene siendo siempre superior a lo previsto.

Cabe señalar que el Plan de Tijuana no sólo se considera como la versión actual de un plan regulador, sino que su utilización es mucho más amplia y dinámica, ya que es un instrumento técnico y jurídico, que permite tanto a las autoridades federales, estatales y municipales como al sector social y al privado, orientar sus inversiones en materia de desarrollo urbano. Así todas las acciones podrán ser orientadas por las metas propuestas para evitar lo que en repetidas ocasiones a sucedido, pues, como se sabe, se hacían cuantiosas inversiones en obras públicas, resolviendo problemas inmediatos, pero que a la larga resultaban totalmente inoperantes, al grado de requerir en algunos casos su demolición para no estorbar el desarrollo urbano. Tenemos entre otros, el ejemplo del Puente México. (Antonio Padilla, 2005; 3)

La ciudad continuó su crecimiento, básicamente, hacia el oriente, en la zona conocida como la mesa, en donde se continuó fraccionando terrenos. El área urbana, en la década de los setenta, ocupaba una superficie aproximada de 6,500 has (Padilla, 1989), asentada principalmente, sobre una topografía muy accidentada. Después de tener, en 1950, casi el 90% de área urbana en terrenos aptos,¹ para 1970, la ciudad estaba asentada solo en un 84% del terreno apto para la urbanización (Ranfla y Álvarez, Op. Cit.).

El desarrollo fue muy heterogéneo, tanto en densidad, como en lo correspondiente a edificación; pues mientras que, en el centro de la ciudad, la superficie se saturó irracionalmente, en las colonias populares el desarrollo fue muy disperso. Se ocuparon grandes extensiones de terrenos, rebasado límites naturales, asentándose en el cause de arroyos o en laderas, en algunos casos con pendientes de más del 40%. (Patiño y Castillo, 2000; 174)

¹ De acuerdo con Ranfla G. Et al (1986), la aptitud de las zonas se refiere básicamente a la topografía, siguiendo el criterio siguiente: zonas aptas del 2% al 15% de pendiente, zonas condicionadas del 0% al 2% y del 15% al 30%, zonas no aptas del 30% y más.

Figura. 11. Asentamiento en zona no apta para el desarrollo urbano



Fuente: Bill Hickman “My trip to Tijuana” 2006

Registro de fraccionamientos

A continuación se enumeran los fraccionamientos que se autorizaron en las distintas zonas de la ciudad en el transcurso de lo que va de la presente década: hacia el poniente; en 1980 el fraccionamiento “Lomas del Mirador II”, a Ignacio Gavaldón Guajardo y a las constructoras Costas del Pacífico y Los Pilares, S.A.

Al siguiente año se regularizaron las colonias “Gran Tenochtitlán” y “Lázaro Cárdenas”, por Inmobiliaria del Estado de B.C. Estas colonias habían sido formadas en décadas anteriores pero carecían totalmente de servicios.

En Playas de Tijuana se autorizó en 1983 la sección “Privada de Cortez”, a Urbanizadora de Playas de Tijuana. Un poco hacia el sur, en 1981, se regularizó la colonia “Divina Providencia y en 1983 la “Manuel Paredes Gómez” y al año siguiente, el “Cañón Johnson Sur”.

Al oeste y sur del Hipódromo de Agua Caliente se autorizaron en 1981 las ampliaciones “Chapultepec octava sección”, a Gregorio Ripa Vidal y copropietarios y en 1982 “Lomas de Agua Caliente, quinta sección” y “Lomas Altas”, a la compañía Inversiones de Baja California. Ese mismo año se autorizó el “Jardines de Chapultepec”, a la Promotora Omega de Tijuana, S.A. Hacia la zona de La Mesa, en 1980 se autorizó la regularización del fraccionamiento “Los Reyes”, a Jorge Ruiz Fitch. Al año siguiente se formaron: el “Reforma”, “Guaycura”, “Ampliación Guaycura” y “Cerro Colorado II”; en 1982 “

En la figura. 12 podemos ver el mapa de fraccionamientos en un periodo de 10 años, ahí se puede ver mas claramente en que lugares fueron establecidos estos fraccionamientos.

El Lago segunda sección” y en 1983 el “Mesetas del Guaycura”, autorizados todos a Inmobiliaria del Estado de Baja California. En 1981 se fraccionaron las parcelas 27 y 28 del Ejido Matamoros, propiedad de Agapito Orozco Martínez y en 1983 se autorizó el “Matamoros I”, a la Comisión Regularizadora de la Tenencia de la Tierra, (CORETT); el “Niños Héroe”, a Ángel B. Fernández: “La Campiña”, a los hermanos Sáenz González y “Terrazas de Agua Caliente”, a Inmuebles y Fraccionamientos de Tijuana.

Figura. 12. Mapa de fraccionamientos en Tijuana en un periodo de 10 años.



Fuente: Realización propia con datos de Padilla “Desarrollo urbano” 2006.

Hacia el oriente, en la Mesa de Otay y áreas circunvecinas, en 1980 se regularizó el “Centro Urbano 70-76”, formado a principios de la década de los setentas; al año siguiente, el “Otay Universidad”, autorizado a Inmobiliaria del Estado de Baja California y “Ciudad Industrial Nueva Tijuana”, a PRODUTSA. Finalmente, en 1983 se formó el fraccionamiento “Garita de Otay”, autorizado a Leandro Lozano Franco.

Figura. 13. La foto nos muestra la vista aérea de la ciudad con las torres de Agua Caliente al centro.



Fuente: Padilla “Desarrollo urbano” 2006.

Recapitulación

Como hemos observado en los últimos treinta años las disposiciones jurídicas relativas a planeación urbana, se han constituido en un factor importante en la orientación del crecimiento de Tijuana. Así tenemos que a principios de los cincuenta, las nuevas zonas habitacionales se formaron con base en el “Reglamento sobre fraccionamiento de terrenos en el territorio norte de la Baja California”, expedido en 1951.

Ese fue el caso de los fraccionamientos establecidos al oriente de la ciudad, en la zona conocida como La Mesa, que en su mayoría siguieron dicho ordenamiento urbanístico.

Simultáneamente a esa tendencia de crecimiento hacia el oriente, se inició otra de crecimiento hacia el sur, sur poniente y poniente de la ciudad, sobre todo con asentamientos espontáneos, esto es, no planeados en las zonas cerriles de difícil topografía y con pendientes no aptas para el desarrollo urbano que dificultan la dotación de infraestructura y servicios básicos.

Figura. 14. En la foto vemos los Conjuntos habitacionales hacia el oriente de la ciudad.



Fuente: Padilla “Desarrollo urbano” 2006.

En este crecimiento desordenado, participaron personas de escasos recursos económicos, impedidas para participar en el mercado de suelo urbano autorizado oficialmente.

En la década de los sesentas se incrementaron los asentamientos en esa zona, hasta concentrar en la actualidad una población aproximada de 200,000 habitantes, que en su mayoría carecen de los servicios públicos indispensables. En 1971 al entrar en vigor el “Reglamento de fraccionamiento del Estado de Baja California” que derogó al anterior y está vigente en la actualidad se inició el poblamiento hacia el oriente y sur oriente de la ciudad en especial con los numerosos fraccionamientos en la zona de La Mesa y los nuevos desarrollos urbanos de Mesa de Otay y Río Tijuana. A fines de la década de los setentas y a principios de la presente, se inició el desarrollo urbano hacia las partes altas y semiplanas de los cerros, localizadas entre el Río Tijuana y el arroyo del Alamar.

Esta tendencia de crecimiento hacia el oriente de la ciudad, está representada fundamentalmente por fraccionamientos autorizados por el Gobierno del Estado, que reúnen los requisitos de servicios urbanos básicos.

Tales zonas están consideradas como aptas para una dotación más completa de servicios por el Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tijuana, en virtud de ser terrenos planos y semiplanos, que por lo mismo requieren costos normales para la introducción de infraestructura.

Por otra parte, se observa la existencia de grandes baldíos, posteriormente urbanizables, entreverados con los fraccionamientos, con fines puramente especulativos, ocasionando la dispersión de redes de agua potable, drenaje, electricidad y vialidades, con la consiguiente elevación de su costo.

Afortunadamente poco a poco el crecimiento de la ciudad va perdiendo su carácter de espontáneo y va adecuándose a las directrices de la planeación urbana nacional, estatal y municipal, acercándose a las metas de lograr condiciones de habitación humana y decorosa para sectores cada vez más amplios, así como alcanzar el equilibrio entre la demanda y la oferta de suelo urbanizable y la conservación de reservas territoriales para las generaciones futuras. Las disposiciones legales y los documentos que rigen la planeación urbana tendrán que ser revisados, evaluados, modificados y actualizados periódicamente, para que conserven su carácter de instrumentos útiles, tanto para el sector público como para la comunidad en general. (Padilla, 2006; 2)

Conclusiones del capítulo.

Es importante empezar determinado el área de estudio para poder delimita sus antecedentes históricos mas importantes así como vislumbrar la manera de introducirnos al problema en este caso este capítulo nos muestra que los problemas que tiene Tijuana asta la fecha de estudio que es enero de 1993 son los mismos desde el momento que los asentamientos humanos no fueron planeados además de otros factores como es la de un crecimiento poblacional de una manera muy desorganizada.

La historia de Tijuana nos dice que Tijuana dejo de ser una ciudad pequeña en el momento en que muchos personas que venían en busca del sueño americano no se quedaban a radicar en Tijuana ya no buscaban llegar a los estados unidos, era mas fácil quedarse a radicar en Tijuana además que era una ciudad con un potencial a crecer ya que se encontraba como frontera de una potencia mundial, poco a poco las personas buscaron donde vivir, esto trajo como consecuencia que en muy poco tiempo Tijuana tuviera un crecimiento poblacional y territorial muy rápido, si a esto decimos que Tijuana no se caracteriza por ser una ciudad que cuente con una planeación urbana muy buena, es mas creo que es una de las peores planeadas ya que tanto los lideres de partidos políticos más populares en este tiempo y los fraccionadores que empezaron a construir fraccionamientos en zonas que no son aptas para asentamientos humanos formando el parte aguas del problema que tiene Tijuana de mas de 50 años, en inundaciones en el momento que se establece el Reglamento de fraccionamiento del Estado de Baja California el crecimiento fue mayor ya que las personas mas pobres de esta ciudad no tenia dinero para pagar un departamento y esto forzó a las personas mas pobres a invadir zonas ecológicas y laderas donde las condiciones topográficas no son optimas para establecer sus casa.

La historia de Tijuana nos muestra como es que Tijuana fue creciendo tanto por ser frontera de estados unidos y por el asentamiento de personas que queriendo llegar a estados unidos prefirieron quedarse en esta ciudad, también, puedo ver que el problema de las inundaciones bien desde el momento que los asentamientos humanos no fueron planeados construyendo fraccionamientos en lugares que no son adecuados además que la mayoría de estos fraccionamiento no contó con estudios previos como por ejemplo de impacto ambiental, topográfico y geológico.

Es muy importante tener antecedentes históricos para poder terminar he inferir en las posibles causas de los problemas, tener una breve reseña histórica de Tijuana me da un mejor punto de partida.

CAPITULO II. Amenaza, vulnerabilidad, riesgo y desastre

“¿Quieres arrepentirte? Obra contra las leyes de la naturaleza”.

Einstein

En general las inundaciones son consideradas como fenómenos peligrosos (amenazas) propiciadoras de situaciones de riesgo que cuando impactan en sociedades vulnerables pueden generar desastres. Para detallar esta idea es imprescindible desarrollar los siguientes términos: amenaza, Vulnerabilidad, riesgo y desastre.

2.1. Definiciones de amenaza, vulnerabilidad, riesgo y desastres

Definición de Amenaza

“Factor de riesgo externo de un sujeto o sistema, representado por un peligro latente asociado con un fenómeno físico de origen natural, de origen tecnológico o provocado por el hombre que puede manifestarse en un sitio específico y en un tiempo determinado produciendo efectos adversos en las personas, los bienes y/o el medio ambiente. Matemáticamente, expresada como la probabilidad de exceder un nivel de ocurrencia de un evento con una cierta intensidad, en un sitio específico y en un periodo de tiempo determinado.” (Maskrey, 1993: 76)

Definición Vulnerabilidad.

“Vulnerabilidad: Factor de riesgo interno de un sujeto o sistema expuesto a una amenaza, correspondiente a su predisposición intrínseca a ser afectado o de ser susceptible a sufrir una pérdida. Es el grado estimado de daño o pérdida en un elemento o grupo de elementos expuestos como resultado de la ocurrencia de un fenómeno de una magnitud o intensidad dada, expresado usualmente en una escala que varía desde 0, o sin daño, a 1, o pérdida total.

La diferencia de la vulnerabilidad de los elementos expuestos ante un evento peligroso determina el carácter selectivo de la severidad de las consecuencias de dicho evento sobre los mismos.” (Maskrey, 1993: 84)

Definición de Riesgo.

“Es la probabilidad de exceder un valor específico de consecuencias económicas, sociales o ambientales en un sitio particular y durante un tiempo de exposición determinado. Se obtiene de relacionar la amenaza, o probabilidad de ocurrencia de un fenómeno con una intensidad específica, con la vulnerabilidad de los elementos expuestos. El riesgo puede ser de origen natural, geológico, hidrológico o atmosférico o, también, de origen tecnológico o provocado por el hombre.” (Maskrey, 1993: 83).

Definición de Desastre.

“Evento de origen natural, tecnológico o provocado por el hombre que causa alteraciones intensas en las personas, los bienes, los servicios y/o el medio ambiente. Es la ocurrencia efectiva de un fenómeno peligroso, que como consecuencia de la vulnerabilidad de los elementos expuestos causa efectos adversos sobre los mismos.” (Maskrey, 1993: 80).

2. 2. Desarrollo de los conceptos de Amenaza, Vulnerabilidad, Riesgo y Desastre

Para poder desarrollar los conceptos mencionados primeramente tendremos que definir los siguientes aspectos que Romero y Maskrey (1993) consideran como fundamentales:

¿Qué es un Fenómeno Natural?

Es toda manifestación de la naturaleza. Se refiere a cualquier expresión que adopta la naturaleza como resultado de su funcionamiento interno. Los hay de cierta regularidad o de aparición extraordinaria y sorprendente.

Los fenómenos naturales de extraordinaria ocurrencia pueden ser previsibles o imprevisibles dependiendo del grado de conocimiento que los hombres tengan acerca del funcionamiento de la naturaleza. Por ejemplo, un fenómeno natural como un terremoto de gran magnitud en las costas del Pacífico es previsible, según los estudios realizados, aunque no se sepa detalles como el día, magnitud o el epicentro.

La ocurrencia de un "fenómeno natural" sea ordinario o incluso extraordinario (mucho más en el primer caso) no necesariamente provoca un "desastre natural". Entendiendo que la Tierra está en actividad, puesto que no ha terminado su proceso de formación y que su funcionamiento da lugar a cambios en su faz exterior, los fenómenos deben ser considerados siempre como elementos activos de la geomorfología terrestre. Así, una lluvia torrencial, los huaycos y avenidas pueden ocasionar erosión o sedimentaciones cambiando el paisaje natural, pero estos resultados no necesariamente pueden considerarse desastrosos o catastróficos. El hombre debe aceptar que el ambiente se puede modificar sin que de estos cambios resulten desastres.

Todo lo anterior nos indica que los efectos de ciertos fenómenos naturales no son necesariamente desastrosos. Lo son únicamente cuando los cambios producidos afectan una fuente de vida con la cual el hombre contaba o un modo de vida realizado en función de sus características geográficas.

Inclusive, a pesar de ello, no se podría asociar "fenómeno natural" con "desastre natural". Los fenómenos naturales no se caracterizan por ser insólitos, más bien forman conjuntos que presentan regularidades y están asociados unos con otros.

¿Qué es y cómo se produce un desastre natural?

Es la correlación entre fenómenos naturales peligrosos (como un terremoto, un huracán, un maremoto, etc.) y determinadas condiciones de la sociedad que le confieren un estado de vulnerabilidad (como situación económica precaria, viviendas mal construidas, tipo de suelo inestable, mala ubicación de la vivienda, etc.) En otras palabras, se puede decir que hay un alto riesgo de desastre si uno o más fenómenos naturales peligrosos inciden en situaciones vulnerables.

¿Cuándo un fenómeno natural es peligroso?

No todo fenómeno es peligroso para el hombre. Por lo general convivimos con ellos y forman parte de nuestro medio ambiente natural. Por ejemplo, lluvias de temporada, pequeños temblores, crecida de ríos, vientos, entre otros.

Algunos fenómenos, por su tipo y magnitud así como por lo sorpresivo de su ocurrencia, constituyen un peligro. Un sismo de considerable magnitud, lluvias torrenciales continuas en zonas ordinariamente secas, un huracán, rayos, etc. sí pueden ser considerados peligrosos.

El peligro que representa un fenómeno natural puede ser permanente o pasajero. En todos los casos se le denomina así porque es potencialmente dañino. Constituyen peligro, pues, un movimiento intenso de la tierra, del agua o del aire. Este es mayor o menor según la probabilidad de ocurrencia y la extensión de su impacto.

¿A qué se denomina una situación vulnerable?

Ser vulnerable a un fenómeno natural es ser susceptible de sufrir daño y tener dificultad recuperarse de ello. No toda situación en que se halla el ser humano es vulnerable. Hay situaciones en las que la población sí está realmente expuesta a sufrir daño de ocurrir un evento natural peligroso (sismo, huracán, tempestad eléctrica, etc.) Hay otras, en cambio, en que la gente está rodeada de ciertas condiciones de seguridad, por lo cual puede considerarse protegida.

La vulnerabilidad de los pueblos se da:

- 1) Cuando la gente ha ido poblando terrenos que no son buenos para vivienda, por el tipo de suelo, por su ubicación inconveniente con respecto, avalanchas, deslizamientos, inundaciones, etc.
- 2) Cuando ha construido casas muy precarias, sin buenas bases o cimientos, de material inapropiado para la zona, que no tienen la resistencia adecuada, etc.
- 3) Cuando no existe condiciones económicas que permitan satisfacer las necesidades humanas (dentro de las cuales debe contemplarse la creación de un hábitat adecuado).

Esta falta de condiciones socioeconómicas puede desagregarse en desempleo o subempleo y, por tanto, de falta de ingreso o ingreso insuficiente, escasez de bienes, analfabetismo y bajo nivel de educación, formas de producción atrasadas, escasos recursos naturales, segregación social, concentración de la propiedad, etc. Todos estos son elementos causantes de la vulnerabilidad física que presentan algunos pueblos. Si los hombres no crean un "hábitat" seguro para vivir es por dos razones: la necesidad extrema y la ignorancia. Ambas razones a su vez tienen causas detectables y modificables, algunas de las cuales forman parte de la misma estructura social y económica de un país.

De otro lado, las precarias condiciones económicas son por sí mismas también condiciones de vulnerabilidad, ya que la magnitud de daño real es mayor si la población carece de los recursos a partir de los cuales pueda recuperarse (p.e. recursos económicos: ahorros, seguro, propiedad de tierras, etc.; recursos naturales: formación, criterios técnicos, elementos básicos de seguridad, conocimientos sobre las funciones de cada organismo de ayuda, etc.; recursos sociales: organización, experiencia de trabajo conjunto, participación comunal, etc.)

Las condiciones de vulnerabilidad que una población presenta no son condiciones que se hayan dado independientemente del hombre. Muy por el contrario, es el mismo hombre quien las ha creado históricamente, y al hacerlo se pone de espaldas a la naturaleza, corriendo el riesgo de resultar dañado si ocurriese un fenómeno natural determinado.

En conclusión: hay condiciones de vulnerabilidad física detrás de las cuales hay causas socioeconómicas. Hay pueblos que han sido contruidos desde su origen sin ningún o con muy poco criterio de seguridad y puede llamárseles vulnerables por origen, y adicionalmente hay pueblos enteros, casas, canales de riego, reservorios, puentes, etc. que con el tiempo van envejeciendo y debilitándose, debido a los factores señalados, a lo cual denominamos vulnerabilidad progresiva.

Ahora ya podemos entender la responsabilidad que tenemos los hombres en la producción de los desastres "naturales", sabiendo que los fenómenos naturales ningún daño causarían si hubiéramos sido capaces de entender cómo funciona la naturaleza y de crear nuestro hábitat acorde con este conocimiento. (Maskrey, 1993: 9)

Las diferencias conceptuales entre peligro-riesgo-desastre (calamidad, catástrofe, siniestro) ilustran una concentración de temas y opciones teóricas diversas que sirven de plataforma para emprender la investigación del fenómeno del desastre, porque es el riesgo mayor a que puede verse enfrentada una sociedad o un segmento de ésta.

En realidad la investigación de los riesgos y desastres más que avocarse al estudio de un fenómeno concreto (el desastre) debe ser la investigación del proceso de transformación de fenómenos. El caso de los desastres provocados por fenómenos de la naturaleza es extraordinariamente interesante por cuanto ilustra la conexión clara entre la naturaleza y la sociedad, cómo una manifestación de fuerzas de la naturaleza induce condicionantes críticas de corto, mediano y largo plazo hacia las formas sociales que impacta.

En la literatura concerniente al proceso riesgo-desastre se encuentran varios intentos de aclaración terminológica, a los que subyacen elaboraciones conceptuales, que no tocaré por ahora. Los términos generalmente empleados se pueden agrupar en las siguientes formulaciones:

a) Peligro-riesgo y b) calamidad- desastre-catástrofe.

Aplicaciones terminológicas al proceso riesgo-desastre.

Hay otros términos asociados a cada una de esas agrupaciones, por ejemplo, el peligro riesgo significa una amenaza para la sociedad. En la conciencia social del peligro-riesgo se formulan otros términos aplicables a la relación entre la sociedad y el riesgo que tienen que ver con la acción prevención - preparación - mitigación y con el grado de exposición de la sociedad al desastre en términos de la susceptibilidad de recibir daños o pérdidas en la medida de su vulnerabilidad. Conforme se sucede la calamidad que desencadena un desastre -que cuando es extremo se convierte en una catástrofe- se generan acciones sociales para resarcir los daños y pérdidas mediante procesos de restauración o reconstrucción. La conciencia social frente al riesgo se traduce en respuestas, una de las cuales es la adaptación que está asociada al proceso preventivo, y otra es el ajuste que se genera en el proceso del desastre y post-desastre, y que tiende también a recobrar la normalidad, pero igualmente se observa en el momento preventivo como la adopción de medidas específicas de prevención y diseño de estrategias de respuesta a largo plazo al riesgo.

La prevención.

Las nociones de peligro y riesgo nos remiten, en primera instancia, al momento de la prevención. En este momento las instituciones sociales correspondientes al aparato científico y a la autoridad han tenido un papel preponderante; unas veces con deficiencias derivadas del alejamiento existente entre estas dos instituciones, otras porque según sea el desarrollo socioeconómico de la sociedad particular, los avances científicos y tecnológicos son atrasados, o porque el tipo de autoridad está en contradicción con las exigencias y/o necesidades de la misma sociedad.

Pero también la prevención tiene mucho que ver con las diversas formas culturales e ideológicas de la sociedad, pues éstas pueden determinar ciertas concepciones de los riesgos que tienen enfrente. Según Mitchell, "en el pasado lejano las tormentas, deslizamientos de tierras, las sequías y otros riesgos naturales eran considerados como 'actos de Dios'". En diversas fuentes coloniales mexicanas que tocan algún suceso de desastre natural invariablemente se encuentran los juicios religiosos que señalan la evolución del desastre directamente como una descarga de la ira divina frente a conductas malas, según la óptica del juicio; pero también las medidas adoptadas por las colectividades para mitigar un desastre seguían esa misma lógica. Esas formas de explicación del fenómeno del desastre, en general, han ido cambiando, aunque aún se encuentran presentes en varios sectores de la sociedad o en algunas comunidades del medio rural o urbano.

En la prevención puede observarse qué tan estrecha o relajada es la relación entre la esfera científica y la del gobierno, sobre todo si partimos de la idea de que el gobierno es el poder institucionalizado y en consecuencia la parte rectora del funcionamiento social. El aparato científico crea o descubre conocimientos acerca de los peligros o riesgos que necesariamente tendrían que incorporarse a las medidas preventivas adecuadas. Digo que "necesariamente" porque según se desprende de varios estudios especializados sobre la manera en que operan diversos sistemas de protección civil en Estados Unidos, se ha detectado funcionamientos deficientes debidos, entre otras cosas, a la no incorporación de

los avances científicos. En México, tomemos en cuenta, apenas estamos entrando a este escenario y valdría la pena considerar errores ajenos para prever los propios.

Apoyándonos en un muy simple modelo que busca facilitar una aproximación cualitativa más que obtener unos cuantificadores aritméticos, vamos a anotar que un Desastre es el producto de la convergencia, en un momento y lugar determinados, de cuatro factores: Riesgo, Vulnerabilidad, amenaza y Peligro.

Recordando que por riesgo vamos a entender cualquier fenómeno de origen natural o humano que signifique un cambio en el medio ambiente que ocupa una comunidad determinada, que sea vulnerable a ese fenómeno.

Y por vulnerabilidad vamos a entender el grado estimado de daño o pérdida en un elemento o grupo de elementos expuestos como resultado de la ocurrencia de un fenómeno de una magnitud o intensidad dada, expresado usualmente en una escala que varía desde 0, o sin daño, a 1, o pérdida total.

Como Amenaza (para una comunidad) vamos a considerar la probabilidad de que ocurra un riesgo frente al cual esa comunidad particular es vulnerable.

Pongámonos, por ejemplo, en el papel de un ciudadano que ha desentejado su techo para efectuar unas reparaciones, con lo cual su casa se ha vuelto temporalmente vulnerable frente al fenómeno del aguacero (riesgo). La probabilidad de que caiga un aguacero durante el tiempo en el cual la casa carece de techo (probabilidad que se manifiesta en negros nubarrones y truenos cercanos), constituye una amenaza para el ciudadano. La ocurrencia efectiva del aguacero en ese tiempo, lo convertirá en un desastre. La intensidad del mismo (es decir los daños que produzca) dependerá de la magnitud (cantidad de agua, duración) del aguacero y del grado de vulnerabilidad de la casa (porción de la casa sin techo), y valor y cantidad de los bienes expuestos al riesgo (mayor será el desastre si estaba descubierta la biblioteca que si lo estaba el patio de ropas):

Riesgo x Vulnerabilidad = Desastre

Si exactamente el mismo aguacero (riesgo) cae en un momento en el que la casa tiene el techo debidamente acomodado (vulnerabilidad = 0), sencillamente no habrá desastre:

$\text{Riesgo} \times 0 = 0$

(Al no ser la casa vulnerable, el riesgo pierde su condición de tal).

