

EVALUACIÓN DE ÁREAS DE RIESGO AMBIENTAL-URBANO EN EL CONTEXTO DEL DESARROLLO SOSTENIBLE. ESTUDIO DE CASO: TIJUANA, B. C.

Romo Aguilar Ma. de Lourdes *

RESUMEN

El estudio de los riesgos ambientales de tipo urbano es sumamente complicado, tanto como la interacción naturaleza-sociedad. Por ello este trabajo parte de considerar el riesgo como un sistema complejo dentro del pretendido proceso de desarrollo sostenible. En contraste con lo que ocurría hasta hace una década aproximadamente, ya que prevalecía en los trabajos sobre desastres una visión parcial que se enfocaba en catalogarlos como sucesos de desgracia provocados por fenómenos naturales peligrosos de carácter repentino e incontrolable.

En los últimos años, afortunadamente, ha cambiado la manera de abordar el tema de riesgos naturales y la concepción acerca de los mismos. Resultando trabajos cuyo énfasis se encuentra en la recurrencia de estos procesos y en la vulnerabilidad socioeconómica de la población afectada. Se considera además, que el análisis de los aspectos sociales en su interrelación con los aspectos naturales que originan un fenómeno peligroso es útil en términos de prevención y mitigación del riesgo.

La evaluación de riesgos ambientales en la zona urbana de Tijuana, se presenta a través de una perspectiva integral sobre los aspectos socioeconómicos representativos y los fenómenos dinámicos del entorno físico de la ciudad. Este tratamiento permite tener un conocimiento real de la vulnerabilidad de la población y sus bienes materiales, así como su distribución espacial por medio de zonas. Esta zonificación da la pauta para realizar propuestas alternativas de uso de las diferentes

áreas establecidas según su jerarquía de riesgo, con lo cual quedan sentadas las bases para el ordenamiento del territorio bajo la idea del desarrollo sostenible.

El término de desarrollo sostenible famoso a partir del informe Brundtland como el desarrollo que debe satisfacer las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades, debe articular en la puesta en práctica tres elementos principales: la cobertura de las necesidades básicas de la población, la capacidad de los sistemas naturales para conseguir dicho fin y la cobertura de las necesidades para generaciones futuras.

Con base en lo anterior, el trabajo aborda en primera instancia el marco conceptual sobre el tratamiento del riesgo ambiental en el contexto del controversial concepto de desarrollo sostenible, posteriormente se abordan de manera individual los componentes natural y social del riesgo y las variables principales que en cada uno intervienen. Como resultado de la interrelación de ambos componentes se obtiene una evaluación sobre la situación de los riesgos ambientales en el estudio de caso. Esta evaluación se articula como parte importante del desarrollo sostenible. Finalmente se hacen algunas consideraciones al respecto.

* Maestra en Administración Integral del Ambiente. Investigadora de El Colegio de la Frontera Norte en la Dirección Regional de Nuevo Laredo, Tamps.

INTRODUCCIÓN

El estudio del riesgo ambiental-urbano es sumamente complicado, tanto como la interacción naturaleza-sociedad, por ello este trabajo parte de abordar el riesgo como un sistema complejo que se inserta como un elemento importante a considerar en el pretendido desarrollo sustentable. Esta consideración es hasta cierto punto novedosa, ya que hasta hace una década aproximadamente, prevalecía en los trabajos sobre desastres una visión parcial que se enfocaba en catalogarlos como sucesos de desgracia, provocados por fenómenos naturales peligrosos de carácter repentino e incontrolable.

De acuerdo con Macías (1995), hasta esos años, el saber, en relación con estos acontecimientos, en la mayoría de los países estaba centrado en las ciencias de la naturaleza y las acciones reparadoras tendían a ser sólo asistenciales o bien obras de ingeniería. Se consideraba que el peligro tenía que ver principalmente con los fenómenos naturales y no se tomaba en cuenta los aspectos sociales, que en un momento determinado pueden incrementar el factor de riesgo.

En este trabajo, la evaluación del riesgo ambiental en la zona urbana de Tijuana, se presenta a través de una perspectiva integral sobre los aspectos socioeconómicos representativos y los fenómenos dinámicos del entorno físico de la ciudad. Este tratamiento permite tener un conocimiento real de la vulnerabilidad de la población y sus bienes materiales, así como su distribución espacial por medio de zonas. Esta zonificación da la pauta para realizar propuestas alternativas de uso de las diferentes áreas establecidas según su jerarquía de riesgo, con lo cual quedan sentadas las bases para el ordenamiento del territorio en términos del desarrollo sostenible.

