

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

INSTITUTO DE INGENIERÍA

MAESTRIA Y DOCTORADO EN CIENCIA E INGENIERÍA



**“VULNERABILIDAD SOCIAL POR EL MANEJO DE LLANTAS DE DESECHO EN
LA CIUDAD DE MEXICALI”**

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

PRESENTA

Deniss Fonseca Páez

DIRECTOR

Dra. Ma. Elizabeth Ramírez Barreto

Mexicali, B.C. a Junio de 2011

Agradecimientos

Gracias a la Dra. Elizabeth Ramírez por depositar su confianza en mí, por guiarme y dirigirme durante este tiempo, por dedicarnos tiempo, pero sobre todo por su comprensión y por impulsarnos a seguir siempre hacia adelante y realizar las cosas de la mejor manera.

A la Dra. Sara por estar siempre al pendiente de nuestros trabajos, por dirigirnos cuando nos desviamos y por estar siempre que la necesitáramos.

A todos mis compañeros que estuvieron conmigo en este camino, gracias por brindarme su amistad.

A mi esposo por estar siempre a mi lado y apoyarme durante todo el tiempo, por motivarme y no dejar que me diera por vencida.

Resumen

Las llantas de desecho constituyen un problema para el ambiente y la población por varias razones: son un residuo voluminoso que ocupa un espacio considerable en los rellenos sanitarios y basureros a cielo abierto, son sitios de incubación de mosquitos transmisores de enfermedades y contaminantes visuales que degradan la imagen de las comunidades, entre otras. Asimismo, representan un riesgo para la población debido a los incendios accidentales y provocados que se presentan en tiraderos clandestinos de llantas y en ocasiones pueden permanecer largo tiempo sin ser sofocados debido a la dificultad que existe para apagar esta clase de siniestros.

La quema incontrolada de llantas de desecho al aire libre son un riesgo debido a las pérdidas materiales que pueden provocar; los gases tóxicos y cenizas que generan, dañan la salud de las personas y contaminan acuíferos, suelo y vegetación. Es por ello, que en este trabajo se ubica la población más susceptible de sufrir mayores daños por la quema incontrolada de llantas en desuso. Los daños se presentan en mayor medida a la población que se localiza cerca de tiraderos de llantas, esto hace que sean más vulnerables que el resto de la población. Se presentan con mayor frecuencia en colonias con servicios públicos, urbanización, condiciones de higiene y educación precarias, provocadas en parte, por el crecimiento acelerado de la población y marginación social y económica.

Para conocer a la población más vulnerable se realizó un análisis a través de un sistema de información geográfico, por medio del cual se ubicaron las zonas de la ciudad de Mexicali donde se localizaron comercios de llantas, lugares donde se han presentado incendios en tiraderos y sitios donde se almacenan llantas fuera de uso; así como las condiciones del equipamiento urbano y niveles de marginación de la población en donde existe un mayor riesgo o probabilidad de presentarse.

Se encontró en la localidad 186 llanteras, 31 tiraderos sin control y 406 incendios donde se involucraban a las llantas. Las zonas de Mexicali que son más vulnerables se presentan en el lado oeste u sureste de la ciudad.

Índice

<i>Agradecimientos</i>	2
<i>Resumen</i>	3
<i>Índice</i>	5
<i>Índice de Figuras</i>	7
<i>Índice de Tablas</i>	8
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN	9
1.1 Antecedentes.....	13
1.1.1. Impacto ambiental y a la salud	16
1.2. Planteamiento del Problema	19
1.2.1. Objetivo General	19
1.2.2. Objetivos específicos	19
CAPÍTULO II. MARCO REFERENCIAL	21
2.1 Composición de las llantas y propiedades generales.....	21
2.1.1 Definición de llanta	21
2.1.2 Materia prima para la producción de llanta	21
2.1.2.1. Compuestos de hule	22
2.1.2.2. Materiales textiles	22
2.1.2.3. Alambre de acero	22
2.1.3. Composición Química	22
2.1.4. Propiedades térmicas	23
2.2. Llanta de desecho	23
2.3. Generación de llantas de desecho	23
2.4. Ciclo de vida de la llanta	25
2.5. Impactos en la salud y el medio ambiente por almacenamiento de llantas de desecho	27
2.5.1. Riesgos para la Salud	27
2.5.2. Riesgos por Incendio	28
2.5.2.1. Contaminación al aire	28
2.5.2.2. Contaminación al agua.....	29
2.5.2.3. Contaminación de suelo	29
2.5.3. Impacto Visual	30

1.1.1	2.5.4 Impactos Ambientales.....	31
2.6.	Factores que contribuyen a la acumulación de llantas de desecho	32
2.6.1.	Demográfico.....	32
2.6.2.	Características físicas.....	32
2.7.	Destinos de las llantas de desecho	33
2.8.	Diseño del Sitio de Almacenamiento	34
2.9.	Vulnerabilidad, Amenaza y Riesgo	35
2.9.1.	Desastre.....	36
2.9.2.	Amenaza	38
2.9.3.	Vulnerabilidad	41
2.9.4.	Riesgo	47
CAPITULO III. METODOLOGÍA		50
3.1.	Secuencia Metodológica del Estudio	50
3.2.	Obtención de información y variables	51
3.2.1.	Datos de población	51
3.2.2.	Datos de los sitios de interés	54
3.2.2.1.	Cantidad de llantas encontradas en el sitio	54
3.2.2.2.	Uso de suelo	55
3.2.2.3.	Tipo de llanta	55
3.2.2.4.	Tiraderos clandestinos en la ciudad.....	56
3.2.3.	Datos de incendios.....	56
3.3.	Proceso de Análisis de la información	59
3.3.1.	Estadística Espacial (Spatial Statistics)	60
3.3.1.1.	Autocorrelación Espacial: Moran's I	60
3.3.1.2.	Análisis de Aglomerados "Clúster"	61
CAPITULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS		63
4.1.	Análisis de Sitios de Interés: Comercios de llantas y tiraderos sin control.....	63
4.1.1.	Comercio de llantas (Llanteras)	63
4.1.2.	Tiraderos Clandestinos	68
4.2.	Análisis de Incendios	70
4.3.	Análisis de Población.....	77
4.4.	Análisis de Población más Vulnerable	89

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	93
--	----

Índice de Figuras

Figura 1 Categoría de las llantas que han sido usadas	24
Figura 2 Modelo Actual del Ciclo de Vida de la Llanta en la frontera México-Estados Unidos ..	26
Figura 3 Tipología de desastres según su origen.....	37
Figura 4 Tipos de Amenazas.....	40
Figura 5 Factores que determinan la vulnerabilidad.....	42
Figura 6 Fórmula matemática del riesgo	47
Figura 7 Conceptos de riesgo	49
Figura 8 Grados de Marginación en la zona metropolitana de Mexicali	53
Figura 9 Ciudad de Mexicali dividida en AGEB.....	59
Figura 10 Diagrama de un patrón de clúster y dispersión	61
Figura 11 Diagrama de Cluster and Outlier Analysis	61
Figura 12 Distribución de llanteras por secciones en la ciudad de Mexicali.....	64
Figura 13 Llanteras encontradas en Mexicali	65
Figura 14 Ubicación espacial de tiraderos clandestinos encontrados en el área de estudio	69
Figura 15 Gráfica de incendios de llantas en Mexicali en el 2010.....	71
Figura 16 Localización de incendios ocurridos en el 2010.....	72
Figura 17 Clasificación de incendios por uso de suelo (zona).....	73
Figura 18 Localización de incendios por lugar de ocurrencia	74
Figura 19 Localización de incendios por tipo de residuo	75
Figura 20 Distribución de incendios por cantidad de llantas	77
Figura 21 Distribución espacial de población total en la localidad de Mexicali (2005).....	79
Figura 22 Distribución de población de 0 a 4 años en la localidad de Mexicali (2005)	80
Figura 23 Distribución de población de 65 años y más en la localidad de Mexicali (2005).....	81
Figura 24 Distribución de mujeres de 15 a 49 años en la localidad de Mexicali (2005).....	82
Figura 25 Grados de marginación en la localidad de Mexicali (2005).....	83
Figura 26 Clúster de habitantes de 0 a 4 años	85
Figura 27 Clúster de población de 65 años y más	85
Figura 28 Clúster de población femenina de 15 a 49 años.....	86
Figura 29 Clúster de comercio de llantas.....	87
Figura 30 Clúster de tiraderos clandestinos	88
Figura 31 Clúster de incendios	88
Figura 32 Población Vulnerable	90
Figura 33 Población más vulnerable.....	91
Figura 34 Población vulnerable (densidad de población).....	92

Índice de Tablas

Tabla 1 Principales características de las llantas de Autos y Camiones	10
Tabla 2 Comparación entre composición de llantas de automóviles y camiones en EU	23
Tabla 3 Impactos al medio Ambiente ocasionados durante el Ciclo de Vida de las Llantas.....	31
Tabla 4 Características de población utilizadas en el trabajo	52
Tabla 5 Dimensiones e indicadores del índice de marginación urbana	53
Tabla 6 Clasificación de los grados de marginación	54
Tabla 7 Cantidad de llantas en comercio de llantas	55
Tabla 8 Tipo de suelo en los comercios de llantas	55
Tabla 9 Clasificación del tipo de llantas en los comercios de llantas	56
Tabla 10 Estadística de incendios de Enero 2010	57
Tabla 11 Clasificación de incendios en donde estan involucran las llantas	57
Tabla 12 Clasificación de incendios utilizado en el estudio	58
Tabla 13 Densidad de llanteras por sección	65
Tabla 14 Distribución de llanteras por Uso de Suelo.....	66
Tabla 15 Distribución de llanteras por cantidad de llantas encontradas en el sitio	67
Tabla 16 Distribución de llanteras por tipo de llanta que maneja	68
Tabla 17 Colonias donde se encontraron tiraderos clandestinos	70
Tabla 18 Distribución de incendios por uso de suelo (Zona)	73
Tabla 19 Distribución de incendios por lugar de incidencia	74
Tabla 20 Distribución de incendios por residuos que lo acompaña.....	75
Tabla 21 Distribución de incendios por cantidad de llantas	76
Tabla 22 Información de población por sección	78
Tabla 23 Distribución de AGEB por grado de marginación.....	83

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

Al dar un recorrido por la ciudad de Mexicali nos podemos dar cuenta que hay basura por todas partes, en las calles, debajo de los puentes, en lotes baldíos, en zonas con poca vigilancia y alumbrado. Los problemas que ocasiona la basura van desde contaminar al medio ambiente hasta provocar problemas en la salud de los seres humanos.

En Mexicali, podemos encontrar llantas de desecho abandonadas en las calles y lotes baldíos y en ocasiones se crean tiraderos clandestinos. La Secretaria de Protección al Ambiente del Estado estimó en el 2008 la cantidad de 3000 llantas de desecho ubicadas en colonias como la Bodega, Corregidora, Saturno y otras encontradas a la periferia de la ciudad. Reportes de basureros y de incendios en colonias que por lo general tienen las mismas condiciones o características se dan a conocer por parte de los medios de comunicación como noticieros y periódicos. En las colonias Nacionalista, Santorales, Robledo, Río Nuevo, Satélite, Solidaridad, Caldera, Vicente Guerrero y Carranza y, en general, en la periferia de la ciudad se han provocado incendios debido a la falta de control en los basureros que se van formando por tirar la basura y las llantas de desecho.

La Dirección de Bomberos y Protección Civil de Mexicali en el año de 2006 durante los meses de enero a agosto, registraron 17 incendios que fueron provocados en este tipo de tiraderos entre los que se hallaban llantas de desecho. Los incendios llegaron a repetirse de 2 hasta 4 veces en las mismas colonias. Los vecinos de estos predios en los que se localizan llantas y basura, han comentado que por las noches llegan personas con camionetas cargadas de llantas y las tiran en los predios, esto con la finalidad de evitar gastar en una disposición adecuada como son el pagar por cada llanta que van a tirar o desechos, evitar recorrer grandes distancias y perder tiempo y gasolina. En algunos casos, los habitantes de estas colonias provocan la quema de llantas de

desecho para recuperar el metal y venderlo. En el pasado se sabía de la existencia de la quema de llantas para la producción de ladrillos. (Ramírez-Barreto, 2001)

La creación de estos tiraderos provocan no solo un mal olor y un impacto visual a la ciudad, también acarrea problemas a la salud y al medio físico que los rodea. Las llantas de desecho suelen convertirse en hábitat de roedores y mosquitos creando un foco de propagación de enfermedades como la rabia, el dengue, el paludismo y el virus del Nilo. Las llantas son una mezcla de polímeros vulcanizados o entrecruzados, negro de carbono, dispersión de petróleo, azufre, fibras sintéticas, pigmentos, químicos procesados y aceros o fibras de vidrio. (Ramírez-Barreto, Ojeda-Benítez, González, Luna, Armijo, Phillips, Clarkson, 2002). Las principales características de las llantas se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1 Principales características de las llantas de Autos y Camiones

Composición	Caucho 45-47 %
	Negro de carbono 21,5- 22 %
	Acero 16,5 - 25 %
	Textil 5,5 % (solo para autos)
	Oxido de cinc 1-2 %
	Azufre 1 %
	Aditivos 5 - 7,5 %
Metales pesados presentes	Cantidades trazas de cobre, cadmio y plomo
Alto poder calorífico	32 -34 MJ/Kg (1Ton es equivalente a 0,7 Ton Fuel oil)
Temperatura de auto-ignición	400 °C
Peso	Entre 6,5 - 11 Kg (vehículos livianos)
	Entre 50 - 80 Kg (camiones)

Estos compuestos las hacen altamente combustibles o inflamables. En caso de presentarse un incendio con llantas, la pluma de humo que se forma, lleva una serie de toxinas que dañan a la salud de las personas, provoca, entre otras cosas, irritación en ojos y pulmones, agrava las enfermedades respiratorias, leucemia y algunos compuestos son mutagénicos y cancerígenos. Los lixiviados producidos por la quema de llantas pueden escurrir a corrientes de agua provocando una contaminación al suelo y a los acuíferos. Estos problemas ponen en riesgo la integridad física de la población así como a sus bienes.

Por todas estas razones, es posible que la población que se encuentre cerca de estos basureros o tiraderos de llantas sea más susceptible que el resto de la población, debido a las amenazas provocadas por la disposición inadecuada de llantas de desecho. Hay que considerar que todos estos problemas se presentan en colonias que, si bien, no se encuentran en las periferia de la ciudad, las podemos encontrar en zonas con características muy similares, colonias que apenas cuentan con los servicios básicos y sus condiciones de higiene y educación son muy precarias, esto lo ocasiona en parte el crecimiento acelerado de la población y los sectores socioeconómicos.

Es necesario considerar la vulnerabilidad de la población que se encuentra en riesgo por vivir cerca, o bien, vivir en lugares donde haya llantas de desecho. La vulnerabilidad la podemos entender como la incapacidad de resistencia cuando se presenta un fenómeno, o la incapacidad para reponerse después de que ha ocurrido un desastre; depende de diferentes factores, como son: edad y salud de las personas, condiciones higiénicas y ambientales así como la calidad y condiciones de las construcciones y su ubicación en relación con las amenazas. Por lo que, en los casos de familias o poblaciones que sus condiciones de vida sean de un nivel bajo incrementa el grado de vulnerabilidad por encontrarse cerca de lugares donde se acumulan llantas.

La existencia de tiraderos de llantas de desecho está relacionada con la generación de las llantas y por el manejo que le dan a estas. Las llantas que se consumen en el país, provienen de la producción generada en él, de importación de llantas nuevas y de la importación de llantas usadas. En los últimos años, la producción e importación de llantas en México ha aumentado. En condiciones normales, la producción de llantas es alta en cualquier ciudad de la República. En la frontera norte del país, como el caso de Mexicali, el asunto se agrava con la importación de llantas usadas del estado de California, principalmente. (Angulo, 2009).

La generación de las llantas de desecho en Mexicali ha ido en aumento debido en gran parte a dos cosas, primero se puede observar un incremento en el parque vehicular, esto debido a la facilidad de adquirir un automóvil usado a un bajo costo proveniente

de Estados Unidos. Y, por otra parte, debido a la importación de llantas usadas que desechan del país vecino. El consumo de las llantas usadas es mayor ya que se pueden adquirir a un precio menor que el de las llantas nuevas. Se consumen más, ya que al tener una vida útil de algunos meses se llegan a cambiar al menos dos veces por año, provocando la acumulación de llantas de desecho.

“En 1996 la acumulación de llantas de desecho en Baja California sumaba once millones de unidades, en sólo tres predios: ejido Lázaro Cárdenas, Emiliano Zapata y cerro El Centinela. A través de un levantamiento topográfico y muestreo, en 1999 se calculó que en el sitio El Centinela estaban depositadas un millón 270 mil llantas. Recientemente se estimó que en las dos últimas décadas en Baja California se han usado y tirado unos 17.3 millones de llantas de desecho.” (Ojeda, Ramírez, 2009).

Al presentarse una mayor generación se supondría que se tiene un mayor número de centros de disposición o sitios de transferencia, pero en la ciudad de Mexicali, el único centro de transferencia se encuentra a 16 km por la carretera a Tijuana y este es administrado por la Unión de Llanteros de Mexicali y según las autoridades ambientalistas, no son utilizados al 100% por los comerciantes de llantas. (La Crónica, 2008). Se estima que en la República Mexicana se generan 40 millones de llantas de desecho de las cuales 1 de cada 10 son recicladas o se les da un manejo adecuado. Sócrates Bastidas (titular de la Secretaría de Protección al Ambiente) indicó que durante el 2007 ingresaron a la entidad 1 millón 200 mil neumáticos de los cuales solo 700 mil cuentan con un espacio para ser reciclados y que Baja California, Ciudad Juárez y San Luis Río Colorado son los únicos que tienen permiso de importación de neumáticos y en ese año fueron de 750 mil. Por lo tanto al ver estos números nos damos cuenta que queda un pasivo de llantas que no tienen un manejo adecuado, el cual lo vemos reflejado en la Ciudad y por consiguiente tendrá un impacto en la población.

El municipio de Mexicali, por encontrarse en la frontera, es una zona que ofrece mayores fuentes de empleo, por lo mismo es un destino para la población de otros

estados del país. Este proceso provoca el incremento en la población urbana y causa una deficiencia en los servicios públicos que ofrecen los municipios, ya que la urbanización y servicios de las ciudades no siempre crece al mismo paso en que se da el incremento de la población. Las autoridades municipales no cuentan con los recursos suficientes para dotar de infraestructura y servicios públicos a toda la población. Estas deficiencias generalmente se observan en mayor medida en ciertos sectores o zonas de la ciudad, los cuales se ven marginados en cuanto a servicios públicos.