Si la casa está totalmente desentejada (o sea, es vulnerable al riesgo) pero el aguacero no llega a producirse (riesgo = 0), tampoco habrá desastre:

0 x Vulnerabilidad = 0

(En este ejemplo concreto, aunque no se haya producido el riesgo, la vulnerabilidad sigue vigente en la medida en que exista la posibilidad de que se produzca). El concepto de vulnerabilidad, por definición, es eminentemente social, por cuanto hace referencia a las

características que le impiden a un determinado sistema humano adaptarse a un cambio del medio ambiente.

Así mismo, los conceptos de vulnerabilidad y riesgo están íntimamente ligados entre sí, puesto que, también por definición, un fenómeno de la naturaleza (y obviamente uno de origen humano) sólo adquirirá la condición de riesgo cuando su ocurrencia se dé -o se prevea- en un espacio ocupado por una comunidad que sea vulnerable frente a dicho fenómeno. Como veremos más adelante, la condición de vulnerabilidad de un grupo humano, puede dar lugar a nuevos riesgos, los cuales, a su vez, generan nuevas vulnerabilidades y, en consecuencia, nuevas posibilidades de desastre.

En resumen, el que un evento o fenómeno se considere o no riesgo, dependerá de que el lugar en donde se manifieste esté ocupado o no por una comunidad vulnerable al mismo. El que se considere o no amenaza, dependerá del grado de probabilidad de su ocurrencia en esa comunidad.

Y el que se convierta o no en desastre, dependerá de la magnitud real con que efectivamente se manifieste el fenómeno, y del nivel de vulnerabilidad de la comunidad.

2.3. Prevención y mitigación de riesgos y desastres

¿Es posible evitar la ocurrencia de desastres? ¿Podemos, al menos, reducir sus consecuencias nocivas para la comunidad afectada?

Para intentar una respuesta regresemos a la fórmula que nos dice que:

Desastre = Riesgo x Vulnerabilidad.

Todos sabemos que al reducir el valor de cualquier factor en una multiplicación, reduciremos el valor del resultado. Analicemos si es factible reducir el factor riesgo, lo cual, para efectos de este texto, vamos a denominar prevención, a sabiendas de que, genéricamente, todas las acciones encaminadas a evitar o disminuir los efectos de un desastre, reciben el nombre de prevención.

PREVENCIÓN: Decirle "NO" al Riesgo

Si bien, como ya dijimos, los desastres son fenómenos eminentemente humanos y sociales y, en consecuencia, debemos despojarlos del calificativo de "naturales" que genera la sensación de que el mundo "es así" y no podemos hacer nada para evitarlo, los riesgos, por el contrario, presentan claramente dos orígenes: los procesos intrínsecos de transformación de la naturaleza (como las erupciones volcánicas, los terremotos y los huracanes) y la actividad humana (como la construcción de presas, el aprovechamiento de la energía nuclear, la utilización de tecnologías obsoletas o contaminantes y el uso inadecuado de los recursos del medio).

Antes de seguir adelante quiero hacer dos acotaciones: la primera se refiere al hecho de que habrá quien alegue que, siendo la especie humana parte y producto de la naturaleza, los efectos de su actividad son, en consecuencia, "naturales", lo cual, si bien resulta irrefutable

desde esa óptica particular, no nos permite, para efectos prácticos, distinguir entre aquellos riesgos frente a los cuales el ser humano alberga autoría y responsabilidad, y cuya prevención está en sus manos, y aquellos ante los cuales somos apenas espectadores y muy poco podemos hacer para evitarlos.

La segunda acotación, para enfatizar que, muchas veces, los riesgos de origen humano, como la indebida explotación de los bosques o la destrucción de las zonas de reserva ecológica, puede generar riesgos de origen natural, es decir, respuestas de la naturaleza a la agresión de que ha sido víctima. En este caso, deslizamientos, inundaciones y sequías. Por lo tanto no siempre es posible establecer una frontera tajante entre los riesgos naturales y los de origen humano.

Riesgos de Origen Natural

Se cuentan, entre otros, los terremotos, las erupciones volcánicas, los deshielos de las altas montañas, los huracanes, ciclones o tifones, los tornados, los maremotos o "tsunamis", las inundaciones, las sequías, las tempestades eléctricas, etc.

Si por prevención entendemos estrictamente la reducción o eliminación del fenómeno, podemos afirmar que, en la mayoría de los casos, la prevención de los riesgos naturales es meramente teórica o se encuentra en estado completamente experimental. Existen, por ejemplo, tentativas de inyectar agua en las fallas geológicas activas con el objeto de provocar una liberación gradual de pequeñas cantidades de energía, para evitar así la súbita y violenta ruptura que llamamos terremoto. Existen, igualmente, técnicas experimentales para bombardear con químicos las nubes y provocar lluvias en tiempo de sequía, o para hacer "abortar" los huracanes en su origen e impedir que se desarrollen (como trató de hacerse sin éxito con el huracán Gilberto).

Pero la experiencia nos demuestra que para efectos prácticos los fenómenos del clima, para bien o para mal, están todavía por fuera del control del ser humano. Si tomamos la lista de riesgos naturales que enumeramos al principio de este tema, encontraremos que definitivamente nada podemos hacer, al menos por ahora, para evitar la ocurrencia de la mayor parte de ellos. Un caso excepcional sería el de las inundaciones, si consideráramos que medidas tales como la construcción de presas, constituyen formas de eliminar o reducir el fenómeno, aunque personalmente opino que este es más bien un ejemplo de mitigación.

Riesgos de Origen Humano

Tratándose aquí de fenómenos que tienen su origen en la actividad humana, su **prevención**, es decir, su eliminación, control o reducción, debe constituir la regla general. En algunos casos lo anterior, así no se cumpla, al menos resulta obvio: deberían eliminarse totalmente la utilización de tecnologías obsoletas o de alto riesgo para la comunidad, la introducción al medio ambiente de sustancias altamente tóxicas y la indebida explotación de los recursos naturales.

En otros casos, en cambio, no es tan obvio. No siempre resulta evidente para muchos el alto riesgo ecológico y social que implica la construcción de grandes hidroeléctricas (caso laguna verde) o la utilización de la Energía Nuclear (caso Chernobyl). Adquieren aquí singular importancia los estudios de impacto ambiental como herramientas de control previo del riesgo, siempre y cuando se realicen como paso previo a la decisión de adelantar una determinada obra, los realicen científicos y técnicos idóneos y exista voluntad política de aplicar efectiva y eficazmente sus resultados y recomendaciones.

Desafortunadamente, como alguien decía, muchas veces los estudios de impacto ambiental se utilizan como los borrachos usan los postes de la luz: como sostén y no como iluminación. O sea que se encargan sobre medidas para bendecir hechos cumplidos y decisiones tomadas, satisfacer requisitos legales y llenar formalidades. (Wilches-Chaux, 1993: 11).

Esto se puede ver muy claramente en algunas colonias de Tijuana como por ejemplo: cañón los laureles donde, parece ser que no hubo ni estudios de: impacto ambiental, topografía, mecánica de suelos.

La Vulnerabilidad Física

Se refiere especialmente a la localización de los asentamientos humanos en zonas de riesgo, y a las deficiencias de sus estructuras físicas para "absorber" los efectos de esos riesgos.

Frente a inundaciones y deslizamientos, la vulnerabilidad física se expresa también en la localización de asentamientos humanos en zonas expuestas a los riesgos citados. Pero quienes deciden levantar sus casas en terrenos urbanos inundables o en laderas deleznable y empinadas, generalmente no lo hacen por amor al río o al paisaje, sino porque carecen de opciones: porque su capacidad adquisitiva está por debajo del precio de terrenos más seguros y estables. Y llegan allí por medio de "invasiones", promovidas muchas veces en vísperas electorales por los traficantes de votos; a través de "urbanizadores" piratas; o al adquirir sus viviendas a constructores legales, pero carentes de toda responsabilidad frente a sus clientes. (Maskrey, 1993: 29)

Conclusiones del capítulo

El conocimiento de los términos que en los últimos días se ha puesto de moda es algo que ahora en nuestros días es algo necesario, en este caso para la elaboración de este trabajo es indispensable que tenga bien claro cual es la diferencia de cada uno de estos conceptos como son: amenaza Vulnerabilidad, riesgo, desastre, ya que Tijuana depende directamente de estos conceptos ya que su población esta afectada directamente por una vulnerabilidad y un riesgo que determinaría el desastre cada que se presentan las lluvias de invierno en esta ciudad.

El poder determinar la manera de poder prevenir el riesgo en esta ciudad dependerá ya solamente de las autoridades ya que después de ver la forma de mitigar los riesgos es solo por parte de de las autoridades ya que es muy difícil reubicar todos las colonias afectadas durante este fenómeno, todo esto nos dice que en la medida que las autoridades de Tijuana informen a las personas sobre los riesgos en los que viven así como la vulnerabilidad en las que se encuentran algunas colonias se podrán prevenir los desastres.

Es muy importante ver como en años pasados ya se tenían estos fenómenos naturales solo que desde 1985 los conceptos de riesgo, vulnerabilidad, amenaza, desastres, se empezaron a conocer en México, después del sismo que sufrió el d.f.

México entra en una etapa de desastres naturales, donde el conocimiento de estos términos dependerán de la difusión que se le de en la cultura en prevención de desastres, ya que cada vez son mas las ciudades con mayor riesgo a desastres naturales, mientras que en Tijuana son cada vez mas las colonias con este tipo de problema.

Tener el conocimiento de cada uno de los conceptos mencionados me permite ver la diferencia de cada uno de ellos, así como determinar zonas vulnerables con riesgo, además de determinar por que razón algunos otras colonias tuvieron desastres.

III.- Las inundaciones

"No cabe duda de que las fuerzas naturales desempeñan un papel importante en la iniciación de multitud de desastres, pero ya no deben seguir considerándose como causa principal de los mismos. Tres parecen ser las causas fundamentales que dominan los procesos de desastre en el mundo en desarrollo, que es, precisamente, donde su incidencia es mayor:

- * La vulnerabilidad humana, resultante de la pobreza y la desigualdad;
 - * La degradación ambiental resultante del abuso de las tierras; y
 - * El rápido crecimiento demográfico, especialmente entre los pobres."
- (Wiljkman y Timberlake,)

Tal vez para sorpresa nuestra, las inundaciones son consideradas por algunas autoridades como el desastre que afecta más gente que cualquier otro (Ward 1978; UNDRO 1978:1). Las inundaciones pueden incluso afectar lugares que en otras épocas eran propensas a la sequía. Sin embargo, en muchas partes del mundo, las inundaciones son también un componente esencial de los sistemas sociales y ecológicos, que dan la base para la regeneración de plantas y vida acuática y de medios de vida derivados de ellas.

La actividad humana y los medios de subsistencia llevan a la población a localizarse en áreas rurales y urbanas que son propensas a inundaciones y el número de personas vulnerables se aumenta a medida que la población crece y la falta de lugares alternativos de asentamientos ubica a mucha gente en terrenos aluviales.

De modo que la vulnerabilidad a las inundaciones es en parte un producto de ambientes creados por el hombre, aunque los riesgos se experimentan en varios grados entre diferentes grupos de personas.

Los sistemas sociales y económicos asignan los recursos de las sociedades en detrimento de algunos grupos y en beneficio de otros y esto afecta la capacidad de la población para resistir inundaciones y también la expone a riesgos de inundaciones de manera desigual. Es necesario saber cuáles son las causas de las inundaciones así como el tipo de inundaciones que existen, con esto podremos determinar que tipo de inundación sufre Tijuana. (Blaikie, Cannon, David y Wisner, 1996: 127)

3.1. Causas de las inundaciones

México es afectado por varios tipos de fenómenos hidrometeorológicos que pueden provocar la pérdida de vidas humanas o daños materiales de importancia. Principalmente está expuesto a lluvias, granizadas, nevadas, heladas y sequías.

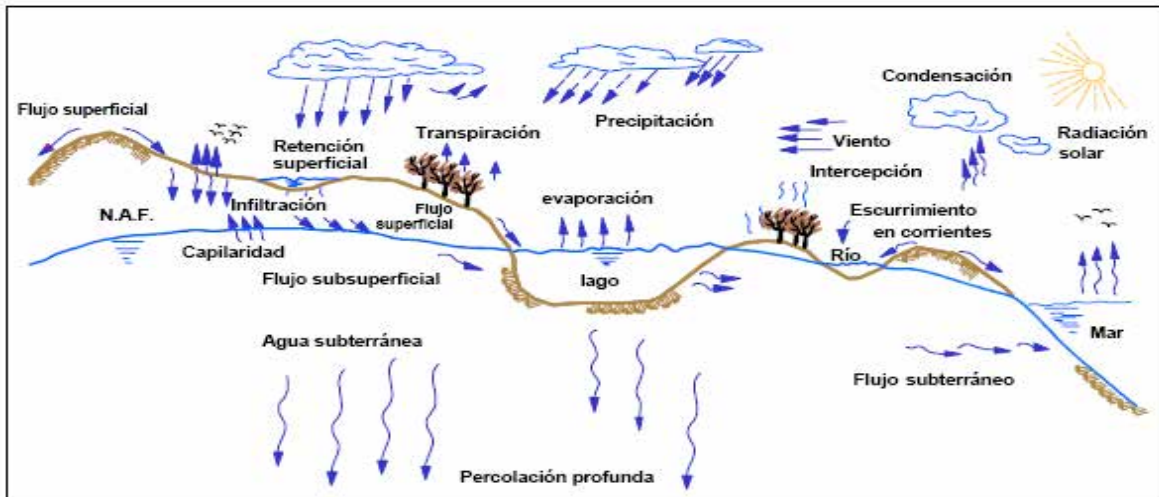
Acontecimientos como el del huracán Stan por México (octubre del 2005), los derivados de las lluvias intensas en Tijuana (1993 y 1998), en Florida con el huracán Wilma (octubre 2005) y en el golfo de México con Rita (septiembre 2005), también las inundaciones y deslaves ocurridos en octubre de 1999 en Tabasco, Veracruz, Puebla e Hidalgo, constituyen los ejemplos más recientes que ponen de manifiesto la gravedad de las consecuencias de esta clase de fenómenos.

Las fuertes precipitaciones pluviales pueden generar intensas corrientes de agua en ríos, flujos con sedimentos en las laderas de las montañas, movimientos de masa que transportan lodo, rocas, arena, árboles, y otros objetos que pueden destruir casas, tirar puentes y romper tramos de carreteras. Cuando el agua cubre una zona del terreno durante un cierto tiempo se forma una inundación. Cuanto más tiempo permanece el agua y más grande es el espesor del volumen de agua, causa mayores daños.

Las inundaciones pueden ocurrir por lluvias en la región, por desbordamiento de ríos, ascenso del nivel medio del mar, por la rotura de bordos, diques y presas, o bien, por las descargas de agua de los embalses. (Zepeda y González, 2001: 139)

Aún antes de la aparición del hombre sobre la tierra, el entorno físico mantenía un equilibrio: el agua que llovía en las zonas montañosas bajaba por los cauces e inundaba las zonas bajas, para luego volver a su estado inicial.

Figura.15. En esta imagen podemos observar como se lleva acabo el ciclo hidrológico.

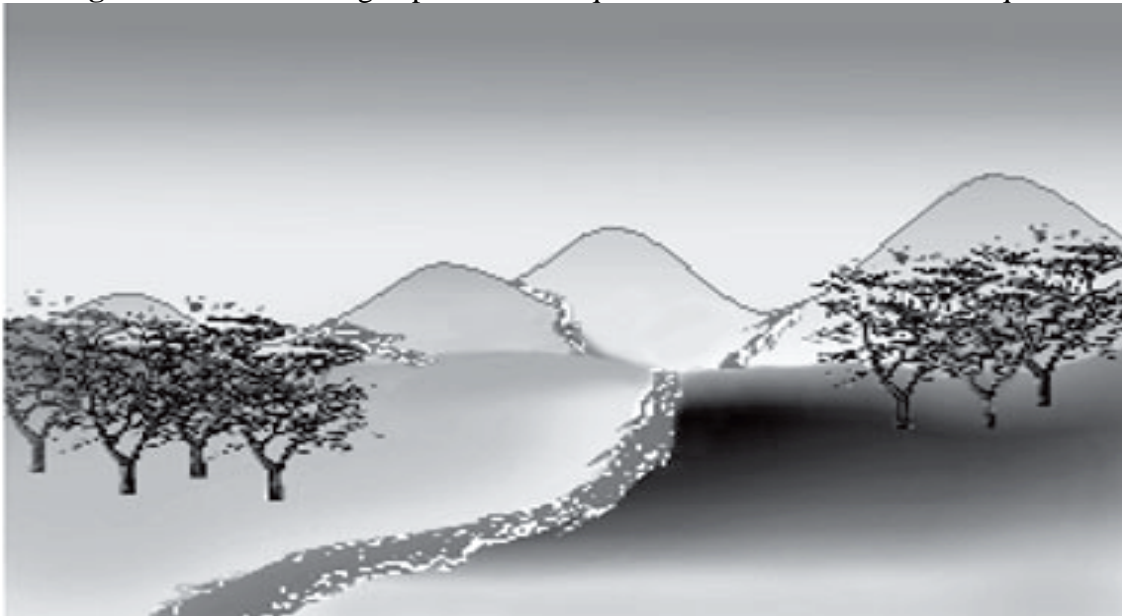


Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.

Posteriormente a la aparición del hombre se desarrollaron asentamientos humanos en las zonas aledañas a los cuerpos de agua trayendo consigo, cuando se desbordaba una corriente, problemas de inundaciones. Adicionalmente, la degradación del medio ambiente, tal como la deforestación, la erosión etc., modifican la respuesta hidrológica de las cuencas, incrementando la ocurrencia y la magnitud de inundación.

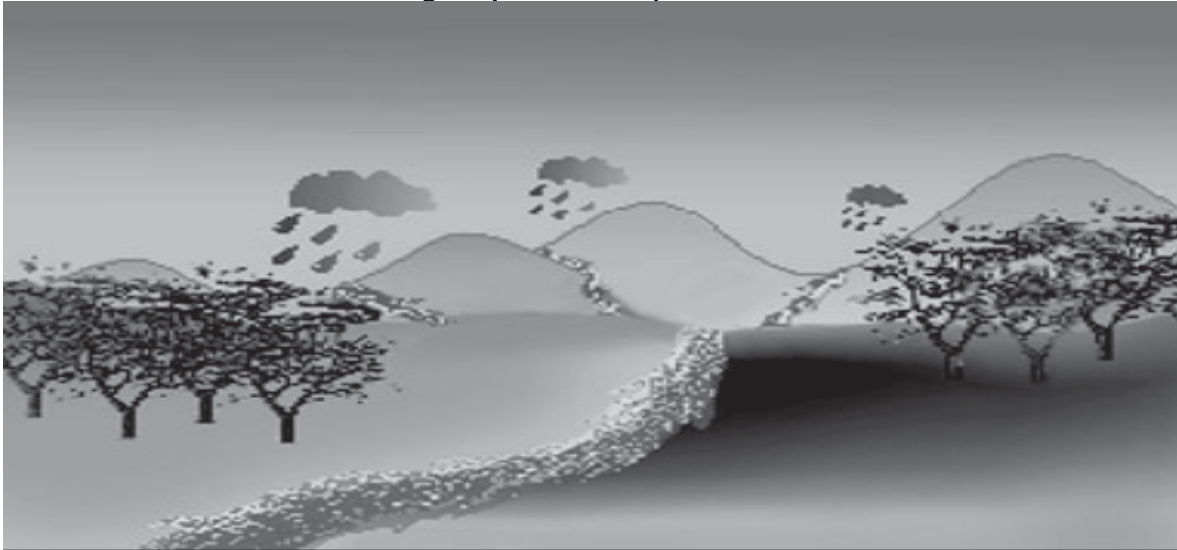
PROCESO Y FORMACIÓN DE LAS INUNDACIONES

Figura 16. En esta imagen podemos ver que el entorno físico estaba en equilibrio.



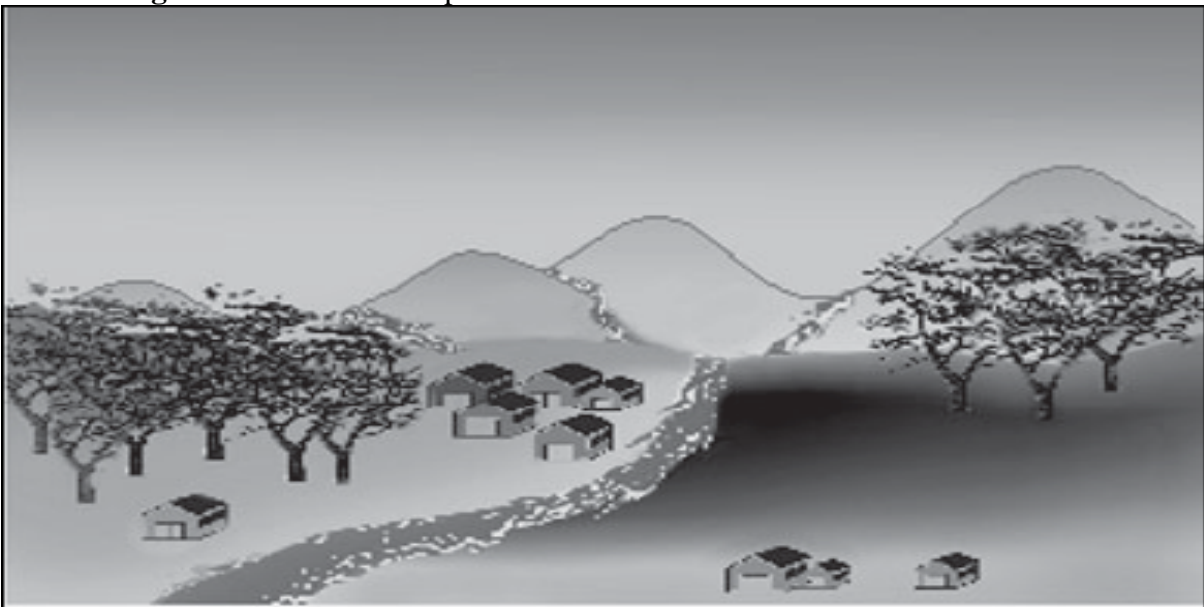
Fuente: Salas y Jiménez, 2004: 11

Figura. 17. En esta figura se desborda el río y las zonas adyacentes se inundan, sin que esto signifique en sí, un problema.



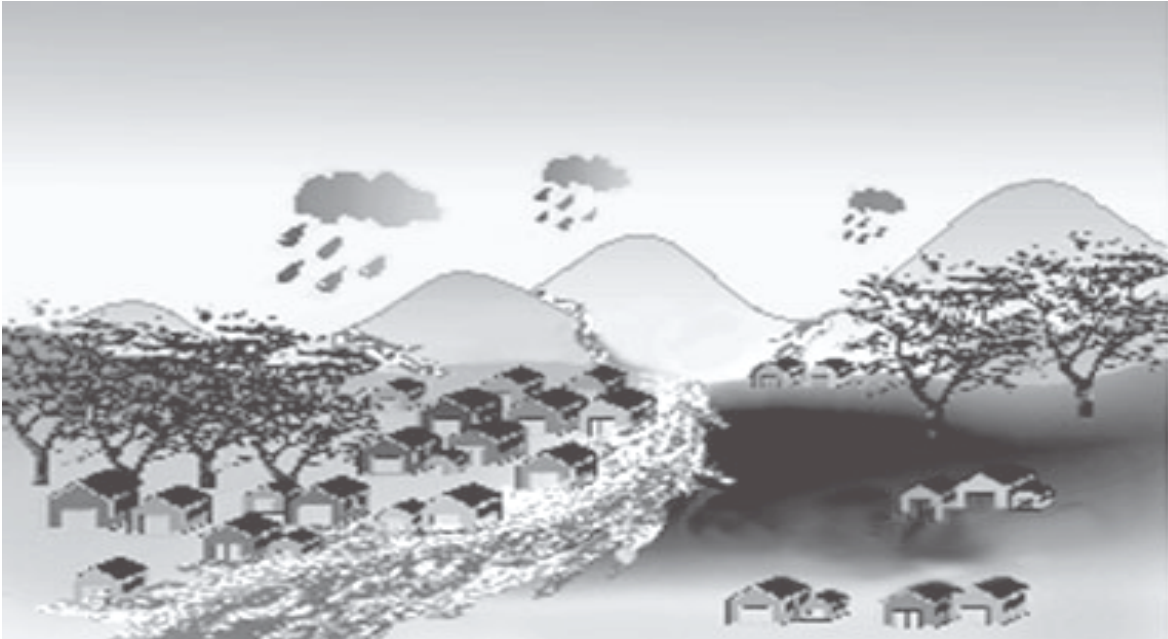
Fuente: Salas y Jiménez, 2004: 11

Figura 18. En esta otra aparecen asentamientos humanos aledaños al río.



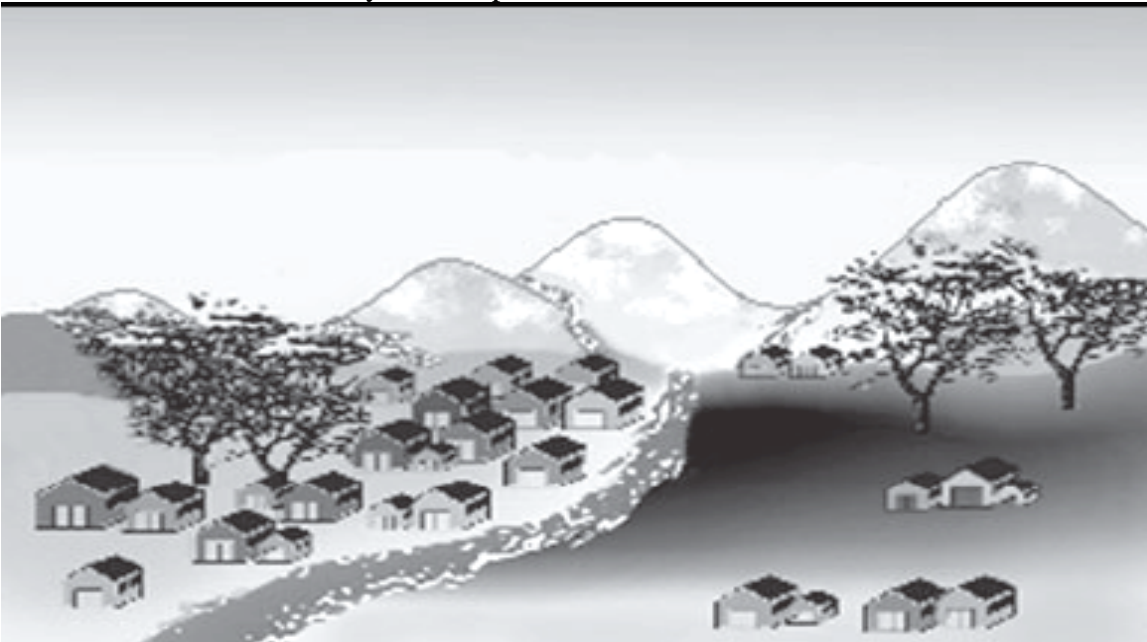
Fuente: Salas y Jiménez, 2004: 11

Figura 19. En esta imagen se muestra cuando el río se desborda, los asentamientos humanos se ven afectados.