Para ello, se parte en primera instancia de establecer el marco conceptual sobre el tratamiento del riesgo ambiental como un sistema complejo en el contexto del desarrollo sostenible, posteriormente se abordan de manera individual los componentes natural y social del riesgo y las principales variables que en cada uno intervienen. Como resultado de la interrelación de ambos componentes se obtiene una evaluación sobre la situación de los riesgos ambientales en el estudio

de caso. Esta evaluación se articula como parte importante en la estrategia de desarrollo sostenible. Finalmente se hacen algunas consideraciones al respecto.

Marco conceptual de riesgo ambiental-urbano en el contexto del desarrollo sostenible

El concepto de riesgo ambiental-urbano se hace a través del análisis de sistemas, para ello se parte de la conceptualización que hace Duval (1992) sobre el sistema complejo, el cual designa como “sistema” al conjunto de elementos heterogéneos que funcionan como una totalidad con un cierto grado de organización y “complejo” se aplica cuando los elementos del sistema pertenecen al dominio de distintas disciplinas. La complejidad surge de la inseparabilidad de los elementos. El conjunto de hechos que se denomina sistema, no tiene límites precisos, toda investigación se plantea por consiguiente como un “recorte” de la realidad. Esto es, el sistema no está dado, sino que se debe construir.

De acuerdo con Rolando García (1986), se requiere de una visión sistémica para abordar la problemática ambiental. Este autor define un sistema integral como el conjunto de elementos que intervienen dentro de la problemática y que tiene a sus partes interrelacionadas y con interacciones con los sistemas restantes. Lo anterior constituye una propuesta de metodología para el trabajo interdisciplinario y a la vez un marco sobre el cual se fundamenta este trabajo con bases epistemológicas. Los componentes del sistema son unidades complejas o subsistemas que interactúan entre sí y que determinan la estructura del mismo, a su vez estos subsistemas se pueden analizar como sistema en otro nivel de estudio.

A partir de estas consideraciones, se define como problema de estudio de esta investigación la evaluación de áreas de riesgo ambiental-urbano en Tijuana, B. C. y su relación con el desarrollo sustentable. Se considera la zona urbana como el sistema y los subsistemas son el medio natural y el medio social integrados a su vez por elementos como geomorfología y densidad poblacional entre otros, que se abordan a través de distintos campos disciplinarios.

Se define el riesgo ambiental como la probabilidad de que un fenómeno peligroso originado en el medio físico y que amenaza una población, tenga graves consecuencias económicas y sociales. Se observa en esta definición que se habla de un sistema natural y un sistema social, esto es, lo que afecta y lo afectable. De hecho, en una reunión de expertos sobre el estudio estadístico de riesgos naturales (Fournier, 1979), se elaboró una ecuación conceptual muy completa (Figura 1), que

abarca los elementos básicos en un estudio aplicado de riesgo. Incluye componentes naturales como la peligrosidad del fenómeno, y componentes humanas y combinadas como el valor (componente humana, porque la apreciación de valor se la da el hombre) y la vulnerabilidad (componente combinada, porque interactúan aspectos humanos y naturales).

De acuerdo con Palacio (1995), la interpretación más generalizada de la ecuación es la siguiente: la peligrosidad estudia la agresividad del fenómeno en términos absolutos, es decir, su magnitud física, su ocurrencia y su cobertura espacial, sin considerar aún su afectación al entorno cultural. El valor estima cuantitativamente la susceptibilidad al daño y/o pérdidas de vidas humanas, infraestructura y capacidad productiva por los efectos destructivos del fenómeno, dándole al estudio de la peligrosidad un carácter aplicado. Finalmente la vulnerabilidad considera las posibilidades técnicas y económicas de prever o mitigar los varios efectos destructivos del fenómeno y la capacidad de la propia naturaleza para absorber el avance del mismo. La vulnerabilidad permite entonces evaluar los grados de exposición de las zonas ocupadas por grupos humanos susceptibles de ser afectados por el fenómeno.



Figura 1. Ecuación conceptual de riesgo. Tomado de Palacio (1995).

A partir de esta ecuación conceptual, este estudio de riesgos se aborda a partir de dos componentes principales y su interrelación, éstas son: la natural y la social. La primera se refiere a lo que es en la ecuación la peligrosidad del fenómeno y la segunda engloba el valor y la vulnerabilidad. Cada componente se conforma a partir de una serie de variables que están sistemáticamente relacionadas y tienen expresión individual como objeto de estudio de diferentes disciplinas y en conjunto como valoración de riesgo.