El manejo integral, lo entendemos según lo marcado en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR, 2003), como las actividades de reducción en la fuente, separación, reutilización, reciclaje, co-procesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o térmico, acopio, almacenamiento, transporte y disposición final de residuos, individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para adaptarse a las condiciones y necesidades de cada lugar, cumpliendo objetivos de valorización, eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social. Al encontrar llantas de desecho abandonadas en cualquier parte de la Ciudad, deducimos que el manejo que se le da a las llantas no es el adecuado con respecto a lo que maneja la LGPGIR. Si se llevara un manejo integral de las llantas de la ciudad, se podría reducir la cantidad de llantas abandonadas en tiraderos clandestinos, terrenos baldíos, drenes y otros sitios, lo que resultaría en una reducción del riesgo al que está expuesto la población de la ciudad.

1.1 Antecedentes

Podemos darnos cuenta que hay una falta de cultura en el reciclado y en las opciones de recuperación de recursos para la mayoría de las llantas que son desechadas por la sociedad de hoy en día. Esta es la razón principal por la cual las llantas usadas y de desecho se convirtieron en un problema de manejo. (Ramírez-Barreto, et. al., 2002).

La producción científica sobre la problemática generada por las llantas de desecho ha sido tratada de diferentes formas y desde múltiples disciplinas científicas y tecnológicas. Podemos encontrar trabajos como los de Cortinas (2006), Martínez (2005) y Beuker y Janssen (2001) en donde clasifican los usos que se pueden dar a una llanta de desecho, estos son: reutilización (enteras), reciclado (entran en un proceso de transformación) y disposición final.

Trabajos como los de Chang (2005), Ferrer (1996), nos hablan de los problemas que se tienen con las llantas una vez que llegan al final de su vida indicando las opciones que pudieran tomarse por los gobiernos para poder enfrentarlo. En el trabajo de Goddard (1992) se examina la naturaleza y causas del problema de las llantas de desecho desde el punto de vista de la disciplina de la economía. Algunas de las prácticas con llantas recicladas son expuestas en los trabajos de Jang, Yoo, Oh, Iwasaki (1998) y Yang (1993).

Una parte, de los trabajos realizados, se han enfocado en estimar la generación de los residuos de llantas (COCEF, 2008), (SEMARNAT, 2007), (Saad, Colin y Salinas, 1996), (Ramírez-Barreto et. al., 2002). En otros trabajos han desarrollado metodologías para la ubicación de los centros de acopio (Ramírez-Barreto, Ojeda-Benítez, Armijo de Vega y Lozano-Olvera, 2001), (Arreola Zorrilla, Ojeda Benites, Ramírez Barreto y Armijo de Vega, 2004).

Las llantas de desecho pueden adquirir diferentes usos sin la necesidad de ser sometidas a procesos de transformación. Las propiedades que poseen las llantas las hacen candidatas para utilizarse como un material de drenaje en rellenos sanitario (Reddy, Marella, 2001). En algunos países son utilizadas para crear arrecifes artificiales (Guzman, Campos, Gamboa y Bussing, 1986). La llanta triturada se puede mezclar con arena para reforzar paredes (Youwai y Bergado, n.d.), (Sayão, Gerscovich, Medeiros y Sieira, n.d.). Al agregar llanta triturada al suelo arcilloso hacemos que haya un decremento en su índice de compresión, permeabilidad, índice de plasticidad (Attom y Khedaywi, n.d.).

En el trabajo realizado por Botero (2005) podemos encontrar una revisión de la situación del reciclado de los neumáticos con el fin de conocer los diferentes usos dados a las llantas de desecho. Su enfoque es en las llantas trituradas y en cómo se convierten en materia prima para usos variados. Se estudiaron temas como las llantas trituradas en sistemas de recolección de lixiviados y en absorción de contaminantes, como componentes del concreto y como sustituto de agregados, el asfalto-caucho y el uso de las llantas trituradas en terraplenes. Como conclusión presenta que la alternativa más viable para el manejo de neumáticos desechados con el fin de evitar su disposición en vertederos es la del reciclaje, ya que no solo elimina el problema ambiental, sino que convierte a las llantas en un producto útil con valor agregado y crédito económico.

Las llantas de desecho se han usado para mejorar las propiedades del asfalto-caucho y han sido utilizadas en la pavimentación de carreteras en algunos países, como Estados Unidos, (Serji Amirkhanian, Mary Corley y Brad Putman, 2003), (Jang, Yoo, Oh y Iwasaki, 1998), (Yang, 1993). Otros, (Radziszewski, Jerzy Pilat, Andrzej Plewa, 2004), (Ashraf M. Ghaly, 2004), se han enfocado en optimizar el diseño de esta mezcla de asfalto-caucho.

Diferentes estudios se enfocan en aprovechar la composición de las llantas por medio de la pirólisis. Shen, Wu, Wang, Guo y Liang (2005) utilizaron la pirolisis con zeolita USY. Mahmood, Barbooti, Mohamed, Hussain y Abas (2004) evaluaron las condiciones óptimas para la producción de carbón pirolítico y aceite bajo una atmósfera inerte (N_2 gas). Srinivasakannan y Balasubramanian (n.d.) producen carbón activado de la pirolisis de llantas de desecho usando ácido fosfórico como el agente activador.

Una evaluación del co-procesamiento de llantas de desecho y aceites pesados presenta que al unir estos dos componentes ocurre a temperaturas más bajas y produce productos de mejor calidad que la pirólisis de llantas de desechos sin este aceite. (Saraf, Marsh, Cha y Guffey, 1994). Por otra parte, la llanta tiene un alto poder calorífico y por esto, Atal y Levendis (1995) hicieron una comparación del

comportamiento en la combustión del carbón y las llantas pulverizadas, (Suuberg y Aarna, 2007) estudian la cinética de TDF (combustible derivado de llantas, por sus siglas en inglés: Tire Derived Fuel). Investigación sobre el efecto del tamaño y temperatura en la volatilización de las partículas de la llantas se han llevado a cabo por (Larsen, Schultz, Glarborg, Skaarup-Jensen, Dam-Johansen, Frandsen y Henriksen, 2005) y (Chinyama y Lockwood, 2006).

Cuando no se cuenta con la tecnología o el plan de manejo para la recuperación o reciclado de las llantas se hace la disposición en vertederos controlados. Al decir que se encuentran controlados es porque se agrupan siguiendo unas guías que nos permite tener hasta cierto punto un control de la situación. En algunos casos, un tipo de bacteria son las que ocasionan el incendio en los tiraderos, en el trabajo de Wallner, Raupenstrauch y Somitsch (2003) se presenta este estudio. Wallner, Raupenstrauch, Somitsch y Robra (2003) realizaron una investigación en un vertedero de plástico en Australia sobre la presencia y actividad de microorganismos que degradan el plástico. Se tiene conocimiento de que el lixiviado de neumáticos tiene una comunidad de bacterias cultivables con una composición de especies similar a la superficie natural y el agua bajo la superficie. (Leff, McNamara, Leff, 2007).

1.1.1. Impacto ambiental y a la salud

“A despecho, de que las llantas o el hule con el que están fabricadas estas, por si solas no producen daños al medioambiente, y tal es la razón de que algunos países las usen hasta para crear arrecifes marinos artificiales, las llantas en su acumulación controlada o incontrolada si representan riesgos, algunos de ellos de consecuencias que pueden ser devastadoras, tanto en la salud, como en los costos económicos que estas acarrearán”. (Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza, 2008). Los riesgos asociados son: riesgos para la salud, riesgos por incendio, impacto visual y usurpación al medio ambiente.

Algunos trabajos sobre el impacto ambiental y a la salud se pueden observar en los estudios de toxicidad en llantas de diferentes tipos (para invierno y para verano) (Wik y Dave, 2003). Las llantas al estar en uso presentan un desgaste que desprende partículas que tienen efectos ecotoxicológicos (Wik y Dave, 2008). Estas partículas constituyen de un 5-7% de PM10 (material particulado de 10 micrones) que se encuentran en el aire por consiguiente pueden entrar a los pulmones y ocasionar daños a las células humanas (Gualtier, Mantecca, Cetta y Camatini, 2007). Kouji Adachi y Yoshiaki Tainosho (2004) hicieron una caracterización de las partículas de metales pesados que se integran al polvo de las llantas llegando a la conclusión de que el polvo consiste no nada más de los desechos de las llantas sino también de las partículas de los metales pesados que se emiten de los frenos y pintura utilizada en el camino o carreteras. Las partículas de los metales pesados pueden dar un grado de riesgo al polvo de las llantas.

Por otra parte, Beukering y Janssen (2001) presentan un modelo para el ciclo de vida de una llanta en el cual evaluaron los impactos ambientales y económicos. Resultados tentativos de su modelo, demuestran que el 95% de todos los impactos ambientales que provocan las llantas, ocurren cuando está en uso.

En dos empresas dedicadas a triturar llantas de desecho se hizo un estudio sobre el riesgo potencial al que están expuestos los trabajadores, en el cual se analizaron los factores de ruido, compuestos orgánicos volátiles y material particulado. Se encontró que el ruido se encuentra presente en todo el edificio en altas concentraciones, los niveles de los compuestos orgánicos volátiles fueron insignificantes, pero, algunos de los compuestos mutágenos/cancerígenos fueron identificados. Estudios químicos de partículas en el aire confirmaron la presencia de compuestos mutagénicos (Chien, Tonb, Leec, Chiaa, Shud y Wud, 2003).

Al utilizar pedazos de llantas de desecho, como combustible alternativo en hornos de plantas cementeras, se puede impactar de manera significativa en la reducción de CO₂ en la atmósfera provocada por la quema de combustible fósil, y las propiedades del

cemento no se ven afectadas. (Gautam, Jain, Mohapatra, Joshi y Gupta, n.d.). Cuando se utiliza la pirolisis para desechar las llantas, en este proceso se puede generar hidrocarburos aromáticos policíclicos, las emisiones de estos fueron evaluadas por Chen, Su, Chang, Lee, Huang, Hsieh, Lin y Lin (2006). Otras investigaciones, (Oh, Nam, Park, Khim, Kim y Kim, 2005), (Lin, Huang y Shern, 2008) se enfocan en la capacidad de sorpción de las llantas en polvo.

Otras bibliografías localizadas se interesan en el impacto al ambiente y a la salud provocado por los tiraderos de llantas. Instituciones como la Agencia de Protección al Ambiente (EPA, por sus siglas en inglés), (Reisman, 1997) se enfocan en la contaminación al aire que provocan los incendio de llantas. ChemRisk, Inc (2008), hace una revisión sobre la salud humana y la seguridad ecológica por la exposición a las llantas recicladas usadas en lugares de juegos para niños y pistas de atletismo, resumiendo que no se encontró algún riesgo por utilizar la llanta reciclada en estos lugares.

Los trabajos revisados nos demuestran que efectivamente hay un interés por resolver el impacto que las llantas de desecho provocan. Los trabajos que se han presentado van enfocados al impacto ambiental y por lo tanto buscan mejorar los procesos para reducir la contaminación al agua, aire, suelo y el impacto visual. Llegan a mencionan que hay un impacto a la sociedad, por no tener el manejo adecuado, pero no se menciona a quienes se afecta en mayor proporción o a quienes están afectando directamente. Lo manejan como un problema global, siendo que hay zonas que presentan un mayor riesgo y lo ven como una contaminación que afecta a todos por igual.

Los resultados de un estudio sobre población vulnerable nos permiten ubicar a una sociedad en un tiempo y espacio. Se puede identificar a los habitantes que corren un mayor riesgo por estar cerca de lugares con llantas de desecho. Esta información se puede utilizar para implementar medidas y políticas para proteger a la población. En

caso de que se implementen campañas informativas, educativas y de recolección ya pueden ir dirigidas a las zonas que presentan el problema de llantas de desecho.

1.2. Planteamiento del Problema

Conforme a la problemática provocada por el impacto de las llantas de desecho al ambiente y a la población que se encuentra más cerca de lugares donde se concentran mayor número de tiraderos clandestinos, queda una serie de preguntas que no han sido consideradas en otras investigaciones. Lo que lleva a formular las siguientes preguntas: ¿qué zonas/colonias de la Ciudad de Mexicali son más propensas de ser afectadas por el rezago de las llantas de desecho? y ¿quiénes son más susceptibles de sufrir un daño por estar expuestos a la acumulación de llantas de desecho que encontramos en los tiraderos a cielo abierto no controlados?

Para poder resolver la problemática se estableció un objetivo general y objetivos específicos.

1.2.1. Objetivo General

Determinar las zonas con población más vulnerable por el manejo inadecuado de las llantas en la ciudad de Mexicali.

1.2.2. Objetivos específicos

- Localizar los sitios que presenten peligros a los que puede estar expuesta la población por el manejo de llantas de desecho.
- Localizar a la población más susceptible o propensa a verse afectada o sufrir ante la presencia de las amenazas que provocan el manejo de llantas de desecho.

- Identificar los posibles riesgos por no tener un manejo de llantas de desecho adecuado.

CAPÍTULO II. MARCO REFERENCIAL

2.1 Composición de las llantas y propiedades generales

Las llantas de desecho son una amenaza para la sociedad ya que dependiendo del manejo que se le dé, hace vulnerable a la sociedad y al medio ambiente. Para poder entender esto es necesario conocer lo que es una llanta y una llanta de desecho así como sus componentes y como su manejo pone en riesgo a la sociedad y al medio ambiente.

2.1.1 Definición de llanta

La llanta, tiene una estructura compleja, es un elemento elástico de las ruedas de los vehículos con una envoltura que contiene aire a presión, la cual tiene por objeto soportar las cargas que actúan sobre el vehículo y transmitir al terreno las fuerzas necesarias para el movimiento. Son una mezcla de polímeros vulcanizados o entrecruzados, negro de carbono, dispersión de petróleo, azufre, fibras sintéticas, pigmentos, químicos procesados y aceros o fibras de vidrio. Está constituida por una cubierta, banda de rodadura de goma labrada, que tiene la finalidad de evitar el derrape del vehículo; una carcasa, estructura resistente, formada por capas de hilos o de cables incorporados en el caucho, y una cámara de aire (ausente en aquellas llantas en las que la presión de aire está asegurada por una mezcla especial con la que se recubre el interior de la carcasa). Junto con la suspensión, la llanta compensa las desigualdades de la superficie del pavimento para asegurar un manejo confortable, por lo tanto, la llanta actúa como un contenedor para mantener aire bajo presión.

2.1.2 Materia prima para la producción de llanta

Para la producción de llantas se necesitan tres tipos de materia prima: hule, textil y acero.

2.1.2.1. Compuestos de hule

El compuesto de hule debe ser diseñado según la función que va a cumplir, como para la banda de rodamiento deberá ser resistente al calor, flexión, desgaste, cortadas, etc. Si hablamos de las paredes deben ser resistentes a la flexión, al calor, la buena adhesividad y para las cejas deberán ser muy duros.

2.1.2.2. Materiales textiles

El material textil es el soporta el aire, los golpes, el calor y para su mejor funcionamiento se recubren de hule, formando capas de llanta. Las capas por su naturaleza podrán ser de nylon, poliéster, rayón.

2.1.2.3. Alambre de acero

El alambre de acero se utiliza principalmente en la capa para dar la firmeza necesaria a la llanta al montarla en el rin. Sirve de sostén a las capas de las llantas.

2.1.3. Composición Química

Aproximadamente el 80% del peso de las llantas de automóvil y el 75% de las llantas de camiones está compuesto de caucho. Dependiendo del uso y del tamaño, las llantas varían en tamaño y diseño, sin embargo la composición de los productos de los distintos fabricantes es muy similar. En la Tabla 2 se presenta un resumen de las principales características de las llantas usadas en autos y camiones.

Tabla 2 Comparación entre composición de llantas de automóviles y camiones en EU

Materiales	Automóvil	Camión
Caucho/elastómeros	47%	45%
Negro de Carbono	21.50%	22%
Metal	16.50%	25%
Textil	5.50%	--
Oxido de Zinc	1%	2%
Azufre	1%	1%
Aditivos	7.50%	5%

2.1.4. Propiedades térmicas

El valor calorífico neto de una llanta varia de 32 a 34 MJ/kg (Millones de Joules/Kilogramo). Una tonelada de llantas equivalen a una tonelada de carbón de buena calidad o 0.7 toneladas de aceite combustible. Es por lo tanto, un excelente potencial para utilizarlas como combustible, que no es sorprendente ya que las llantas están compuestas principalmente de productos petrolíferos. Una llanta es muy difícil de encender. La posibilidad de ignición automática para las llantas es nula. Una llanta se quema por completo a los 650°C y solo quedan residuos de cenizas y escoria.

2.2. Llanta de desecho

Una llanta de desecho es una llanta que ya ha sido usada, que no se puede o no se reutiliza para los fines previstos originalmente y que ya no es tratada (vulcanizada). Estas llantas pueden ser utilizadas como materia prima para otros procesos o ser destinadas a disposición final, (MWH, 2004).

2.3. Generación de llantas de desecho

Generalmente los neumáticos tienen una vida útil de 50.000 km, aunque esto depende en gran medida del mantenimiento del vehículo y del estado de las rutas por las que transita. Durante el uso de la llanta se produce un desgaste de la banda de rodadura,

volviendo insegura la conducción, por lo que debe ser cambiada. Los fabricantes de llantas recomiendan generalmente un mínimo de 3 mm de profundidad de huella para garantizar la seguridad del vehículo. Es por ello que en algunos países existen normas de seguridad de tránsito que establecen la profundidad mínima de huella en 1.6 mm. Dependiendo de esta especificación los neumáticos se comercializan como de segunda mano o se exportan para usarse en países sin especificaciones o con especificaciones menos exigentes. Por esta razón existe un mercado mundial de llantas usadas, hacia aquellos países que no cuentan con este tipo de normas. (Martínez, 2005)

Se pueden establecer tres categorías diferentes de llantas usadas dependiendo del uso o tratamiento que se le pueda dar, estas son: llanta de reuso, llanta vulcanizada y llanta de desecho o bien llanta que ha llegado al final de su vida útil. En la **Figura 1** se hace una categorización de las llantas usadas. (Martínez, 2005)

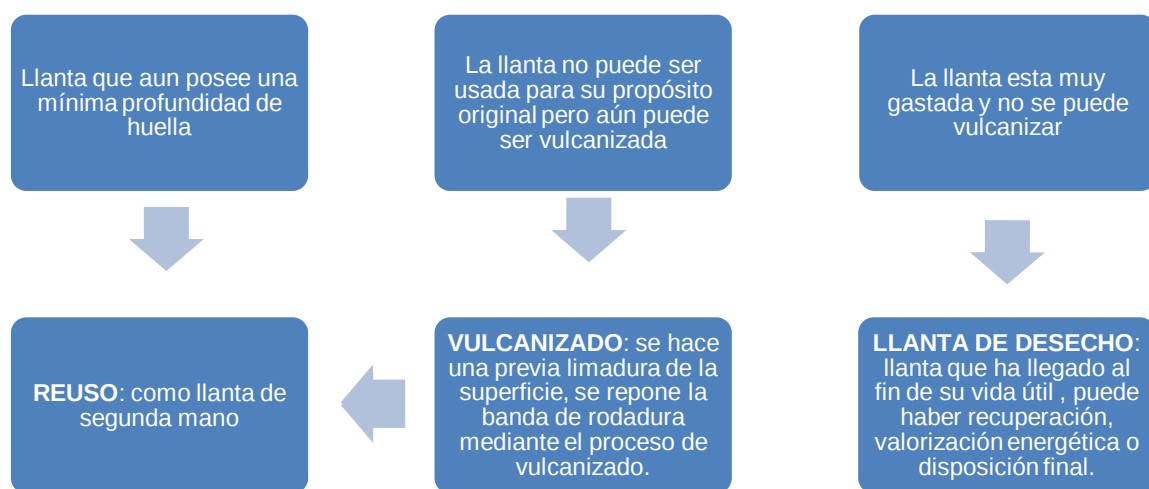


Figura 1 Categoría de las llantas que han sido usadas

Para evaluar la generación de llantas de desecho y el manejo que se le dispensa a esta, existen varias formas de realizarlo, y estas varían en función de los datos disponibles. Como una regla universalmente aceptada la generación de llanta de desecho en países industrializados es aproximadamente a una llanta de automóvil por habitante al año o su equivalente (20 lbs, 9 kg).