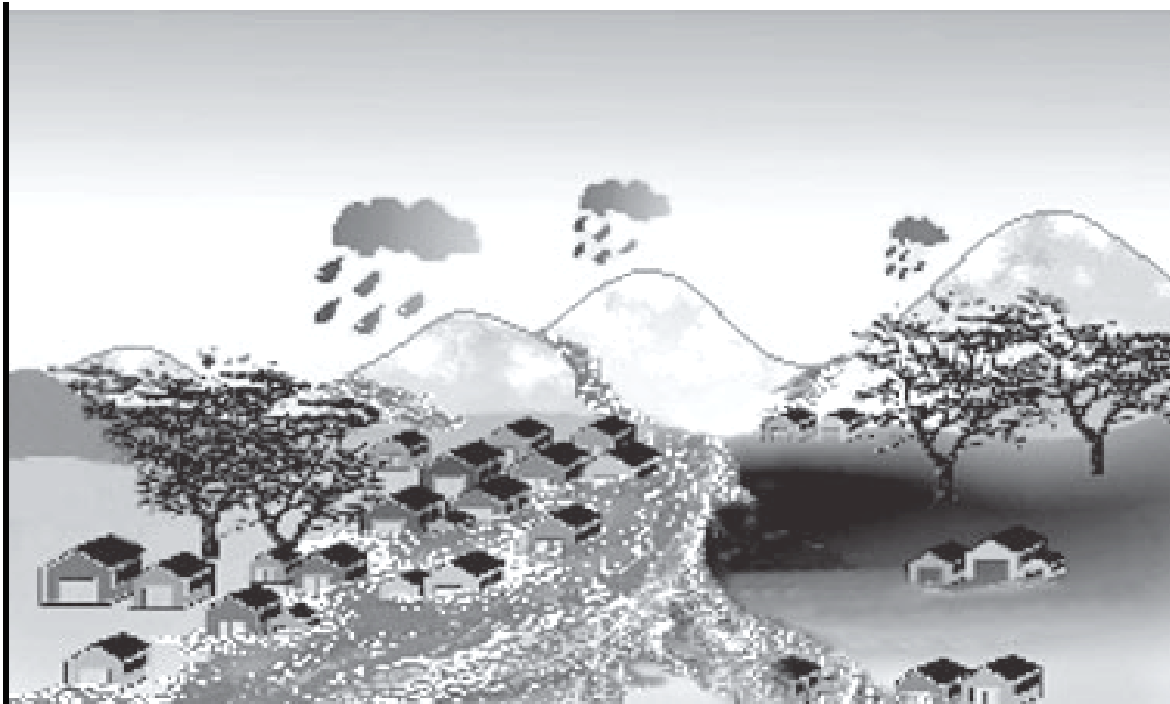
Fuente: Salas y Jiménez, 2004: 11

Figura 20. En esta imagen podemos observar que adicionalmente se produce deforestación y erosión por actividades humanas.



Fuente: Salas y Jiménez, 2004: 11

Figura 21. Finalmente esta imagen nos dice que lo anterior agrava los problemas debidos a las inundaciones



Fuente: Salas y Jiménez, 2004: 11

La modificación del terreno en las cuencas (cambio de uso de suelo), produce daño cada vez más considerable por efecto de las inundaciones, debido a que:

Se producen crecientes mayores que las que habían ocurrido (avenidas históricas) cuando las cuencas eran naturales o la degradación del medio ambiente era mínima.

El tiempo que debe transcurrir para que los efectos de una inundación sean percibidos por la población ha disminuido, provocando que en ocasiones la respuesta de las autoridades y de la población se vea comprometida (Salas y Jiménez; 2004: 11).

Las inundaciones pueden dañar las propiedades, provocando la muerte de personas, causando la erosión del suelo y depósito de sedimentos. También afectan a los cultivos y a la fauna. Como suele presentarse en extensas zonas de terreno, son uno de los fenómenos naturales que provoca mayores pérdidas de vidas humanas y económicas. Tal vez para sorpresa nuestra, la inundación es considerada por algunas autoridades como el desastre que afecta más gente que cualquier otro (Ward 1978; UNDRO 1978: 1). Las inundaciones pueden incluso afectar lugares que en otras épocas eran propensas a la sequía. Sin embargo, en muchas partes del mundo, las inundaciones son también un componente esencial de los sistemas sociales y ecológicos, que dan la base para la regeneración de plantas y vida acuática y de medios de vida derivados de ellas. Algunas sociedades (por ejemplo en Bangladesh) tienen diferentes términos para distinguir entre inundaciones benéficas y destructivas. (Blaikie, Cannon, David y Wisner, 1996: 130).

Las inundaciones ocurren cuando el suelo y la vegetación no pueden absorber toda el agua que llega al lugar y escurre sobre el terreno muy lentamente; casi siempre tiene una capa de más de 25cm de espesor, pero algunas veces alcanzan varios metros. Entre los factores importantes que condicionan a las inundaciones están la distribución espacial de la lluvia, la topografía, las características físicas de los arroyos y ríos, las formas y longitudes de los cauces, el tipo de suelo, la pendiente del terreno, la cobertura vegetal, el uso del suelo, ubicación de presas y las elevaciones de los bordos de los ríos. Debido a la ubicación geográfica de México, una de las causas de las lluvias intensas que generan inundaciones son los ciclones tropicales.

Para el estudio de las inundaciones se deben considerar los aspectos principales que influyen en toda una región de forma conjunta o integral. De otro modo, al disminuir la inundación en una parte de la región, se puede provocar una más desfavorable, en otra donde no existía este exceso de agua (Ramos y González; 2001: 140).

Figura 22. En esta foto se puede observar en que tipo de terreno la gente se ha asentado.



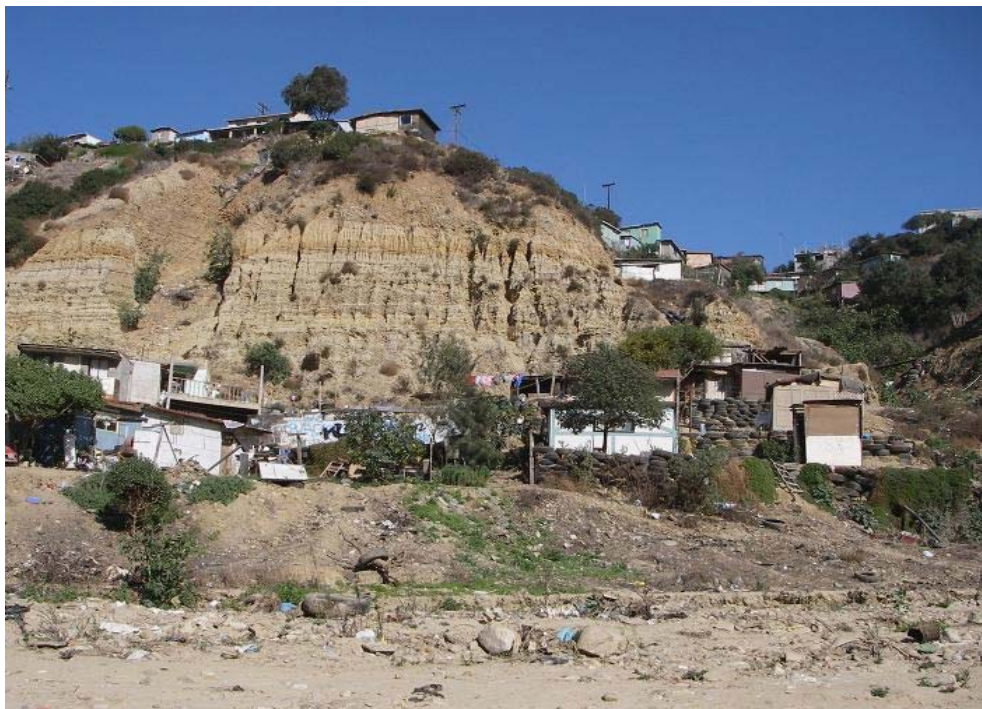
Fuente: Susan M. Kaleita (smk304@psu.edu;2006).

La actividad humana y los medios de subsistencia llevan a la población a localizarse en áreas rurales y urbanas que son propensas a inundaciones y el número de personas vulnerables se aumenta a medida que la población crece y la falta de lugares alternativos de asentamientos ubica a mucha gente en terrenos aluviales. De modo que la vulnerabilidad a

las inundaciones es en parte un producto de ambientes creados por el hombre, aunque los riesgos se experimentan en varios grados entre diferentes grupos de personas. Los sistemas sociales y económicos asignan los recursos de las sociedades en detrimento de algunos grupos y en beneficio de otros y esto afecta la capacidad de la población para resistir inundaciones y también la expone a riesgos de inundaciones de manera desigual.

Por ejemplo, se pueden generar nuevas amenazas a inundaciones en pueblos y ciudades a través de presiones económicas y sociales que obligan a la población marginada a acudir a localizaciones urbanas propensas a las inundaciones. El suelo está cubierto de superficies impermeables y los asentamientos que invaden las laderas de las colinas aumentan la tasa de escurrimiento, lo cual lleva a inundaciones donde antes no había. C. Green hace énfasis en que debido a que las cuencas de esas áreas urbanizadas generalmente son pequeñas y las inundaciones tienden a ser repentinas y, por lo tanto, son propensas a producir alta mortalidad. Él sostiene que si la urbanización sigue acelerándose en el Tercer Mundo, el equilibrio de los riesgos de inundación probablemente se incline de las áreas rurales a las urbanas. (Blaikie, Cannon, David y Wisner; 1996: 128).

Figura 23. En esta foto podemos ver por qué el Cañón de los Laureles es afectada por la lluvias de invierno ya que la mayoría de casas esta sobre peñascos.



Fuente: Bill Hickman “My trip to Tijuana” Cañón Los Laureles Tijuana, 2006.

3.2. Clasificación de inundaciones.

Las clasificaciones más comunes obedecen a su origen, o bien, al tiempo que tardan en presentarse sus efectos.

De acuerdo con su origen.

En este punto se trata de identificar la causa de la inundación. Los principales tipos son:

Inundaciones pluviales.

Son consecuencia de de la precipitación, se presentan cuando el terreno se ha saturado y el agua de la lluvia excedente comienza acumularse, pudiendo permanecer horas o días.

Su principal característica es que el agua acumulada es agua precipitada sobre esa zona y no la que viene de alguna otra parte (por ejemplo de la parte alta de la cuenca).

La República Mexicana es afectada por precipitaciones originadas por diferentes fenómenos hidrometeorológicos. En verano (de abril a octubre) las lluvias más intensas están asociadas con la acción de ciclones tropicales que afectan gran parte del territorio nacional. En cambio, durante el invierno los frentes fríos son la principal fuente de lluvia.

A estos fenómenos se suman el efecto ejercido por las cadenas montañosas (lluvia orográfica), además del convectivo, que ocasiona tormentas de corta duración y poca extensión, pero muy intensas (lluvias convectivas).

Igual o más importante aún es considerar la acción conjunta de estos mecanismos productores de lluvia, por ejemplo, en octubre de 1999 como resultado de la interacción de la depresión tropical No. 11 ocurrió una tormenta severa en el norte de Veracruz, afectando también los estados de Hidalgo y Puebla; causó inundaciones en la planicie costera del golfo de México, así como deslizamientos de tierra en la sierra norte de Puebla. Estas condiciones climatológicas dan lugar para que los ríos presenten regímenes hidráulicos muy irregulares, alternando estiajes duraderos con periodos de avenidas muy grandes.

Causas de la precipitación

El vapor de agua, al condensarse en las capas altas y frías de la atmósfera, se transforma en nubes que se presentan en diversas formas: cúmulos, cirros estratos y nimbos de acuerdo con el contenido de vapor de agua.

Al estar suficientemente grandes aumenta su peso y velocidad, haciendo que se precipiten hacia el suelo en forma de lluvia. Los principales mecanismos a través de los que se genera la precipitación de acuerdo con Salas y Jiménez (2004) son:

- **Ciclones tropicales**

Al transportar grandes cantidades de humedad, los ciclones tropicales pueden provocar tormentas de larga duración, del orden de varios días y abarcar grandes extensiones. Por lo

que pueden ser causa de inundaciones en las principales cuencas del país, principalmente en aquellas que vierten hacia el golfo de México o hacia el océano Pacífico.

- **Lluvias orográficas**

Se originan con las corrientes de aire húmedo que chocan con las barreras montañosas, provocando su ascenso y consecuente enfriamiento, lo que da lugar para su condensación y, como resultado, la ocurrencia de precipitación en el lado por donde sopla el viento hacia las montañas.

El relieve representa un importante factor en la distribución de las lluvias, ya que actúa como una barrera o un modificador de la dirección del viento. Usualmente esta distribución de la precipitación es muy irregular entre las dos vertientes de una misma cadena montañosa, sobre todo cuando su eje es más o menos perpendicular a la dirección de los vientos húmedos dominantes.

El accidentado relieve de la Republica Mexicana y su orientación respecto a la circulación atmosférica trastoca enormemente las características de la lluvia.

- **Lluvias invernales (frentes fríos)**

Consisten en el desplazamiento de frentes de aire frío procedentes de la zona del polo norte. En el país la zona más afectada por este tipo de fenómenos meteorológicos es la noreste, donde se originan precipitaciones importantes; sin embargo, también afectan la vertiente del golfo de México y la península de Yucatán. Las grandes avenidas ocurridas en los ríos Fuerte y Yaqui en Sinaloa y sonora, son consecuencia de este tipo de fenómenos.

- **Lluvias convectivas**

Las lluvias convectivas tienen su origen en el calentamiento de la superficie terrestre, ya que algunas áreas de la superficie de la tierra absorben mejor que otras los rayos solares, por ello, el aire en contacto con esas zonas calidas llega a calentarse de más que en los alrededores, lo que da lugar a corrientes verticales con las que asciende el aire caliente húmedo.

Estas corrientes al llegar a la capa de la troposfera, se enfrían rápidamente, reproduciéndose la condensación del vapor de agua y formándose nubes densas, por lo general del tipo cúmulos o nubes macizas. Se presentan en áreas reducidas ya que el ascenso y descenso de las corrientes sólo muestran un espacio local (Ahrens, 2000 s/p).

Aún en la ciudad de México, donde se han realizado grandes inversiones en obras para el drenaje y el control de avenidas, cada año las lluvias de origen convectivo causan inundaciones en las zonas de más baja elevación.

- **Inundaciones fluviales**

Se generan cuando el agua que se desborda de los ríos queda sobre la superficie de terreno cercano a ellos.

A diferencia de las pluviales, en este tipo de inundaciones el agua que se desborda sobre los terrenos adyacentes corresponde a precipitaciones registradas en cualquier parte de la cuenca tributaria y no necesariamente a lluvia sobre la zona afectada.

Es importante observar que el volumen que se escurre sobre el terreno a través de los cauces, se va incrementando con el área de aportación de la cuenca, por lo que las inundaciones fluviales más importantes se darán en los ríos con más desarrollo (longitud) o que lleguen hasta las planicies costeras.

- **Inundaciones costeras**

Se presentan cuando el nivel medio del mar asciende debido a la marea y permite que éste penetre tierra adentro, en las zonas costeras, generando el cubrimiento de grandes extensiones de terreno.

La marea de tormenta es generada por los vientos de los ciclones tropicales sobre la superficie del mar y por la disminución de la presión atmosférica en el centro de estos meteoros. Por su parte, el oleaje más común es el viento. La suma de los efectos de ambos fenómenos, puede causar importantes estragos.

- **Inundaciones por Tiempo de Respuesta de la Cuenca**

La respuesta hidrológica de una cuenca depende de sus características. Básicamente se han definido dos grupos: inundaciones lentas e inundaciones rápidas. Lo anterior significa que en cuencas cuya respuesta hidrológica es lenta se generan avenidas en un tiempo relativamente largo (del orden de varias horas al día); en ellas ocurren principalmente daños materiales. Mientras que cuando la inundación se forma en poco tiempo (desde unos cuantos minutos, hasta un par de horas) se llama inundación súbita, causando, principalmente, la pérdida de vidas humanas en zonas pobladas.

- **Inundaciones Lentas**

Al ocurrir una precipitación capaz de saturar el terreno, esto es, cuando el suelo no puede seguir absorbiendo más agua de lluvia, el volumen remanente escurre por los ríos y arroyos o sobre el terreno. Conforme el escurrimiento avanza hacia la salida de la cuenca, se incrementa proporcionalmente con el área drenada, si el volumen que fluye por el cauce excede la capacidad de éste, se presentan desbordamientos sobre sus márgenes y el agua desalojada puede permanecer horas o días sobre el terreno.

Este efecto se presenta comúnmente en zonas donde la pendiente del cauce es pequeña y, por ende, la capacidad de los ríos disminuye considerablemente provocando desbordamientos que general inundaciones en las partes aledañas.

- **Inundaciones Súbitas**

Las inundaciones súbitas son el resultado de lluvias repentinas e intensas que ocurren en áreas específicas. Pueden ocasionar que pequeñas corrientes se transformen, en cuestión de minutos, en violentos torrentes capaces de causar grandes daños.

Las zonas urbanas son usualmente sitios donde se presenta este tipo de avenidas, como consecuencia de la cubierta impermeable formada artificialmente por los edificios y calles, así como por la deforestación. Debido a ello, el agua no puede infiltrarse y prácticamente todo el volumen precipitado se convierte en escurrimiento.

Así donde antes una tormenta humedecía la tierra y regaba la hierba y los árboles, ahora basta unos cuantos minutos para generar una avenida que arrastra todo lo que encuentra a su paso. La diferencia entre inundaciones lentas e inundaciones súbitas es el tiempo que tarda en manifestarse los efectos desde que comienza a llover hasta que se genera el escurrimiento. Una manera de caracterizar este tiempo es mediante el llamado tiempo de concentración, que es una característica de cada cuenca. (Salas y Jiménez, 2004; 25)

Tabla. 1. en esta tabla podemos observar las cuencas identificadas como generadoras de avenidas súbitas

No.	Nombre de la cuenca	Área [km ²]	cuenca		Longitud [m]	cauce		Tiempo de concentración [h]
			Pendiente media [adim]	Pendiente media [grados]		Pendiente media [adim]	Pendiente media [grados]	
TIJUANA, BAJA CALIFORNIA								
1	Laureles Superior	2.4	0.2037	11.5	3970	0.04	2.1	0.69
	Laureles total	6.1	0.1962	11.1	6030	0.03	1.9	0.98
2	México Lindo superior	3	0.1873	10.6	3255	0.06	3.6	0.48
	México Lindo total	4	0.2233	12.6	4555	0.05	2.9	0.68
3	Camino Verde	4.3	0.2167	12.2	3410	0.05	2.9	0.53
4	Sánchez Taboada	4.8	0.1327	7.6	3710	0.05	2.8	0.58
5	Pasteje-Aviación	7.7			4440	0.02	1.3	0.9
6	Aguaje de la Tuna superior	12.6	0.2105	11.9	8220	0.05	2.6	1.11
	Aguaje de la Tuna total	14	0.2089	11.8	9120	0.04	2.4	1.24
7	Manuel Paredes	15.5	0.1589	9	10300	0.03	1.5	1.64

Fuente: Serie fascículos “Inundaciones”. Eslava, 2004

3.3. Las inundaciones en Tijuana

Para poder entender las causas de por qué Tijuana es una de las ciudades que más problemas tienen en las lluvias de invierno, es preciso empezar a estudiar el lugar donde se encuentra asentada esta ciudad ya que se asienta sobre una cuenca que abarca parte del estado de California y parte de Baja California, por lo consiguiente empezaremos analizando la cuenca del río Tijuana.

Cuenca del Río Tijuana

Definición: “Una cuenca es una zona de la superficie terrestre en donde (si fuera impermeable) las gotas de lluvia que caen sobre ella tienden a ser drenadas por el sistema de corrientes hacia un mismo punto de salida.

La definición anterior se refiere a una cuenca superficial; asociada a cada una de éstas existe también una cuenca subterránea, cuya forma en planta es semejante a la superficie”. (Aparicio: 2001; 19)

Existen dos tipos de cuencas de acuerdo a su tipo de salidas: endorreicas y exorreicas, donde la cuenca del río Tijuana es una cuenca exorreica.

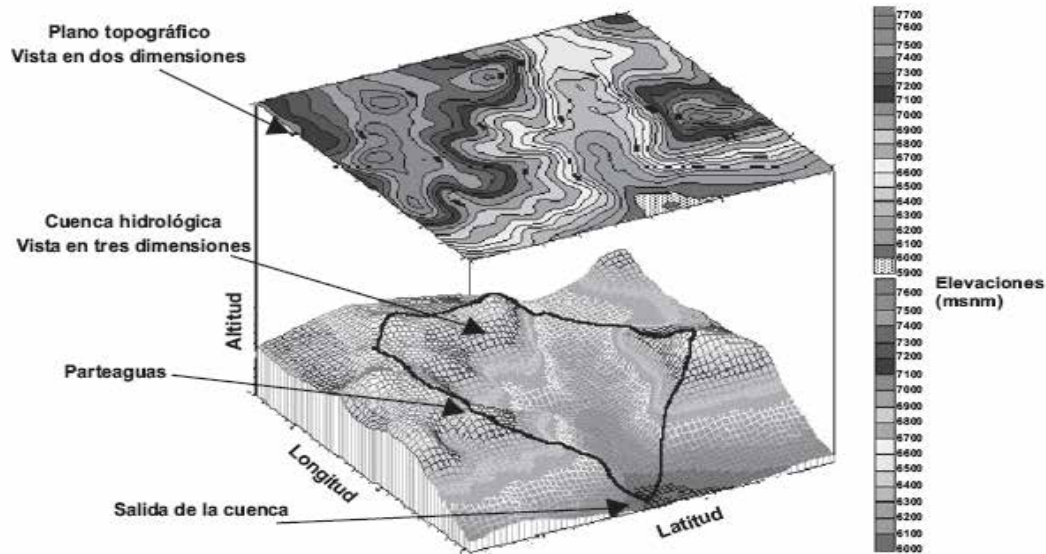
Figura 24. La imagen nos muestra el parte aguas de la cuenca, en donde se encuentra localizada Tijuana.



Fuente: Atlas de la cuenca del Río Tijuana. Editado por: Consorcio de Investigación y Política Ambiental del Suroeste de los Estados Unidos, 2006.

La cuenca hidrográfica, que es el área cuya topografía hace que el agua drene hacia un punto en común, puede ser una unidad de estudio conveniente ya que es funcional, integral, tiene límites definidos, salidas puntuales y está estructurada jerárquicamente.

Figura 25. La imagen nos muestra una Cuenca hidrográfica



Fuente: Guevara, Quaas, Fernández. ““Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligro de Riesgo” 2004.

La ciudad de Tijuana se asienta en un valle ubicado dentro de la región biogeográfica californiana. Presenta una topografía accidentada, un clima tipo Mediterráneo, seco (con lluvias invernales de 270mm anuales en promedio) y cálido extremoso (García y Mosiño: 1968) y una gran variedad de suelos, en su mayoría arenosos (SPP, 1984), en los que habitan principalmente matorral costero, chaparral, pastizal y vegetación riparia. Comprende una región de 4,465 km² que abarca una parte de las ciudades de Tecate y Tijuana, en Baja California, y termina en Estero del Río Tijuana al sur de la ciudad de San Diego, en California.

Si se reconoce que gran parte de la problemática ambiental tiene sus raíces en las relaciones establecidas entre el hombre y la naturaleza a través del tiempo, resulta indispensable tener una perspectiva histórica. De forma esquemática se puede decir que los cambios ocasionados por el hombre dentro de la Cuenca del Río Tijuana se iniciaron con una población relativamente pequeña, seminómada, que modificó poco el paisaje, a pesar de que usaban métodos de manejo de recursos.

Durante la Colonia, bajo un sistema de Misiones, con el uso de ganadería extensiva y poca agricultura, se mantuvo una población todavía muy pequeña. En esta época, la introducción de especies exóticas, especialmente pastos para el ganado, provocaron cambios substanciales en el paisaje. En la actualidad existe una gran población sustentada en una economía terciaria y con una ocupación del suelo fundamentalmente urbana.

El medio físico de la Cuenca del Río Tijuana presenta ciertas características que hacen muy compleja su problemática ambiental. Es una zona vulnerable a inundaciones en la que, por su formación geomorfológica, existen derrumbes potenciales, los cuales aumentan debido a que también es una zona sensible desde el punto de vista sísmico. La vegetación que habita en ella, además de ser única en el país y con la presencia de un alto número de endemismos, ha evolucionado adaptándose a incendios naturales frecuentes por lo que requiere de ellos para su permanencia.

La guía para la identificación de vulnerabilidad por inundación en el medio rural, permite estimar el grado de vulnerabilidad a partir de la ubicación de las casas y propiedades de los habitantes respecto a la cercanía del arroyo y de las características de las viviendas. Se requerirán planos escala 1:20,000 o de mayor resolución y la aplicación de una encuesta para determinar las áreas vulnerables por las inundaciones. (Guevara, Quaas, Fernández, 2004: 207).

Geología y Geomorfología de la zona

“Los problemas que provocan las inundaciones se agravan debido a que existen áreas con formaciones geológicas de sedimentos marinos que presentan derrumbes potenciales y suelos arcillosos grises que se expanden cuando son humedecidos por las lluvias. Otras áreas susceptibles a derrumbes tienen suelos arcillosos, topografía levemente ondulada y vegetación herbácea (Oberbauer, 1986). La mayoría de estos deslizamientos y derrumbes comúnmente son disparados o reactivados durante la temporada de lluvias. Debe considerarse además que en algunas áreas existe micro-sismicidad asociada a fallas geológicas que provoca deslizamientos y movimientos del terreno en varios sectores de la ciudad” (Ojeda, 2006: 3).

Figura 26. Por la siguiente foto podemos ver que la mayoría del suelo de Tijuana está con puesta por arcilla y conglomerados, además de una topografía muy accidentada.



Fuente: Atlas de la cuenca del Río Tijuana, 2006.

65% del área urbana se encuentra asentada sobre material fluviomarinos precuaternarios (terrazas de arenisca y conglomerados), la mayor parte depositados en el delta del antiguo río Tijuana. 20% de la ciudad se asienta sobre depósitos fluviales recientes de la llanura aluvial y terrazas del río Tijuana actual. Ambas unidades tienen suelos arenosos. El 15% restante se localiza sobre rocas volcánicas (lavas ligeramente onduladas) con suelos más arcillosos. En la figura. 27 podemos ver el mapa que nos muestra más claramente el tipo de litología de Tijuana.