Esta valoración de riesgo es parte importante para planear el ordenamiento del territorio dentro del marco del desarrollo sostenible, cuyas posibilidades dependen de la naturaleza, de la disponibilidad, tipo, identificación y utilización de los recursos, la acumulación de capital fijo o medio artificial, el tamaño y localización del lugar y sus características demográficas, clima relieve, ubicación geográfica, etc. A su vez, el proceso de desarrollo implica generación de desechos y desperdicios, desplazamiento de población y actividades productivas, y otros procesos que alteran el ambiente y afectan con su dinámica de diversas maneras a la biosfera, y con ello, a su vez, al propio desarrollo, generando así nuevas condiciones para el proceso ulterior de desarrollo (Sunkel, 1980). La introducción de la perspectiva ambiental significa reconocer que ese proceso de desarrollo está condicionado por el medio natural, tanto porque lo afecta de diversas maneras, como porque es sustancialmente afectado por él y cada vez más mientras más avanza el proceso de desarrollo. A continuación se analizará esta interacción medio natural-desarrollo a través de la valoración del riesgo ambiental y el estudio individual de sus componentes.

Componente natural del riesgo ambiental

Como componente natural se aborda la susceptibilidad del área de estudio, definiéndola como “el funcionamiento, fragilidad y capacidad de asimilación del ambiente físico ante la ocurrencia de un fenómeno perturbador” (Alexander, S/R). Para determinar la susceptibilidad del área de estudio se consideraron los siguientes elementos: la geología regional, la sismicidad, la geomorfología, las pendientes y la litología.

Geología regional (fallas y fracturas) y sismicidad. Los rasgos geológicos como fallas y fracturas disminuyen la resistencia de la masa rocosa haciéndola más vulnerable a la acción de la gravedad. Sólo como marco de referencia se acotan datos importantes de señalar para esta categoría.

De acuerdo con Delgado et al (1993), Tijuana se localiza en una zona tectónicamente activa, incluida la zona de cizallamiento del Sur de California (Southern California Shear Zone). Con respecto al marco tectónico, el mismo autor señala que Tijuana se localiza a 60 km. al oriente del

Sistema de la Falla San Clemente y entre este sistema y la costa, se encuentran en arreglo casi paralelo (N30° - 40°W) las fallas Depresión San Diego (San Diego Trough), Banco Coronado y Descanso. Es importante también mencionar la Falla La Nación, que va del norte del condado de San Diego hasta las cercanías de la línea internacional, la cual representaría en un momento dado un fuerte peligro para el centro de Tijuana (Montalvo, 1996). En la costa se encuentra la Falla Rose Canyon (Legg, 1985). En la zona continental, entre San Diego y Tijuana, se considera que las complejidades tectónicas resultan de la interacción de la Zona de Falla San Miguel-Vallecitos con la Zona de Falla Rose Canyon, las cuales, según se ha inferido están conectadas a profundidad (Brune et al, 1979; Legg and Kennedy, 1979; Suárez-Vidal et al, 1991). Esta última zona de falla es activa (está documentado un sismo de 4.9 en 1986), y se estima que actualmente muestra un desplazamiento del orden de 1 a 1.8 mm/año. Estas referencias apoyan el concepto de zona tectónicamente activa.

Según el registro histórico, la sismicidad presentada en el área de estudio es de baja magnitud (máxima de 3.0 para un sismo de 1976). A primera vista, esto parece indicar que no está sujeta a la posibilidad de movimientos fuertes. No obstante, se debe tomar en cuenta que la zona está circundada por los sistemas mencionados, los cuales son sismogénicos y en algunos se registra una actividad mayor a $M_L=6$ (Frez y González, 1991 citado por Aragón, 1994).

Existen tres elementos más que con anterioridad han demostrado ser relevantes en la ciudad de Tijuana (Bocco et al, 1993; Delgado et al, 1993; Aragón, 1994; Montalvo, 1996), la geomorfología que se refiere a la forma y el proceso del relieve, la pendiente del terreno que cuando es mayor a 10° constituye un peligro para la población y la litología que se refiere en este estudio a correlacionar el tipo de material de la zona de estudio con los dos elementos anteriores.

La fotointerpretación geomorfológica permitió situar las siguientes geoformas dentro de la mancha urbana: diferentes tipos de lecho aluvial, las cuales principalmente constituyen en la actualidad las terrazas del Río Tijuana y arroyo Alamar, además de lo anterior se fotointerpretaron las áreas de cañadas, diversos tipos de mesas, lomeríos, cerros y una terraza marina sobre la que se encuentra el Fraccionamiento Playas de Tijuana.

Las geoformas establecidas se correlacionan con los diferentes grados de pendiente, que para los fines del presente trabajo se utilizan los siguientes rangos: a) 0 a 2°; b) 2 a 4°; c) 4 a 10°; d) 10° y más.