La alta disponibilidad de llantas usadas, su relativo bajo costo y la reducida vida de servicio constituyen los factores primarios para la generación de grandes volúmenes de llantas de desecho que no han tenido una disposición final adecuada y que se han acumulado a lo largo de los años en diferentes sitios de la geografía de los municipios de estados fronterizos. Las llantas de desecho se consideran como un residuo especial debido al gran volumen que ocupan, al difícil manejo y por tratarse de un residuo de generación masiva, con puntos de generación muy dispersos.

2.4. Ciclo de vida de la llanta

Para poder identificar los conflictos que existen a lo largo de la vida de una llanta se debe tener un panorama global de todo el proceso al cual es sometida. En la Figura 2 se presenta un modelo elaborado por COCEF (2008) que contempla todo el espectro de la vida de una llanta en la frontera norte de México, desde que es fabricada hasta que llega a la condición de desecho y eliminación. Este modelo es fácil de entender y comprender, se da un seguimiento físico cercano a una llanta, desde que esta aparece como llanta nueva, sus variantes de uso, su llegada a la condición de llanta de desecho, hasta que la misma es eliminada. En el modelo se pueden identificar “estaciones o condiciones de paso”, así como posibles estados de conflicto. También se puede observar que las llantas desde que aparece hasta que son eliminadas pasa por tres escenarios: primero por el escenario de llanta nueva, después por el escenario de llanta usada y por último el escenario de llanta de desecho.

Del modelo salen cinco puntos de conflicto, importación legal e ilegal, deficiencia en la recolección, ineficiencia en la cobranza, almacenamiento problemático y riesgoso así como la disposición final sin soluciones efectivas a corto plazo.

El trabajo de investigación que se presenta se enfoca en los tiraderos sin control como los que se encuentran en la vía pública o terrenos baldíos o en tiraderos controlados

nacionales al igual que en los lugares donde son almacenadas, como en establecimientos dedicados a la compra-venta y reparación de las llantas.

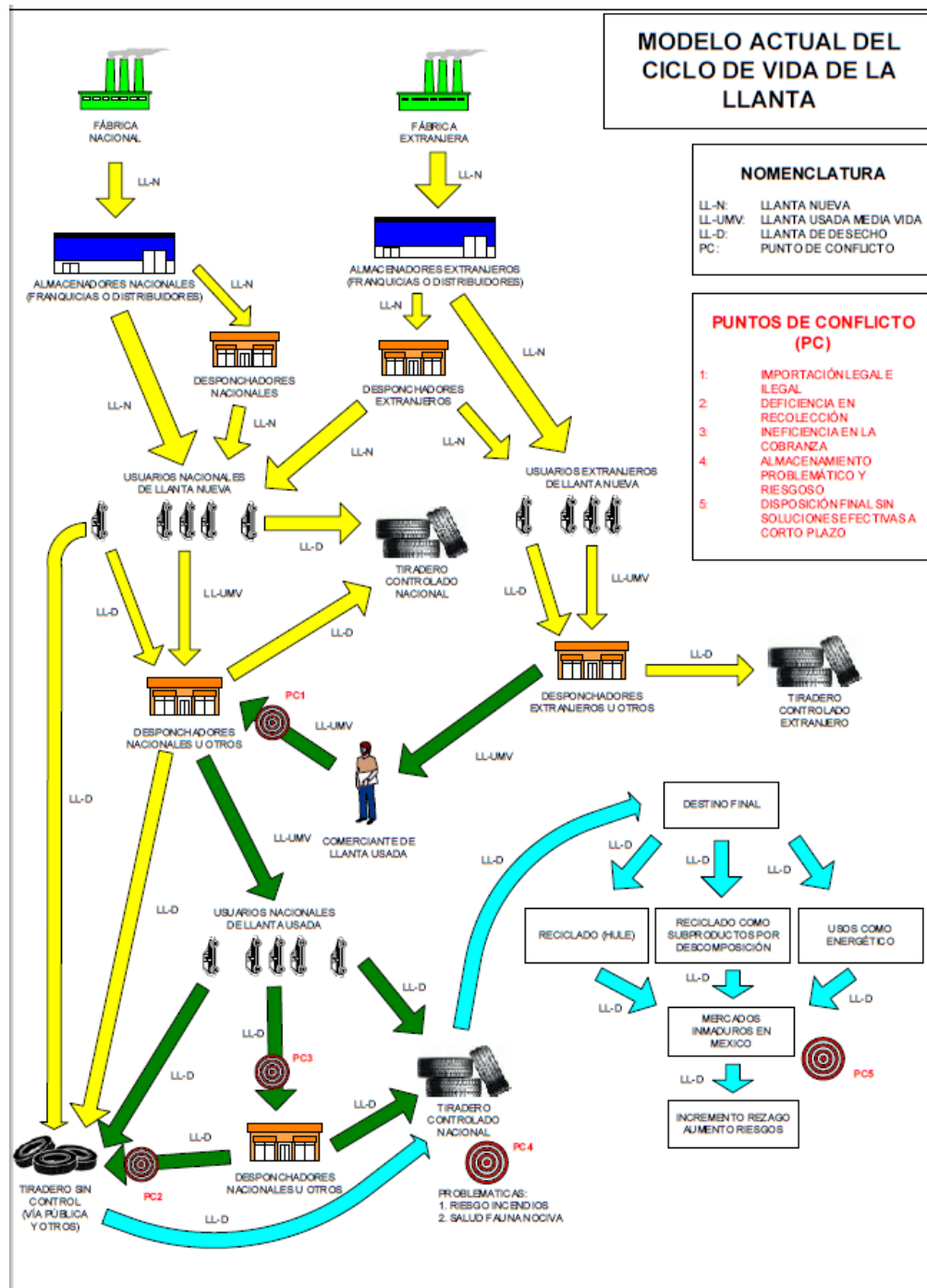


Figura 2 Modelo Actual del Ciclo de Vida de la Llanta en la frontera México-Estados Unidos

2.5. Impactos en la salud y el medio ambiente por almacenamiento de llantas de desecho

Un lugar, que tiende a ser lo más adecuado para almacenar las llantas que han llegado a la condición de llantas de desecho es un tiradero controlado. Este sitio se tiene como un lugar temporal para el almacenamiento de llantas con la intención de que se obtenga un uso futuro para estas (COCEF, 2008). De acuerdo a investigaciones sobre llantas de desecho, estas por si solas no producen daños al medio ambiente, por lo que podrían ser dispuestos en el terreno sin generar problemas de contaminación por lixiviación de productos tóxicos. Sin embargo, la disposición de las llantas de desecho no siempre es en un tiradero controlado, sino que por facilidad, cercanía o por no pagar las cuotas, estas son abandonadas en terrenos baldíos, cerca de las llanteras, así como en lugares de la ciudad que facilitan su abandono como drenes y canales o lugares que no cuentan con vigilancia, creando así un tiradero al que conocemos como clandestino. Las llantas en su almacenamiento o apilamiento controlado o incontrolado representan amenazas para la sociedad y el medio ambiente, algunos de ellos de consecuencias que pueden ser devastadoras, tanto en la salud, como en los costos económicos que estas acarrearán.

2.5.1. Riesgos para la Salud

Las llantas convertidas en basura sin control constituyen focos de infección al promover el anidamiento de fauna nociva, particularmente mosquitos, ratas, arañas y demás especies que buscan lugares oscuros y protegidos para reproducirse. Las llantas suelen ser hábitat para otros insectos peligrosos ya sea por su veneno o por lo doloroso de su picadura o mordida, dentro de los que destacan los alacranes, viudas negras, ciempiés y otros. En aquellos sitios que, además de llantas, se acumulan desechos orgánicos, la presencia de ratas es común junto con los riesgos que acarrea esta tipo de fauna nociva.

Las medidas de control para estas plagas tienen grandes dificultades para progresar ya que es difícil hacer llegar insecticidas dentro de los apilamientos debido a las formas propias de las llantas. A esto se le suman los altos costos de cualquier programa de control para un problema tan disperso.

2.5.2. Riesgos por Incendio

La acumulación de grandes cantidades de llantas de desecho, altamente combustibles, puede significar un peligro a la salud pública si llegará a encenderse, ya que se desprenderían una gran cantidad de gases y humos con un alto contenido de sustancias tóxicas que se forman debido a procesos ineficaces de combustión. Un incendio que involucre llantas de desecho provoca contaminación al aire, al agua y al suelo. (EPA, the Prevention & Management of scrap tire fire)

2.5.2.1. Contaminación del Aire

Las emisiones provenientes de la quema de llantas a cielo abierto incluyen: partículas, monóxido de carbono (CO), bióxido de azufre (SO_x), óxidos de nitrógeno (NO_x), y compuestos orgánicos volátiles (COVs). También existe una liberación de contaminantes peligrosos como hidrocarburos aromáticos polinucleares (PAHs), dióxinas, furanos, cloruro de hidrógeno, benceno, bifenilos policlorados (PCBs); y metales tales como arsénico, cadmio, níquel, zinc, mercurio, cromo, y vanadio (EPA,1997).

Todas las emisiones de un incendio de llantas a cielo abierto pueden representar peligros agudos (a corto plazo) y crónicos (a largo plazo) para la salud de los bomberos y los residentes cercanos. Dependiendo de la duración y grado de exposición, los efectos a la salud podrían incluir irritación a la piel, ojos y membranas mucosas,

trastornos a las vías respiratorias, sistema nervioso central, depresión y cáncer. (EPA, Joel I. Reisman, 1997).

Además, debido a la gran cantidad de material combustible, es imposible o extremadamente difícil extinguir un incendio de esta naturaleza debido a los grandes requerimientos de agua y equipo que se necesitan en esos casos. Otro de los problemas para apagar un incendio, es que la forma de las llantas hace que sea extremadamente difícil alcanzar todas las superficies encendidas, y permite que el aire atrapado siga respaldando la combustión en todas partes de la pila. El calor intenso que generan las llantas encendidas complica todavía más las dificultades.

2.5.2.2. Contaminación al agua

El calor intenso generado permite que ocurra la pirolisis (destilación térmica) del hule, lo que resulta en una descomposición aceitosa que se manifiesta como un escurrimiento de aceite. Este escurrimiento de aceite se puede ir junto con el agua, si es que se utiliza agua para sofocar el incendio. De igual manera, residuos como el zinc, el cadmio y plomo pueden ser transportados por el agua fuera del sitio.

2.5.2.3. Contaminación de suelo

Los residuos que permanecen en el sitio después del fuego pueden causar contaminación por la descomposición líquida del producto que se filtra en el suelo o bien causar contaminación de los lixiviados de las cenizas y escoria tras la caída de lluvia o agua entrante.

Se ha desarrollado una lista de 34 compuestos principales que representan el impacto potencial más grande que hay para las vías respiratorias derivadas de los incendios de

llantas a cielo abierto. La lista fue desarrollada por medio del análisis de pruebas de laboratorio y datos colectados de nueve incendios de llantas. Esta lista se puede obtener en el estudio de (EPA,1997).

2.5.3. Impacto Visual

Aunado a los problemas ambientales, se tiene también el impacto negativo causado por la vista de las llantas de desecho almacenadas y dispersas en gran parte de la mancha urbana. La llanta de desecho toma el espacio vital de la naturaleza quitando espacio al desarrollo natural de áreas verdes y la generación de la fauna correspondiente a esta condición.

Los programas de limpieza de sitios de disposición final propiciados por el Programa Frontera 2012 han logrado reducir en 1.5 millones las llantas depositadas en los sitios de disposición final, al disminuir entre los años 2005 a 2007 de 8 millones a 6.5 millones las unidades existentes en estos sitios. Sin embargo, a pesar de esos programas, se considera que la sobreacumulación de llanta de desecho en la región ha rebasado la capacidad de gobiernos y sociedad para manejarla hacia la resolución de su problemática y sus consecuencias. (COCEF,2008)

2.5.4 Impactos Ambientales

Tabla 3 Impactos al Medio Ambiente Ocasionados durante el Ciclo de Vida de las Llantas.

IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	FACTORES DEL CICLO DE VIDA DE LOS RESIDUOS	PRODUCCIÓN						DISTRIBUCIÓN			COMERCIALIZACIÓN					USO	DISPOSICIÓN FINAL		TRATAMIENTO		
FACTORES DE MEDIO AMBIENTE		Corte del caucho	Preparación de cordones	Calandrado	Conformado	Montaje	Curado	Empacado	Transporte	Comercialización	Punto de venta	Remoción de la llanta de desecho	Colocación de llanta nueva	Alineación y balanceo	Entrega de llanta de desecho	Uso de la llanta	Relleno Sanitario	Sitio no controlado	Renovado	Reciclaje	Coprocesamiento
Agua																		✓			
Subterránea																		✓			
Superficial		✓																			
Suelo																					
Erosión		✓	✓	✓							✓							✓	✓	✓	✓
Características físicas		✓	✓	✓							✓	✓					✓	✓	✓		✓
Características químicas			✓	✓																	
Compactación																✓	✓	✓			
Filtración		✓																		✓	
Atmósfera																					
Emisiones a la atmósfera		✓		✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ruido		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	
Vibraciones		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓					✓		
Factores estéticos																					
Efectos visuales		✓															✓	✓			
Salud		✓						✓	✓								✓	✓	✓	✓	

En la Tabla 3 se presentan los factores del medio ambiente que son afectados durante el ciclo de vida de una llanta.

2.6. Factores que contribuyen a la acumulación de llantas de desecho

2.6.1. Demográfico

Las comunidades sujetas a la actividad de tira de basura de forma clandestina son típicamente zonas con acceso limitado a instalaciones favorable para la disposición de residuos sólidos o servicios y programas de reciclaje. En áreas con bajos ingresos, los residentes pueden tener dificultades con la recolección de basura. Estas áreas pueden tener también las actividades relacionadas con drogas y pandillas y una alta criminalidad, que resulta en que los encargados de hacer cumplir las leyes y normas no prestan importancia o tienen una prioridad baja. El problema tiende a agravarse en zonas donde la población de quienes rentan es mayor y estos tienen menos interés en la comunidad o de los propietarios que están ausentes y no responden a los problemas. Los residentes de zonas rurales, dónde tirar la basura de forma clandestina es común, durante mucho tiempo pueden no ser conscientes de las leyes aplicables o comprender sus efectos nocivos.

2.6.2. Características físicas

Las propiedades inseguras, incluyendo los lotes solos, instalaciones industriales sin uso y espacios remotos son blanco de los que tienden a tirar la basura de forma ilegal. Áreas con propiedades vacantes tienden a una mayor incidencia de tirar la basura de forma ilegal debido a la menor posibilidad de los tiradores de ser vistos. Otras áreas, incluidas las carreteras con accesos limitados, propiedades a lo largo de las vías del ferrocarril, carreteras o callejones, sitios de construcción o áreas públicas con contenedores de residuos son los principales objetivos para descargas ilegales.

2.7. Destinos de las llantas de desecho

No se cuenta con un registro de los pasivos constituidos por el abandono de llantas usadas tanto en lugares controlados como en sitios clandestinos, pero se tiene noticia de entidades en las cuales se estima que se han dispuesto inadecuadamente millones de llantas que constituyen una seria amenaza ambiental y sanitaria.

De manera anecdótica se refiere que los destinos de las llantas usadas pueden ser múltiples e incluyen prácticas como las siguientes (Cortinas, 2003):

- Los generadores mayoristas suelen contratar servicios de recolección particular que transportan las llantas usadas a almacenes temporales, de donde se envían a empresas que las utilizan como combustible alterno.
- Los pequeños generadores utilizan comúnmente el servicio público de recolección de residuos para desecharlas y éste las transporta hasta los sitios de disposición final en donde algunas son recuperadas (cerca de 5,000 llantas al año en Bordo Poniente en el Distrito Federal).
- Algunos generadores o transportistas indistintamente, las depositan en tiraderos de basura a cielo abierto o en lugares clandestinos.
- Los talleres de reparación de llantas compran o reciben las llantas usadas para emplearlas en los procesos de vulcanización, y cuando ya no pueden ser aprovechadas las tiran a la basura junto con sus demás desechos.
- Disposición en tiraderos controlados o en rellenos sanitarios, en donde cada vez más se tiende a rechazarlas, sobre todo si vienen enteras porque ocupan mucho espacio y por llenarse sus huecos con gases y “flotar”, rompiendo las capas de recubrimiento de los rellenos.
- Recuperación del contenido metálico por pepenadores que queman las llantas a cielo abierto.
- Venta a ladrilleras o a hornos alfareros para ser empleadas como combustible.

2.8. Diseño del Sitio de Almacenamiento

Un sitio de almacenamiento de llantas debe de contar con las instalaciones adecuadas para prevenir cualquier siniestro y para tener un mejor control en caso de presentarse alguno. Las Guías recomiendan los siguientes parámetros de diseño para el sitio de almacenamiento (EPA, 1997):

- Se limita la altura de las montones de llantas a 6 m (20 pies) con dimensiones máximas de 76 m (250 pies) por 6 m (20 pies);
- Los bordes de la pila deben estar por lo menos 15 m (50 ft) de la cerca del perímetro y esta área debe estar libre de obstáculos o vegetación;
- Los rompe fuegos en el interior de la propiedad deben tener una anchura de 18 m (60 pies) por lo menos;
- Una área que extiende 60 m (200 pies) del perímetro de los montones de llantas deben estar libre de vegetación;
- Edificios, vehículos, etcétera deben estar por lo menos 60 m (200 pies) de los montones;
- El sitio debe ser plano, con una base de concreto o arcilla dura, y diseñado para captar y contener la escorrentía;
- No se debe ubicar el sitio de almacenamiento sobre pantanos, áreas sujetas a inundaciones, arroyos, cañones, o cualquier superficie que cueste mucho;
- Cualquier quema a cielo abierto debe estar por lo menos 305 m (1000 pies) alejada de la pila de llantas;
- Los dispositivos que generan calor (por ejemplo una máquina de soldadura) no debe utilizarse dentro de 60 m (200 pies) de la pila; y
- Pararrayos deben instalarse, en un sitio alejado de los montones de llantas.