Los suelos se clasifican en finos y gruesos, como se observa en la tabla siguiente. Los gruesos se refieren a material que varía desde rocas, gravas hasta arenas con muy poco material fino (menos del 15% del suelo) y los finos se refieren a las arcillas y limos con nula o muy poca arena. Para identificar si el suelo presenta una mayor cantidad de arena o una mayor cantidad de finos se aplican las siguientes pruebas (ver tabla. 2).

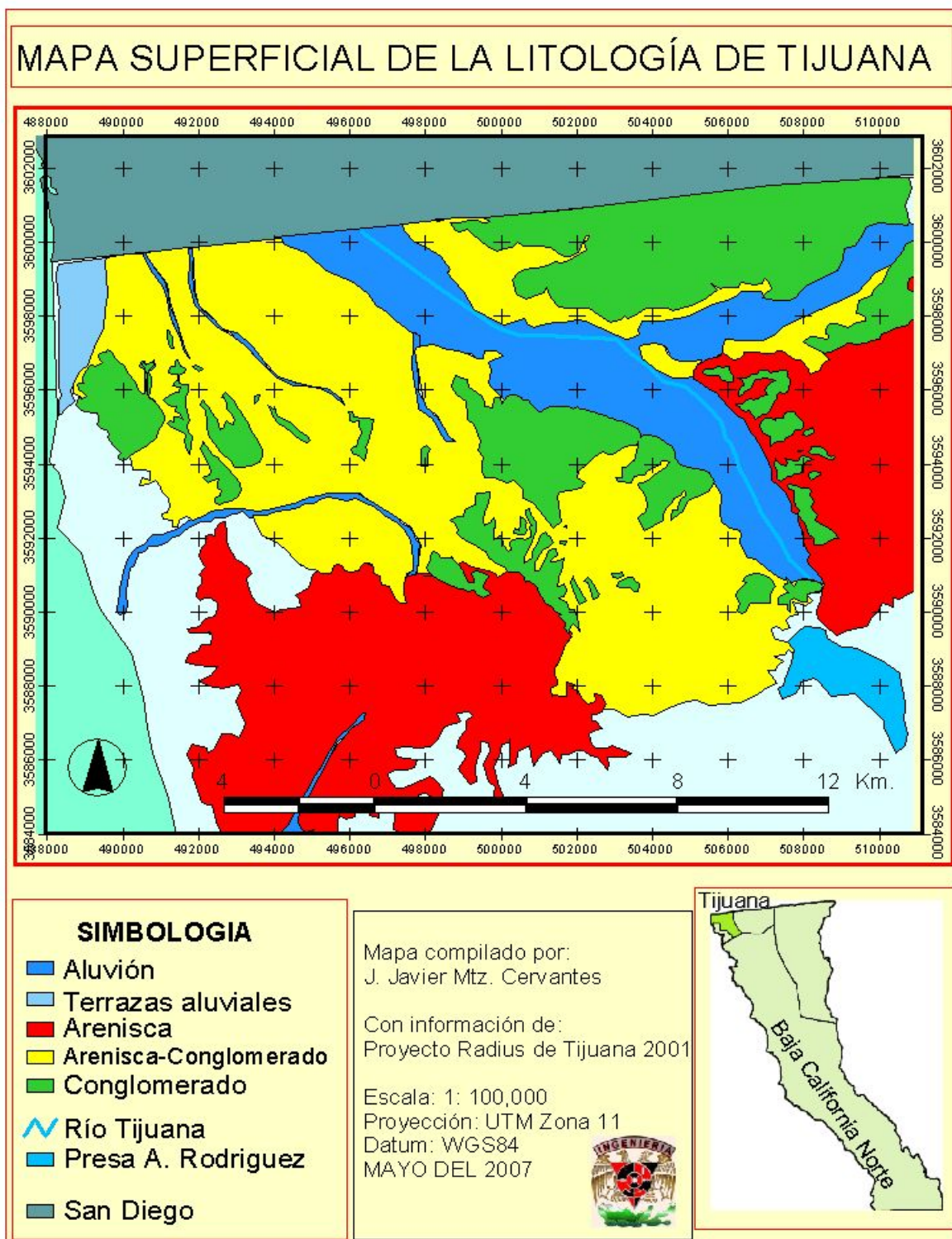
Tabla. 2. esta tabla nos muestra las características del tipo de suelo, Donde ϕ es el diámetro medio de las partículas del suelo

Gruesos	Macizo Rocoso
	Roca disgregada ($100 < \phi < 500$ mm)
	Gravas ($3.5 < \phi < 100$ mm)
	Arena gruesa ($2.4 < \phi < 3.5$ mm)
	Arena mediana ($1.22 < \phi < 2.4$ mm)
	Arena fina ($0.075 < \phi < 1.22$ mm)
	Arena limosa
	Arena arcillosa
Finos	Limo arenoso
	Arcilla arenosa
	Limo
	Arcilla

Fuente: Guía básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligro de riesgo. 2004

La mayor parte de la ciudad se extendió sobre terrenos no aptos para la urbanización. Familias de muy bajos recursos ocupan laderas muy empinadas y fondos de valles expuestos a inundaciones repentinas. El drenaje pluvial es inapropiado o inexistente, incluso en las zonas de mayores recursos económicos. La tala en las laderas arboladas ocurre sin control.

Figura. 27 En este mapa podemos ver el tipo de suelo en Tijuana.



Fuente: Elaboración propia con datos del Proyecto Radius, 2006.

Ambos grupos de formas del relieve están estrechamente ligados a estos procesos geomorfológicos; en otras palabras, la erosión y los movimientos en masa generan este tipo de formas en la naturaleza.

La depositación ocurre principalmente en las terrazas fluviales (con casi el 20% de su área dañada) especialmente en las terrazas bajas, a lo largo del cauce del río Tijuana. En estas áreas, el material proveniente de laderas arriba tiende a depositarse, como un proceso geológico natural.

La erosión -remoción en masa afecta principalmente a las areniscas y conglomerados de origen deltaico. Estos materiales conforman la mayor parte de los valles y laderas antes descritos. La depositación afecta a los materiales aluviales, resultantes de este tipo de proceso. El anegamiento se produce en los conglomerados de las mesas.

Figura 28. Foto de la frontera de Tijuana.



Fuente: Atlas de la cuenca del Río Tijuana, 2006

En realidad, la catástrofe en la ciudad fue provocada por la aceleración de procesos naturales debidos a un desarrollo urbano no planificado. (Lugo e Inbar, 2002: 362)

Otro de los problemas que tiene Tijuana es el deslizamiento de laderas de los cañones donde están asentadas colonias y con el tiempo han erosionado esta zona.

La mayor de las veces los deslizamientos son disparados por lluvias relativamente fuertes, aunque no son extraños los deslizamientos ocasionados por fugas en los sistemas de drenaje y de abastecimiento de agua potable.

En general se trata de laderas de poca pendiente (de 20 a 30°) constituidas principalmente por rocas sedimentarias blandas que se disgregan fácilmente en contacto con agua.

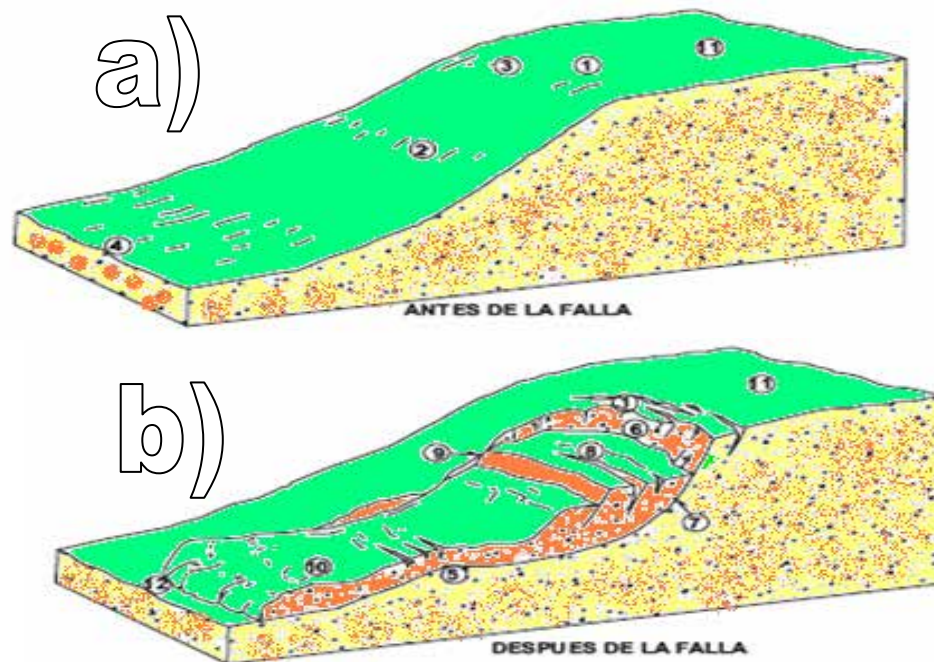
Ejemplos de estos deslizamientos en enero 1993 son: las colonias Manuel Paredes, colonia Independencia, México Lindo, ahora que en febrero de 1998 fueron: Manuel Paredes e Ignacio Ramírez, también podemos ver los de la Colonia Defensores de Baja California de abril de 2002.

De acuerdo con un estudio realizado por García y coautores (1999) en la ciudad de Tijuana, donde la lluvia media anual es de sólo 273 mm, los umbrales críticos para que sucedan inestabilidades son: 45 mm/día ó 16 mm/hora cuando el suelo se encuentra seco antes de la lluvia; o bien, de 35 mm/día ó 12 mm/hora cuando el suelo se encuentra saturado o parcialmente saturado antes de la lluvia.

Podrían reconocerse asimismo, los desplazamientos laterales que consisten en movimientos de masas térreas que ocurren en pendientes muy suaves, que dan como resultado desplazamientos casi horizontales. Con frecuencia son causados por licuación, donde los sedimentos sueltos y saturados (arenas y limos) se transforman en un estado fluido, por las vibraciones de un sismo.

Con la finalidad de hacer más fácil la definición y la identificación de los términos utilizados para describir una ladera y los rasgos que distinguen a un deslizamiento, se hará referencia a la figura siguiente, que se presenta a continuación:

Figura 29. En esta imagen podemos ver que en el inciso a) La ladera esta en su estado natural, mientras que en el inciso b) La ladera eventualmente en un deslizamiento.



Fuente: Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligro de Riesgo, 2004.

Definición de las características y partes que componen y Véase nomenclatura siguiente.

NOMENCLATURA DE LA FIGURA

1. **Corona:** El material que aún permanece en su lugar, prácticamente no desplazado y adyacente a las partes más altas de la escarpa principal.
2. **Superficie original del terreno:** Es la superficie inclinada o talud de una ladera antes de que ocurra el movimiento o deslizamiento.
3. **Hombro:** Es la zona que se encuentra en la transición de la superficie inclinada o talud de una ladera y la corona.
4. **Pie de la ladera:** Parte más baja de la ladera.
5. **Pie de la superficie de falla:** La línea de intersección (en ocasiones cubierta) entre la parte inferior de la superficie de falla y la superficie original del terreno.
6. **Escarpa principal de falla:** Es el escalón o superficie abrupta localizada en la parte superior de la ladera y contigua a la corona; resulta del movimiento del talud pendiente abajo y forma parte de la superficie de falla.
7. **Superficie de falla o de ruptura:** Zona o lugar geométrico donde se rompe o pierde el equilibrio de una porción de los materiales que componen una ladera y se deslizan ladera abajo por la acción de la gravedad, separándose de la ladera remanente.
8. **Cuerpo principal:** Aquella parte del material desplazado sobre la superficie de ruptura; en ocasiones ese material permanece sobre la superficie de deslizamiento (falla contenida), pero otras veces se “vacía” totalmente, dando como resultado los flujos.
9. **Flanco:** El costado de un deslizamiento de tierras. Se indica derecho o izquierdo, refiriéndose al deslizamiento observado desde la corona.
10. **Zona de acumulación o base:** El área dentro de la cual el material desplazado queda encima de la superficie original del terreno; esto es el área cubierta por el material fallado, abajo del pie de la superficie de falla.
11. **Plataforma:** Porción superior del talud más allá de la corona.
12. **Punta o uña:** El punto de la base del deslizamiento que se encuentra más distante de la corona. (Guevara, Quaas, Fernández, 2004: 143).

En términos generales se puede decir que los factores que propician los problemas de deslizamientos o de inestabilidad de laderas se dividen en internos y externos; y tienen que ver directa o indirectamente con los esfuerzos cortantes actuantes y resistentes que se desarrollan en la potencial superficie de falla o de deslizamiento. En no pocas ocasiones dichos factores se combinan, resultando difícil distinguir la influencia de cada uno de ellos durante la falla de una ladera. Los cambios en el ambiente y las perturbaciones al entorno natural por actividades humanas, son causas que también pueden desencadenar los deslizamientos de laderas.

Factores internos

Los factores internos están directamente relacionados con el origen y las propiedades de los suelos que componen la ladera, así como por su distribución espacial y, de manera muy particular, por la presencia de agua, la que por la presión que ejerce dentro de la masa de suelo, provoca la disminución de su resistencia al esfuerzo cortante. El agua, ya sea por lluvias o cualquier otra fuente, es la principal causa que provoca una disminución de la resistencia de los suelos en la potencial superficie de falla.

Factores externos

Los factores externos que propician la inestabilidad de laderas son aquellos sistemas ajenos a la ladera que perturban su estabilidad; usualmente producen un incremento de los esfuerzos cortantes actuantes, aunque de manera indirecta pueden producir un cambio en la resistencia al esfuerzo cortante del material que compone el talud. Los factores externos pueden ser originados ya sea por fenómenos naturales, tales como las lluvias intensas y prolongadas, los sismos fuertes y la actividad volcánica; o bien por actividades humanas.

Lluvias intensas y prolongadas

Uno de los factores externos que más contribuyen a la inestabilidad de laderas es la lluvia; por el efecto que tiene en la saturación del terreno, en el aumento del peso volumétrico del suelo y, de manera más trascendente, en la reducción de la resistencia al esfuerzo cortante de los suelos (por efecto de la presión de poro); asimismo, las corrientes extraordinarias por el pie propician socavación, deslaves y cambios en la geometría de las laderas. En México, la mayoría de los deslizamientos disparados por lluvias intensas y de larga duración se han presentado en laderas constituidas por suelos residuales y depósitos de origen sedimentario o aluvial.

Estos deslizamientos han causado cuantiosos daños materiales y han cobrado cientos de vidas humanas, especialmente en los estados de Baja California, Chiapas, Colima, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Puebla y Veracruz. (Mendoza López y Domínguez Morales, 2006: 140)

Las Inundaciones

Las inundaciones pueden ser consideradas perturbaciones naturales. Dentro de nuestra área de estudio la parte baja de la cuenca es muy vulnerable a inundaciones, ya que presenta una topografía muy accidentada y precipitaciones intensas de poca duración que se traducen en escurrimientos rápidos

En otras palabras, existe la probabilidad que cada tres años se repita una lluvia potencialmente catástrofica. De hecho, este tipo de eventos ha ocurrido con cierta periodicidad en los últimos años, en los meses de enero y febrero. En febrero de 1998 volvió a repetirse la catástrofe.

Tijuana es afectada por las tormentas de enero como lo marca el mapa siguiente.

Figura 30. Mapa el cual muestra los estados que son afectados por las lluvias de invierno.



Fuente: Elaboración propia con datos del libro Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos y Desastres en México, 2004.

Como es el caso de enero de 1993, es en esta fecha cuando el nivel de agua fue mayor a pesar que la precipitación esperada en este periodo es de 70 mm como lo marca la tabla 3.

Tabla 3. Esta tabla nos dice la precipitación máxima en 24 hrs. Observando que Tijuana tiene 70mm que es un valor menor al de 1993 que fue de 101.7 mm. Precipitación máxima en 24 horas (Periodo 1941- 1997).

No.	Estado	Localidad	mm
1	Aguascalientes	Aguascalientes	85
2	Aguascalientes	Jesús María	85
3	Baja California	Ensenada	70
4	Baja California	Mexicali	40
5	Baja California	Tecate	70
6	Baja California	Tijuana	70
7	Baja California Sur	Cabo San Lucas	200
8	Baja California Sur	La Paz	110
9	Baja California Sur	San José del Cabo	632
10	Baja California Sur	Santa Rosalia	90
11	Campeche	Campeche	150
12	Campeche	Cd. del Carmen	300
13	Campeche	Chamotón	150
14	Coahuila	Acuña (Ciudad Acuña)	180
15	Coahuila	Arteaga	80
16	Coahuila	Frontera (Cd. Frontera)	150

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional, <http://smn.cna.gob.mx/smn.html>, 2004.

Pero las tormentas de este año superaron lo estimado por el servicio Meteorológico, teniendo una Lluvia 101.7 mm en 4 horas en el río Tijuana. Esto fue tan solo en los días 6 y 7 de enero de 1993, como lo menciona el periódico Zeta de Tijuana:

“La tormenta de 1978 se quedó chica, lo que llovió antes y después de la media noche del miércoles 6 de enero no se había visto en Tijuana desde hace por lo menos unos treinta años pero por más poderosa que hubiera sido la tormenta, los gobiernos municipales y estatales no tuvieron la capacidad ni para prevenir a la población, ni para enfrentar la emergencia en los momentos más intensos de la lluvia, ni para remontar los efectos apenas una nota escondida en las paginas interiores de un periódico según de gran circulación prevenía que había una tormenta. Se anotaba que la Unidad de protección Civil del Gobierno del estado había establecido su “alerta amarilla” y nada más.”(Reporte Zeta especial, 1993: 18A)

En 14 días se produjeron 210mm de lluvia (50mm la noche del 6 de enero) que desencadenaron fuertes inundaciones en la ciudad. La ciudad se paralizó durante casi un mes (Lugo e Inbar, 2002: 357).

Las causa de que se presentaron dos tormentas tropicales y un frente frío, en esta fecha dieron como resultado, 33 muertos, 92 desaparecidos, fugas de gas e incendios, cierre del Aeropuerto, varias casas y carros arrastrados. Diez mil damnificados. Los sistemas de comunicación y las zonas de agricultura fueron severamente dañados con una pérdida económica de 32 millones de dólares.

Deslaves e inundaciones en 50 colonias, 45% de la ciudad incomunicada, en las partes bajas de la ciudad el agua alcanzó 2 metros de altura, se registraron olas de 4 metros, y la presa Abelardo L. Rodríguez desfogó 361 metros cúbicos por segundo. (Zepeda y González, 2001: 120).

Figura 31. Las siguientes fotos muestran la diferencia en cantidad de agua del río Tijuana entre enero de 1992 y enero de 1993.



Fuente: Internet, sin referencia. 2006

La Zona Río quedó inundada, al igual que partes del Centro. Otros lugares estaban completamente empantanados debido a que el agua que bajó de los cerros llevó a su paso toneladas de lodo, además de vehículos, artículos diversos de los hogares que arrasó, e inclusive víctimas humanas.

800 EVACUADOS

Sobre las dos de la tarde del jueves 7 de enero, las personas evacuadas de su domicilio a causas de las lluvias, eran de alrededor de 800, según el director de seguridad pública. Estas

personas están siendo atendidas en cuatro albergues habilitados en las instalaciones del CREA, del gimnasio de la colonia independencia, del cuartel de bomberos de la avenida constitución y de las instituciones del DIF, de la delegación de la presa.

En el albergue instalado en el gimnasio de la colonia independencia se atendía, hasta la 3 de la tarde del jueves 7, a 38 adultos y 18 niños. Carlos rivera López otro agente de la policía municipal, informo que las 56 personas atendidas en ese albergue provenían de las partes bajas de las colonias gabilondo, zona norte, zona centro, cañón de la priedera, anexo miramar, chula vista.

Avenidas convertidas en ríos; casas arrancadas de sus lotes; avalanchas de lodo hacia las partes bajas; viviendas destruidas; automóviles arrastrados y volcados por las corrientes; cientos de comercios inundados unos y destrozados otros; cerros desgajados; drenaje obstruido por la basura; toneladas de lodo en muchas calles y avenidas. Y lo más lamentable: la muerte de varias personas.

El escaso y deficiente drenaje pluvial, el gran volumen de lluvia, la ineficacia gubernamental y la terquedad de mucha gente para dejar “zonas de alto riesgo” fueron factores en la desgracia que asoló a Tijuana y que dejó como saldo más de una docena de muertos, decenas de automóviles arrastrados por las fuertes corrientes y cuando menos 800 damnificados.

Algunas de las principales arterias de la ciudad quedaron inundadas, incluyendo parte del bulevar Agua Caliente, donde había automóviles arrastrados por la corriente de agua y lodo, partes de Paseo de los Héroes y diversas calles de la Zona Centro. El bulevar Simón Bolívar quedó partido en dos, mientras que la autopista Tijuana-Tecate se clausuró por deslaves.

El agua y lodo arrastraron todo a su paso, inundando viviendas y destrozando calles.



Fuente: foro.univision.com. 2007.

En los interiores de estacionamiento también quedaron vehículos atrapados, como fue el caso del de Plaza Fiesta, que se inundó. (Univisión, 2006:1)

Además de la ayuda brindada por residentes de las colonias independencia y guerrero, la casa de los pobres de la colonia Altamira envió alimentos así como la asociación de comerciantes del mercado Cuauhtémoc, que llevaron cajas de naranja, plátanos, limones y manzanas.

En ese albergue se esperaban en el transcurso de la tarde a cien damnificados más que serian evacuados de otras colonias.

REPORTE DE DAÑOS

- COLONIA INDEPENDENCIA, deslave de cerro ocupa un tercio de la carretera que colinda francisco villa, hay letreros de desviación.
- BOULEVARD FUNDADORES Y EN EL ENTRONQUE CON EL BOULEVARD AGUA CALIENTES, lodo y piedras en la carretera debido a los deslaves.
- Cerrada a la altura del CINEMA TIJUANA PLUS, desvió a la zona río por boulevard Sánchez Taboada.
- Muy poco trafico poca gente en las calles y negocios cerrados.
- Congestionamiento vehicular en las calles Sánchez taboada y Río Suchiate hay agentes de transito.
- BOULEVARD SÁNCHEZ TABOADA, inundado y un carril del paseo de los héroes.
- Inundado el crucero del centro escolar agua caliente.
- Salón azul de la calle segunda, ha sido acondicionado como albergue y deposito de despensa, ropa, cobijas y otros utensilios.
- JESÚS REYES GONZALEZ, en las colonias de los laureles y Manuel paredes auxiliando a las personas que se inundaron el partido acción nacional presto el salón azul para albergar ha esas personas.
- En la colonia GABILONDO la corriente arranco del terreno una casa y quedo totalmente destruida en la calle. Había tres personas adentro dos murieron.
- Cerca de la hielera marrón y en un canal que hicieron para desviar las aguas de las lluvias quedaron incrustados nueve carros.
- Las actividades en el aeropuerto de Tijuana fueron canceladas. Los vuelos que tenían planeado llegar a Tijuana el jueves 7 de enero están desviándose a hermosillo y otros a Mexicali.
- El Boulevard Agua Caliente frente a calette, la corriente arrastro a varios vehículos y algunos se estrellaron contra bardas de casas particulares y contra la gasolinera que se encuentra ubicada en la manzana de cuchilla.
- A las 9 de la maña de jueves 7 de enero, había un total de 465 personas albergadas, ocho muertos en semefo y 125 salidas de bomberos.
- En Rosarito sólo se reportan inundaciones.
- Hay 55 personas evacuadas en La Mesa.
- Inaccesible la entrada a camino verde.

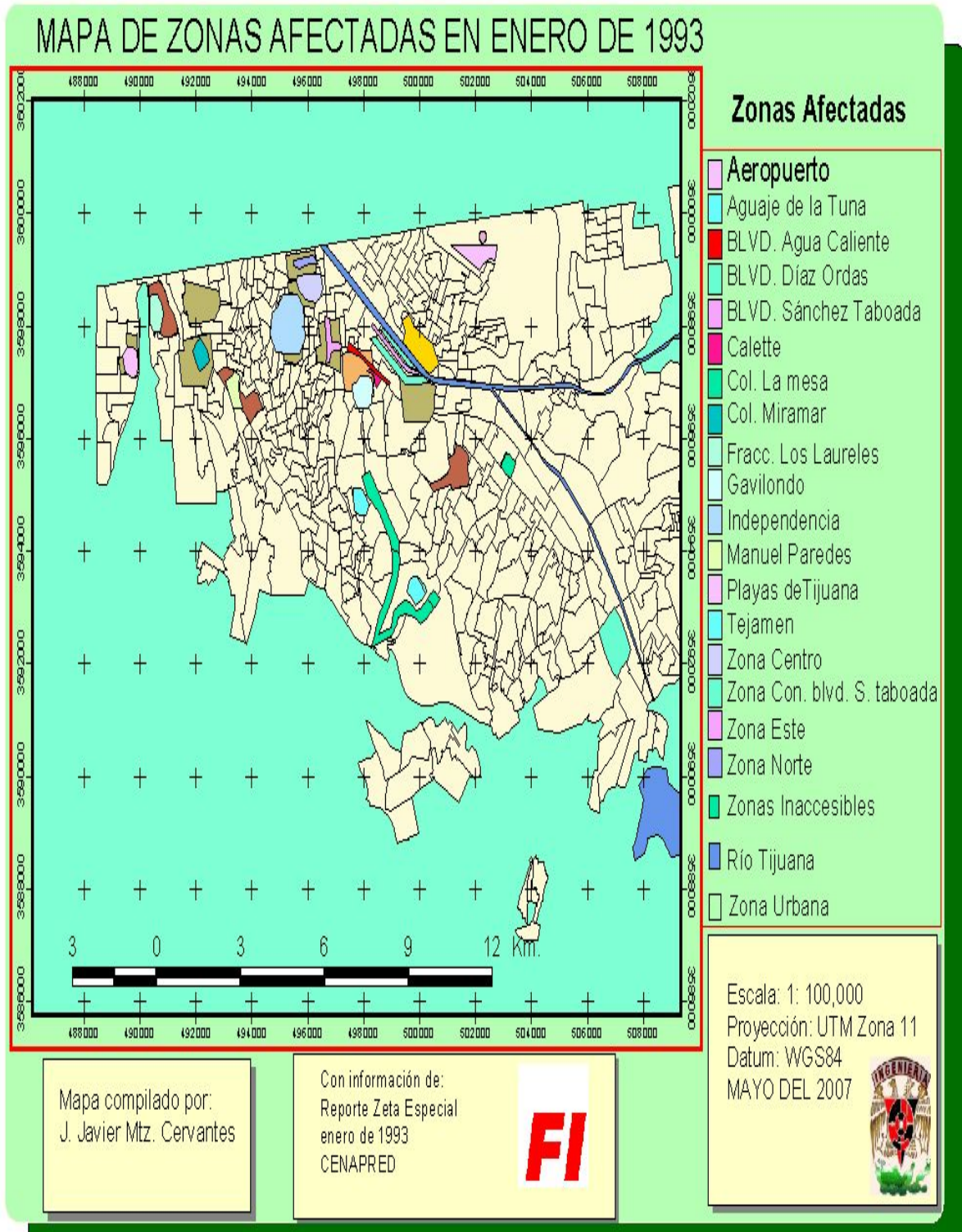
- Inundado el edificio de pinturas calette, y vidrios quebrados y agua dentro de las oficinas frente a ellos la calle se encuentra inundada.
- La corriente de agua arrastro un camión de mariscos y este se atoro en la gasolinera Chapultepec y destruyo la cabina de cobro. Los empleados del lugar desconectaron las bombas de gasolina.
- En el lote de carros que se encuentra frente a la gasolinera Chapultepec, la corriente arrasó con los automóviles que se encontraban en venta y chocaron unos con otros. Lo mismo sucedió en el lote de carros baja mil en la zona del río.
- La maquiladora ubicada frente a calette se inundo y las paredes de uno de los costados están tiradas.
- Casas continuas al Boulevard Sánchez Taboada, fueron dalladas seriamente por la corriente del agua y los autos.
- Semáforos de la zona centro fueron dallados por el agua y estuvieron fuera de servicio.
- Los estacionamientos en plaza río y plaza fiesta se inundaron completamente, también los lotes baldíos de la zona del río pasaron hacer grandes lagos.
- Sin embargo y pese al mal tiempo, niños y jóvenes limpia vidrios salieron a trabajar a la zona del río, también se vio un payaso aventando pelotas de colores.
- La ultima calle que conecta a boulevard Díaz Ordaz, ubicada en el fraccionamiento los venados y de nombre simón bolívar, se partió en dos. La calle tenia 4 o 6 carriles.
- Las zonas inaccesibles fueron: retorno libramiento sur, vía rápida poniente rápido y poniente Tijuana, vado puente Tijuana, grupo México, San José del Río, vado San Martín y Benton, Papitas Lourdes parte trasera, abarrotera de Tijuana y camino verde.
- En san Antonio de los Buenos las vías inaccesibles fueron: Cañón de la Pedrera, colonia Tejamen, Planetario, Aguaje de la Tuna, el Tecolote, Puentes Villa Obrera, Palmeras, carretera libre a Ensenada, libramiento oriente, Ixpalia.
- La autopista a Tijuana Tecate se cerró por deslaves y el crucero de la cinco y diez se clausuro también.
- En boletín de prensa del estado, informan que a la cuatro de la tarde son 11 las personas fallecidas en Tijuana y más de 500 damnificados.
- En playas de Tijuana un hombre falleció electrocutado cuando subió al techo de su casa a reparar la antena que se había caído.
- En la colonia de los laureles no hay acceso. Y ciento de viviendas se encuentran incomunicadas.
- El cañón Rubén Amaya se llenó de escombros y lodo que la corriente dejó.
- En la entrada al fraccionamiento el mirador debajo del pavimento se socavo.
- En el fraccionamiento playas de Tijuana varias avenidas y paseos resultaron intransitables debido al acumulamiento de escombros.