Respecto a la litología y según Delgado *op. cit.*, por la distribución de las rocas terciarias y cuaternarias en la zona de estudio, resulta claro que la ciudad está edificada principalmente sobre depósitos muy jóvenes (3.0-1.5 Ma) y poco consolidados. La edad de estos depósitos, el tipo de sedimentos y el estado físico de los mismo, son responsables en parte de la inestabilidad del terreno (deslizamientos). Los sedimentos más recientes en la zona de estudio se encuentran en terrazas de conglomerados pobremente consolidados. Estos son fácilmente erosionables y se distribuyen ampliamente en la ciudad. Sin embargo, los factores geomorfológicos, sedimentológicos y estratigráficos no son los únicos que promueven la inestabilidad, sino el conjunto de variables que en este estudio se presentan.

Con base en la sobreposición de la geomorfología, los rangos de pendiente y la litología general, se determina la susceptibilidad del relieve, de lo cual resultan cuatro tipos de procesos que de manera natural ocurren en la ciudad: anegamiento, inundación, depositación y erosión-remoción en masa (Mapa 1).

En el cuadro 1 se muestra la superficie y el porcentaje que ocupa cada una de estas categorías dentro de la zona urbana de Tijuana.

CUADRO 1
SUSCEPTIBILIDAD DEL RELIEVE POR SUPERFICIE Y PORCENTAJE

SUSCEPTIBILIDAD DEL RELIEVE	SUPERFICIE Km²	%
Anegamiento	23.94	13.18
Inundación	30.63	16.86
Depositación	22.54	12.41
Erosión-remoción en masa	27.05	14.89
Nula*	77.48	42.65

Fuente: Elaboración propia

* Esta categoría se refiere a que en las áreas determinadas así no existen las condiciones establecidas para los tipos de susceptibilidad ya descritos, lo cual no significa que no pueda haber en menor medida alguno de esos tipos o la combinación de ellos.

La susceptibilidad del relieve a anegamiento cubre una superficie de 23.94 km², lo que representa el 13.18% del total de la mancha urbana. Este tipo de susceptibilidad se concentra principalmente al noreste de Tijuana, en lo que es la Mesa de Otay. La susceptibilidad a inundación cubre una superficie de 30.63 km², ocupando el 16.86% del total, que es el porcentaje más alto de los encontrados. Se ubica espacialmente en las márgenes del Río Tijuana y el arroyo Alamar principalmente. La depositación abarca una área de 22.54 km², siendo esto el 12.41% de la zona de estudio y se localiza sobretodo en el Fraccionamiento Playas de Tijuana, así como al sur de la ciudad y en la parte oriente, en los lomeríos colindantes al Cerro Colorado. La categoría de erosión-remoción en masa cubre una superficie de 27.05 km², lo que representa el 14.89% y se distribuye prácticamente en casi toda la zona urbana en el área de cañadas y los cerros. La posibilidad de acelerar el proceso de erosión aumente debido a que la mayor parte de la ciudad se asienta sobre rocas sedimentarias incompetentes y la gran cantidad de lineamientos estructurales que existen.

Los datos aquí presentados indican que un poco más de la mitad de la superficie (57.34%) de la zona urbana de Tijuana presenta algún tipo de susceptibilidad del medio físico, lo cual es una cantidad muy importante ya que puede representar en un momento dado un gran riesgo si las áreas aquí determinadas tienen algún tipo de uso del suelo, por lo que se hace necesario un análisis de la ocupación del espacio así como de la población en términos de su densidad, para con ello establecer los tipos y grados de riesgo que pueden existir en la ciudad.

Componente social del riesgo ambiental

La componente social se refiere a la vulnerabilidad que presenta la zona urbana de Tijuana, definiéndola como “el proceso mediante el cual se determina el nivel de exposición y la predisposición a la pérdida de un elemento o grupo de elementos ante una amenaza específica, contribuyendo al conocimiento del riesgo a través de interacciones de dichos elementos con el ambiente peligroso. Los elementos bajo riesgo son los contextos social y material, representados por las personas y por los recursos y servicios que pueden ser afectados por la ocurrencia de un evento, es decir, las actividades humanas, los sistemas realizados por el hombre tales como

edificaciones, líneas vitales o infraestructura, centros de producción y sus actividades económicas” (Cardona, 1993).

Para establecer la vulnerabilidad social refiriéndose exclusivamente al aspecto espacial, en esta investigación se consideran únicamente dos aspectos de la misma: la densidad poblacional establecida en habitantes por km² ⁽¹⁾ y el tipo de uso del suelo, donde se especifican los diferentes usos que existen en la ciudad.