2.9. Vulnerabilidad, Amenaza y Riesgo

La Ley General de Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) hace clasificaciones de residuos. La clasificación que maneja es: residuos peligrosos, residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial. La LGPGIR estipula, en su artículo 15, la necesidad de clasificar los residuos peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial en categorías con el propósito de elaborar los inventarios correspondientes y orientar la toma de decisiones basada en criterios de riesgo y manejo de los mismos, estos deberán dar a conocer la relación existente entre las características físicas, químicas o biológicas inherentes a los residuos, y la posibilidad de que ocasionen o puedan ocasionar efectos adversos a la salud, al ambiente o a los bienes, en función de sus volúmenes, sus formas de manejo y la exposición que de éste se derive. Para esto se considera la presencia en los residuos de sustancias peligrosas o agentes infecciosos que puedan ser liberados durante su manejo y disposición final, así como la vulnerabilidad de los seres humanos o de los ecosistemas que puedan verse expuestos a ellos. (LGPGIR, 2007).

Debido a que las llantas de desecho no reúnen las características para ser residuos peligrosos (según la LGPGIR) y no son consideradas como residuos sólidos urbanos, entran en la clasificación de residuos de manejo especial, ya que son residuos generados a consecuencia de los servicios de transporte y de vehículos automotores. Debido a su forma geométrica y su volumen, requieren de un manejo especial.

En la LGPGIR se manejan los conceptos de riesgo y vulnerabilidad; riesgo como la probabilidad o posibilidad de que el manejo, la liberación al ambiente y la exposición a un material o residuo, ocasionen efectos adversos en la salud humana, en los demás organismos vivos, en el agua, aire, suelo, en los ecosistemas, o en los bienes y propiedades pertenecientes a los particulares; y la vulnerabilidad como el conjunto de condiciones que limitan la capacidad de defensa o de amortiguamiento ante una situación de amenaza y confieren a las poblaciones humanas, ecosistemas y bienes, un

alto grado de susceptibilidad a los efectos adversos que puede ocasionar el manejo de los materiales o residuos, que por sus volúmenes y características intrínsecas, sean capaces de provocar daños al ambiente. (LGPGIR, 2007).

Los conceptos que se presentan a continuación orientaron el enfoque metodológico para el estudio de la vulnerabilidad ante el manejo de llantas de desecho.

2.9.1. Desastre

Desastre es un suceso que causa alteraciones intensas en las personas, los bienes, los servicios y el medio ambiente, excediendo la capacidad de respuesta de la comunidad afectada (Cardona, 2001); destrucción, parcial o total, transitoria o permanente, actual o futura, de un ecosistema. Es por tanto, destrucción de vidas humanas y del medio y las condiciones de subsistencia (Vargas, 2002).

Los desastres se presentan cuando se desencadena una fuerza o energía con potencial destructivo (amenaza) y encuentra condiciones de debilidad ante esa fuerza o incapacidad para reponerse de sus efectos (vulnerabilidad). El desastre ocurre cuando un considerable número de personas experimentan una catástrofe y sufren un daño serio o perturbación de su sistema de subsistencia, de tal manera que la recuperación resulta improbable sin ayuda externa (Mejía, n.d.). La vulnerabilidad determina la intensidad del desastre, es decir, el grado de destrucción de la vida.

Los desastres naturales se pueden clasificar de la siguiente forma:

1. Repentinos: avalancha, ciclón, crecida repentina, deslizamiento de tierra, erupción volcánica, inundación, mar de leva o marea de tempestad, temporal, terremoto, tormentas, tsunamis, etc.

2. De gestación lenta y larga duración: desertificación, epidemia, hambruna, sequía.

Dependiendo de su origen o tipo de amenaza, los desastres se clasifican en dos categorías (Figura 3):

1. Desastres naturales o socio-naturales: cuando la amenaza proviene de un fenómeno natural (meteorológico, topográfico y geotécnico y tectónico o geológico).
2. Desastres antrópicos y sociales: cuando el daño lo ocasiona el hombre o la sociedad (exclusión humana, guerras y delincuencia, mal manejo de los recursos y desechos, accidentes).

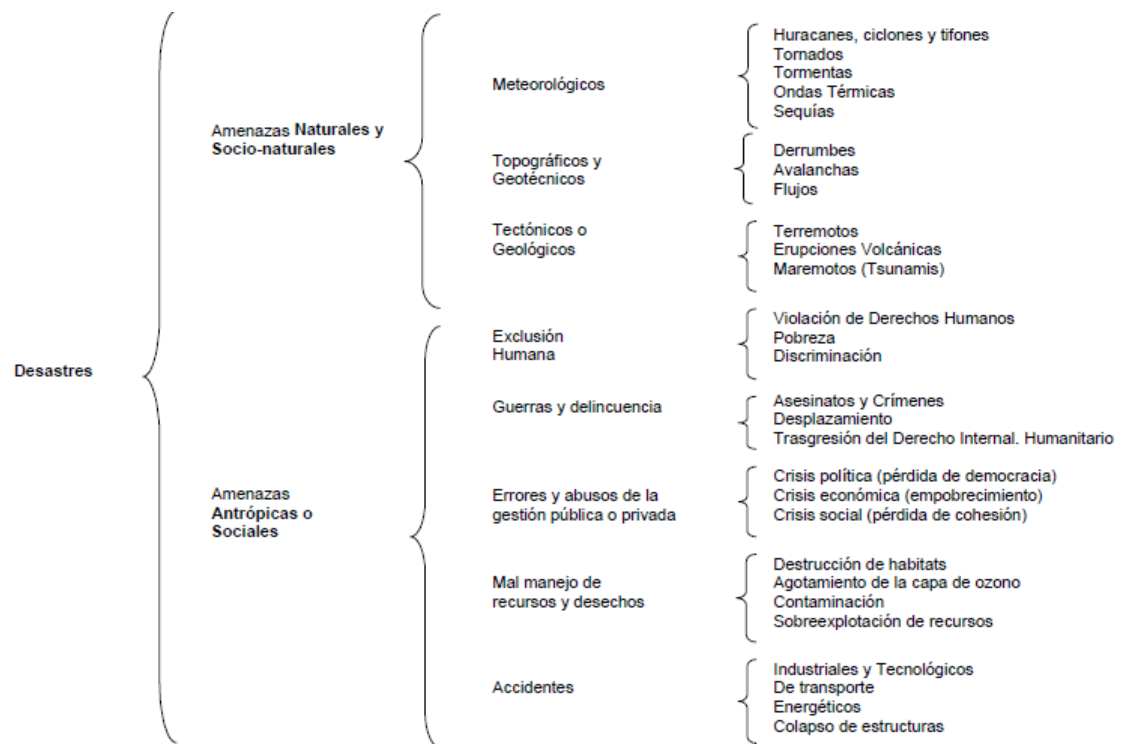


Figura 3 Tipología de desastres según su origen

La prevención de los desastres se realiza actuando sobre la amenaza (cuando es posible) y sobre cada uno de los elementos que constituyen a la vulnerabilidad. La mayoría de los desastres puede evitarse mediante actividades de prevención y mitigación. Wilches-Chaux menciona que se ha dado un paso adelante al comprender que un desastre no es en sí un fenómeno de la naturaleza o de origen humano, sino los efectos nocivos que esos fenómenos producen sobre una comunidad determinada (Wilches-Chaux, 1998).

Los desastres que se manejan en este proyecto son los ocasionados por el hombre, por tal motivo se consideran los desastres antrópicos sociales por hacer un mal manejo de los recursos y desechos. Como desastre se entiende la pérdida de seres humanos o daño al medio ambiente.

2.9.2. Amenaza

Una amenaza se puede definir como el peligro latente asociado a un fenómeno de origen natural o provocado por el hombre (antrópico) que en caso de ocurrir produce efectos adversos para las personas, los bienes y el medio ambiente (Vargas, 2002).

Cuando hablamos de amenaza nos referimos a un factor de riesgo externo de un sistema (o una comunidad) o de un sujeto expuesto, representado por la potencial ocurrencia de un fenómeno desencadenante (o accidente), el cual puede producir un desastre al manifestarse. Se expresa en forma matemática como la probabilidad de exceder un nivel de ocurrencia de un suceso con una cierta intensidad en un sitio específico y durante un tiempo de exposición determinado (Cardona, 2001).

La amenaza depende de la energía o fuerza potencialmente peligrosa, de su predisposición a desencadenarse y del detonador que la activa.

Las estructuras sociales son las que influyen en la forma como las amenazas afectan a la gente. Es por ello que no nada más se deben considerar las amenazas naturales sino también a las generadas por la sociedad y sus procesos. Según la clasificación hecha por Mejía (n.d.), las amenazas se dividen en amenazas de origen natural, amenazas socio-natural amenazas de origen antrópico, amenazas antrópicas tecnológicas (ver Figura 4).

Amenazas de origen natural: Las amenazas naturales se refieren específicamente a todos los fenómenos atmosféricos, hidrológicos, geológicos, que forman parte de la historia y de la coyuntura de la dinámica geológica, geomorfológica, climática y oceánica del planeta, y que por su ubicación, severidad y frecuencia, tienen el potencial de afectar adversamente al ser humano, a sus estructuras y actividades. Según su origen se clasifican en geológicas, hidrometeorológicas.

Geológicas, como los sismos y terremotos, las erupciones volcánicas, los maremotos o tsunamis, los deslizamientos y avalanchas, los hundimientos, la erosión terrestre y costera, etc.

Hidrometeorológicas o climáticas, como los huracanes, las tormentas tropicales, los tornados y trombas, las granizadas y tormentas eléctricas, el fenómeno de El Niño, las temperaturas extremas, las sequías, los incendios forestales espontáneos, las inundaciones, los desbordamientos, etc.

Amenazas socio-natural: Podríamos definir las amenazas socio-naturales como la reacción de la naturaleza frente a la acción humana perjudicial para los ecosistemas ("si las pulgas pican al perro, no deben sorprenderse de que el perro se rasque y se sacuda"), pero quienes sufren los efectos de esas reacciones, no son siempre los mismos que las han provocado. Es muy común que las consecuencias de la

deforestación en las cabeceras de una cuenca hidrográfica sean padecidas en forma de inundaciones o de sequías por los habitantes de la parte baja de la cuenca.

Amenazas de origen antrópico: Se trata de las amenazas directamente atribuibles a la acción humana sobre los elementos de la naturaleza (aire, agua y tierra) y sobre la población, que ponen en grave peligro la integridad física y la calidad de vida de las comunidades.

Amenazas antrópicas tecnológicas: son aquéllas que se derivan de la operación en condiciones inadecuadas de actividades potencialmente peligrosas para la comunidad o de la existencia de instalaciones u otras obras de infraestructura que encierran peligro para la seguridad ciudadana, como por ejemplo, estaciones de gasolina, depósitos de combustibles o sustancias tóxicas o radiactivas, oleoductos y gasoductos, etc.

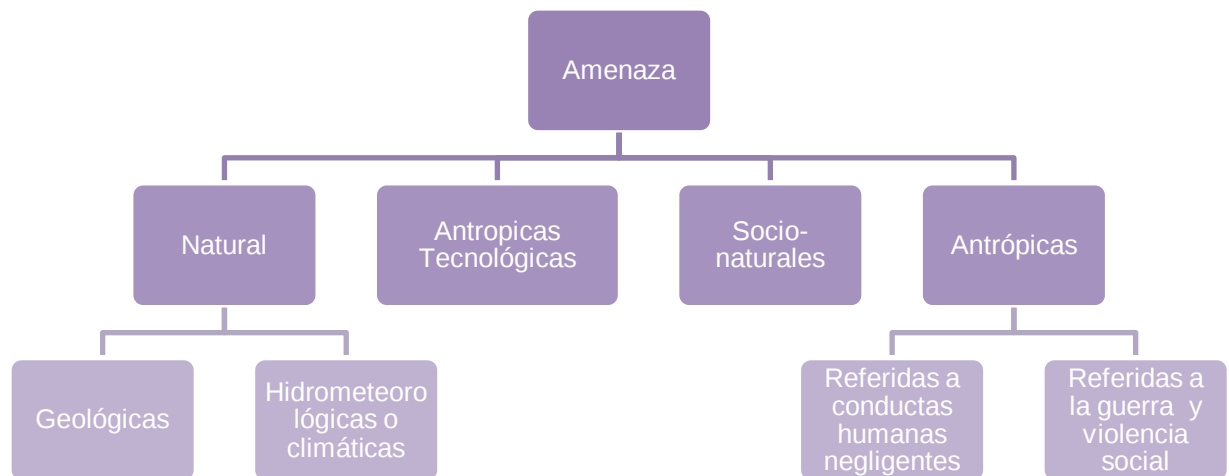


Figura 4 Tipos de Amenazas

Las amenazas a las que se hacen mención en el trabajo son a las llamadas antrópicas tecnológicas y sociales. Sociales debido a la clasificación que Vargas (2002) hace al referirse a una amenaza social y que puede provocar destrucción de hábitats así como

contaminación. Por tecnológicas se tomaran la clasificación dada por Mejía (n.d.) que nos dice que son amenazas provocadas por el hombre al hacer un uso inadecuado de las instalaciones y que encierran un peligro potencial para la sociedad.

Estas amenazas se pueden entender, para este trabajo, como el incendio que puede provocase en las instalaciones de un negocio dedicado a la compra-venta de llantas que no cuenta con la seguridad adecuada y en los tiraderos clandestinos donde se acumulan las llantas de desecho, estas acciones ponen en riesgo a las personas que se encuentran cerca de estos lugares, y es consecuencia del manejo inadecuado o mal manejo que se les da a las llantas.

2.9.3. Vulnerabilidad

Se define como la susceptibilidad o la propensión interna de un ecosistema o de algunos de sus componentes expuestos a ser afectados o sufrir daño ante la presencia de determinada fuerza o energía potencialmente destructiva, es decir el grado de pérdidas esperadas. La vulnerabilidad es un factor de riesgo interno que matemáticamente está expresado como la factibilidad de que el sujeto o sistema expuesto sea afectado por el fenómeno que caracteriza la amenaza.

La vulnerabilidad en otras palabras es la predisposición o susceptibilidad física, económica, política o social que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir daños en caso que un fenómeno desestabilizador de origen natural o antrópico se manifieste. Depende del grado de exposición, de la protección, de la reacción inmediata, de la recuperación básica y de la reconstrucción (Figura 5).

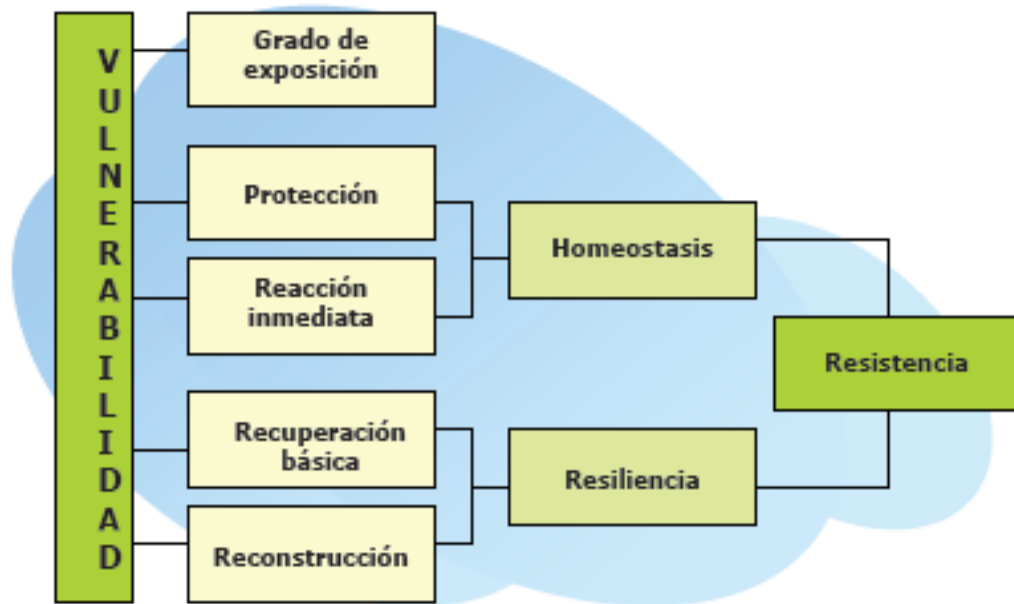


Figura 5 Factores que determinan la vulnerabilidad

Grado de exposición: Tiempo y modo de sometimiento de un ecosistema (o sus componentes) a los efectos de una actividad o energía potencialmente peligrosa (cuánta energía potencialmente destructiva recibe y por cuánto tiempo). La exposición o grado de exposición se entiende como los acontecimientos que generan adversidades o secuelas negativas para las personas, hogares, comunidades u organizaciones que se encuentran en el sitio y que son factibles de ser dañados.

Protección: Defensas del ecosistema (y de sus elementos) que reducen o eliminan la afectación que le puede causar una actividad con potencial destructivo. Pueden ser permanentes, habituales y estables u ocasionales, pero en todo caso activas en el momento de exposición la fuerza desestabilizadora.

Reacción inmediata: Capacidad del ecosistema (y de sus elementos) para reaccionar, protegerse y evitar el daño en el momento en que se desencadena la energía con potencial destructivo o desestabilizador.

Recuperación básica: Restablecimiento de las condiciones esenciales de subsistencia de todos los componentes de un ecosistema, evitando su muerte o deterioro con posterioridad al evento destructivo. También se le llama rehabilitación.

Reconstrucción: Recuperación del equilibrio y las condiciones normales de vida de un ecosistema, por su retorno a la condición previa o, más frecuentemente, a una nueva condición más evolucionada y menos vulnerable.

Por lo tanto, los factores que originan la vulnerabilidad de acuerdo con lo planteado por Cardona (2001) son los siguientes:

1. *Fragilidad física o exposición*, que es la condición de susceptibilidad que tiene el asentamiento humano de ser afectado por estar en el área de influencia de los fenómenos peligrosos y por su falta de resistencia física ante los mismos.
2. *Fragilidad social*, que se refiere a la predisposición que surge como resultado del nivel de marginalidad y segregación social del asentamiento humano y sus condiciones de desventaja y debilidad relativa por factores socioeconómicos.
3. *Falta de resiliencia*, que expresa las limitaciones de acceso y movilización de recursos del asentamiento humano, su incapacidad de respuesta y sus deficiencias para absorber el impacto.