La figura 32 muestra el mapa donde se localizan los lugares que fueron afectados, este mapa se realizó con información de el reporte zeta especial y información de algunos libros de cenapred como: “Diagnóstico de peligros e identificación de riesgos de desastres en México”, la mayor parte de la información que se utilizó para realizar los mapas fue del reporte especial del periódico Zeta de Tijuana, ya que las tormentas sirvieron más como estrategia política que de investigación, además que los responsables de construir condominios en zona no aptas para la vivienda, eran personas que tenían el poder de los medios de comunicación en Tijuana.

Un documento de la dirección de planeación de desarrollo urbano y ecología del XIV ayuntamiento de Tijuana es revelador pues afirma: la causa por la cual se ha incrementado el problema de inundaciones de partes bajas de la ciudad de Tijuana se debe fundamentalmente a:

1. Fenómeno meteorológico extraordinario y fuera a todo control no solo localmente si no nivel regional e internacional.
2. Topografía accidentada altamente erosionable cuyos causas naturales se encuentran obstruidos.
3. gran rezago de planeación ejecución y control de plan de desarrollo urbano de la ciudad. (Reporte Zeta especial, 1993: 20-28).

Figura 32. Mapa de zonas afectadas en las tormentas de enero de 1993.



Fuente: Realización propia con datos de Reporte Zeta Especial. 1993

Conclusiones del capítulo.

Siendo que las inundaciones son un fenómeno que deja severos daños en las poblaciones, según la Cruz Roja Internacional, es importante determinar qué tipo de lluvias son las que afectan a Tijuana, en este caso son las lluvias invernales pero el problema que tiene Tijuana está directamente relacionado con tu topografía y su geomorfología, ya que estos dos factores son indispensables para entender el por qué de su problemas con las inundaciones, ahora podemos determinar que el tipo de suelo donde se asentaron las personas no es apto para vivir, ya que en las colonias que tiene problema en Tijuana, esta asentada en zonas de planicies aluviales y sobre cañones donde el tipo de suelo es arenisca y limos que son muy fácil de remover con unas lluvias intensas,

La deforestación y el tipo de topografía en algunos cañones no es la adecuada para hacer asentamientos humanos ya que la mayor parte de los movimientos de laderas se dio por el tipo de suelo. Además Tijuana está asentada sobre una cuenca hidrológica, lo cual representa un problema ahora que las inundaciones en Tijuana dañaron severamente a la población, por falta de planeación y de estudios de impacto ambiental tanto del gobierno como de los propios colonos, ya que las colonias que tuvieron mayores percances están localizadas en la base de cañones así como en zonas donde el terreno es aluvión, esto es en las faldas del río Tijuana.

Podremos determinar que tanto la geomorfología y topografía fueron factores que determinaron la catástrofe. En ese momento nadie esperaba que las lluvias de invierno pudieran rebasar los límites de lluvia esperada, que era de 70mm y llego a 101.7mm, es aquí donde entra otra vez la deficiente planeación de una ciudad, que fue urbanizada bajo promesas políticas y un inadecuado estudio de urbanización, dando como resultado que cada vez que llueva de esta manera o similar, como lo indica los últimos años en diferentes estados de la republica, colonias como la Manuel Paredes y Cañón los Laureles vivirán la misma historia

Es ahí donde las medidas de mitigación del riesgo, tendrían que ser implementadas, informando a la gente la zona de riesgo y vulnerabilidad donde vive.

IV. El uso de los sistemas de información geográfica en el manejo de riesgos

“El hombre moderno es un viajero que ha olvidado el nombre de su destino que ha de volver al lugar de donde viene para saber adónde va”

G. K. Chesterton.

El manejo de la nueva tecnología en la búsqueda de soluciones mas eficientes y rápidas es algo que cada día crece de una forma muy impresionante el uso de los sistemas de información geográfica, en el manejo de riesgos y algunos fenómenos naturales es algo que se va haciendo cada día mas indispensable, la implementación de un SIG, da la rapidez y la manipulación de la información dejando bases de datos he información que pude manejarse muy fácilmente, eso es lo que se pretende hacer en esta tesis bajo un marco de referencia que nos permita obtener medidas y áreas de impacto.

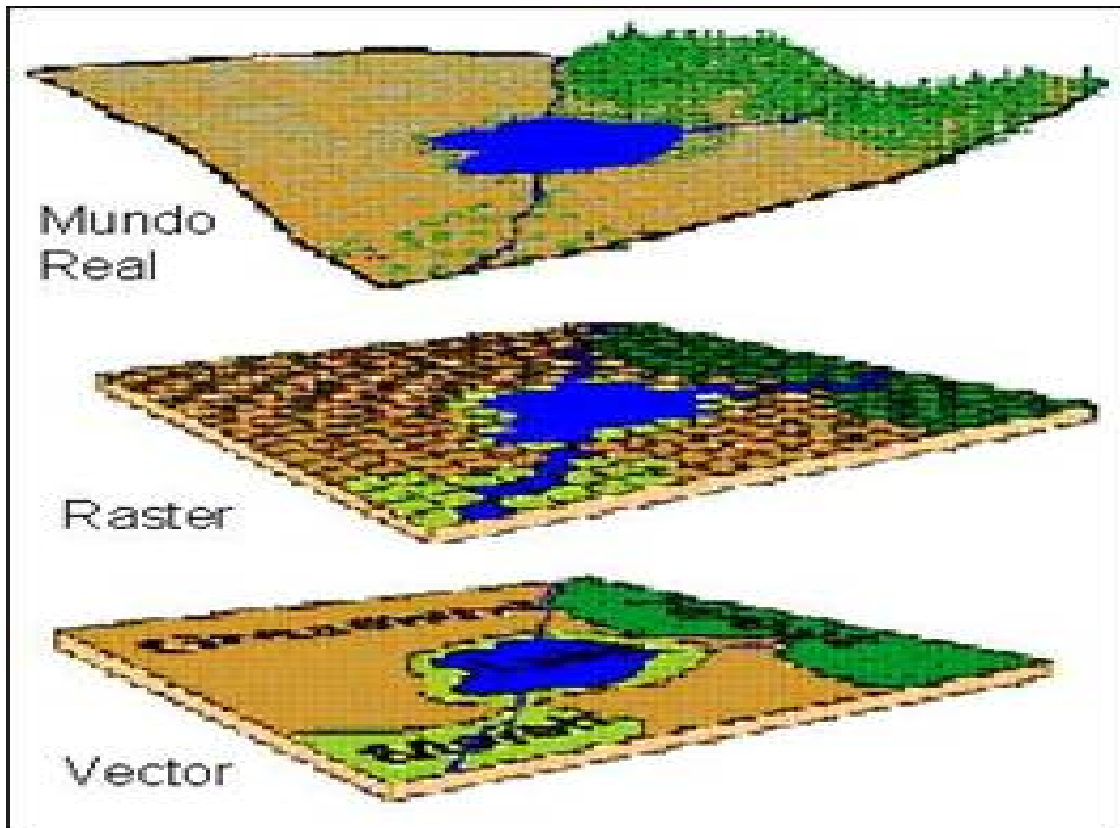
Un SIG es un conjunto organizado de hardware, software y datos geográficos, diseñado específicamente para capturar, almacenar, poner al día, manipular, analizar y mostrar todo tipo de información referenciada geográficamente. El tipo de datos que tienen cabida en un SIG comprende aquellos que tienen una referencia geográfica sobre la superficie terrestre, y éstos se dividen en datos gráficos y atributos (Carniolas e Ilasat, 2006: 1).

Existen dos modelos de datos gráficos, que se almacenan en forma de coberturas: vectorial, basada en elementos como puntos, líneas y polígonos definidos por sus coordenadas; y matricial, dividiendo el espacio en una retícula formada por celdas.

4. 1. Definición y desarrollo de los sistemas de información geográfica

Definición: Es un conjunto de programas, equipamientos, metodologías, datos y personas (usuarios), perfectamente integrados, de manera que hace posible la recolección almacenamiento, procesamiento y análisis de datos georreferenciados, así como la producción de información derivada de su aplicación (Buzai, 2000: 28).

Figura 33. En esta imagen puedes ver como es transformado el mundo real a un formato tanto raster como vector.



Fuente: 3w.Teledet.com.2004

El término SIG procede del acrónimo de Sistema de Información Geográfica (en inglés GIS, Geographic Information System). Son por tanto cuatro los elementos constitutivos de un sistema de estas características:

1. Hardware.
2. Software.
3. Datos geográficos.
4. Equipo humano.

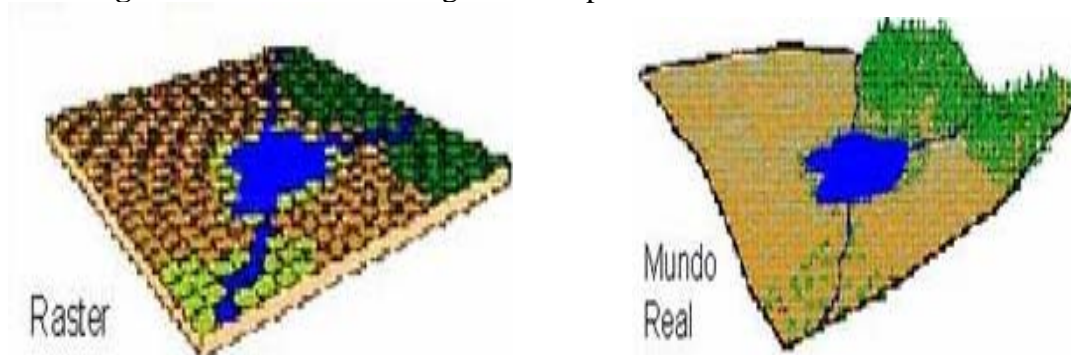
Un SIG es un conjunto organizado de hardware, software y datos geográficos, diseñado específicamente para capturar, almacenar, poner al día, manipular, analizar y mostrar todo tipo de información referenciada geográficamente (Environmental Systems Research Institute Inc, 1990). El tipo de datos que tienen cabida en un SIG comprende aquellos que tienen una referencia geográfica sobre la superficie terrestre, y éstos se dividen en datos gráficos y atributos. Existen dos modelos de datos gráficos, que se almacenan uno es el modelo raster y el modelo vector. (Barnolas e Ilasat, 2006: 1)

Modelo Raster.

El modelo raster divide el espacio de forma discreta y para ello utiliza una matriz cuadrículada en donde cada una de las celdas contiene la información correspondiente a la categoría del espacio geográfico dominante en ella.

Cada celda se llama comúnmente píxel (Picture element) y es la unidad mínima de representación espacial. La base de datos raster se organiza por capas temáticas (layers) superpuesta. Cada una de ellas es un tema diferente en el nivel cartográfico (suelos, urbanos, alturas) o diferentes momentos de un mismo tema (urbano 1930, urbano 1970, urbano 2000). En caso de imágenes satelitales pueden ser diferentes bandas de reflectancia de un mismo lugar (azul, verde, rojo, infrarrojo)

Figura 34. En esta otra imagen se compara el modelo real con el modelo raster.



Fuente: 3w.Teledet.com. 2004

Las características sobresalientes de este sistema son:

- A. Es una estructura de datos bastante simple y fue la primera en ser utilizada porque combinaba su cuadrícula con los sistemas de representación en pantalla (display) y de impresión.
- B. Es el que permite la realización de los procedimientos de análisis por superposición temática de forma más rápida y precisa. Cada celda superpone exactamente con otra y los cálculos los realiza de forma directa.

- C. Este formato compatibiliza para el ingreso directo de imágenes satelitales, las que se han convertido últimamente en una invaluable fuente de información e ingreso de datos para el SIG.

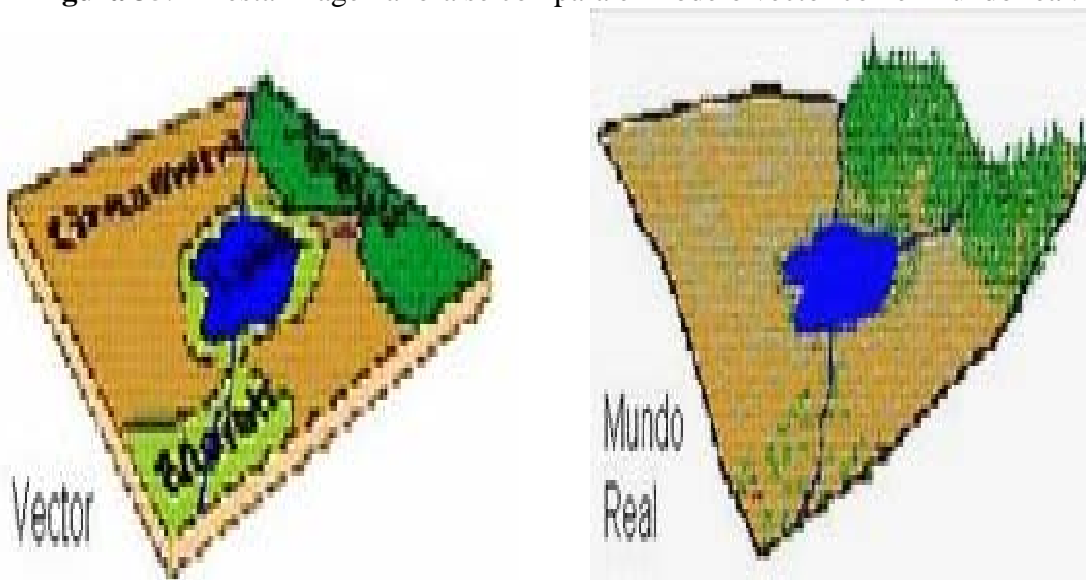
El modelo vectorial.

El modelo vectorial representa la cartografía correspondiente a lo que se ha denominado en el punto anterior como bases de datos relacionales.

Este sistema permite diseñar digitalmente utilizando las tres entidades propias de todo mapa de los puntos, las líneas y las áreas cerradas (polígonos). A partir de allí SIG ligará este diseño a las bases de datos que serán puntuales, lineales o reales (poligonales).

Las consultas deben hacerse a las bases de datos alfanuméricas asociadas y las respuestas se representarán en la cartografía en forma de mapas temáticos.

Figura 35. En esta imagen ahora se compara el modelo vector con el mundo real.



Fuente: 3w. Teledet.com. 2004

Las características sobresalientes de este sistema son:

- Permite obtener diseños más realistas del espacio geográfico al considerar las entidades: punto, línea y polígono.
- Permite realizar operaciones en la base de datos alfanuméricas y representarlas en el mapa. Estas operaciones son consultadas con el mismo grado de complejidad que las que se les puede realizar a cualquier administrador de bases de datos con la única diferencia que las respuestas serán espaciales.
- Los cartográficos son de mejor calidad.

La perspectiva raster se asocia al trabajo en SIG basado en capas temáticas o layers. El mundo real que es de naturaleza continua se descompone en múltiples partes y se lo traslada a una cuadrícula que contienen toda su información de forma codificada. Cada tema es un mapa y cada mapa un layers que contiene la variación del tema en el área de estudio.

Por lo anterior expuesto, la perspectiva raster presenta mayor aptitud para las aflicciones medioambientales (estudio sobre inundaciones, incendios forestales o difusión de algunas características sobre espacio geográfico) (Buzai, 2000: 32-37).

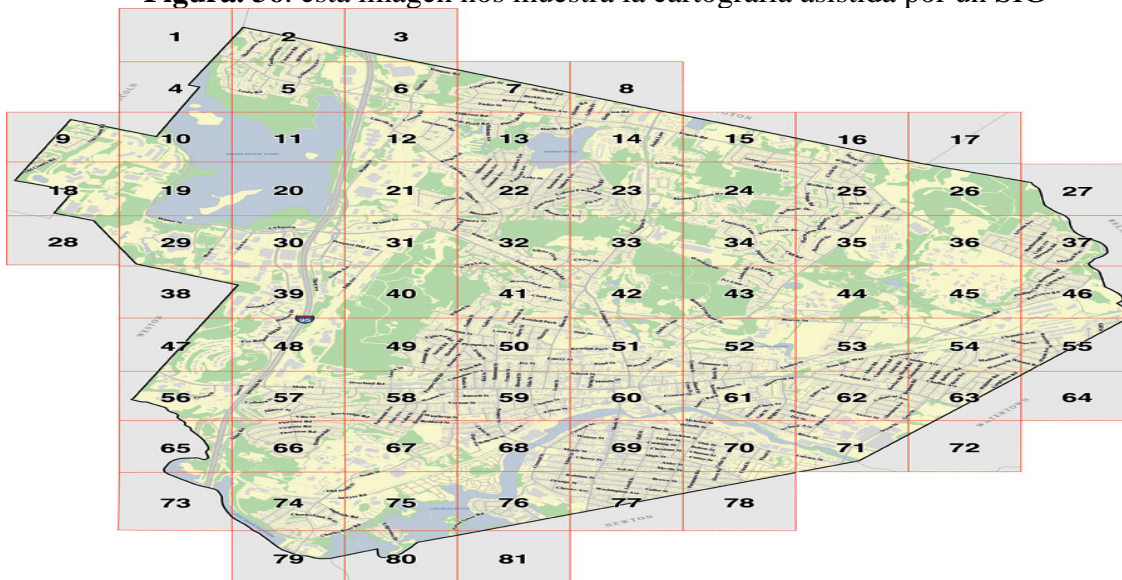
Es por esta razón que en este trabajo se baso en el sistema raster ya que el manejo de la información fue por capas o layers.

4.2. Desarrollo conceptual de la aplicación

Las soluciones para muchos problemas frecuentemente requieren acceso a varios tipos de información que sólo pueden ser relacionadas por geografía o distribución espacial. Sólo la tecnología SIG permite almacenar y manipular información usando geografía y para analizar patrones, relaciones, y tendencias en la información, todo tendiente a contribuir a tomar mejores decisiones.

SIG nos ayudan en el estudio de la distribución y monitoreo de recursos, tanto naturales como humanos, así como en la evaluación del impacto de las actividades humanas sobre el medio ambiente natural. De esta forma podemos contribuir en la planificación de actividades destinadas a la preservación de los recursos naturales.

Figura. 36. esta imagen nos muestra la cartografía asistida por un SIG



Fuente: www.esri.com. 2007

Para un estudio del territorio, los SIG pueden entregar información de fenómenos geográficos diciendo qué existe, dónde se localiza, qué y cómo ha evolucionado y cómo se distribuye.

Los SIG constituyen una herramienta utilizada para la toma de decisiones, permitiendo al usuario decidir cómo manejar el territorio analizado, por medio del almacenamiento, procesamiento y análisis de la información.

Cuestiones a las que responde un SIG.

- Localización ¿Qué hay en.....?
- Condición ¿Dónde sucede que.....?
- Tendencias ¿Qué ha cambiado.....?
- Rutas ¿Cuál es el camino óptimo.....?
- Pautas ¿Qué pautas existen.....?
- Modelos ¿Qué ocurriría si.....?

Toda la generación de la información que puede proveer un SIG depende significativamente de la información que posee la base de datos disponible. La calidad de esta base de datos y sus contenidos determinan la cantidad y calidad de los resultados obtenidos del SIG.

Los SIG permiten.

- Realizar un gran número de manipulaciones, sobresaliendo las superposiciones de mapas, transformaciones de escala, la representación gráfica y la gestión de bases de datos.
- Consultar rápidamente las bases de datos, tanto espacial como alfanumérica, almacenadas en el sistema.
- Realizar pruebas analíticas rápidas y repetir modelos conceptuales en despliegue espacial.
- Comparar eficazmente los datos espaciales a través del tiempo (análisis temporal).
- Efectuar algunos análisis, de forma rápida que hechos manualmente resultarían largos y molestos.
- Integrar en el futuro, otro tipo de información complementaria que se considere relevante y que este relacionada con la base de datos nativa u original.
- -Monitoreo y seguimiento de inundaciones para la gestión hídrica.

- -Estudios para la evaluación del impacto ambiental en grandes obras.
- -Actualización de cartografía.
- -Planificación rural y urbana.
- -Delimitación de cuencas hídricas.
- -Planificación en las áreas de Salud, Educación, Agronomía, Ecología y Medio Ambiente. (Teledet, 2004: 3)

4.3. Sistema geográfico de referencia

Para poder tener una adecuada precisión del análisis espacial del riesgo de inundación durante la realización de este trabajo, y de esta manera tener las mejores decisiones en la toma de resultados al analizar los eventos ocurridos, es necesario contar con un marco de referencia adecuado para este tipo de trabajo ya que en este caso estamos analizando área de influencia, donde es preciso tener un marco de referencia que permita darnos medidas precisas, por tanto definiremos que todo el trabajo fue realizado mediante un sistema cartográfico en común.

4.3.1- El Datum Norteamericano de 1927

Aquí en México durante muchos años se trabajó bajo el Datum Norteamericano de 1927 NAD 27 una de las instituciones que más manejó esta información fue el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) el NAD27, estaba referido al elipsoide de Clarke de 1886, definido en las normas técnicas para Levantamientos Geodésicos publicado el 1 de abril de 19985 en el diario oficial de la federación. Los parámetros de este datum son los siguientes:

Tabla. 4. Parámetros del Datum NAD27, Elipsoide de Clarke de 1886

Parámetro	Valor (metros)
a(Radio Ecuatorial)	6 378 206.4
b (Radio Polar)	6 356 583.8
1/f (Recíproco del Achatamiento)	294.978698

FUENTE: INEGI, 1985

Sin embargo, actualmente el desarrollo de la cartografía formal y de los grandes proyectos de ingeniería, requieren de un marco de referencia que permita definir sin errores y con precisión los diversos rasgos, detalles de interés, que de acuerdo con el desarrollo tecnológico de nuestra época, los nuevos instrumentos, tecnologías de medición y análisis computacional, ha obligado a evolucionar la concepción de la geodesia y de los resultados que de ella se esperan.

Ya que esta ciencia ha superado en mucho su base geométrica inicial y se desenvuelve hoy en día en un contexto de entornos físico-dinámicos fundamentales y ha pasado de la bidimensionalidad a la tridimensionalidad.

Los modernos equipos de medición disponible en la actualidad, tales como estaciones totales y equipo de posicionamiento vía satélite, han superado en por lo menos un orden de magnitud la precisión del Datum NAD27, por tal motivo el INEGI tomo la decisión en 1988 de publicar un acuerdo que reforma y adiciona las Normas Técnicas para Levantamientos Geodésicos, publicada el 1 de abril de 1985. En el que se introduce un nuevo Sistema Geodésico de Referencia, el cual es un sistema de coordenadas geocéntrico tridimensional, que se toma como base para cubrir todas las necesidades geodésicas y cartográficas a nivel nacional.

4.3.2.- Marco de referencia terrestre internacional de 1992

El marco de referencia seleccionado es el marco de referencia terrestre internacional de 1992 o ITRF92 del servicio internacional de rotación de la tierra (IERS: International Earth Rotation Service), referido a la época de 1998. La superficie geométrica seleccionada es el elipsoide del sistema de referencia Geodésico de 1980 (GRS80: Geodetic Referente system). Los principales parámetros del datum ITRF92. Para los efectos del punto anterior, las Coordenadas Cartesianas ITRF92 Época 1988.0 se deben transformar a coordenadas geodésicas curvilíneas (latitud, longitud y altura elipsoidal) en el elipsoide del Sistema Geodésico de Referencia 1980 (GRS80) que es definido por los siguientes parámetros:

Tabla. 5. estas tablas nos dan los valores de algunos parámetros geodésicos

Semieje Mayor	A	6 378 137 m
Velocidad Angular		7 292 115x10 ⁻¹¹ rad/seg
Constante Gravitacional Geocéntrica	GM	3 986 005x10 ⁸ m ³ /seg ²

Constantes geométricas derivadas

Semieje menor	b	6 356 752.314 1 m
Excentricidad lineal	E	521 854.009 7 m
Radio polar	c	6 399 593.625 9 m
Primera excentricidad al cuadrado	e ²	0.006 694 380 022 90
Segunda excentricidad al cuadrado	e' ²	0.006 739 496 775 48
Achatamiento	f	0.003 352 810 681 18
Recíproco del achatamiento	f-1	298.257 222 101
Cuadrante meridiano	Q	10 001 965.729 3 m
Radio medio	R1	6 371 008.771 4 m
Radio de la esfera de la misma superficie	R2	6 371 007.181 0 m
Radio de la esfera del mismo volumen	R3	6 371 000.790 0 m

Fuente: Normas Técnicas para Levantamientos Geodésicos, publicadas el 1 de abril de 1985.