Respecto al primero, se tiene que la población en la ciudad de Tijuana se encuentra un tanto dispersa, esto es, hay zonas deshabitadas (como grandes baldíos) y existen otras áreas densamente pobladas, lo cual hace que exista un gran intervalo entre el primer rango establecido de densidad poblacional con respecto al último. Para establecer estos rangos se dividió la población entre la superficie en km² por AGEB, resultando:

- 1) Baja densidad poblacional: 32 a 2016 hab/km²
- 2) Mediana densidad poblacional: 2016 a 4746 hab/km²
- 3) Alta densidad poblacional de 4746 a 7105 hab/km², y
- 4) Muy alta densidad poblacional: 7105 a 42409 hab/km²

CUADRO 2
PORCENTAJE DE SUPERFICIE DE LOS NIVELES DE DENSIDAD POBLACIONAL

DENSIDAD	SUPERFICIE %
Baja	34.4
Mediana	26.8
Alta	16.7
Muy alta	17.0
Sin datos	5.1

Fuente: Elaboración propia

¹Esta información se encuentra a nivel de área geoestadística básica (AGEB) y en formato digital en el proyecto denominado “Base de datos SIG Programa Binacional Cuenca Vertiente Río Tijuana” que se realiza de manera conjunta entre El Colef-ORSTOM.

Como se observa en el cuadro 2, la densidad baja se presenta con un mayor porcentaje de extensión dentro de la mancha urbana cubriendo el 34.4% de área, la cual se concentra al sur y sureste, en lo que es la periferia de la zona urbana de Tijuana. La densidad media cubre una superficie de 26.8% y se encuentra principalmente al oeste y en menor escala al este de la canalización del río Tijuana y al sureste, de la mancha urbana. La densidad alta cubre una extensión de 16.7% localizándose al centro, oeste y sur de la ciudad. La densidad muy alta se concentra principalmente en las áreas centrales, junto a la línea internacional y en la colonia Libertad, cubre una extensión de 17.0% de la mancha urbana. Esto nos indica que básicamente existe una consolidación urbana en el centro y oeste de la ciudad donde las densidades son mayores y en la zona de los cañones donde sus residentes utilizan el espacio accesible para la urbanización, aunque en muchos de los casos realizan cortes en las pendientes y hacen “accesible” ese espacio para asentarse.

De lo anterior se deduce que la población en algunas zonas con poco desarrollo urbano son las que presentan densidades bajas y media baja, estas coinciden con las zonas condicionadas y restrictivas para la urbanización. Finalmente cabe señalar que el 5.1% de la superficie restante está conformado por AGEB's que no tienen datos como por ejemplo el correspondiente a la caseta y carretera de cuota a Ensenada así como la cima del cerro Colorado.

Relacionado con el uso del suelo, el conocimiento de éste se considera elemental para entender el dinamismo urbano y la distribución tanto de las actividades económicas como de la población, por lo que es de suma importancia conocer la distribución porcentual y la localización intraurbana de cada uno de los usos existentes en la ciudad.

Los usos de suelo en la ciudad de Tijuana son los siguientes: residencial, comercial, industrial, en desarrollo, en construcción, transporte, institucional, recreativo, agricultura, agua y finalmente los deshuesaderos de vehículos automotores (yonkes).

**CUADRO 3
PORCENTAJE DE SUPERFICIE DE USO DEL SUELO**

USO DEL SUELO	SUPERFICIE %
Residencial	52.89
Comercial	5.67
Industrial	4.72
En desarrollo	5.45
En construcción	18.74
Transporte	2.92
Institucional	2.05
Recreativo	1.4
Agricultura	0.9
Yonke	0.27
Sin datos	4.44

Fuente: Base de datos SIG Programa Binacional
Cuenca Vertiente Río Tijuana

El uso residencial es considerado como el suelo utilizado sólo para vivienda, este uso predomina con un 52.89% de cobertura en la mancha urbana, se distribuye prácticamente en toda la ciudad, concentrándose más en el sur y oeste de ésta. Al ser la zona más extensa en cobertura en la ciudad, lógicamente es la más susceptible a problemas urbanos, dada su ubicación en la periferia de la mancha urbana.

El área en construcción abarca el 18.74%, representando esto el segundo lugar en porcentaje de ocupación del espacio, lo que significa que es muy fuerte la dinámica demográfica y urbana.

Las áreas comerciales cubren el 5.67% de la mancha urbana de Tijuana, se ubican principalmente en la zona centro y Río y en los ejes viales más importantes de la ciudad (Boulevard Agua Caliente-Díaz Ordaz y el Boulevard Insurgentes, entre otros) y en menor escala en la Mesa de Otay y en el Fraccionamiento Playas de Tijuana.