Anderson y Woodrow (1989) plantean que la vulnerabilidad está integrada por una serie de aspectos que a largo plazo afectan la capacidad de la comunidad para responder a sucesos y la hacen susceptible a sufrir futuras consecuencias. Estos aspectos son de carácter:

- Físico-material, relacionados con el medio ambiente, la infraestructura, la vivienda, la tecnología, el capital, el nivel de salud y la capacidad de trabajo.
- Social-organizacional, relativos a las actividades sociales y económicas y a las estructuras políticas formales u otras mediante las cuales se toman decisiones.
- De motivación y actitud, lo que se refiere a la concepción que tienen las comunidades de ellas mismas y sus interrelaciones con el ambiente y la sociedad.

La vulnerabilidad de una población está determinada por su capacidad de absorber o no los efectos de un fenómeno ya sean natural o antrópico, así como el tiempo de recuperación desde que se manifiesta hasta su total recuperación. (Rodríguez, 2002).

La *vulnerabilidad* se entiende como la debilidad frente a las amenazas o "incapacidad de resistencia" y como "incapacidad de recuperación" cuando ocurre un desastre, no sólo depende de la convivencia con las amenazas, sino de múltiples factores presentes en las localidades. A la interacción de esos factores se la ha denominado Vulnerabilidad Global. Lo anterior implica que la vulnerabilidad global se presente como un sistema complejo, dinámico y cambiante propio de cada población (Wilches-Chaux, 1998). Su análisis se realiza desde diferentes puntos de vista o vulnerabilidades: natural, física, económica, social, política, ideológica, técnica, cultural, educativa, ecológica e institucional.

En términos generales pueden distinguirse dos tipos: la vulnerabilidad física y la vulnerabilidad social. La primera es más factible de cuantificarse en términos físicos, por ejemplo la resistencia que ofrece una construcción ante las fuerzas de los vientos producidos por un huracán, a diferencia de la segunda, que puede valorarse cualitativamente y es relativa, ya que está relacionada con aspectos económicos, educativos, culturales, así como el grado de preparación de las personas.

La percepción del riesgo por parte de la población es un tema importante en materia de prevención de desastres. Una comunidad informada, que identifica y conoce los peligros y riesgos de su entorno tiene mayores posibilidades de asumir una actitud preventiva y de tener una respuesta más adecuada durante y después de la emergencia.

La vulnerabilidad social es una condición que se gesta, acumula y permanece en forma continua en el tiempo y está íntimamente ligada a los aspectos culturales y al nivel de desarrollo de las comunidades (Cardona, 2001). CENAPRED maneja el concepto como el conjunto de características sociales y económicas de la población que limita la capacidad de desarrollo de la sociedad; en conjunto con la capacidad de prevención y respuesta de la misma frente a un fenómeno y la percepción local del riesgo de la misma población (CENAPRED, 2004).

La vulnerabilidad física se expresa como una probabilidad de daño de un sistema expuesto; es el grado de exposición y la fragilidad o capacidad de los elementos expuestos para soportar la acción de los fenómenos (Cardona, 2001).

La vulnerabilidad física expresa las características de ubicación en áreas propensas y las deficiencias de resistencia de los elementos expuestos, de los que depende su capacidad de absorber la acción del suceso que representa la amenaza. La sismoresistencia de un edificio, la ubicación de una comunidad en el área de influencia de un deslizamiento o en el cauce de un río, son ejemplos de la dimensión física de la vulnerabilidad (Estimación holística del riesgo sísmico utilizando sistemas dinámicos complejos).

Estudios de caso han demostrado que debido a los procesos sociales, económicos y políticos, gran parte de la población vive en condiciones de vulnerabilidad frente a las amenazas. La vulnerabilidad se manifiesta en la ubicación de las viviendas en espacios físicos susceptibles de amenazas, construcciones inseguras, gran fragilidad en sus

economías familiares y colectivas, ausencia de servicios básicos, falta de acceso a la propiedad y al crédito, medio ambiente contaminado y pocas oportunidades entre otros.

El *análisis de la vulnerabilidad* es un 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. (Cardona 1993: 61)

Para evaluar la vulnerabilidad se pueden utilizar métodos cuantitativos que requieren el empleo de expresiones matemáticas llamadas funciones de vulnerabilidad, que relacionan las consecuencias probables de un fenómeno sobre una construcción, una obra de ingeniería, o un conjunto de bienes o sistemas expuestos con la intensidad del fenómeno que podría generarlas. Así por ejemplo, desde el punto de vista preventivo, en el caso de la vivienda es importante estimar el nivel de daño esperado para un nivel de intensidad dado, de manera que se puedan tomar las medidas preventivas para disminuir su vulnerabilidad.

La vulnerabilidad social y física son las que se analizarán en el trabajo para poder conocer las zonas vulnerables ante las amenazas antrópicas de tipo tecnológico y social debido al manejo inadecuado de los residuos, en este trabajo en específico de llantas de desecho. La vulnerabilidad social porque se necesita conocer de las condiciones socioeconómicas de la población para conocer el grado de exposición que tienen ante la amenaza de un incendio y su capacidad para enfrentarlo o bien recuperarse en caso de que se detonara. En cuanto a la vulnerabilidad física se tomará en cuenta el tipo de vivienda de la población que se encuentre cercana a los sitios donde se pueda presentar una catástrofe, al igual que la instalación donde se encuentre el negocio dedicado a llantas; así como la geografía del municipio, debido a

que hay lugares más propensos de verse afectados por las características que presentan y a las personas se les hace mucho más fácil disponer de sus residuos, como por ejemplo en los drenes o canales.

2.9.4. Riesgo

El riesgo corresponde al potencial de pérdidas que pueden ocurrirle al sujeto o sistema expuesto, resultado de la convolución (concomitancia y mutuo condicionamiento) de la amenaza y la vulnerabilidad (Cardona, 2001). Esto es que no se puede ser vulnerable si no se está amenazado y no existe una condición de amenaza para un elemento, sujeto o sistema si no está expuesto y es vulnerable a la acción potencial que representa dicha amenaza (Figura 6).



Figura 6 Fórmula matemática del riesgo

El riesgo, se expresa en las posibles consecuencias negativas (daños y pérdidas) de tipo económico, social o ambiental que pueden presentarse en caso de ocurrencia de un desastre, frente a la capacidad de la población para resistir o recuperarse de ellos. (Wilches-Chaux, 1998).

El riesgo se caracteriza porque:

- Es dinámico y cambiante en la medida en que también son dinámicos y cambiantes los ingredientes que lo producen.

- Es diferenciado en la medida en que no afecta de la misma manera a todos los actores presentes en una misma comunidad, ni todos los miembros de esa comunidad tienen la misma percepción del riesgo.
- Es social porque surge de la interacción continua y permanente entre la localidad humana y su entorno.

Para hacer la estimación del riesgo, es fundamental realizar la evaluación de la amenaza y de la vulnerabilidad desde un ámbito multidisciplinario y con la participación de la comunidad que esté en riesgo de sufrir un desastre. De acuerdo a la estimación del riesgo es posible aplicar políticas de planeación que regulen el uso de la tierra vigentes para controlar patrones de desarrollo y asentamientos, decisiones de dónde colocar instalaciones particulares y proyectos, la aplicación de códigos de construcción de infraestructura y el reajuste de estructuras existente para reducir peligros futuros (Quijano & Rivas, 2001).

El riesgo puede expresarse en forma matemática como la probabilidad de exceder un nivel de consecuencias económicas, sociales o ambientales en un cierto sitio y durante un cierto periodo de tiempo (Cardona, 2001). El riesgo de desastre es la dimensión probable del daño en un periodo determinado, ante la presencia de una actividad peligrosa. De esa manera el mismo tiene dos componentes: la amenaza potencial y la vulnerabilidad del sistema a ella.

Como en la mayoría de los contextos de riesgo existentes, ciertos grupos o sectores revisten mayores características de vulnerabilidad que otros. Las mujeres solas, jefes de familia, los ancianos y los niños, los enfermos y deshabilitados, los grupos indígenas y étnicos llevarán el mayor peso en términos de la vulnerabilidad. (Lavell, 1999).

Cuando no se tiene un buen uso o manejo de las llantas o de las llantas de desecho se tiene el riesgo de incendio o riesgo a la salud, porque, bueno al no tener la precaución de hacer una buena disposición del residuo o las medidas de seguridad necesarias para poder controlar cualquier siniestro, este pone en peligro las vidas de la comunidad que se encuentren cerca y en la población en general, ya que hay riesgo de contaminación en el aire, en el agua y en el suelo. Si no se llevara a cabo el siniestro, incendio, la población también se puede ver afectada debido a que la acumulación de llantas propicia un ambiente para la creación de fauna nociva.

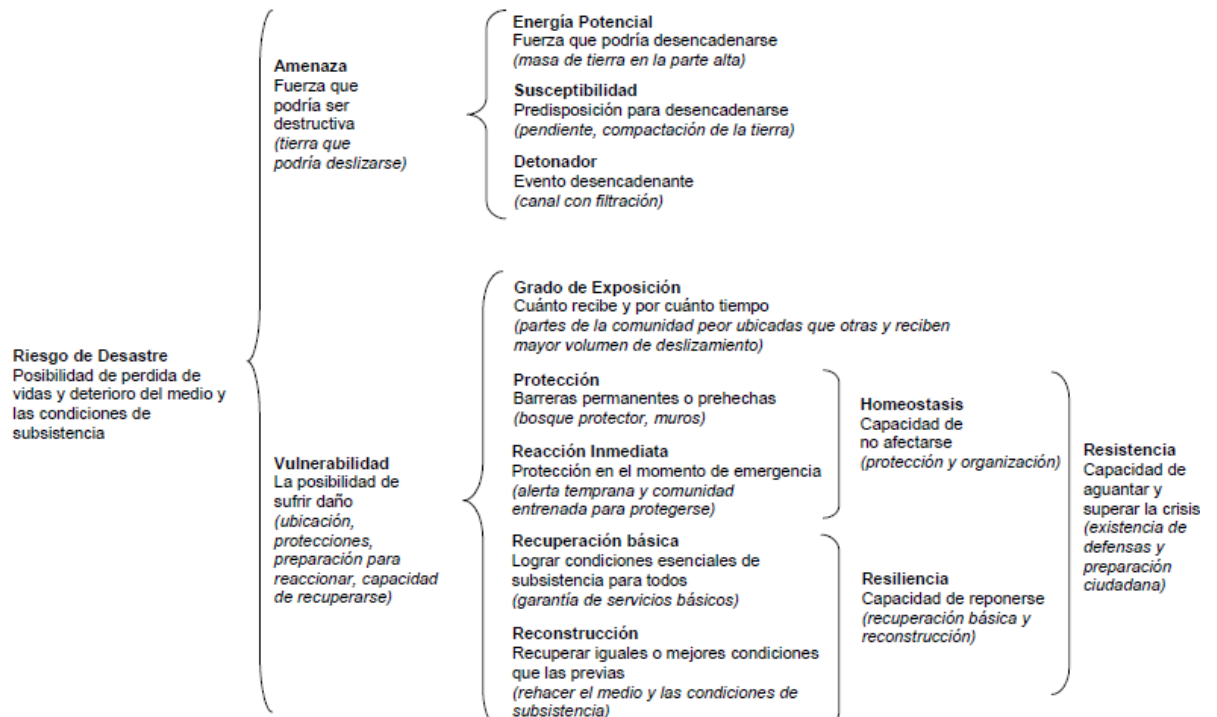


Figura 7 Conceptos de riesgo

CAPITULO III. METODOLOGÍA

El trabajo se concentró en la zona urbana de la ciudad de Mexicali, Baja California, México. Para realizar este trabajo se analizó información de la población, obtenida del censo hecho por INEGI (2005) y bases de datos sobre marginación de CONADE (2005), así como información de incendios proporcionada por el Departamento del Heróico Cuerpo de Bomberos de la Ciudad de Mexicali. El análisis se realizó con el sistema de información geográfico ArcGIS versión 9.3.

La metodología comprende el hacer un análisis de población, zonificando a la ciudad de Mexicali para poder indicar quienes son más susceptibles de sufrir daño o posibilidad de pérdidas debido al manejo inadecuado de las llantas de desecho y a las faltas de seguridad por parte de los negocios que manejan llantas. También identificar los lugares donde se presenta el problema de acumulación de llanta dentro de la geografía del municipio. Esto nos permite identificar las zonas que pueden ser más afectadas por determinado peligro.

La vulnerabilidad a un peligro consta de dos elementos principales: la vulnerabilidad física que considera las características de la vivienda que permiten resistir a los eventos; y la vulnerabilidad social que expresa las condiciones socioeconómicas de la población, la capacidad de prevención y respuesta de las unidades de protección civil y la percepción local del riesgo.

3.1. Secuencia Metodológica del Estudio

Para realizar el estudio que se presenta en esta tesis, en primer término se hizo una revisión del estado del arte sobre la problemática a trabajar para definir el marco teórico y así establecer la metodología a seguir en la investigación. Primero se obtuvo la base de datos con información de población de IRIS-SCINCE y el mapa con las AGEB de la ciudad de Mexicali así como la información de CONAPO sobre marginación para la ciudad.

Después se hizo el recorrido por la Ciudad a finales de Octubre y principios de Noviembre (2010) para obtener la información sobre la ubicación de llanteras (negocios de llantas) y tiraderos clandestinos con ayuda de un sistema de posicionamiento geográfico (GPS). La información de incendios donde estuvieron involucradas llantas se tomó de reportes de incendio proporcionados por el departamento de bomberos, la información se filtró y se creó una base de datos en Excel 2007 para poder hacer uso de la información.

Se hizo manejo de los datos en ArcGIS v.9.3 y se realizó un análisis de la información para saber si las características de las variables presentaban algún patrón. Se generaron los mapas con las variables y se identificaron las zonas donde se presenta mayor vulnerabilidad para la población por el manejo de llantas de desecho.

3.2. Obtención de información y variables

3.2.1. Datos de población

Para obtener la información de población y el mapa de la ciudad de Mexicali se recurrió a la base de datos de INEGI del programa IRIS-SCINCE el cual maneja la información del censo del 2005 hecho en la República Mexicana, la base de datos se maneja por mapas de cada ciudad y se encuentran divididas por AGEB (Área Geoestadística Básica urbana) estas son ocupadas por un conjunto de manzanas que generalmente son de 1 a 50, perfectamente delimitadas por calles, avenidas, andadores o cualquier otro rasgo de fácil identificación en el terreno y cuyo uso del suelo sea principalmente habitacional, industrial, de servicios, comercial, etcétera. Se manejó esta división ya que se puede analizar la distribución espacial al interior de la ciudad e identificar patrones de concentración.

La unidad geográfica utilizada es Baja California, y la localidad es Mexicali, los descriptores que se toman en cuenta para ser analizados en este trabajo se presentan

en la Tabla 4. Esta información se bajó a un archivo de Excel para posteriormente utilizarlo en el programa de ArcGIS 9.3.

Tabla 4 Características de población utilizadas en el trabajo

Clave	Descripción	Unidad de medida
OID	Número de identificación del AGEB	-
P_TOTAL	Población Total	Individuos
P_0A4_AN	Población de 0 a 4 años de edad	Individuos
P_0A14_A	Población de 0 a 14 años de edad	Individuos
P_60YMAS	Población de 60 años y más	Individuos
P_65YMAS	Población de 65 años y más	Individuos
TOT_HOG	Total de hogares	Viviendas
T_VIVHAB	Total de viviendas habitadas	Viviendas
VPH_NOAG	Viviendas que no disponen de agua entubada	Viviendas
VPH_NADE	Viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada a la red pública, drenaje y energía eléctrica	Viviendas
CLAVE	Identificación del AGEB por estado, municipio, localidad	-

Fuente: INEGI, IRIS-SCINCE.

Por otra parte, para complementar la información de la población se tomó del trabajo generado por CONAPO (ver Figura 8), los niveles de marginación en cada AGEB de la ciudad. En la Tabla 5 se muestran las cuatro dimensiones y los diez indicadores socioeconómicos que sintetiza el índice de marginación urbana, los cuales miden la intensidad de la exclusión como porcentaje de la población que no participa en el disfrute de bienes y servicios esenciales para el desarrollo de sus capacidades básicas (CONAPO, 2009). De los índices de marginación se generan los grados o niveles de marginación para cada AGEB, la forma en que fueron manejados en este trabajo se presenta en la Tabla 6.

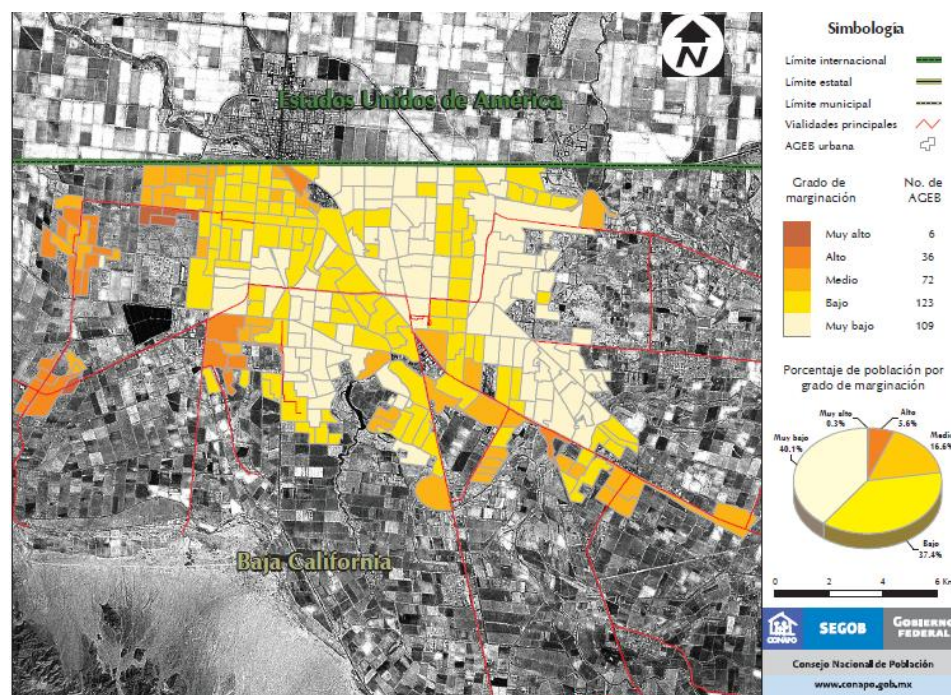


Figura 8 Grados de Marginación en la zona metropolitana de Mexicali

Fuente: Estimaciones CONAPO con base en II Censo de Población y Vivienda, 2005.

Es conveniente mencionar que el nivel “Muy Alto” nos indica que las carencias de la población son mayores en este punto, por lo contrario si se tiene un nivel “Muy Bajo” se entiende que no se presentan privaciones en los servicios y bienes de primera necesidad.