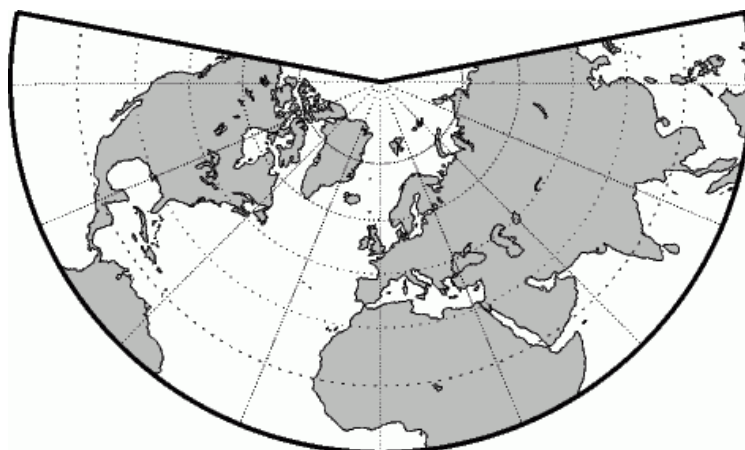
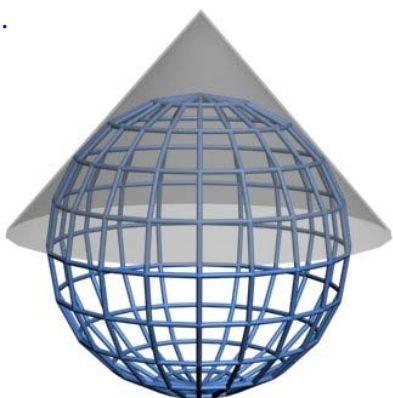
La implementación de este Datum geocéntrico permite la integración de toda la información geodésica, de levantamientos de ingeniería, de cartografía y de los sistemas de información de la tierra. En un marco moderno y consistente con las precisiones actualmente alcanzables con el sistema de posicionamiento global (GPS: Global Positioning System) (Núñez, 2004: 45-47).

En México se utilizan, de manera oficial, dos proyecciones una cónica y otra cilíndrica.

- A. Proyección Cónica conforme Lambert (ver dibujo a). Se basa en proyectar a la superficie de la tierra en un cono, cuyo vértice coincide con la línea del eje de rotación a la misma, se utiliza para elaborar cartas en escala 1:1'000,000 o más pequeñas. En éste tipo de proyección, los meridianos asemejan los rayos de una rueda, separados entre sí por distancias iguales (equidistancia) y que convergen hacia los polos. Los paralelos son arcos concéntricos, a igual distancia unos de otros. Se emplea para mapas de países de las latitudes medias (zonas templadas). Esta proyección presenta la configuración y los accidentes geográficos con errores muy pequeños. En el caso de México, se utiliza para representar todo el territorio nacional, o regiones que comprendan varios estados.
- B. Proyección Universal Transversa de Mercator (ver dibujo b). Fue creada por el cartógrafo Mercator, siendo la más utilizada por los marinos. Las direcciones o rumbos magnéticos pueden trazarse en línea recta sobre el papel. Los meridianos y paralelos se cortan en ángulos rectos. Los meridianos están a igual distancia, los paralelos se alejan hacia los polos. Corresponde al tipo cilíndrico, aunque modificado. Es ampliamente utilizada en México para la elaboración de cartas a escala 1:250,000, 1:50,000 y mayores.

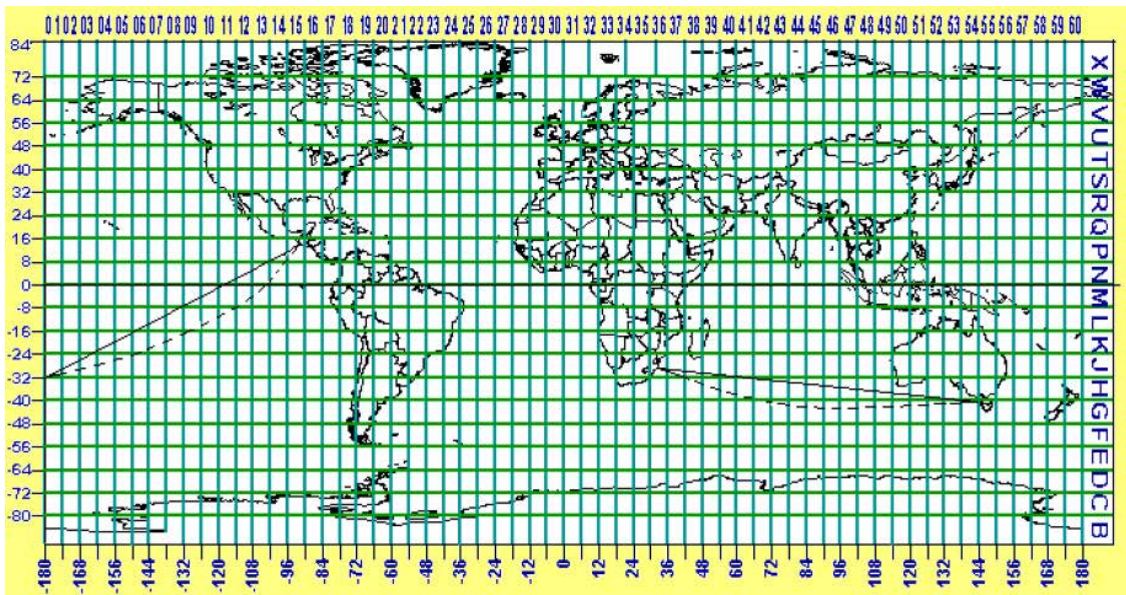
Ilustraciones de las proyecciones utilizadas en México.

a) Cónica Conforme de Lambert



Fuente: Proyecciones Cónicas 2007. <http://www.ilustrados> y <http://es.wikipedia.org>.

b) Universal Transversa de Mercator



Fuente: Localizaciones Geográficas. La proyección UTM, 2007.

En este trabajo se utilizara la proyección cartográfica Universal Transversa de Mercator UTM, esta proyección es la mas utiliza por las diferentes instituciones generadoras de cartografía en la ciudad de México de acuerdo con las bases siguientes

UTM divide a la tierra en 60 zonas; cada una tiene 6° de anchura y se extiende de los 80° de latitud norte a los 80° de latitud sur. Se les llama zonas UTM o husos. Se numeran a partir del meridiano 180° (antimeridiano de Greenwich).

La República Mexicana, incluyendo el territorio continental y el área insular, queda comprendida en las zonas (husos) 11 a 16.

Cada huso tiene un meridiano central. Las siete zonas UTM de la República Mexicana corresponden a los meridianos centrales 87°, 93°, 99°, 105°, 111° y 117°.

Por otro lado, cada zona UTM se divide en fajas, cada una de 4° de latitud y que son designadas con letras, iniciando con A en el Ecuador. A México le corresponden seis fajas: D a I.

La combinación de zonas UTM y fajas definen unidades de 4° de latitud por 6° de longitud que para efectos de esta norma se denominarán grandes áreas. (En la zona en donde se encuentra México, un grado equivale aproximadamente a 110 Km.)

Figura 37. En esta imagen podemos ver las zonas y fajas de la proyección UTM para México.



Fuente: Guía básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligro de riesgo, 2004.

4.4- Metodología de trabajo.

Toda esta información nos lleva a un modelo con el cual se pretende integrar los conceptos mencionados anteriormente: Vulnerabilidad como el producto del componente del riesgo y el componente de la amenaza y el desastre. Primeramente se incorporaran los modelos de riesgo y Vulnerabilidad y se analizaran por separado el desastre y la amenaza, para poder tener un escenario de riesgo-Vulnerabilidad por inundaciones en Tijuana, mediante el análisis a posteriori de las variables seleccionadas con anterioridad.

Contando que la información que se integrara al siguiente modelo cuenta con información tanto estadística como digital al igual que en diferentes formatos como son el raster y el vectorial y las escala de cada una de las capas de información cartográfica, es también variada, hay algunas capas de información con una escala muy grande en la cual se ajustara para realizar el siguiente trabajo buscando manejar adecuada para eventos de inundaciones en el estado de Tijuana.

En este caso será con una escala de 1:100,000 o mayor, en tanto que la información generada como resultado del análisis por inundación será de 1:100,000 en todos los casos, debido al tamaño de la ciudad de Tijuana.

Las capas de información que se utilizaron para la realización del SIG son las siguientes: ciudad de Tijuana, colonias, ríos, curvas de nivel 1 a 200 m y 1 a 20 m, vegetación, datos hidrológicos, litología, geomorfología además se revisaron mapas de riesgos y inundaciones, anteriores al evento estudiado, que en este caso fue el de enero de 1993.

Tanto la amenaza, vulnerabilidad y riesgo por inundaciones se realizaron con los diferentes paquetes de software comerciales, entre los que destaca ARC VIEW 3.2, ARGIS9, AUTOCAD 2004-5, SURFER 8, GLOOGLE HEART, entre otros.

Con todo esto se pretende hacer una herramienta con la que sea posible transformar la información, tanto de formato raster formato vector, y así poder tener la posibilidad de manipular la información mas fácilmente de un formato a otro, con el fin de poder conseguir los mejores procesos en la elaboración de mapas con estos softwares. Teniendo como resultado un producto en el cual se pueda inferir mas fácilmente en los resultado y análisis espacial plateadas en prevención en inundaciones en el estado de Tijuana.

Conclusiones del capítulo

La utilización de un sistema de información geográfica en el área de riesgo es algo que con el correr de los años se va convirtiendo en una necesidad, ya que en estos momentos es muy importante tener las herramienta que pueden ayudar al hombre a inferir mas rápidamente en los resultados y prevención de riesgo, por está razón en tener las bases de que es y como funciona un SIG. Nos permite crear mapas de riesgos y a la vez ver las áreas afectadas más rápidamente que en los mapas de otros años.

El aplicar la tecnología de nuestros días a las necesidades del hombre, es algo que hace más rápido y funcional, las soluciones de los problemas que enfrenta el hombre en estos días, el manejo de un cierto numero de información simplemente no se pude llevar acabo si no se cuenta con ciertos programas que puedan manejar este tipo de información en este caso un SIG, donde la información estadística o raster la pude transformar en información digital o en capas de información que se pude plasmar en un mapa.

El poder tener el conocimiento de este tipo de software hace que el trabajo sea más rápido, además de que las proyecciones cartográficas se manejan más fácilmente. En este caso es indispensable saber los parámetros de la proyección utilizada. En este trabajo será la UTM, ya que la zona de estudio se encuentra en una zona diferente a la de uso normal que es la zona 14, en este trabajo se utilizará la zona 11 que es la que le corresponde a la Ciudad de Tijuana. También es muy importante saber a qué elipsoide será referida dicha proyección en este caso los mapas se harán al elipsoide WGS 84.

Todo esto nos lleva a que son indispensables los conocimientos de los SIG, ya que en los años venideros la necesidad del manejo de riesgos será cada vez mayor a medida que los fenómenos naturaleza impacten dentro del territorio nacional.

5.- Diseño e implementación de un sistema de información geográfica para el análisis de las inundaciones en Tijuana.

“No conocer a la naturaleza lo que ella exige, es poner la vida del hombre al mismo precio que la de las bestias”.
Shakespeare.

5.1. Recopilación de la información

La recopilación de la información se llevó a cabo en tres etapas: la primera etapa fue investigar los hechos ocurridos entre el 6 y el 28 de enero de 1993, ya que este es el periodo de interés, por la manera en cómo Tijuana fue afectada por las tormenta de diciembre, para esto se recurrió a la hemeroteca nacional que se encuentra ubicada en Ciudad Universitaria, donde por medio de los periódicos más populares de esta ciudad que fueron el periódico Zeta y el Sol de Tijuana por medio de estos ejemplares tuve el primer acercamiento a estos hechos, al revisar el reporte especial dedicado a las tormentas de enero por el periódico Zeta se ve muy claramente la intensidad de los daños causados por la manera en cómo llovió los días del 6-8 de enero, sobrepasando todas las estadísticas esperadas en esta ciudad. Con esta información pudimos determinar las áreas afectadas así como lugares y avenidas, al igual que la manera en cómo afectó el tipo de suelo existente en Tijuana, esta información fue punto de partida para determinar exactamente las colonias más afectadas por las lluvias y los desbordamientos. También se buscó información en revistas y libros de esta ciudad.

La segunda etapa fue la búsqueda y recopilación de las capas de información que serían utilizadas para poder desarrollar el análisis, las capas que se buscaron fueron las siguientes: Curvas de nivel, ríos, vegetación, población, tipo de suelo, estados, ciudades y cuencas.

Hay que mencionar que todas estas capas se encontraron en la página de internet de conavio, donde las proyecciones de las capas estaban en geográficas y para el estudio hecho se tuvieron que cambiar a UTM. Este proceso fue llevado a cabo por medio del software de ARC VIEW 3.2 y ARGIS 9, la necesidad de realizar un mapa de pendientes me llevó a tratar de conseguir más capas de información, ya que las existentes no eran suficientes, para eso me dirigí a la biblioteca del Instituto de Geografía de la UNAM para buscar más información referente a los hechos de Tijuana, tratando de encontrar más información para hacer mejores mapas referidos específicamente a las inundaciones a través de los años en esta ciudad, lo cierto que es muy difícil obtener información de esta ciudad por la distancia y porque son muy pocos los trabajos hechos desde el punto de vista SIG.

La tercera etapa consistió en buscar las curvas de nivel a cada 50m, ya que es indispensable el mapa de pendientes donde se pueda ver más claramente en qué lugar esté asentada la Ciudad de Tijuana. Para esto se tuvo que consultar al Instituto de Geografía de la UNAM por medio de la Doctora Alejandra Toscana, que pudo adquirir las curvas faltantes, ya que no se pudieron encontrar en otro lugar, se podrían conseguir las curvas comprándolas en INEGI, pero gracias a la profesora ya no hubo necesidad, también recurrí a las librerías a conseguir un mapa de la Ciudad de Tijuana para ubicar las zonas afectadas y la ubicación exacta de las colonias protagonistas en los hechos, además que la información faltante como la de geomorfología, cuencas y de más se hizo por medio de la adquisición de libros obtenidos en cenapred así como en libros consultados en la biblioteca de la facultad tanto de topografía como de hidrológica, también mediante proyectos de investigación como, radius de Tijuana.

5.2. Integración de los datos

Los datos obtenidos de periódicos, de archivos históricos, libros, revistas especializadas, y demás, los transformé a información espacial, o sea que se traspasaron a “capas” de información para poder georreferenciarlas e introducirlas al SIG para analizar mediante la sobre posición y ver su relación con otras capas temáticas. Las capas temáticas fueron: zona urbana, cuencas, ríos, geomorfología, vegetación, curvas de nivel a 20m, etc.

Después de tener estas capas de información, cambié la proyección de todas estas a UTM, ya que para el estudio hecho es necesario manejar esta tipo de proyección que es adecuada para zonas pequeñas. La mayoría de las capas tenían la proyección Cónica Conforme de Lambert, la cual es adecuada para regiones de mayor tamaño. En México estas dos proyecciones son las más utilizadas.

Después de tener ya todas las capas en UTM se hizo la sobre posición de dos o más capas; todo dependía de lo que se quisiera ver, tratando de inferir una posible solución para las inundaciones en Tijuana. Por ejemplo cuando se hizo el modelo de elevación se pudo observar la razón de porqué las colonias que están asentadas en los alrededores del río Tijuana sufren los estragos de las inundaciones.

Así mismo por qué colonias que están asentadas sobre barrancas sufren de inestabilidad de ladera. Al sobreponer estas capas se obtiene un mejor panorama del porqué de las inundaciones; de esta manera se fue llegando al resultado de crear un mapa que nos de la información de las zonas mas vulnerables a este tipo de fenómenos, además de la razón de por qué cada vez que en Tijuana llueve de una forma en la que se rebase la media, algunas colonias sufrirán muchos daños.

5.3. Identificación y análisis de las áreas susceptibles a ser afectadas por inundación

Tijuana tiene una topografía muy accidentada, la mayoría de sus colonias está asentada sobre terreno no apto para la urbanización, además de una ausencia de drenaje en un 90% de la ciudad hace que el agua busque su cauce natural, camino al río. Otros de los factores, es que está asentada sobre un tipo de suelo en el cual las inundaciones son frecuentes, como se ha visto a través de los años, ya que desde 1943 Tijuana sufre de este fenómeno, y en vez de solucionarlo se empeora, ya que la sobrepoblación por ser una ciudad fronteriza que atrae población, agrava la situación. Las partes más dañadas la mayoría de las veces son las zonas mas marginadas. En Tijuana hay colonias con alto riesgo de ser afectadas por este tipo de fenómeno, pero también por inestabilidad de las laderas, principalmente la colonia Cañón las Palmas, asentada en laderas cuyas pendientes rebasan los 30°.

Figura 38. La siguiente foto muestra las condiciones, en las cuales la gente se asienta en los peñascos.

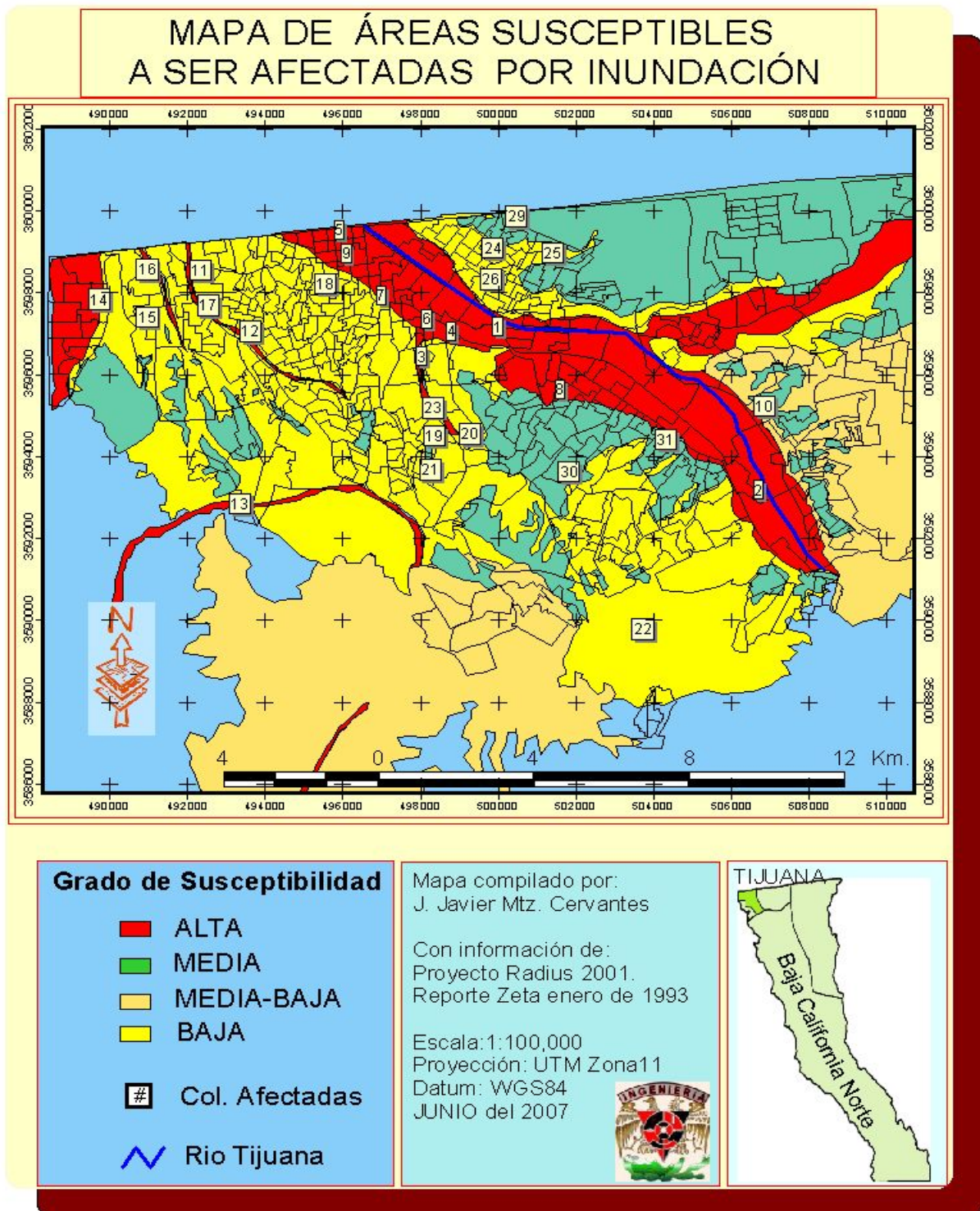


Fuente: Bill Hickman “My trip to Tijuana” Cañón Los Laureles Tijuana, 2006.

Hay áreas de alto riesgo como: colonia Manuel Paredes, las Palmeras, los Laureles, Cañada libertad, Vista hermosa, Aeropuerto, Lomas taurinas, Anexa libertad, en zonas de laderas se están deslizando hacia el fondo del arroyo col. Libertad y playas de Tijuana y en menor grado las laderas de la Colonia Mineral Santa Fe. Uno de los puntos más afectados entre otros, fue la colonia “Gabilondo” ya que se encuentra dentro del área donde la depositación y el tipo de suelo (aluvión) son un factor importante para las inundaciones.

Hay muchas colonias que cuentan que un tipo de vivienda adecuada, la cual no es factor para ser vulnerable, pero ahí influye mucho el tipo de suelo (ver mapa litológico) y la topografía del lugar (ver mapa de pendientes), ese tipo de colonias tienen una vulnerabilidad física alta, por los factores mencionados anteriormente. Un ejemplo son las colonias: Calette, Chula Vista, Gabilondo. Muchas colonias fueron afectadas más por su tipo de suelo y topografía que por las condiciones socioeconómicas. En la figura 39 podemos ver el mapa que nos indica las áreas que se han venido inundando durante este tipo de tormentas, así como su ubicación en zonas no óptimas para los asentamientos humanos, por el tipo de su litología o topografía, este mapa fue compilado con información de Reporte Zeta Especial, el Sol de Tijuana, Proyecto radius de Tijuana, entre otros.

Figura. 39. Mapa el cual muestra las zonas hacer susceptible a inundación.



Fuente: Realización propia con datos del proyecto radius 2001 y Reporte Zeta, enero de 1993

Para poder determinar la susceptibilidad se contó con el tipo de suelo, topografía y tipo de vivienda así como la geomorfología, como se ve en la tabla siguiente. En esta tabla también se puede ver el nombre de cada colonia afectada por su número de referencia.

Tabla. 6. Esta tabla nos da tanto las características geológicas como geomorfológicas así como las colonias afectadas por la tormenta.