Las áreas en desarrollo cubren 5.45% de la mancha urbana representando un grave problema para su crecimiento ya que se produce la especulación de esas áreas aprovechando que el suelo es sumamente escaso en esta ciudad. Estas zonas se localizan principalmente en la parte este de la ciudad.

La zona industrial cubre el 4.72%, ésta se localiza principalmente al Este de la ciudad, donde se ubican la ciudad industrial y la Mesa de Otay, entre otras. También encontramos otra área al sureste de la ciudad (El Florido), en la carretera libre a Ensenada y en el Boulevard Agua Caliente-Díaz Ordaz, provocando esta última un congestionamiento vial lo que hace que sea incompatible con las áreas residenciales contiguas (Mpio. de Tijuana, 1994). Otro tipo de industria que aparece es la extractiva con el 0.55%.

El rubro de transporte cubre el 2.92% y comprende primordialmente el Aeropuerto y la central de autobuses. El primero es el área más problemática, debido a la incompatibilidad con los demás usos contiguos, provocando externalidades negativas como contaminación por ruido y humo y la existencia de peligrosidad por accidentes (Mpio. de Tijuana, 1994).

La categoría denominada institucional cubre el 2.05% e incluye el Palacio Municipal, así como la canalización del Río Tijuana, considerados espacios de equipamiento urbano necesarios para la comunidad.

Lo recreativo cubre el 1.4% y dentro de esta categoría está el parque Morelos, el Centro Cultural Tijuana, así como las pocas áreas verdes de la ciudad.

Las áreas menores están ocupadas con los siguientes rubros: la agricultura representa el 0.9%, el deshuesadero de vehículos automotores es el 0.27%, mientras que el agua (presa Abelardo L. Rodríguez) es el 0.12%. El 4.32% restante se refiere a las áreas sin datos.

El traslape de la densidad poblacional y el uso del suelo permite designar los espacios vulnerables (Mapa 2), resultando cuatro categorías que se muestran en el cuadro 5. En este mismo cuadro se especifica la superficie que cubre cada una.

CUADRO 5
PORCENTAJE DE VULNERABILIDAD SOCIAL

VULNERABILIDAD	SUPERFICIE %
Muy baja	27.49
Baja	29.14
Mediana	29.41
Alta	13.96

Fuente: Elaboración propia

Lo anterior indica que las categorías que mayor porcentaje de superficie ocupan en la ciudad, son las de baja y mediana vulnerabilidad, que en suma representan casi el 60%, sin embargo, éstas se encuentran ampliamente distribuidas en la mancha urbana, por lo que deben considerarse en el momento de determinar los riesgos. La clase de muy baja vulnerabilidad es casi una tercera parte de la superficie total, y le sigue la de alta vulnerabilidad que aunque tiene un porcentaje relativamente bajo, se toma en cuenta especialmente porque está concentrada en dos áreas en la zona norte de la ciudad, pegadas a la línea internacional, aledañas a las áreas determinadas como susceptibles a inundación y anegamiento.

Resultados: evaluación del riesgo ambiental-urbano en Tijuana, B. C.

El riesgo se estima a través de la conjunción de las dos componentes principales y cada una de éstas a su vez se conforma por los factores ya abordados en cada apartado. Este arreglo se muestra en la figura 2.

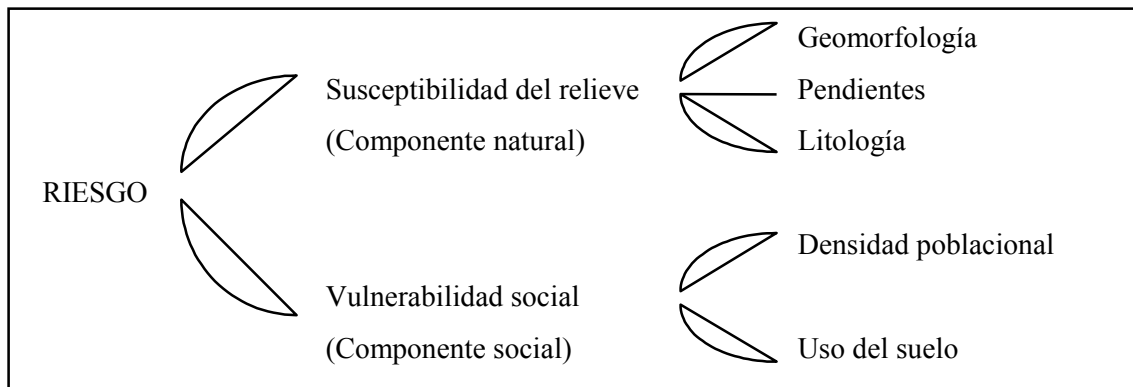


Figura 2. Esquema metodológico. Elaboración propia.