Tabla 5 Dimensiones e indicadores del índice de marginación urbana

Dimensión	Indicador
Educación	Porcentaje de población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela (I_1) Porcentaje de población de 15 años o más sin secundaria completa (I_2)
Salud	Porcentaje de población sin derechohabencia a los servicios de salud (I_3) Porcentaje de hijos fallecidos de las mujeres de 15 a 49 años (I_4)
Vivienda	Porcentaje de viviendas particulares sin agua entubada dentro de la vivienda (I_5) Porcentaje de viviendas particulares sin drenaje conectado a la red pública o fosa séptica (I_6) Porcentaje de viviendas particulares sin excusado con conexión de agua (I_7) Porcentaje de viviendas particulares con pisos de tierra (I_8) Porcentaje de viviendas particulares con algún nivel de hacinamiento (I_9)
Bienes	Porcentaje de viviendas particulares sin refrigerador (I_{10})

Fuente: CONAPO, 2009

Tabla 6 Clasificación de los grados de marginación

Clave	Niveles de Marginación	Descripción
0	Muy Alto	-
1	Alto	-
2	Medio	-
3	Bajo	-
4	Muy Bajo	-
5	NE	No hay información en AGEB

3.2.2. Datos de los sitios de interés

La ubicación de tiraderos clandestinos y llanteras se realizó mediante recorridos del área de estudio. Una vez que se encontró el sitio, se determinó la ubicación de estos mediante un sistema de posicionamiento geográfico (GPS) y se tomó una foto del lugar para posteriormente obtener información de estos. La información que se obtuvo para manejo de variables en este trabajo fue, la cantidad de llantas encontradas en el sitio, uso de suelo, tipo de llanta y tiraderos clandestinos en la ciudad. Una vez que se tuvo la información en el GPS, se pasó la información al sistema de información geográfico en forma de “Shape” que nos permite agregar información a cada punto de interés, en este caso las variables con las que se trabajaron.

3.2.2.1. Cantidad de llantas encontradas en el sitio

Para dar una clasificación a la cantidad de llantas que se encontraron en el sitio se consideró la información que manejan algunas instituciones como lo son la Secretaría de Hacienda y el Estado de California. Debido a que estas fuentes lo que manejan son la cantidad de llantas que serán llevadas a disposición final, la clasificación la tienen en dos, si maneja la cantidad de llantas de desecho de 500 a 4999 se consideran minoristas y si manejan 5000 o más llantas de desecho se consideran mayoristas. Este

dato no es suficiente para clasificar a los negocios que se encontraron en la ciudad, por tal motivo se consideró la clasificación presentada en la Tabla 7.

Tabla 7 Cantidad de llantas en comercio de llantas

Clave	Cantidad de llantas	Medida
1	0-20	Micro/Pequeña
2	21-50	Mediana
3	50	Grande

3.2.2.2. Uso de suelo

Los negocios dedicados al comercio de llantas deberían de estar ubicadas en sectores donde el uso de suelo sea de tipo comercial y de servicios, debido a que no todas están dentro de un sector formal, hay casos donde este tipo de comercio se sitúa en lugares donde el uso de suelo es de tipo habitacional, por esta razón para el estudio se consideró la clasificación que se presenta en la Tabla 8.

Tabla 8 Tipo de suelo en los comercios de llantas

Clave	Tipo de suelo	Descripción
1	Habitacional	El terreno se comparte con residencia y comercios
2	Comercio y servicio	El terreno es dedicado exclusivamente al Negocio de llantas

3.2.2.3. Tipo de llanta

La comercialización de llantas es muy variado, podemos encontrar llantas de diferentes marcas, con diferentes características y usos, comprende desde el tamaño, tipo de camino que se pretenda recorrer como, uso en carretera, fuera de camino, zonas con nieve, etc. Cuando la llanta ha sido usada pero al cambiarla cumple con las condiciones establecidas en los reglamentos de transito se puede seguir usando, en el caso de Mexicali se estipula en el Reglamento de Tránsito para el Municipio de Mexicali, Baja California en el Art. 41 que si la llanta se encuentra en buen estado

puede usarse y en el Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Baja California en Materia de Prevención y Control de la Contaminación del agua, el suelo y la atmósfera, se menciona en el art. 74 que pueden comercializar con llantas usadas siempre que cumplan con los requisitos establecidos. Por lo tanto, la llanta se clasifica para su comercialización en dos tipos, nuevas y usadas. Las variables que se utilizaron en el estudio se muestran en la Tabla 9.

Tabla 9 Clasificación del tipo de llantas en los comercios de llantas

Clave	Tipo de llanta	Descripción
1	Nueva	Únicamente manejan llantas nuevas
2	Mixta	Se maneja la venta de llantas nuevas y de segunda mano o seminuevas (usadas)
3	Usada	Venta de llantas que han sido usadas y que pueden volver a utilizarse

3.2.2.4. Tiraderos clandestinos en la ciudad

Los tiraderos de llantas de desecho clandestinos son aquellos en donde no se tienen medidas de seguridad ni permiso para tener las llantas apiladas y almacenadas. Para este trabajo se consideró como tiradero clandestino de llantas de desecho el lugar donde se encontraban más de 10 llantas abandonadas y apiladas. La cantidad se tomó en cuenta debido a que en el H. Cuerpo de Bomberos de Mexicali se considera un confinamiento de llantas cuando hay más de 15 llantas en un incendio (Comandante Reyna, 2010). Algunos de los tiraderos se tomaron de información proporcionada por del Departamento de Protección al Medio Ambiente del Estado.

3.2.3. Datos de incendios

El H. Cuerpo de Bomberos cuenta con una base de datos (ver Tabla 10) donde se lleva el estadístico de incendios en el año. Los incendios los tienen separados por categorías, según el material u objeto que se haya quemado. Debido a que el estadístico que manejan en el departamento no cuenta con la información necesaria

para hacer el análisis en este trabajo (las categorías de incendios en las que se contabilizan las llantas se muestran en la Tabla 11), se creó una base de datos con los reportes generados por los bomberos donde se involucran las llantas.

Tabla 10 Estadística de incendios de Enero 2010

ESTADÍSTICAS DE PARTE DE NOVEDADES																									
ENERO 2010																									
INCENDIOS	C	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	TOTAL
INCENDIOS/CASA HAB. TOTAL	1	1		2					1	1						1			1				1		5
INCENDIOS/CASA HAB. PARCIAL	1	1	2	2						1	1					1				1			1		11
INCENDIOS EN COMERCIOS		1				1							1												3
INCENDIOS EN EDIF. DE GOBIERNO																									0
INCENDIOS EDIF. SIST. ESCOLAR																									0
INCENDIOS EN VEHICULOS DIVERSOS	2	2	1	2	1	6				1			1		1	1	1		1		1		4		28
INCENDIOS EN INDUSTRIAS																									0
INCENDIOS BIENES AGRICOLAS											1									1					2
INCENDIOS DEP. GASOLINA																									0
INCENDIOS DIST. GAS. L.P.																									0
INCENDIOS INST. ELECTRICAS																									0
INCENDIOS BASURA, ZACATE	56	9	15	60	14	19	5	3	3	6	5	1	4	7	13	7	4	4	3	4	4	4	20		280
INCENDIOS CONFINAM. LLANTAS															1										1
TOTAL DE INCENDIOS	60	14	18	65	17	26	5	4	4	7	8	1	6	8	13	10	5	4	5	5	6	4	36		331
CONATOS CASA HABITACION	4	3		5	4	3	1		2		2				1	2	3						3		33
CONATOS EN COMERCIOS	1	2		1	4	1									1	2	3						3		13
CONATOS EDIF. GOBIERNO	1	1																							1
CONATOS EDIF. SIST. ESCOLAR	1			1																					2
CONATOS EN VEHICULOS DIVERSOS	5	3	2	2	5	1	1	1		1		1	2			1	1			1			1		28
CONATOS EN INDUSTRIAS																									0
CONATOS EN BIENES AGRICOLAS																									0
CONATOS DEP. GASOLINA																									0
CONATOS DIST. GAS. L.P.																									0
CONATOS EN INST. ELECTRICA																									0
TOTAL CONATOS	11	9	2	9	13	5	2	1	2	1	2	1	2	1	2	4	2	0	0	1	0	0	7		77
CABLES CAIDOS, POSTES DE LUZ	3	2	2	2	3	2	2		1	1	1	2			2	1	5	3		4	1	1			38
OP. AMENAZA DE BOMBA																									0
OP. RESCATE ESTRUCTURAL																									0
OP. RESCATE VEHICULOS																									1
OP. BUSQUEDA Y RESCATE		1		1	1														1	2					8
SERVICIOS SOCIALES	3			1				2		1	1	2		8				3	1	1	1	2	1		27
EMERGENCIAS QUIMICAS				2																					2
FUGA DE GAS EN INSTALACION	7	1	1	7	5	1	1							2											23
FUGA DE GAS EN DEPOSITO	1	1								1															4
MEDIDA PREVENTIVAS	4	5	1	2	1	3	7	1	3	2			2	2		1	2	2	2	1			1	3	47
SERVICIO ENJAMBRE DE ABEJAS				1	1				1								2								5
OTROS SERVICIOS	2			1	4		5	2	3	3			5	3	1		5	2	3	6	3	4	5		57
FALSAS ALARMAS	6	2	1	4	2	1					3			1	3	2	2					1	1	5	34
TOTAL OTROS SERVICIOS	25	11	6	22	17	7	15	6	8	7	5	11	5	12	6	7	14	10	6	14	7	11	20		252
SERVICIO DE AMBULANCIA	3						45	8	30	38	22	20	24	23			43	20			8	23			326
SERVICIO AMBULANCIA IMSS							21		10	20	7	10	10				15	4			4	4			105
TOTAL TRASLADOS	3	0	0	0	0	0	67	8	40	58	29	30	34	29	0	0	64	24	0	0	12	33	0		431
TOTAL	99	34	26	96	47	38	89	19	54	73	44	43	47	50	21	21	85	38	11	20	25	48	63		1091

Fuente: Departamento de estadística del H. Cuerpo de Bomberos, Estación Central, 2010.

Tabla 11 Clasificación de incendios en donde están involucran las llantas

Clave	Descripción	Observaciones
11	Tiradero de basura y zacate	Gran parte de estos reportes mencionan que se involucran llantas en los incendios.
12	Tiradero de llantas	Reportes de incendios considerados como confinamiento de llantas debido a que se encontraban más de 15 llantas en el siniestro.

Para obtener la información de los incendio se recurrió al archivo físico de los reportes de parte de novedades (reporte donde se registran las salida del departamento a atender algún llamado) de todo el año del 2010. La información se encontró separada por meses y a su vez marcada con la clave correspondiente a la categoría del incendio,

lo cual permitió hacer un filtrado rápido para identificar en cuales se presentaban las llantas y así hacer la captura del documento. La información que se capturó y se utilizó para el análisis hecho en el trabajo se presenta en la Tabla 12, así como información general como fecha (día, mes y año), clave del incendio, estación que acudió al llamado, dirección, hora de salida y descripción del siniestro.

Tabla 12 Clasificación de incendios utilizado en el estudio

Clave/Variable	Descripción	Categoría	Descripción de Categorías
Zona D	Uso de Suelo	1	Agrícola/Rural/Ganadero/arroyo/Despoblado
		2	Residencial/Habitacional
		3	Comercial
		4	Industrial
		5	Federal
		6	Estatal
		7	Urbana
		8	Escolar
Cantidad D	Cantidad de llantas encontradas en el sitio	1	Jan-50
		2	51-100
		3	101-200
		4	201-300
		5	Varias
Lugar D	Lugar donde se encontró el siniestro	1	Casa
		2	Terreno
		3	Comercio
		4	Dren
		5	Basurero/Relleno
		6	Sanitario/Tiradero Clandestino
		7	Ejido/Rancho
		8	Escuela/Parque
Estado	Tipo de residuo con el que se encontraba	1	Otros
		2	Llantas (solas)
		3	Basura
		4	Basura & más

En la clasificación 5 de la variable de Cantidad D, se le asignó como “Varias”, esto debido a que en la captura del reporte de informe no especifican la cantidad encontrada sino que mencionan que hay varias llantas, es por ello que se decidió dejarla como una clasificación, aquí podríamos asumir que van desde 2 llantas o más.

3.3. Proceso de Análisis de la información

Para realizar el trabajo se consideró la información de INEGI, esta divide la información de la ciudad en diferentes localidades, para el estudio se utilizó la localidad de Mexicali. En la Figura 9 se pueden observar tres localidades, la más grande y de lado este es Mexicali, del lado noroeste se encuentra la localidad de Sta. Isabel, estas tres zonas divididas en AGEB.

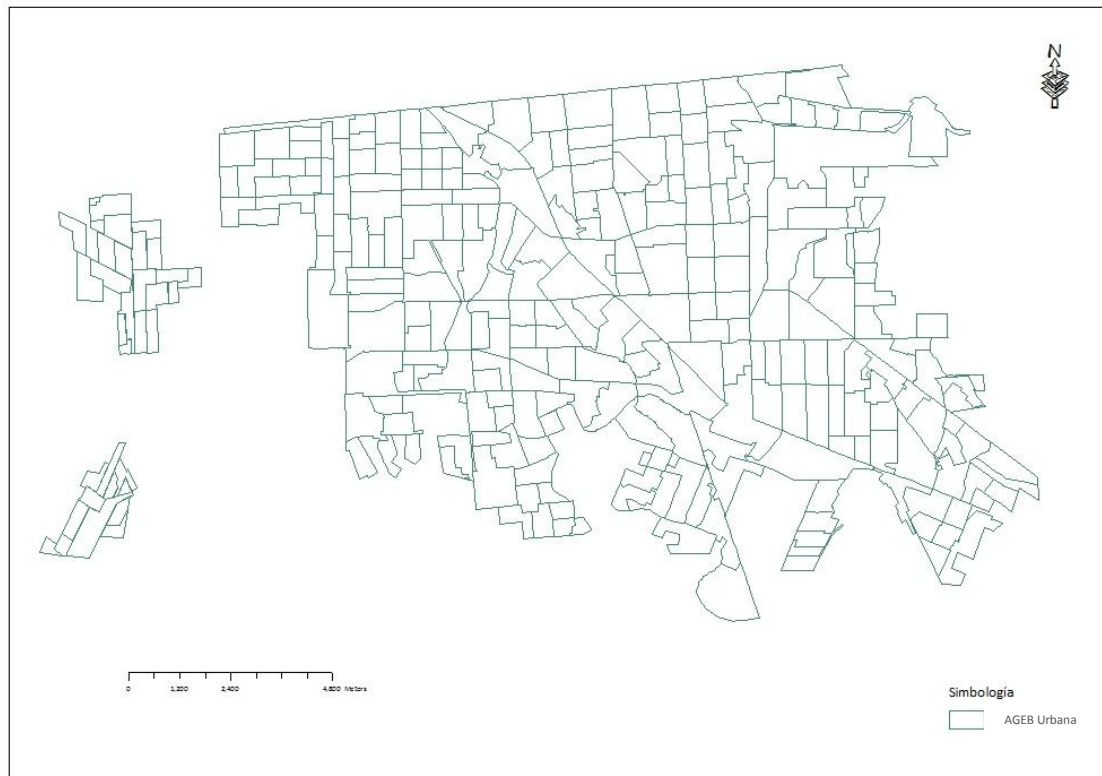


Figura 9 Ciudad de Mexicali dividida en AGEB

Elaboración propia con información de IRIS-SCINCE: II Censo de Población y Vivienda 2005.

Como Mexicali se divide en 266 AGEB se realizó una segunda división en esta zona para la captura y análisis de la información. Se siguió la forma geométrica del AGEB y se consideraron únicamente 4 secciones a las cuales se les nombró “A”, “B”, “C” y “D”. La sección “A” se encuentra al Noreste de la ciudad, la “B” se encuentra debajo de la sección A, hacia el sureste de Mexicali. La sección “C” es la parte noroeste y la sección “D” en el suroeste de Mexicali, debajo de la sección “C” y a un lado de la sección “B”.

En estas secciones se intentó dejar distribuidos de forma homogénea los AGEB así como el área que ocupan. A la zona de Santa Isabel se nombró “E”, a esta la integran 22 AGEB y por último la zona Progreso que tiene 12 AGEB se nombró como la sección “F”.

Para poder analizar la información se colocó en ArcMap un archivo de AutoCAD que contiene los polígonos en los que se divide la ciudad por AGEB formando una tabla de atributos a la cual se le llamó “Polígonos”, a esta tabla se le agregó el campo de Agebid para poder juntar la información de los descriptores de población, que se encuentran en la tabla de Excel, con cada uno de los campos (polígono-AGEB). También se agregó un campo al cual se denominó “sección” para poder dividir la ciudad y así analizarla por partes. A la tabla de Polígonos se le agregó después un campo con el nombre de “nivel” en el cual se expresa el grado de marginación que tiene cada uno de los AGEB.

3.3.1. Estadística Espacial (Spatial Statistics)

3.3.1.1. Autocorrelación Espacial: Moran’s I

La herramienta de Autocorrelación Espacial (Spatial Autocorrelation) mide autocorrelación espacial (similitud de los datos) basado en las ubicaciones de los datos y los valores de estos, de forma simultánea. Dado un conjunto de características y un atributo asociado, se evalúa si el patrón expresado está agrupado, disperso o aleatorio. La herramienta calcula el valor del índice I de Moran y a la vez, un valor de Z y un valor- p, que evalúan la importancia de ese índice. En general, un valor de índice de Moran cerca de + 1,0 indica un agrupamiento (clustering) mientras que un valor cercano a -1,0 indica dispersión (ver Figura 10). Sin embargo, si no se considera la significancia estadística no se tiene un fundamento para saber si el patrón observado es sólo una de muchas, muchas versiones posibles de azar.

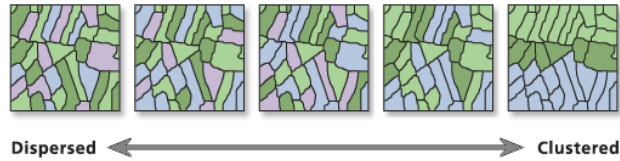


Figura 10 Diagrama de un patrón de clúster y dispersión

En el caso de la herramienta de Autocorrelación Espacial, la hipótesis nula afirma que “No hay ninguna agrupación espacial de los valores asociados con las características geográficas de la zona de estudio”. Cuando el valor de p es pequeño y el valor absoluto de Z es lo suficientemente grande que cae fuera del nivel deseado de confianza, la hipótesis nula puede rechazarse. Si el valor del índice es mayor que 0, el conjunto de características exhibe un patrón agrupado. Si el valor del índice es menor que 0, el conjunto de características exhibe un patrón disperso. Ver Anexo XX para ecuaciones utilizadas.