ID	Litología	Vulnerabilidad	Características geomorfológicas	Colonias afectadas
1	Aluvión	ALTA	Planicies y valles aluviales, terrazas aluviales	Agua Caliente
2	Aluvión	ALTA	Planicies y valles aluviales, terrazas aluviales	Arboledas
3	Aluvión	ALTA	Planicies y valles aluviales, terrazas aluviales	Chula vista
4	Aluvión	ALTA	Planicies y valles aluviales, terrazas aluviales	Calette
5	Aluvión	ALTA	Planicies y valles aluviales, terrazas aluviales	Zona norte
6	Terrazas aluviales	ALTA	Planicies y valles aluviales, terrazas aluviales	Gavilondo
7	Aluvión	ALTA	Planicies y valles aluviales, terrazas aluviales	Zona este
8	Terrazas aluviales	ALTA	Planicies y valles aluviales, terrazas aluviales	Las palmas
9	Aluvión	ALTA	Planicies y valles aluviales, terrazas aluviales	Zona centro
10	Terrazas aluviales	ALTA	Planicies y valles aluviales, terrazas aluviales	18 de Marzo
11	Aluvión	ALTA	Planicies y valles aluviales, terrazas aluviales	Sánchez Taboada
12	Aluvión	ALTA	Planicies y valles aluviales, terrazas aluviales	Manuel Paredes
13	Aluvión	ALTA	Planicies y valles aluviales, terrazas aluviales	Xiconténcal t Leyva
14	Aluvión	ALTA	Planicies y valles aluviales, terrazas aluviales	Playas de Tijuana
15	Arenisca-Conglomerado	MEDIA	Mesa, Laderas Empinadas, peñascos, Laderas Suaves	Lázaro Cárdenas
16	Arenisca-Conglomerado	MEDIA	Mesa, Laderas Empinadas, peñascos, Laderas Suaves	Los laureles
17	Arenisca-Conglomerado	MEDIA	Mesa, Laderas Empinadas, peñascos, Laderas Suaves	Miramar

18	Arenisca-Conglomerado	MEDIA	Mesa, Laderas Empinadas, peñascos, Laderas Suaves	Independencia
19	Arenisca-Conglomerado	MEDIA	Mesa, Laderas Empinadas, peñascos, Laderas Suaves	Tejamen
20	Arenisca-Conglomerado	MEDIA	Mesa, Laderas Empinadas, peñascos, Laderas Suaves	Planetario
21	Arenisca-Conglomerado	MEDIA	Mesa, Laderas Empinadas, peñascos, Laderas Suaves	Las cruces
22	Arenisca-Conglomerado	MEDIA	Mesa, Laderas Empinadas, peñascos, Laderas Suaves	Cañón Sáenz
23	Arenisca-Conglomerado	MEDIA	Mesa, Laderas Empinadas, peñascos, Laderas Suaves	Cañón de la Pedrera
24	Arenisca-Conglomerado	MEDIA	Mesa, Laderas Empinadas, peñascos, Laderas Suaves	Libertad
25	Arenisca-Conglomerado	MEDIA	Mesa, Laderas Empinadas, peñascos, Laderas Suaves	Lomas Taurinas
26	Arenisca-Conglomerado	MEDIA	Mesa, Laderas Empinadas, peñascos, Laderas Suaves	Ruiz Cortines
27	Conglomerado	MEDIA-BAJA	Mesa, Laderas Empinadas, peñascos, Laderas Suaves	
28	Conglomerado	MEDIA-BAJA	Mesa, Laderas Empinadas, peñascos, Laderas Suaves	
29	Conglomerado	BAJA	Mesa, Laderas Empinadas, peñascos, Laderas Suaves	Aeropuerto
30	Conglomerado	BAJA	Mesa, Laderas Empinadas, peñascos, Laderas Suaves	Camino verde
31	Conglomerado	BAJA	Mesa, Laderas Empinadas, peñascos, Laderas Suaves	División del Norte

Fuente: Realización propia con datos de Proyecto Radius, Atlas del río Tijuana, Reporte Zeta especial, 2007

5.4. Mapas de riesgo por inundaciones en Tijuana

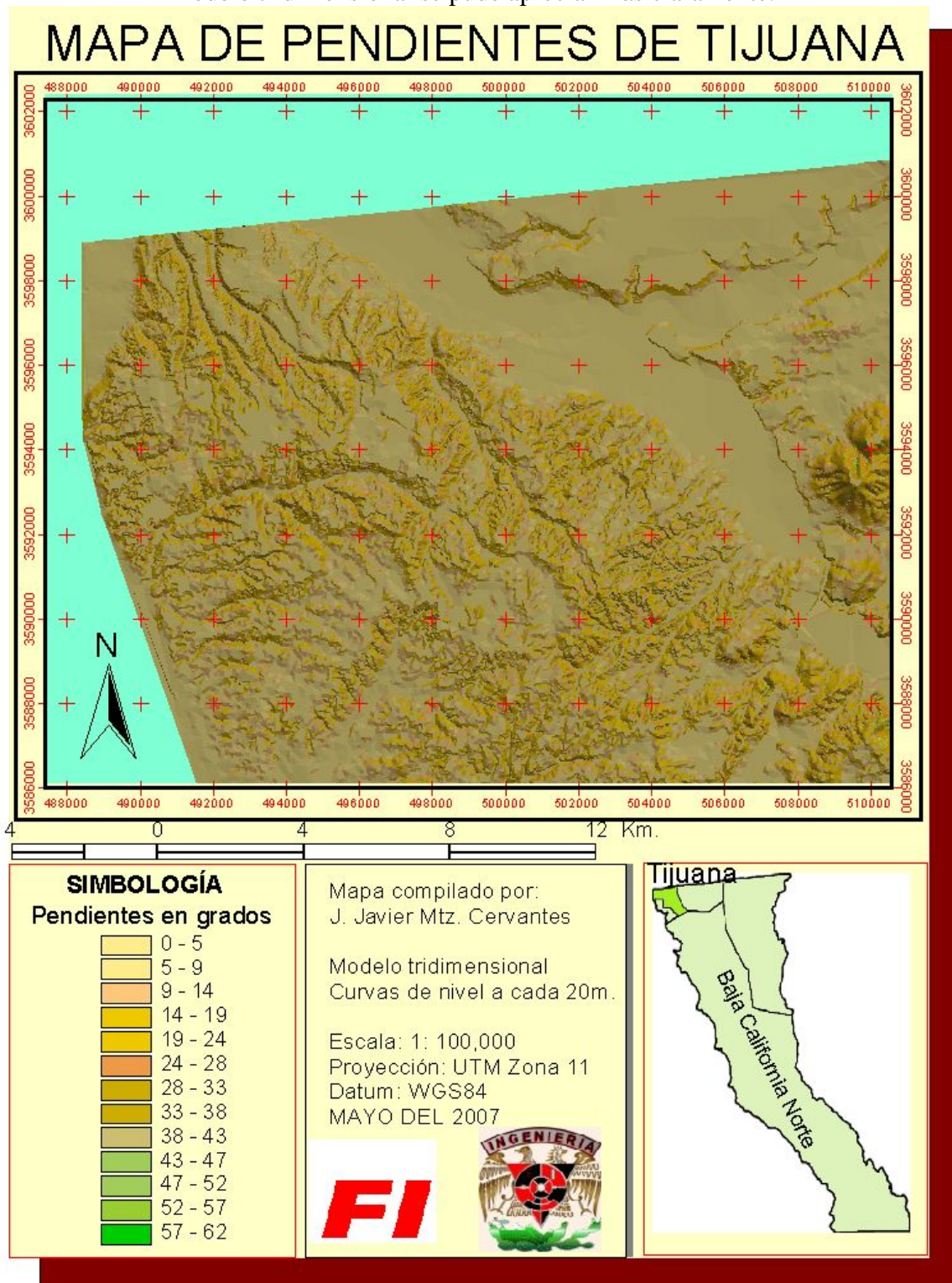
En México una de los organismos que tiene como objetivo la prevención de desastres de origen natural es el Sistema Nacional de Protección Civil, en este caso sería en fenómenos hidrometeorológico. Para lograr lo anterior, se deben llevar a cabo medidas de mitigación, las cuales han sido denominadas no estructurales, estas procuran reducir o minimizar los efectos de desastres provocados por ciclones tropicales o lluvias intensas. Dentro de las medidas no estructurales destaca la elaboración de mapas de riesgo como una herramienta útil, para autoridades de protección civil y de desarrollo urbano y ordenamiento territorial, en la delimitación de áreas de peligro para la población.

Asimismo, en la elaboración de mapas de riesgo hidrometeorológico, que abarcan los temas de inundaciones, avenidas súbitas, flujos de escombros, depósitos de sedimentos, marea de tormenta, oleaje y viento, incluso sequía y heladas, es necesario contar con metodologías para cada uno de estos fenómenos. (Guevara, Quaa, Fernández, 2004; 183)

En el caso de Tijuana nos enfocaremos a las inundaciones donde, vienen siempre acompañadas de arrastre de material sólido proveniente de las partes altas de la cuenca, cuya cantidad depende de las características de la cubierta vegetal, tipo de suelo y pendientes como lo habíamos mencionado anteriormente.

Primeramente analizaremos el mapa de pendientes donde claramente podemos ver que la topografía en Tijuana está muy accidentada, con pendientes mayores a los 30°, a esto hay que agregarle una urbanización mal planeada, así como un crecimiento demográfico acelerado. El siguiente mapa nos muestra las pendientes en el terreno de Tijuana, la figura 40 nos muestra el mapa el cual fue compilado en un modelo tridimensional, con un intervalo entre curva y curva de 20m.

Figura. 40. El mapa nos muestra el tipo de topografía que existe en Tijuana, en este modelo tridimensional se pude apreciar más claramente.



Fuente: Realización propia con curvas de nivel a cada 20 m.

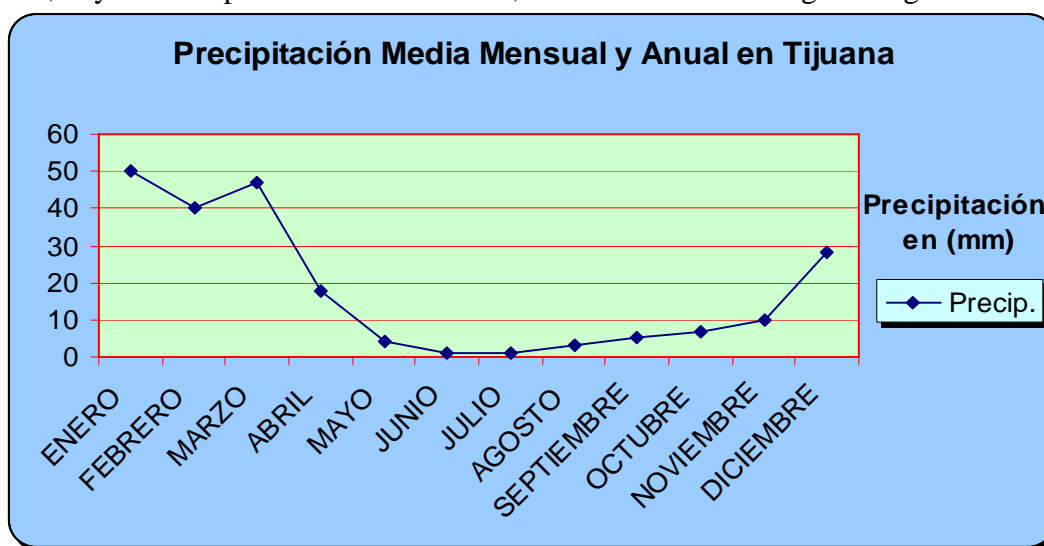
Para poder elaborar un mapa de peligro por inundación, es necesario identificar primeramente las áreas potenciales a inundarse en las localidades rurales de interés, en este caso Tijuana.

El mapa de riesgo por inundación permite establecer zonas críticas que requieran de dos medidas de mitigación:

a) Una medida de tipo estructural, como puede ser una reubicación o una obra de protección, o bien.

b) Un monitoreo durante eventos de lluvias potencialmente extremas, es decir, que rebasen umbrales previamente fijados, mediante un sistema de alerta que permita a la población, asentada en estas zonas, ser evacuadas y resguardar algunos de sus bienes.

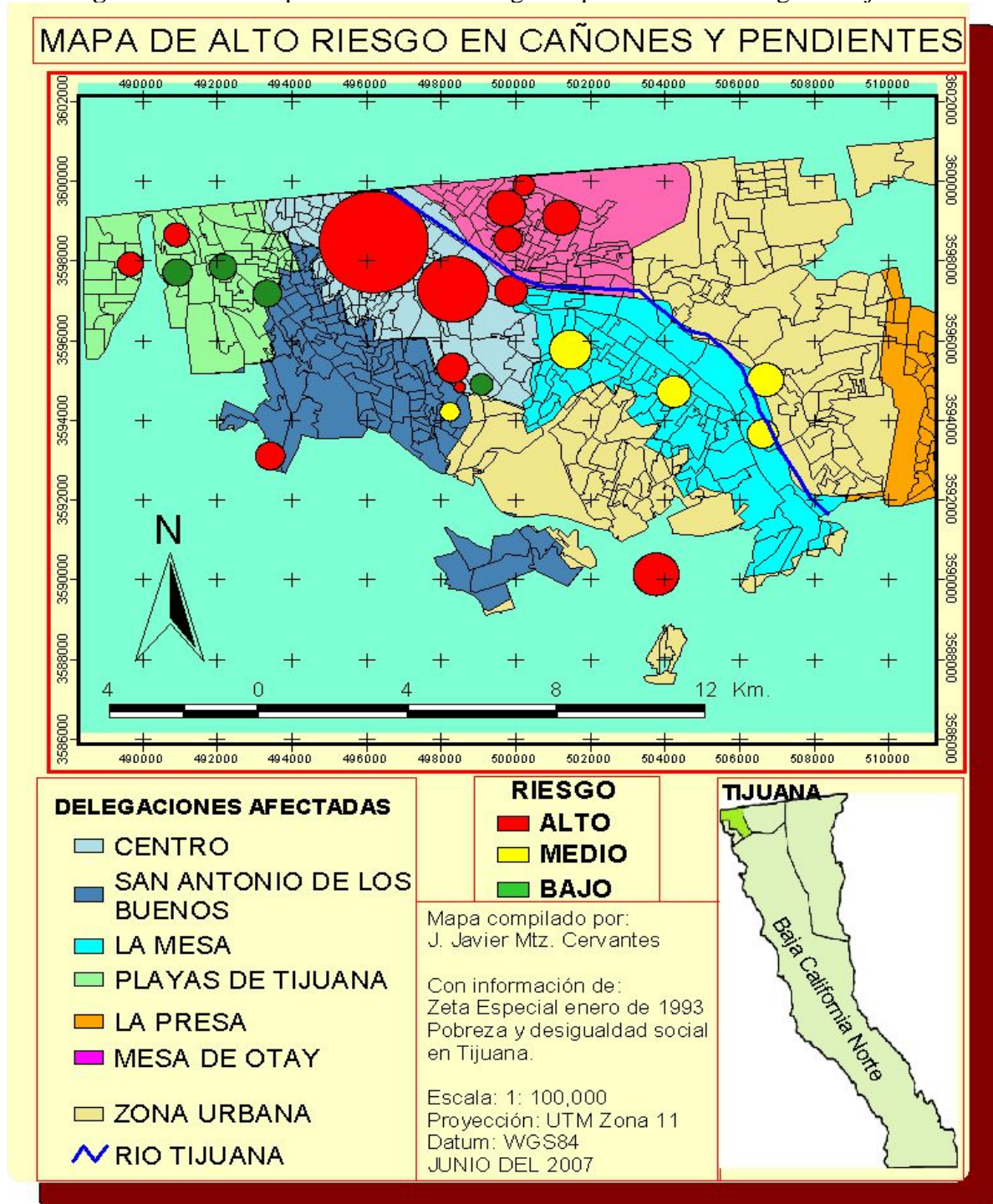
En resumen, el que un evento o fenómeno se considere o no riesgo, dependerá de que el lugar en donde se manifieste esté ocupado o no por una comunidad vulnerable al mismo. El que se considere o no amenaza, dependerá del grado de probabilidad de su ocurrencia en esa comunidad. Y el que se convierta o no en desastre, dependerá de la magnitud real con que efectivamente se manifieste el fenómeno, y del nivel de vulnerabilidad de la comunidad. Ahora que las estaciones meteorológicas nos indica que, en los meses de enero a marzo, hay muchas posibilidades de lluvia, como lo muestra la siguiente gráfica.



Fuente: IMPLan, con base en la información de la carta climática del INEGI. Escala 1:1000,000, con datos de la estación meteorológica 28, localizada en la presa “A. L. Rodríguez” de la CNA, 1997. Diagnostico, Medio Físico y Natural.

Estas medidas son muy importantes ya que claramente se ve que en Tijuana no cuenta con estas soluciones, y en casos donde haya zonas de alto riesgo, es importante poder informar a las personas que estén asentadas sobre esas zonas. Un mapa de alto riesgo en colonias afectadas ayuda a protección civil a informar a sus habitantes a tomar medidas, como lo muestra la figura 41. Ese mapa se elaboró con la información del reporte especial, del periódico Zeta Tijuana, en enero de 1993 y del artículo pobreza y desigualdad social en Tijuana.

Figura. 41. Este mapa nos muestra los lugares que tienen alto riesgo en Tijuana.



Fuente: Realización propia con información de el reporte zeta especial edición de enero de 1993 y del artículo pobreza y desigualdad social en Tijuana.

Este tipo de mapas son de mucha ayuda a la gente que vive en lugares donde el riesgo y la posibilidad de inundación es alta, además que por la investigación hecha, hay muy poco material de este tipo, los pocos mapas que existen están muy sencillos, ya que no cuentan con fecha, proyección, escala, datum. Y están hechos solo para proyectos exclusivos

Para elaborar un mapa de vulnerabilidad por inundación tomaré los criterios que se mencionan en el libro “Guía básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligro de riesgo” que nos dice: “Las viviendas podrán clasificarse en cinco niveles de acuerdo con el material y tipo de construcción, para poder inferir su capacidad de respuesta ante una inundación. El tipo de vivienda, que tiene valores de I a V.” (Ver tabla. 7)

Índice de vulnerabilidad según el tipo de vivienda.

Tabla. 7. Está tabla nos dice el tipo de vivienda a considerar en un análisis de vulnerabilidad.

Tipo	Índice de vulnerabilidad	Color propuesto
I	Alto	Rojo
II	Medio – alto	Naranja
III	Medio	Amarillo
IV	Medio – bajo	Verde
V	Bajo	Blanco

Fuente: Guevara Ortiz, Quas Weppen, Fernández Villagómez.2004

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

Tabla. 8. Esta otra nos da el tipo de material usado en viviendas vulnerables.

Número de combinación	Tipo de vivienda	Combinaciones entre tipo de material para techo y muros
1	I	Vivienda con muros de cartón o plástico y techo de cartón o plástico
2	II	Vivienda con muros de piedra sobre piedra y techo de lámina (cartón, plástico, asbesto o galvanizada)
3	III	Vivienda con muros de piedra sobre piedra y techo de palma
4	I	Vivienda con muros de láminas de cartón y techo de lámina (cartón, plástico, asbesto o galvanizada)
5	II	Vivienda con muros de bahareque y techo de lámina (cartón, plástico, asbesto o galvanizada)
6	III	Vivienda con muros de bahareque y techo de palma
7	II	Vivienda con muros de adobe sin repellido y techo de lámina (cartón, plástico, asbesto o galvanizada)
8	III	Vivienda con muros de adobe sin repellido y techo de palma
9	III	Vivienda con muros de adobe sin repellido y techo de teja
10	IV	Vivienda con muros de madera y techo de lámina (cartón, plástico, asbesto o galvanizada)
11	IV	Vivienda con muros de madera y techo de palma
12	IV	Vivienda con muros de adobe con repellido y techo de lámina (cartón, plástico, asbesto o galvanizada)
13	IV	Vivienda con muros de adobe con repellido y techo de palma
14	IV	Vivienda con muros de adobe con repellido y techo de teja
15	V	Vivienda con muros de adobe con repellido y techo de losa de concreto sobrepuesta o vigueta y bovedilla
16	IV	Vivienda con muros de mampostería sin elementos de concreto y techo de lámina (cartón, plástico, asbesto o galvanizada)
17	IV	Vivienda con muros de mampostería sin elementos de concreto y techo de palma
18	IV	Vivienda con muros de mampostería sin elementos de concreto y techo de teja
19	V	Vivienda con muros de mampostería sin elementos de concreto y techo de losa de concreto sobrepuesta o vigueta y bovedilla
20	IV	Vivienda con muros de mampostería con elementos de concreto y techo de lámina (cartón, plástico, asbesto o galvanizada)
21	IV	Vivienda con muros de mampostería con elementos de concreto y techo de palma
22	IV	Vivienda con muros de mampostería con elementos de concreto y techo de teja
23	V	Vivienda con muros de mampostería con elementos de concreto y techo de losa de concreto sobrepuesta o vigueta y bovedilla
24	V	Vivienda con muros de mampostería con elementos de concreto y techo de losa de concreto ligada

Fuente: Guevara Ortiz, Quaas Weppen, Fernández Villagómez, 2004.

Funciones de vulnerabilidad para el manejo de casas.

Para estimar las funciones de vulnerabilidad para cada tipo de vivienda se propone una serie de configuraciones de muebles y enseres menores; posteriormente se lleva a cabo una cuantificación del porcentaje de los daños ocasionados en cada caso, en función del nivel que alcance el agua que entra en la casa.

Vivienda tipo I

Este tipo corresponde a los hogares más humildes, una vivienda consta de un solo cuarto multifuncional, construido con material de desecho. Asimismo, el menaje es el mínimo indispensable. Para la vivienda tipo I, se cuantificó un menaje con un costo aproximado de \$12,500.00.

Vivienda tipo II

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

En la figura 6.19 se observa un ejemplo del menaje que se ha considerado para elaborar la función de vulnerabilidad de una vivienda tipo II. Para la vivienda tipo II, se cuantificó un menaje con un costo cercano a los \$50,000.00.

Vivienda tipo III

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

Para la vivienda tipo III, se cuantificó un menaje con un costo aproximadamente \$150,500.00.

Vivienda tipo IV

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

Para la vivienda tipo IV, se cuantificó un menaje con un costo del orden de los \$300,000.00.

Vivienda tipo V

Finalmente, el último sector de viviendas, corresponde al tipo residencial, construida con acabados y elementos decorativos que incrementan sustancialmente su valor. El menaje está formado por artículos de buena calidad y con muchos elementos de confort. Para la vivienda tipo V, se cuantificó un menaje con un costo del orden de los \$450,000.00. (Guevara Ortiz, Quas Weppen, Fernández Villagómez, 2004, p.208-211)

Además de considerar la vulnerabilidad física, la geomorfología de la zona, así como el tipo de terreno, tomando en cuenta las pendientes del lugar y donde están asentadas las colonias con mayor reincidencia en este tipo de fenómenos.

De acuerdo con la información de la siguiente tabla, de un total de 218,673 viviendas que había en Tijuana en 1994, el 40 por ciento estaba clasificada como de malas condiciones, las cuales cubrían una superficie de 9,961 has.

Por el contrario, sólo el 10 y el 20 por ciento se consideraban como "muy buenas" y "buenas", respectivamente, abarcando las dos categorías un área de 7,470 hectáreas.

Tabla 9. Clasificación de viviendas en Tijuana. 1994.

CLASIFICACIÓN	%	SUPERFICIE (has.)	Población	Viviendas
Muy buena	10.0	2 490	94 685	21 867
Buena	20.0	4 980	189 371	43 734
Popular	26.0	6 474	246 183	56 855
Conjunto Habitacional	4.0	996	37 874	8 747
Mala	40.0	9 961	378 743	87 470
TOTAL	100.00	24 901	946 856	218 673

Fuente: XIV Ayuntamiento de Tijuana. Programa de Desarrollo Urbano del centro de Tijuana. Tijuana, 1994. (Cuadro tomado de XIV Ayuntamiento. Plan Estratégico de Tijuana. 1994. p. 121).

Respecto de los materiales predominantes, encontramos una evolución en la calidad de los mismos. Así, por ejemplo, mientras en 1960 el 57 por ciento de las viviendas tenía muros de madera, este porcentaje empieza a disminuir a partir de la siguiente década hasta llegar al 41.90 por ciento en 1990, según datos del INEGI. Lo mismo se observa para los materiales compuestos por bloque, ladrillo o tabique que cubre un poco más del cincuenta por ciento de las viviendas. Aunque significativos en su evolución, estos porcentajes nos muestran todavía que un gran número de viviendas están construidas con materiales considerados de baja calidad, como puede observarse en la siguiente tabla.

Tabla 10. Vivienda. Materiales predominantes en muros.

MATERIAL	1960 (%)	1970 (%)	1980 (%)	1990 (%)
Bloque/ladrillo/tabique	11.82	43.75	50.34	53.8
Madera	57.91	46.07	40.	41.90
Adobe	1.62	4.44	1.70	0.5
Otros materiales	28.64	3.76	7.77	3.06
No especificado	-	-	-	0.69
Total	100.00	100.00	100.00	100.00

Fuente: Para 1960, 1970 y 1980, SAHOPE Plan de Desarrollo Urbano 1984. Para 1990: INEGI. Gobierno del Estado. XV Ayuntamiento Tijuana. Cuaderno Estadístico Municipal. Tijuana, 1997.

Lo mismo puede decirse para los materiales de techos y pisos con que cuentan las viviendas en Tijuana. En el siguiente cuadro se observa cómo en 1990, el 66.3 por ciento tenía techos de madera y sólo el 26.8 contaba con material de ladrillo o tabique.

Las viviendas con techos de lámina o cartón realmente presentan un porcentaje poco relevante en el conjunto de las viviendas, pero quizá significativo desde el punto de vista de la dinámica económica de la ciudad y sus supuestos indicadores de bienestar social. Lo mismo se aplica para los materiales de pisos, en donde el 7.6 por ciento es de tierra.

Tabla 11. Vivienda. Materiales de techos y pisos. 1990

MATERIAL DE TECHOS	PORCENTAJE
Lámina de cartón	2.3
palma, tejamanil, madera	66.3
lámina de asbesto o metálica	1.6
teja, losa de concreto	0.20
tabique o ladrillo	26.8
otros materiales	2.0
No especificado	0.8
TOTAL	100.00

Fuente: INEGI, Gobierno del Estado, XV Ayuntamiento Tijuana. Cuaderno Estadístico Municipal. Tijuana, 1997. (Ruiz, 2007: 4)

Tabla 11. Vivienda. Materiales de techos y pisos. 1990

MATERIAL DE PISOS	PORCENTAJE
Tierra	7.6
Cemento o firme	64.8
Madera, mosaico u otros recubrimientos	26.8
No especificado	0.70
TOTAL	100.00

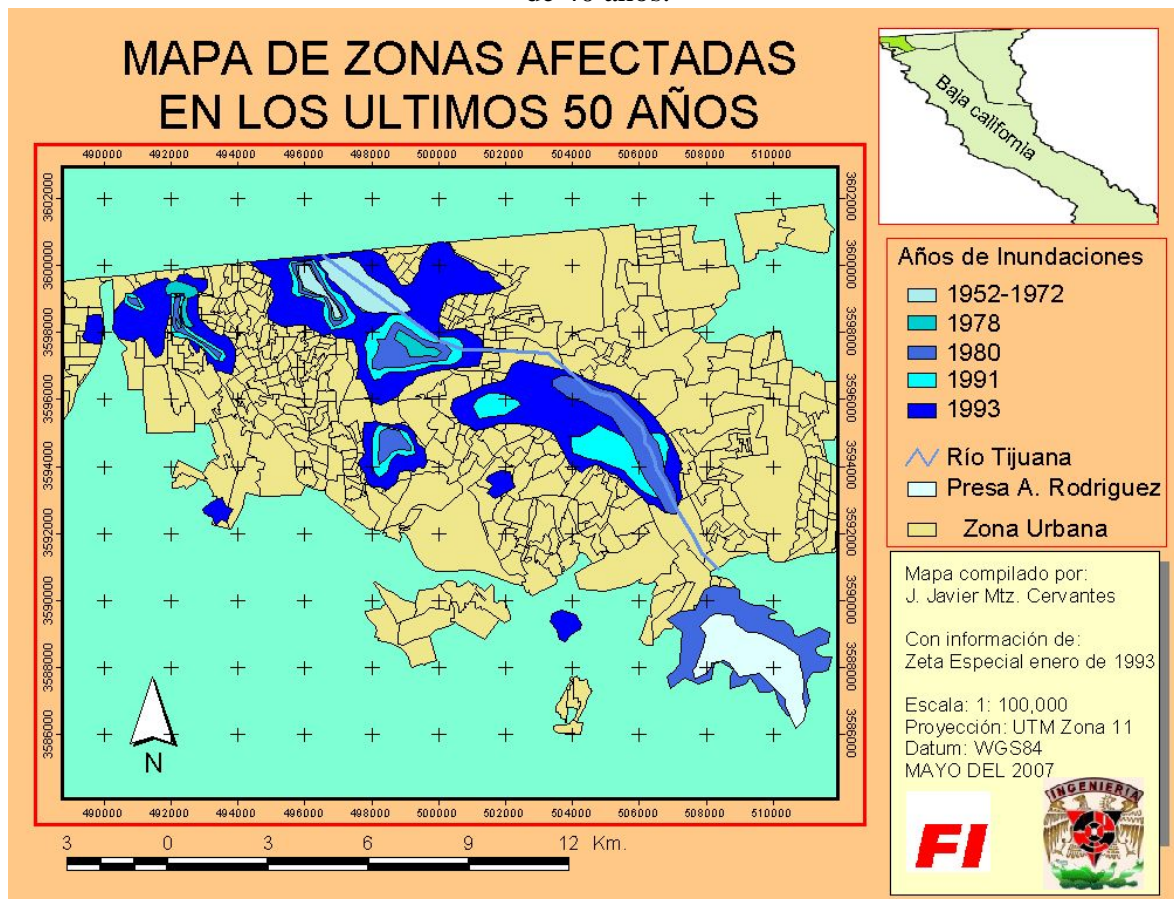
Fuente: INEGI, Gobierno del Estado, XV Ayuntamiento Tijuana. Cuaderno Estadístico Municipal. Tijuana, 1997. (Ruiz, 2007: 4)

Con todo lo anterior y consideran la vulnerabilidad física, la geomorfología de la zona, así como el tipo de terreno, tomando en cuenta las pendientes del lugar y donde están asentadas las colonias con mayor reincidencia en este tipo de fenómenos. Se compilará un mapa que nos pueda informar de las zonas de peligro, vulnerabilidad y riesgo.