Cada factor se maneja como una capa de información en un sistema de información geográfica. Las capas de información se traslapan para obtener cada uno de los dos componentes. Estos a su vez se sobreponen para determinar las áreas de cada tipo de riesgo. Cabe mencionar que la vulnerabilidad es la que incrementa en un momento dado el riesgo de un evento natural que ocurre por sí mismo de acuerdo con la susceptibilidad que tenga el relieve.

A continuación se presenta el cuadro 6 con cada categoría de riesgo resultante (Mapa 3), así como la superficie y el porcentaje que ocupan en la zona urbana de Tijuana:

**CUADRO 6
SUPERFICIE Y PORCENTAJE DE CADA TIPO DE RIESGO**

RIESGO	SUPERFICIE EN KM²	PORCENTAJE
Anegamiento	23.76	13.67
Inundación	29.04	16.71
Depositación	22.36	14.39
Erosión-remoción en masa	24.86	15.99
Nulo	134.54	70.46

En este cuadro se observa que el riesgo que mayor superficie cubre es el de inundación con el 16.71% del área total, le sigue el de erosión-remoción en masa con el 15.99%, posteriormente el riesgo de depositación con 14.39% y finalmente el de anegamiento con 13.67%.

Las áreas que presentan riesgos de inundación se encuentran agrupadas a lo largo del Río Tijuana y el arroyo Alamar, sobre zonas establecidas en este estudio como susceptibles a inundación. La peligrosidad se incrementa al relacionar la vulnerabilidad que en estos lugares es alta.

El riesgo de erosión-remoción en masa se ubica principalmente sobre las áreas de cañadas que de manera peculiar en Tijuana están ocupadas por asentamientos de carácter popular que aún no tienen una urbanización completa pero que presentan una expansión acelerada.

En lo que concierne al riesgo por depositación, éste se ubica principalmente en los extremos oeste y este de Tijuana. En el oeste, en Playas de Tijuana y en el este, sobre la zona periférica de la mancha urbana.

El último tipo de riesgo en cuanto a cubrimiento es el de anegamiento, que se localiza básicamente en la Mesa de Otay y en menor proporción en pequeñas zonas aisladas en la parte oeste del canal del Río Tijuana y en el sur.

CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos en este trabajo el 59.07% de la superficie total de la mancha urbana, esto es, más de la mitad presenta alguno de estos tipos de riesgo: inundación, anegamiento, erosión y depositación. Esto denota la importancia de estudios como éste donde a través de la integración de investigaciones disciplinarias se considere el conjunto de factores físicos, demográficos, sociales y económicos que interactúan en los diferentes espacios geográficos.

Cabe mencionar que aunque Tijuana presenta un relieve accidentado, existen otros aspectos que incrementan el factor riesgo, como lo es su ubicación como ciudad fronteriza que hace que tenga una gran actividad económica que es un poderoso atractivo para la migración y provoca un crecimiento demográfico acelerado así como una urbanización explosiva en poco tiempo, que sobrepasa en la mayoría de las veces las expectativas de los planes de desarrollo hechos hasta ahora.

Las áreas de riesgo se pueden considerar en los futuros planes de desarrollo urbano a manera de precaución pero hay que recordar que varias de las áreas establecidas como de alto riesgo ya tienen algún tipo de uso del suelo, por lo que en estos casos es conveniente se establezcan medidas remediales, como protección y reforzamiento de las construcciones y sobretodo vigilancia por parte de las autoridades.

Se considera adecuado la creación de planes de manejo para áreas específicas determinadas aquí como las de riesgo muy alto. Estos planes deben contemplar acciones a realizar de manera inmediata y a corto plazo como controlar y vigilar de manera más estrecha las nuevas construcciones y el fortalecimiento de las ya existentes.

Resalta en este estudio que los riesgos más significativos en Tijuana son las inundaciones y la erosión en laderas. Respecto al primero se han implementado ya acciones específicas, sobretodo a partir de las inundaciones de enero de 1993, que provocaron daños por varios millones de dólares,

se registraron más de 40 muertos y se paralizó la actividad de la ciudad durante casi un mes (Bocco, op cit). Sin embargo, el riesgo de erosión se ha dejado de lado respecto a la implementación de estrategias.

El problema de erosión es grave y creciente por lo que demanda atención inmediata, de tal forma se considera que una propuesta de lineamiento de uso de suelo de rehabilitación de laderas erosionadas a través de planes de manejo específicos, es un buen inicio que puede implementarse bajo un marco de planeación.