3.3.1.2. Análisis de Aglomerados “Clúster”

Dado un conjunto de características ponderadas, la herramienta de análisis de valor atípico y Clúster (the Cluster and Outlier Analysis: Anselin Local Moran’s I tool) identifica grupos de datos con valores similares en magnitud. La herramienta también identifica a atípicos espaciales (spatial outliers). Para hacer esto, la herramienta calcula un valor I de Local Moran’s (Local Moran’s I value), un valor de Z , un valor- p y un código que representa el tipo de clúster para cada función (Feature-dato). El valor de Z y valor- p representan la importancia estadística del valor del índice calculado. Figura 11.

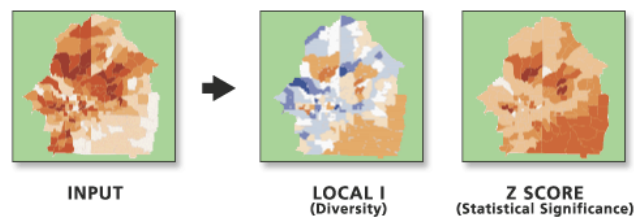


Figura 11 Diagrama de Cluster and Outlier Analysis

Un valor positivo para I indica que el dato está rodeado de datos con valores similares. Esta característica es parte de un clúster. Un valor negativo para I indica que el dato está rodeado de datos con valores diferentes. Esta característica es un valor atípico (outlier). El Índice de Local Moran sólo puede interpretarse en el contexto del valor calculado de Z o valor-p. El campo COType distingue entre un clúster estadísticamente significativo (nivel 0,05) de valores altos (HH), clúster de valores bajos (LL), valor atípico en el que un valor alto es rodeado principalmente por valores bajos (HL) y un outlier en donde un valor bajo está rodeado principalmente por valores altos (LH). Ver Anexo XX para cálculo utilizado en el análisis.

3.3.2. Técnica de Análisis de Multicriterio

Análisis Multicriterio (AMC)			
Criterios		Nivel de exclusión	Cuantificación
Amenazas	Tiraderos	Tiraderos=Atir=1	Atir*Pob
		No tiraderos= Atir=0	
		Tiraderos >=2 = Atirm=1	Atirm*Pob
		Tiraderos < 2 = Atirm=0	
	Llanteras	Llanteras= Allan=1	Allan*Pob
		No Llanteras= Allan=0	Allanm*Pob
		Llanteras =>3 = Allanm=1	
		Llanteras <3 = Allanm=0	
Población	Sexo	Mujeres gestacion /lactancia (15-49 años) < o = mediana = PobS=0	PobS*Pob
		Mujeres gestacion /lactancia (15-49 años) > mediana = PobS=1	
	Edad	Adultos de 65 o mas años < o = mediana = PobA=0	PobA*Pob
		Adultos de 65 o mas años > mediana = PobA=1	
		Menores de 0-4 < o = mediana = PobM=0	PobM*Pob
		Menores de 0-4 > mediana = PobM=1	
Resiliencia	Marginación Social	Grado Muy alto, Alto, medio= ResM=1	ResM*Pob
		Grado Muy bajo, bajo= ResM=0	

$$\text{Total} = \text{Atir} * \text{Pob} + \text{Allan} * \text{Pob} + \text{PobS} * \text{Pob} + \text{PobA} * \text{Pob} + \text{PobM} * \text{Pob} + \text{ResM} * \text{Pob}$$

CAPITULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se hará el análisis de la localización de los sitios de interés (comercios de llantas y tiraderos sin control), incendios ocurridos en el año del 2010 donde se involucren llantas y datos de población para definir las zonas donde se encuentra la población más vulnerable.

4.1. Análisis de Sitios de Interés: Comercios de llantas y tiraderos sin control

Los datos que se analizan sobre los sitios de interés son los comercios de llantas (conocidos también como llanteras) y los tiraderos sin control (lugar abandonado, casi siempre un terreno baldío, en donde depositan las llantas de desecho y/o basura y no hay seguridad) localizados en el área de estudio.

La importancia de conocer la ubicación de los comercios que se dedican a la venta y servicio de llantas y a los tiraderos sin control radica en la problemática que estos sitios presentan. Las características de los lugares donde se almacenan o acumulan las llantas puede poner en riesgo la salud de las personas y al medio ambiente, debido a que son sitios propensos al anidamiento de fauna nociva y a que se presente un incendio. La caracterización de los mismos se presenta en esta sección.

4.1.1. Comercio de llantas (Llanteras)

La localización de los comercios de llantas es importante debido al impacto que pueden tener en la población y el medio ambiente. Conforme a las características que presentan los establecimientos, como la seguridad que manejan para controlar los riesgos, las instalaciones del negocio, las llantas que manejan o que tienen almacenadas y el sitio donde esté ubicado, exponen a los trabajadores y población cercana a estos sitios a sufrir daño o verse afectados ante una amenaza.

En este trabajo se localizaron 186 comercios de llantas que se encuentran distribuidas en lo largo y ancho de la mancha urbana. Del total de llanteras, el 26 por ciento se encontró en la sección “A”, esto es 48 comercios, el 39 por ciento se ubicó en la sección “B”, que ascienden a 73 comercios, en la sección “C” se encontró el 15 por ciento, que son 28 comercios, quedando el 20 por ciento, equivalente a 37 comercios, en la sección “D” (ver Figura 12). En la Figura 13 se localizan de forma espacial los comercios de llantas que se encontraron.

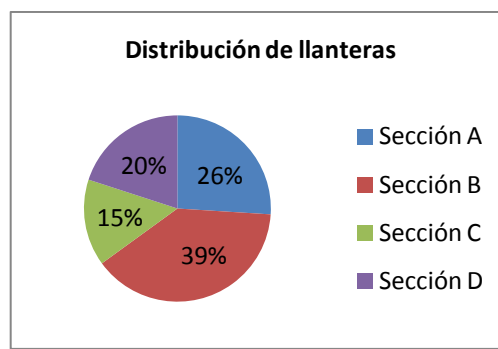


Figura 12 Distribución de llanteras por secciones en la ciudad de Mexicali

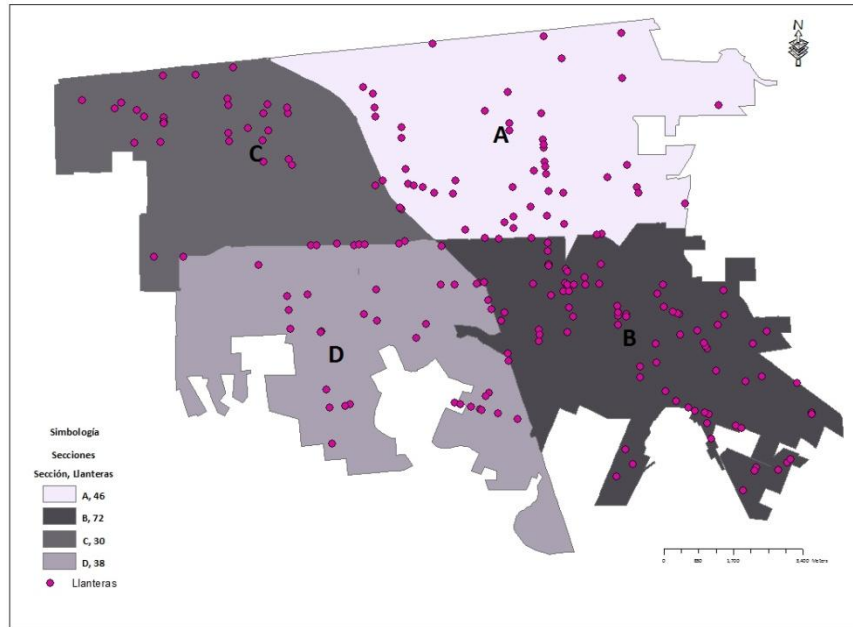


Figura 13 Llanteras encontradas en Mexicali

La extensión de área en cada sección es diferente debido a que se utilizó como base la forma geométrica de las AGEB. La sección “A” tiene la mayor extensión con 40.28 km², la segunda mayor es la sección “B” que tiene 34.93 km², seguida de la sección “D” con 34.08 km². La sección con menos extensión es la “C” que tiene 30.25 km². Con los datos obtenidos en la localización de comercios de llantas, tenemos que la sección “B” tiene una densidad de 2 llanteras por km², siendo casi el doble que las otras, que presentan una densidad de una llantera por km². Los datos se presentan en la Tabla 13.

Tabla 13 Densidad de llanteras por sección

SECCIÓN	LLANTERAS	ÁREA (KM ²)	DENSIDAD LLANTERAS (LLAN/KM ²)
A	46	40.28	1.14
B	72	34.93	2.06
C	30	30.25	0.99
D	38	34.08	1.11
TOTALES	186	139.55	1.33

Un sitio que almacena llantas debe de contar con instalaciones adecuadas para prevenir cualquier amenaza y tener un mejor control en caso de presentarse alguno. En algunos casos, los comercios de llantas se instalan en casas habitación, y no se

preocupan por tener las medidas de seguridad mínimas para evitar algún accidente. Una característica que se observó en los comercios de llantas es el lugar donde se establece el mismo al cual se denominó uso de suelo, esto se refiere a si el sitio donde se ubica comparte el uso de la propiedad como casa habitación y un negocio de llantas, en este caso llanteras (un ejemplo se muestra en la Foto 1) o si el terreno es habilitado para funcionar exclusivamente como un comercio.



Foto 1 Comercio de llantas en una casa habitación

El hecho de compartir actividad de negocio en una casa habitación, pone no solo en peligro a las personas que viven dentro de esta propiedad, sino que, a su alrededor hay más casas que pudieran correr con la misma suerte en caso de manifestarse algún siniestro. Los comercios de llantas localizados con uso de suelo habitacional fueron 41, de los cuales 19 sitios se encuentran en la sección “B”, seguido de la sección “D” con 10, en las secciones “A” y “C” se localizaron 7 y 5 llanteras respectivamente (ver Tabla 14).

Tabla 14 Distribución de llanteras por Uso de Suelo

Sección	Uso de Suelo		Total
	Habitacional	Comercio y Servicio	
A	7	39	46
B	19	53	72
C	5	25	30
D	10	26	36
TOTAL	41	143	184

La cantidad de llantas que manejen los comercios de llantas es importante porque esto representa la cantidad de llantas que tendrán que disponer y a su vez acumular en el lugar, haciendo más susceptible a estos sitios por la proliferación de fauna nociva y de que ocurra un incendio. Los comercios de llantas localizados, se dividieron en tres categorías para tener un aproximado de la cantidad de llantas que manejan, dentro de las cuales podemos ubicar un comercio micro, mediano y grande. Los negocios medianos son los que predominaron con 86 llanteras, seguida de los negocios micro con 54 sitios, y 44 comercios grandes, presentándose con mayor medida en la sección “B”, esto se puede ver en la Tabla 15.

Tabla 15 Distribución de llanteras por cantidad de llantas encontradas en el sitio

Sección	Cantidad de llantas			Total
	Micro 0-20	Mediana 21-50	Grande 50	
A	12	27	7	46
B	27	28	17	72
C	7	16	7	30
D	8	15	13	36
TOTAL	54	86	44	184

El comercio de llantas se da en la ciudad de dos tipos, como venta de llantas nuevas y venta de llantas usadas. En este trabajo una de las características de los comercios de llantas es el tipo de llantas que manejan, se dividió en tres categorías, llantas nuevas, llantas usadas y llantas mixtas, estas últimas para representar los comercios que manejan llantas nuevas y usadas. Debido al costo de adquisición los comercios manejan más este tipo de producto, llanta usada, lo podemos observar con los resultados obtenidos de los sitios que se ubicaron. Del total de 184 llanteras, 169 representan el mercado de llanta usada. Los comercios dedicados a llantas nuevas suman 8 sitios y son 7 los comercios que manejan los dos tipos. La distribución de comercios de llantas se puede ver en la Tabla 16.

Tabla 16 Distribución de llanteras por tipo de llanta que maneja

Sección	Tipo de llanta			Total
	Usadas	Mixtas	Nuevas	
A	42	0	4	46
B	67	4	1	72
C	28	0	2	30
D	32	3	1	36
TOTAL	169	7	8	184

4.1.2. Tiraderos Clandestinos

Cuando las llantas llegan a una condición de llantas de desecho, deben ser disposicionadas en lugares que se conocen como tiraderos controlados, siendo este un lugar temporal de almacenamiento de llantas con medidas de seguridad para disminuir cualquier riesgo. Lo ideal sería que toda llanta de desecho llegue a un lugar controlado, sin embargo, nos encontramos con sitios en donde son abandonadas que no cuentan con ningún control, a estos les llamamos tiraderos clandestinos. Algunos generadores o trasportistas depositan las llantas de desecho en tiraderos de basura a cielo abierto o en lugares clandestinos y en algunas ocasiones queman estos sitios en su afán de recuperar el contenido metálico de las llantas. Las llantas almacenadas al aire libre favorecen la proliferación de roedores, insectos, culebras y otros animales dañinos. Aunado a los problemas de salud y ambientales que provocan estos acumulamientos de llantas, se ve afectada la imagen de la ciudad ya que el impacto que tienen a la vista es negativo.

La ciudad de Mexicali no está exenta de este tipo de tiraderos, se pudieron localizar dentro de la ciudad, 31 tiraderos clandestinos, los cuales se distribuyen en toda la ciudad. El 51.62% (16 sitios) de los tiraderos se encontró en la sección “B”, estos se concentran dentro de la ciudad a excepción de 5 tiraderos que se localizaron cerca de los límites de la mancha urbana. La sección “A” tiene el 19.35% (6 sitios), estos fueron localizados a las orillas de la ciudad, mientras que en la sección “C” se encuentran el 16.13% (5 sitios), dos de ellos se encontraron cerca de la línea fronteriza y uno en los límites del área de estudio. En la sección “D” se tuvo el 12.90% (4 sitios) de los

tiraderos quedando la mayoría a las orillas de la mancha urbana. La ubicación de los tiraderos clandestinos encontrados se muestra en la Figura 14.

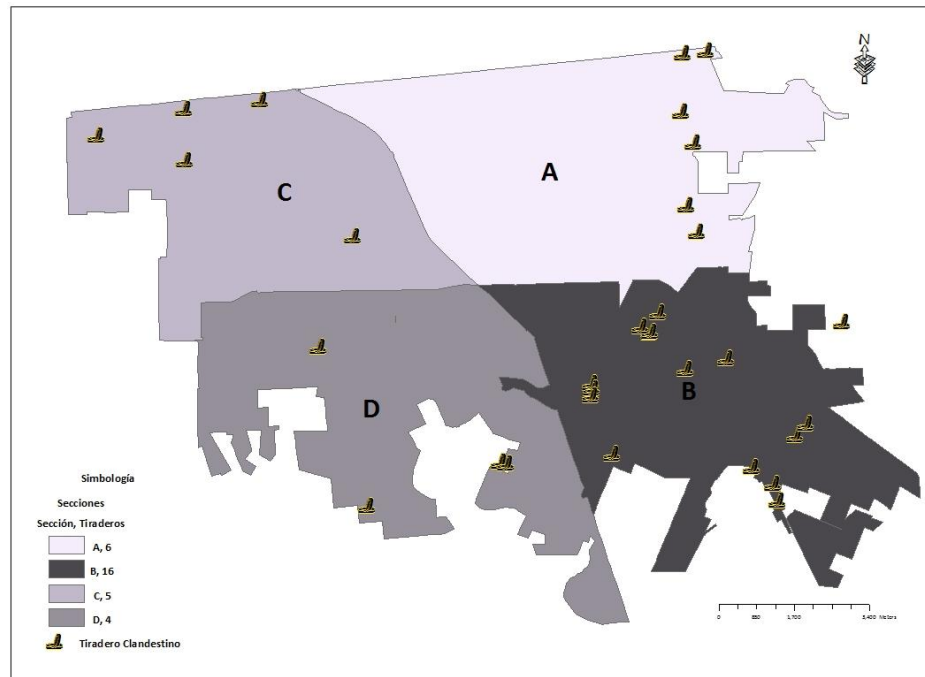


Figura 14 Ubicación espacial de tiraderos clandestinos encontrados en el área de estudio

En algunas colonias los problemas de acumulación de llantas en sitios que no cuentan con las medidas necesarias se presentan en diversas partes, en la Tabla 17 se presentan las colonias que presentan más de un caso de tiraderos clandestinos.

Tabla 17 Colonias donde se encontraron tiraderos clandestinos

SECCIÓN	CANTIDAD	SITIO *	SITIO **
A	6	Villa Colonial, Coronado Residencial	Parque Industrial Mexicali IV, Col. Corregidora
B	16	Los Álamos, Misión San Vizcaíno, Fracc. Orquídea, Col. González Ortega Poniente, Parque Industrial Las Californias, Saturno, Col. Satélite, Col. Emiliano Zapata	Fco. I. Madero, Valle del Colorado, Col. Venustiano Carranza, Ex Ejido Pascualitos
C	5	Col. Pueblo Nuevo, Col. Oscar Garzón, Col. Carlos Salinas, Col. Cachanilla, Col. Agua Leguas	-
D	4	Fracc. Esteban Cantú, Residencial del	Fracc. Solidaridad Social
TOTAL	31	17	7

* Colonias con un tiradero

** Colonia con dos tiraderos

4.2. Análisis de Incendios

La quema de llantas a cielo abierto provoca graves problemas ambientales y a la salud, ya que producen emisiones de gases que contienen contaminantes carcinogénicos (causan cáncer) y mutagénicos (problema en desarrollo de bebés) como los compuestos orgánicos volátiles e hidrocarburos. Todas las emisiones de un incendio de llantas a cielo abierto pueden representar peligros agudos (a corto plazo) y crónicos (a largo plazo) para la salud de los bomberos y los residentes cercanos. El incendio no solo causa problemas en la salud y el ambiente, también puede afectar o acabar con los bienes materiales (establecimiento o casas habitación que se encuentren cerca).

Los incendios ocurridos en el año del 2010 donde estuvieron involucradas llantas de desecho fueron 856, de las cuales, 592 eventos ocurrieron dentro de la mancha urbana de la ciudad de Mexicali, el resto sucedió en el valle de Mexicali, un promedio de 49 incendios por mes. Si tomamos en cuenta la cantidad total de eventos ocurrido en el año podemos observar que, los meses que presentan mayor cantidad de eventos son mayo, septiembre y octubre con 60, 64 y 67 eventos respectivamente (ver Figura 15).