5.5. Resultados finales

Como resultados finales tenemos mapas de, peligro, Vulnerabilidad física y riesgo, así como los anteriores expuestos, el mapa de Vulnerabilidad nos da las zonas más propensas a ser afectadas, en cuanto llueva de igual manera o mucho mayor que enero de 1993, como paso en 1998. La figura 42 nos ilustra más como es que este fenómeno se viene presentando desde hace ya más de 40 años.

Figura.41. El siguiente mapa nos muestra los eventos ocurridos en Tijuana, en un periodo de 40 años.

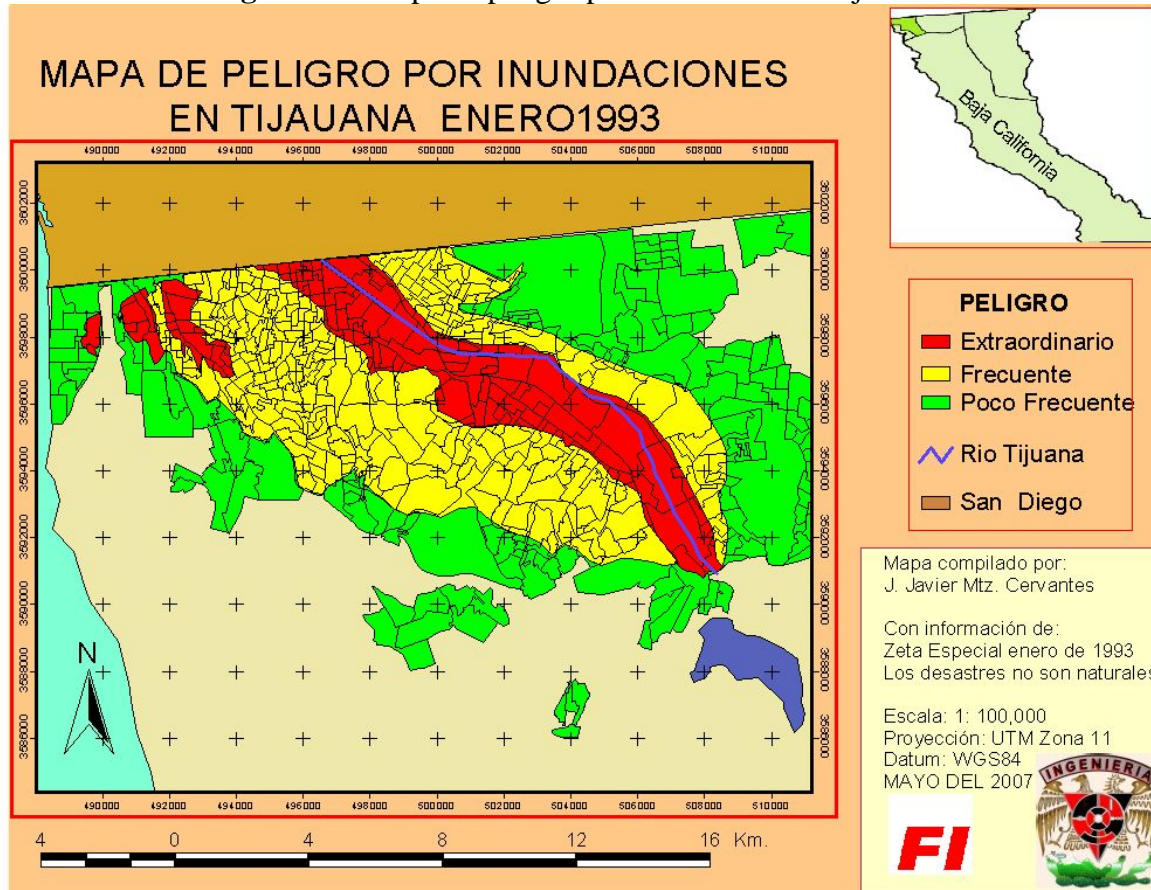


Fuente: Elaboración propia con datos de Reporte Zeta Especial Enero de 1993

El mapa de peligro (ver figura. 43) nos dice que tan reiterativo a sido este fenómeno durante un periodo de tiempo en este caso tomare 50 años, el motivo de escoger este periodo, es por que en este periodo se pude ver muy claramente el periodo de retorno y como se han incrementado la lluvia en Tijuana. Con esto tenemos la probabilidad de que ocurra un evento de mas del 50% basándome en términos probabilísticos, donde la probabilidad se da entre 0 y 1 si la probabilidad de los eventos se acerca más a uno, hay muchas posibilidades que un evento mayor al ocurrido se factible que pase.

Para esto, me base en la información del reporte especial de zeta, donde podemos ver los acontecimientos durante un cierto periodo de tiempo.

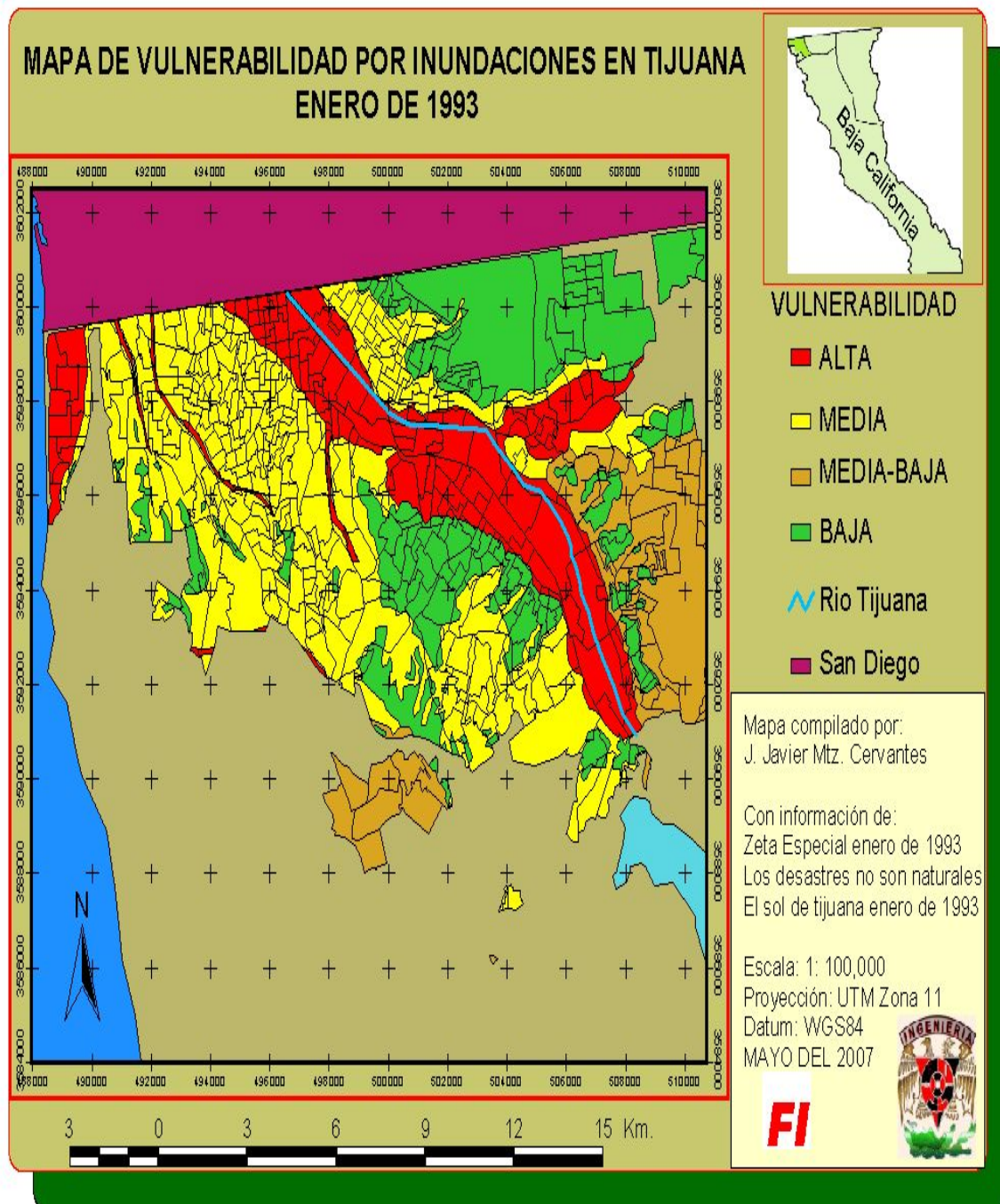
Figura. 43. Mapa de peligro por inundación en Tijuana.



Fuente: Realización propia con datos de, Los Desastres no son Naturales y Reporte Zeta Especial Enero de 1993

Dijimos también que como consecuencia de la vulnerabilidad de un grupo humano, pueden aparecer nuevos riesgos para ese mismo o para otros grupos. Tal como se definió con anterioridad, la vulnerabilidad corresponde a la predisposición o susceptibilidad que tiene un elemento a ser afectado o a sufrir una pérdida. Para el análisis de la Vulnerabilidad física, entran en juego muchos factores como, el tipo de suelo, aspectos socioeconómicos, tipo de vivienda, etc. En nuestro caso (ver figura. 44) se realizara tomando en cuenta los factores de tipo de suelo, geomorfología, tipo de vivienda.

Figura. 44. Mapa de vulnerabilidad para Tijuana.



Fuente: Realización propia con datos de Los Desastres no son Naturales y Reporte Zeta Especial Enero de 1993, El Sol de Tijuana Enero de 1993

En la tabla.12. Se puede ver las variables que se utilizaron, para determinar la vulnerabilidad de Tijuana.

Tabla.12. Factores para determinar la vulnerabilidad en Tijuana.

Litología	Características geomorfológicos	Colonias afectadas	Tipo de vivienda	Vulnerabilidad
Aluvión	Planicies y valles aluviales, terrazas aluviales	Agua Caliente	II-V	ALTA
Aluvión	Planicies y valles aluviales, terrazas aluviales	Arboledas	II-V	ALTA
Aluvión	Planicies y valles aluviales, terrazas aluviales	Chula vista	II-V	ALTA
Aluvión	Planicies y valles aluviales, terrazas aluviales	Calette	II-V	ALTA
Aluvión	Planicies y valles aluviales, terrazas aluviales	Zona norte	II-V	ALTA
Terrazas aluviales	Planicies y valles aluviales, terrazas aluviales	Gavilondo	II-V	ALTA
Aluvión	Planicies y valles aluviales, terrazas aluviales	Zona este	II-V	ALTA
Terrazas aluviales	Planicies y valles aluviales, terrazas aluviales	Las palmas	II-V	ALTA
Aluvión	Planicies y valles aluviales, terrazas aluviales	Zona centro	II-V	ALTA
Terrazas aluviales	Planicies y valles aluviales, terrazas aluviales	18 de Marzo	II-V	ALTA
Aluvión	Planicies y valles aluviales, terrazas aluviales	Sánchez Taboada	IV-V	ALTA
Aluvión	Planicies y valles aluviales, terrazas aluviales	Manuel Paredes	IV-V	ALTA
Aluvión	Planicies y valles aluviales, terrazas aluviales	Xiconténcalt Leyva	I-III	ALTA
Aluvión	Planicies y valles aluviales, terrazas aluviales	Playas de Tijuana	IV	ALTA
Arenisca-Conglomerado	Mesa, Laderas Empinadas, peñascos, Laderas Suaves	Lázaro Cárdenas	II-V	MEDIA
Arenisca-Conglomerado	Mesa, Laderas Empinadas, peñascos, Laderas Suaves	Los laureles	II-V	MEDIA
Arenisca-Conglomerado	Mesa, Laderas Empinadas, peñascos, Laderas Suaves	Miramar	II-V	MEDIA
Arenisca-Conglomerado	Mesa, Laderas Empinadas, peñascos, Laderas Suaves	Independencia	II-V	MEDIA

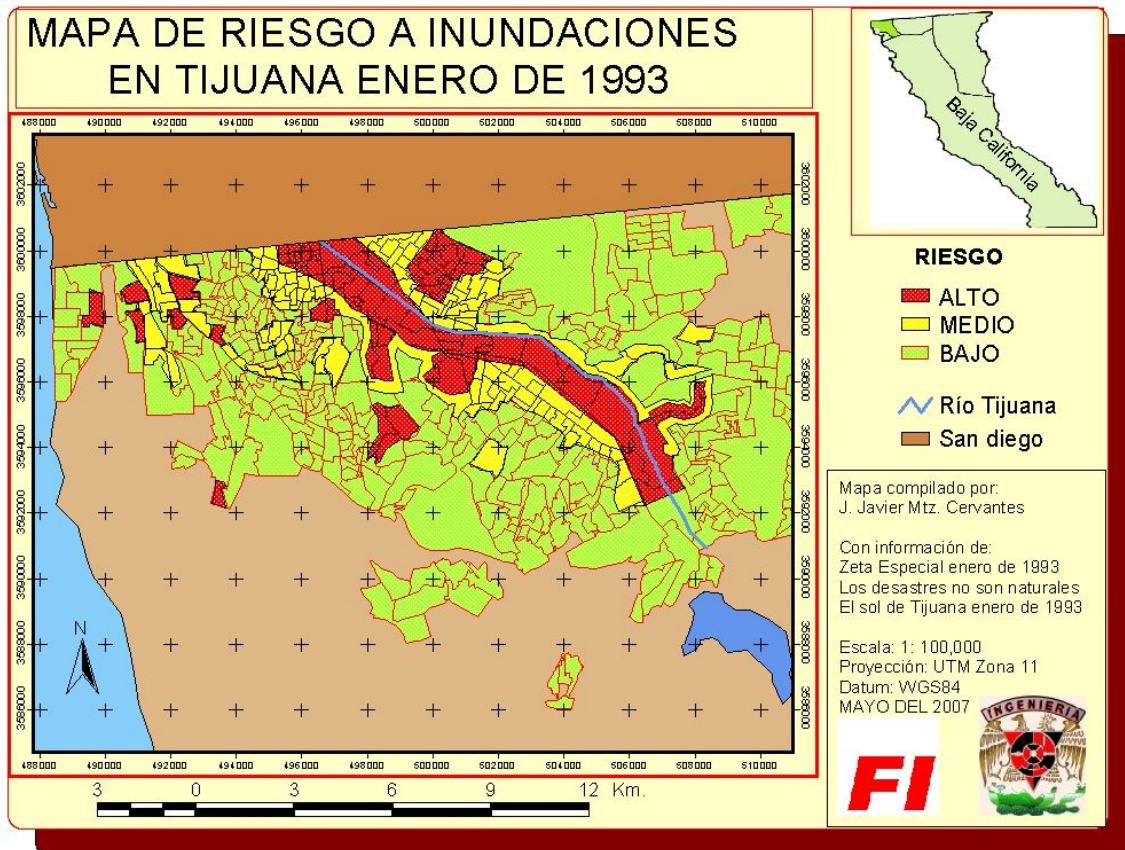
Arenisca-Conglomerado	Mesa, Laderas Empinadas, peñascos, Laderas Suaves	Tejamen	II-V	MEDIA
Arenisca-Conglomerado	Mesa, Laderas Empinadas, peñascos, Laderas Suaves	Planetario	II-V	MEDIA
Arenisca-Conglomerado	Mesa, Laderas Empinadas, peñascos, Laderas Suaves	Las cruces	II-V	MEDIA
Arenisca-Conglomerado	Mesa, Laderas Empinadas, peñascos, Laderas Suaves	Cañón Sáenz	II-V	MEDIA
Arenisca-Conglomerado	Mesa, Laderas Empinadas, peñascos, Laderas Suaves	Cañón de la Piedrera	II-V	MEDIA
Arenisca-Conglomerado	Mesa, Laderas Empinadas, peñascos, Laderas Suaves	Libertad	II-IV	MEDIA
Arenisca-Conglomerado	Mesa, Laderas Empinadas, peñascos, Laderas Suaves	Lomas Taurinas	II-IV	MEDIA
Arenisca-Conglomerado	Mesa, Laderas Empinadas, peñascos, Laderas Suaves	Ruiz Cortines	II-IV	MEDIA
Conglomerado	Mesa, Laderas Empinadas, peñascos, Laderas Suaves			MEDIA-BAJA
Conglomerado	Mesa, Laderas Empinadas, peñascos, Laderas Suaves			MEDIA-BAJA
Conglomerado	Mesa, Laderas Empinadas, peñascos, Laderas Suaves	Aeropuerto	IV	BAJA
Conglomerado	Mesa, Laderas Empinadas, peñascos, Laderas Suaves	Camino verde	II	BAJA
Conglomerado	Mesa, Laderas Empinadas, peñascos, Laderas Suaves	División del Norte	II	BAJA

Fuente: Realización propia con datos de Los Desastres no son Naturales, Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligro de Riesgo, Reporte Zeta Especial Enero de 1993, Proyecto Radius 2001, Atlas del Río Tijuana. 2007.

Es así como el riesgo de deslizamiento aparece como consecuencia, la mayoría de las veces, del asentamiento de grupos humanos económicamente imposibilitados de emprender costosas obras de contención o estabilización, en laderas cuya pendiente las hace inapropiadas para la urbanización sin las inversiones descritas, lo cual se agrava con la subsiguiente deforestación de la ladera y el manejo inadecuado de las aguas lluvias, corrientes y servidas.

Para realizar el mapa de riesgo (ver figura 44) tomaremos en cuenta que desde el punto de vista físico, las pérdidas esperadas en un período de tiempo, que puede ser expresada como una proporción del valor o costo de reemplazo de los elementos bajo riesgo, en general se acepta referirse al riesgo haciendo referencia a un riesgo específico representativo para la región, como por ejemplo: el riesgo por inundación para las cosechas. Para este mapa me basé en la información tanto de algunos libros mencionados en la bibliografía, como del los periódicos de mayor circulación en Tijuana.

Figura. 44. Mapa final de riesgo ha inundaciones en Tijuana.



Fuente: realización propia con datos de Realización propia con datos de Los Desastres no son Naturales, Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligro de Riesgo, Reporte Zeta Especial Enero de 1993, Proyecto Radius 2001, Atlas del Río Tijuana.

Podemos terminar mencionando la diferencia fundamental entre la amenaza y el riesgo está, en que la amenaza esta relacionada con la probabilidad de que se manifieste un evento natural o un evento provocado, mientras que el riesgo está relacionado con la probabilidad de que se manifiesten ciertas consecuencias, las cuales están íntimamente relacionadas no sólo con el grado de exposición de los elementos sometidos sino con la vulnerabilidad que tienen dichos elementos a ser afectados por el evento. (Maskrey, 1993: 56)

6.- Conclusiones generales

La realización de esta tesis representó un arduo trabajo de investigación y recopilación de toda la información posible acerca de las inundaciones en Tijuana. El desarrollar todo el trabajo para este fenómeno fue algo que me enriqueció en información que yo desconocía, además de reafirmarme que la carrera de ingeniero topógrafo y geodesta es una carrera interdisciplinaria.

El poder aplicar los conocimientos adquiridos durante la carrera es algo que me llena de satisfacción, ya que cuando realizaba la investigación, pude ver que no hay mucha información sobre este tema, menos de una ciudad tan lejana como lo es Tijuana, la mayoría de los mapas que encontré como referencia no contaban con datos importantes como: la proyección, datum, fecha, escala, esto hizo que la mayoría de los mapas fueran realizados por mi cuenta, los pocos que encontré eran de investigaciones específicas, de proyectos entre universidades tanto de México como de Estados Unidos. Cabe mencionar que estos proyectos ya estaban realizados con un SIG, y al querer pedir apoyo a los autores con algunas capas de información, nunca pude tener respuesta, es por ello que tuve que hacer la recopilación de cada mapa.

El problema de no poder encontrar mucha información de este tema, es por la razón que en México es relativamente joven los proyectos de prevenciones de siniestros, estos surgieron a raíz del sismo de 1985, es en este momento cuando se empieza a crear instituciones (protección civil) los cuales tendrían que ayudar a los habitantes en peligro tanto de huracanes, erupciones, inundaciones, etc.

Una de estas instituciones que surgieron fue CENAPRED, en esta lugar pude obtener la mayoría de mi material de investigación así como de varios folletos que gratuitamente son dados a todo el público que lo requiera, gracias a los libros obtenidos ahí, pude tener más bases para desarrollar este trabajo. Otra de las instituciones que me fue de mucha ayuda fue CONAVIO, aquí pude bajar capas de información que complementaban mis mapas, con esto me ahorré mucho tiempo, el cual aproveché en investigar en los periódicos de mayor circulación en Tijuana, para esto visité la hemeroteca de la UNAM, donde logré fotocopiar los acontecimientos más importantes, que para mi sorpresa sólo un periódico le dedicó el espacio que se merecía a un desastre de esa naturaleza, este fue Zeta. Para los demás fue algo insignificante, una de las razones que encontré, fue que, este fenómeno se vio más políticamente entre el PRI y el PAN, que como un desastre, además que la mayoría de los responsables tenían muchas palancas con el presidente municipal de Tijuana, que en ese momento era Ruffo, o como el dueño del periódico "El Sol de Tijuana" que construyó condominios en causas del río, y a la hora de la inundación, en su periódico lo mencionaba en columnas muy escondidas y con una información muy pobre.

Al final quedo satisfecho por los resultados ya que es muy importante que ciudades como Tijuana tengan planes de contingencia en estos eventos, también programas que le informen a la gente donde se localizan las zonas de peligro y es ahí donde entra este trabajo

ya que por la investigación hecha, todo indica que muy pronto Tijuana sufrirá los embates de la lluvia, causándole nuevamente tremendas inundaciones.

Ahora que ya es más que un hecho, que el cambio climático está causando estragos, es muy importante desarrollar más trabajos como éste, para mitigar los posibles desastres, sólo basta echarle un vistazo a los últimos acontecimientos ocurridos en el sur de la República Mexicana y Centro América.

Quedo satisfecho por aplicar un poquito de todos los conocimientos adquiridos en la facultad, sabiendo que hay un mundo por descubrir.

BIBLIOGRAFIA

LIBROS

Maskrey, Andrew, “Los Desastres no son Naturales”, Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina, Editorial, 1993, pp. 121.

Patiño, Elsa y Jaime Castillo Palma, “Ciudad, Salud y Medio Ambiente” Editorial de la red nacional de investigación urbana, 2000, pp. 169-177

Piers Blaikie, Terry Cannon, Ian David, Ben Wisner “Vulnerabilidad”. El entorno social, político y económico de los desastres. Editorial: Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina. Primera Edición: Julio de 1996, Pág. 100-150

Ing. Oscar Zepeda Ramos, Susana González Martínez. “Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México.” Editorial: Centro Nacional de Prevención de Desastres. Primera Edición: México, 2001, Pág. 104-144

Enrique Guevara Ortiz, Roberto Quaas Weppen, Georgina Fernández Villagómez. “Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligro de Riesgo”. Editorial: Centro Nacional de Prevención de Desastres. 1ra edición diciembre del 2004. Pág. 1-247.

Marco Antonio Salas Salinas y Martín Jiménez Espinosa. Serie fascículos “INUNDACIONES” Editorial: Centro Nacional de Prevención de Desastres. Primera Edición: Octubre, 2004, Pág. 1-34

José Lugo Hubp / Moshe Inbar (compiladores) “Desastres Naturales en América Latina” Editorial. Fondo de Cultura Económica Primera edición 2002. Pág. 357-370

Gustavo D. Buzai. “La exploración geodigital” Editorial. Lugar. Edición: 2000. Pág. 1-50

Aparicio “Fundamentos de Hidrología de Superficie” Ed. Limusa 200. Pág. 1-25

Manuel J. Mendoza López y Leobardo Domínguez Morales. “Estimación de la Amenaza y el Riesgo de Deslizamientos en Laderas” Manuel J. Mendoza López y Leobardo Domínguez Morales. Edición 2006. Pág. 135-145

E. Davis, W. Nelly. “Topografía Elemental” Editorial C. E. C. S. A. 1983 Pág. 17-30

PERIÓDICOS

Periódico Oficial del Estado de Baja California: 1954-1984.

El Sol de Tijuana, de 6-24 DE ENERO 1993

Reporte Zeta Especial” Las Inundaciones en Tijuana” del 6 al 5 de Febrero de 1993

REVISTAS.

Boletín Investigaciones Geográficas. num. Especial 4. 1996

ARTICULOS EN INTERNET

Mtra. Lina Ojeda Revah. “Espacios Urbanos y Naturales”. 2006. Pág. http://www.tij.uia.mx/elbordo/vol05/esp_urb_nat_1.html

Antonio Padilla Corona “Desarrollo Urbano” 2005. Pág. www.tijuana.gob.mx/ciudad.

Atlas de la cuenca del Río Tijuana. Sistema de Información Geográfica y Estadística de la Frontera Norte. San Diego State University. El Colegio de la Frontera Norte. Editado por: Consorcio de Investigación y Política Ambiental del Suroeste. De los Estados Unidos Pág. <http://irsc.sdsu.edu/>.

Benedicto Ruiz Vargas, Patricia Aceves Calderón. Pobreza y desigualdad social en Tijuana. El bordo restos de la frontera. Revista electrónica. http://www.tij.uia.mx/elbordo/vol02/bordo2_pobtj_5.html

Programa de Desarrollo Urbano del Centró de Población de Tijuana B. C. 2002-2005 “Diagnostico, Medio Físico y Natural” Pág. 1-16

SIG y Percepción Remota, 2004. <http://www.teledet.com.uy/imagenes.htm>

Gabriel Ortiz. Recursos. 2006. Pág. <http://recursos.gabrielortiz.com>,

Reformas y adiciones a las normas técnicas para levantamientos geodésicos 2006 Pág. 2-3

Archivo de Historia Oral del Centro de Investigaciones Históricas UNAM-UABC.

Bill Hickman “My trip to Tijuana” Cañon Los Laureles Tijuana.

<http://www.teledet.com>, <http://www.esri.com>, <http://www.tij.uia.mx>

Proyecciones cartográficas. 2007 Pág. <http://www.ilustrados.com/publicaciones>. Y <http://es.wikipedia.org>

Ignacio Alfonso Fernández-Coppel. Localizaciones geográficas “La proyección UTM” 2007. Pág. <http://www.cartogrfia.utm>.

Univisión. 2007. Pág. <http://foro.univision.com/univision/borrad>.

TESIS

Juan Manuel Núñez Hernández “Análisis de Riesgos Sísmico en Zonas Urbanas del DF.” Facultad de ingeniería 2004.