Se subraya la importancia de un estudio de riesgos a través de un enfoque sistémico ya que este permite la integración espacial de variables naturales y socioeconómicas involucradas en una situación de contingencia y hacen posible la conceptualización del riesgo a un nivel aplicado como una de las estrategias para avanzar en el proceso del desarrollo sustentable; ya que, no obstante, el manejo del término de uso tan frecuente en el discurso político, del debate intelectual sobre su aplicabilidad real, de la creciente preocupación del mismo por parte de organizaciones no gubernamentales y de un gran sector de la población, actualmente se observa la presión constante sobre los recursos naturales, la degradación ambiental, el crecimiento demográfico, el deterioro de la calidad de vida de la población y el incremento de la pobreza y la marginación.

Esta valoración del riesgo ambiental-urbano en Tijuana, B. C., es aplicable como herramienta de planeación en el contexto del desarrollo sustentable, y constituye una base sólida y real para el inicio de acciones específicas que vayan más allá de la sola incorporación del concepto “desarrollo sustentable” en el discurso político y la pretensión en algunas ocasiones, de que la sola pronunciación del concepto equivalga a emitir un conjuro que transforme de fondo las condiciones socioeconómicas de la población (o país) que enarbole tal bandera.

BIBLIOGRAFÍA

Alexander, D. (S/R). Applied geomorphology and the impact of Natural Hazards on the built environment. Revista Natural Hazards, núm. 4. Kluwer Publishers, Netherlands.

Aragón Arreola, M. (1994). Evaluación de riesgo geológico debido a movimientos de ladera en la ciudad de Tijuana, B. C. Tesis de Maestría en Ciencias de la Tierra con especialidad en Geología. CICESE. México.

Brune, Simons, Rebollar and Reyes. (1979). Seismicity and faulting in northern Baja California. In P. L. Abbott and W. J. Elliott, eds. Earthquakes and other perils -San Diego region: San Diego Association of Geologist Guidebook.

Cardona, A. (1993). Capítulo III: Evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo, elementos para el ordenamiento y la planeación del desarrollo. En: Los desastres no son naturales. Comp. Por Maskrey, A. Tercer Mundo Editores. Colombia.

Delgado Argote, L., Hinojosa Corona, A., Aragón Arreola, M., Chávez Velazco, G., Mendoza Borunda, R., Frías Camacho V. (1993). Estudio de riesgo geológico en Tijuana con base en análisis geomorfológicos y estructurales y la respuesta del terreno en las áreas El Patejé, El Pato y Cañada Verde. (Mimeo). Departamento de Geología. División de Ciencias de la Tierra. CICESE. México. 29 p.

Duval, G. (1992). Investigación disciplinaria y enfoque sistémico. La generación de un método en un dominio específico. Mimeo.

García, R. (1986). Conceptos Básicos para el estudio de sistemas complejos. En: Los problemas del conocimiento y la perspectiva ambiental del desarrollo. Coordinado por E. Leff. Siglo XXI. México.

Fournier, E. M. (1979). Objectives of volcanic monitoring and prediction. En: Journal of Geology Society. Vol. 136. London, Great Britain. Pp. 321-326.

Legg and Kennedy. (1979). Faulting offshore San Diego and northern Baja California. In. P. L. Abbott and W. J. Elliott, editors. Earthquakes and other perils -San Diego region. San Diego Association of Geologists Guidebook.

Legg (1985). Geologic structure and tectonics of the inner continental borderland offshore northern Baja California, Mexico. Ph. D. Dissertation. University of California at Santa Bárbara, Santa Bárbara, California.

Macías, J. M. (1995). Significado de la vulnerabilidad social frente a los desastres. Revista Mexicana de Sociología.

Montalvo Arrieta, J. C. (1996). Deslizamientos de laderas inducidos por terremotos en la ciudad de Tijuana, B. C. Tesis de Maestría en Ciencias de la Tierra con especialidad en sismología. CICESE. Ensenada, B. C.

Municipio de Tijuana, Gobierno del Estado, Secretaría de Desarrollo Social. (1994). Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Tijuana. México.

Palacio, A. G. (1995). Ensayo metodológico geo-sistémico para el estudio de los riesgos naturales. Tesis de Maestría en Geografía. UNAM. México. 119 p.

Suárez Vidal, Armijo, Morgan, Bodin and Gastil. (1991). Framework of recent and active faulting in Northern Baja California, in The Gulf and Peninsular Province of the Californias. J. P. Dauphin and B. R. T. Simoneit, editors. The American Association of Petroleum Geologists, Memoir.

Sunkel, O. y Nicolo Gligo. (1980). Estilos de desarrollo y medio ambiente en la América Latina. Fondo de cultura Económica. México.