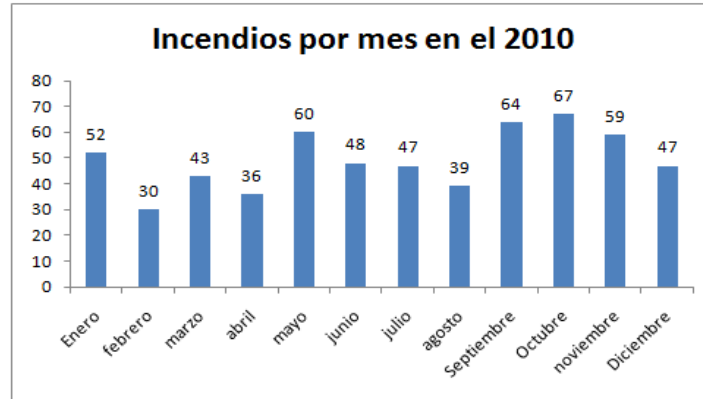


Figura 15 Gráfica de incendios de llantas en Mexicali en el 2010

Los incendios que tuvieron lugar dentro de la mancha urbana de Mexicali, se lograron localizar de forma espacial 407 eventos, de los cuales, el 63.14 por ciento de los incendios (257 eventos) se presentó del lado oeste de la ciudad (secciones “C” y “D”), mientras que el 36.86 por ciento de incendios (150 eventos) ocurrió del lado este de la ciudad (secciones “A” y “B”). Los incendios se distribuyen espacialmente más o menos de forma equitativa (ver Figura 16).

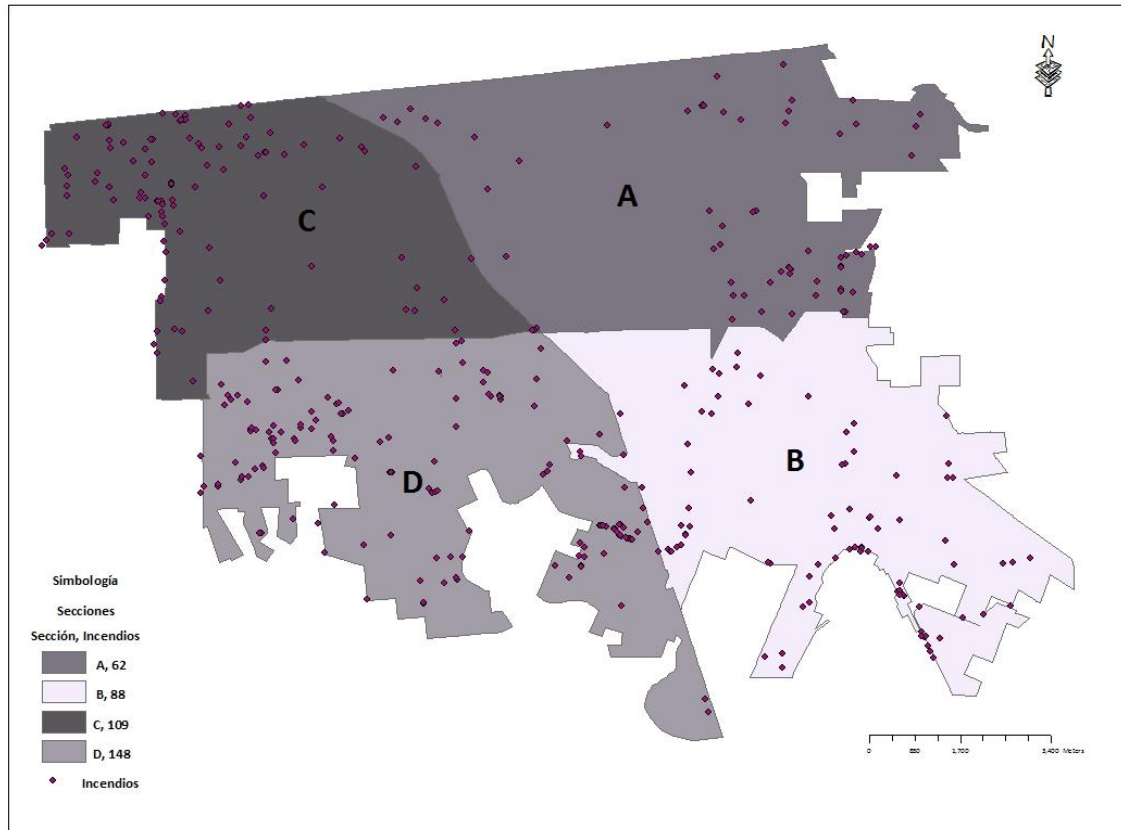


Figura 16 Localización de incendios ocurridos en el 2010

Hay zonas de la ciudad en donde un incendio de llantas pudiera causar un mayor daño en la salud y bienes de las personas, así como en el medio ambiente, por tal motivo, se identificó a los incendios según el uso de suelo, estos son, agrícola, residencial, comercial, industrial, federal, estatal, urbana o escolar. En la zona residencial se presentaron 262 incendios que representan el 64.37 por ciento, en la clasificación de urbana se tuvieron 76 incendios, 18.67 por ciento, 34 ocurrieron en zona federal siendo estos el 8.35 por ciento, quedando el resto dentro de las zonas agrícola, comercial, industrial, estatal y escolar, sumando 35 incendios equivalentes a 8.6 por ciento. La distribución por sección de los incendios se presenta en la Tabla 18 y su distribución espacial se encuentra en la Figura 17. En el uso de suelo residencial se tiene el mayor porcentaje de ocurrencia de los incendio, pero no nos indica en qué tipo de lugar se llevó a cabo.

Tabla 18 Distribución de incendios por uso de suelo (Zona)

Sección	Total de Incendios	Zona						
		Agrícola	Residencial	Comercial	Industrial	Federal	Estatat	Urbana
A	62		39	7		4		11
B	88		44	3	1	11		29
C	109		77	10	1	8		12
D	148	1	102	7	1	11	2	24
TOTAL	407	1	262	27	3	34	2	76

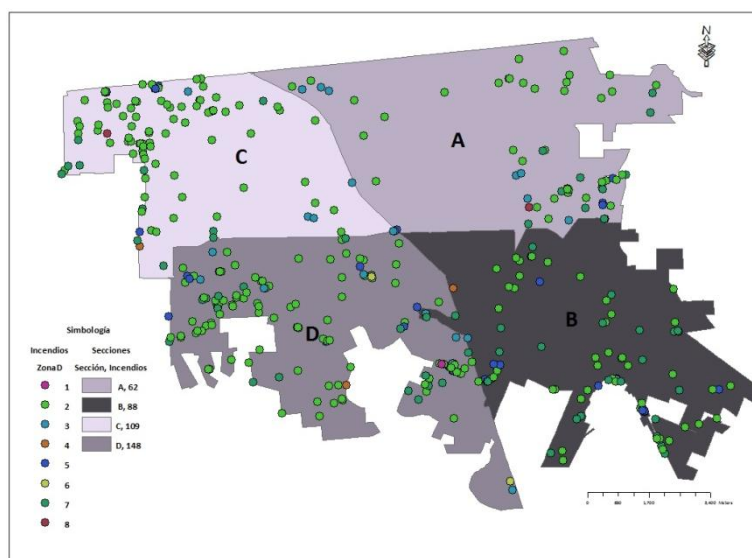


Figura 17 Clasificación de incendios por uso de suelo (zona)

El sitio exacto donde ocurrió el incendio nos podría ayudar a localizar los sitios que son más propensos a la acumulación de llantas, la teoría menciona que los lugares donde se presentan los acumulamientos de llantas es donde hay terrenos baldíos que carecen de vigilancia, así como lugares que facilitan su abandono como drenes y canales. Para ubicar los lugares se dividió a los incendios en 8 categorías, casa, terreno, comercio, dren, basurero, ejido, escuela y otros. Se identificaron 51 incendios que ocurrieron en casa habitación, 222 incendios ocurrieron dentro de un terreno baldío, 85 dentro de un dren, 13 en locales de comercios, 2 incendios en escuela, 4 en basurero, 4 en ejido y 26 entraron como otros. La distribución por sección se presenta en la Tabla 19 y su localización espacial en la Figura 1. Como se puede ver, el 54.54 por ciento de los

incendios ocurrieron dentro de un terreno baldío y un 20.88 por ciento en un dren, lo cual confirma lo mencionado en la teoría.

Tabla 19 Distribución de incendios por lugar de incidencia

Sección	Total de Incendios	Lugar							
		Casa	Terreno	Comercio	Dren	Basurero	Ejido	Escuela	Otros
A	62	7	33	3	11			1	7
B	88	9	42	1	27	1	3		5
C	109	21	56	8	13	2		1	8
D	148	14	91	1	34	1	1		6
TOTAL	407	51	222	13	85	4	4	2	26

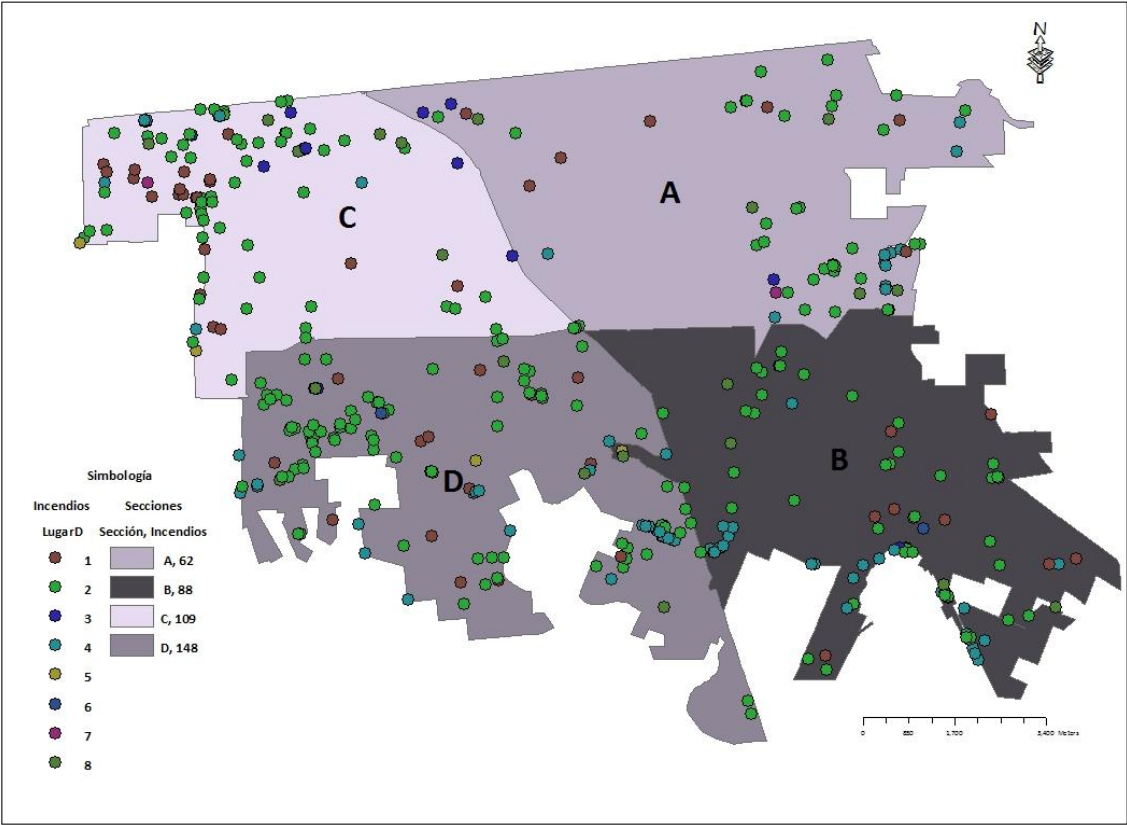


Figura 18 Localización de incendios por lugar de ocurrencia

Los informes que se llenan en el departamento de bomberos sobre los incendios los clasifican dependiendo de lo que se estaba quemando, para el caso de las llantas

existe una clasificación de confinamiento de llantas aunque exista otra que llaman basura y zacate, dentro de la cual van algunos caso de quema de llantas con la basura. Los incendios donde se vieron involucradas las llantas en muchas ocasiones van acompañadas de residuos que comprenden los domésticos, comerciales y en algunas ocasiones los peligrosos. Por estas razones se hizo la clasificación de incendios según el tipo de residuo que se encontraba en él, esto comprenden, solas, basura, basura y algo mas y otras. Del total de incendios, el 62.89 por ciento (256 eventos), se presenta con basura, 15.97 por ciento (65 eventos) con basura y algo mas, 14.49 por ciento (59 eventos) solas y 6.63 por ciento (27 evento) con otros. La distribución por residuo que se encontraba en el incendio se presenta en la Tabla 20. La ubicación espacial se puede ver en la Figura 19.

Tabla 20 Distribución de incendios por residuos que lo acompaña

Sección	Total de Incendios	Estado			
		1.Solas	2.Basura	3.Basura & algo mas	4.Otras
A	62	5	45	9	3
B	88	16	54	9	9
C	109	16	78	11	4
D	148	22	79	36	11
TOTAL	407	59	256	65	27

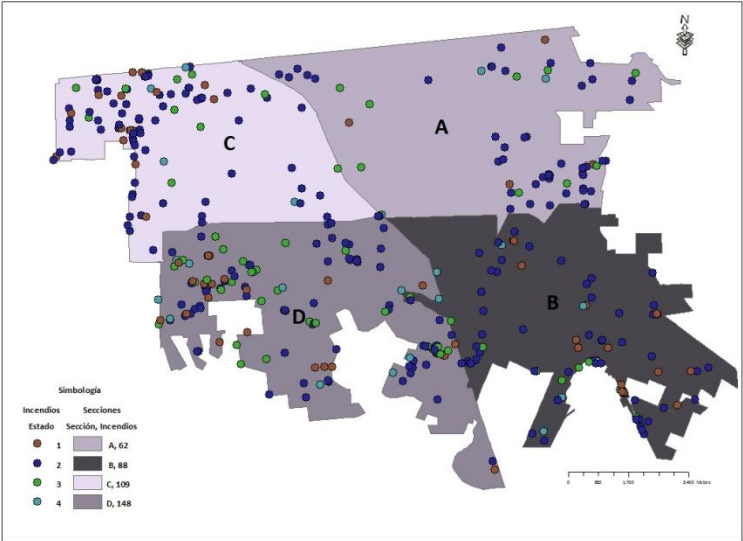


Figura 19 Localización de incendios por tipo de residuo

Dependiendo de la cantidad de llantas que se encuentren en el lugar es la intensidad del incendio y por consiguiente su extinción es más difícil, esto también hace que las emisiones de contaminantes vayan en mayor proporción. Los incendios se clasificaron según la cantidad de llantas encontradas en el sitio de 1 a 50, de 51 a 100, de 101 a 200, de 201 a 300 y en varias. Los resultados obtenidos fueron incendios desde 1 llanta hasta 50 con 45 incendios representando estos el 11.05 por ciento, de 51 a 100 no se presentó ningún caso dentro de la zona de estudio, de 101 a 200 se registró 1 correspondiente al 0.25 por ciento, de 201 a 300, se presentaron 2 incendios siendo el 0.49 por ciento, de la clasificación varias, representando esta desde 2 o más llantas, se ubicaron 359 incendios siendo estas el 88.2 por ciento. En los casos de 101-300 llantas pudiera coincidir con los tiraderos clandestinos y poner atención en vigilar estos lugares para evitar el abandono de las llantas de desecho en estas zonas. La distribución por sección se encuentra en la Tabla 21 y la distribución espacial se muestra en la Figura 20.

Tabla 21 Distribución de incendios por cantidad de llantas

Sección	Total de Incendios	Cantidad				
		1-50	51-100	101-200	201-300	varias
A	62	7				55
B	88	8			1	79
C	109	14				95
D	148	16		1	1	130
TOTAL	407	45	0	1	2	359

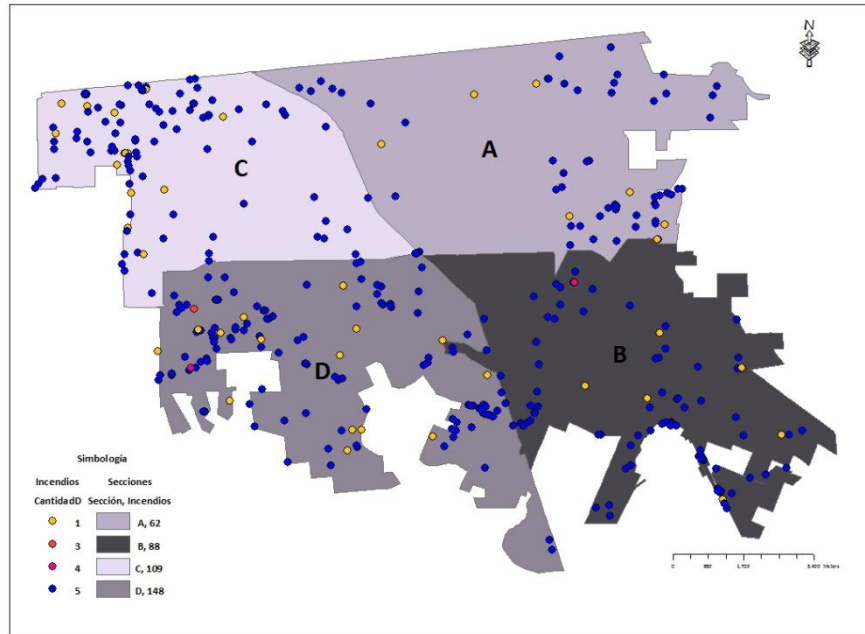


Figura 20 Distribución de incendios por cantidad de llantas

4.3. Análisis de Población

Los riesgos que las llantas provocan son a la salud y por incendio, los últimos provocan contaminación en aire, agua y suelo. Las amenazas, que ponen en peligro la integridad física y la calidad de vida de la población, se encuentran presentes en los comercios de llantas y tiraderos clandestinos. Por lo tanto, si hablamos de vulnerabilidad, a la que definimos como la predisposición o susceptibilidad física, económica, política o social que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir algún daño ante un fenómeno desestabilizador que se manifieste, estamos hablando de la población que se encuentre cerca de estas amenazas y corra el riesgo de daño o pérdida de la salud o de un bien. Toda la población es vulnerable ante estas amenazas y riesgos, solo que hay algunos grupos que pueden ser más susceptibles que otros. En este apartado se revisa la población que genera grupos vulnerables ante estas amenazas.

En este apartado se presentan los grupos donde hay mayor concentración de comercios de llantas, de tiraderos clandestinos y de incendios, así como de los grupos vulnerables, mujeres de 15 a 49 años, niños y adultos mayores de 65 años. Aplicando

el análisis estadístico de Cluster y Outlier Analysis del programa ArcGIS 9.3, se obtuvo la información sobre las zonas donde se forman agrupamientos.

La zona de estudio (ciudad de Mexicali) en el 2005, contaba con una población de 653,046 habitantes. La distribución de población se encuentra en la Tabla 22. En caso de manifestarse alguna amenaza la sección que tiene mayor riesgo en cuanto a personas que pudieran salir afectadas sería la “Sección D” (sur oeste de la ciudad). La distribución espacial de la población la podemos ver en el mapa de la Figura 21.

Tabla 22 Información de población por sección

SECCIÓN	#AGEB	ÁREA (KM ²)	POBLACIÓN TOTAL	DENSIDAD POBLACIÓN (HAB/KM2)
A	66	40.28	157,762	3,917
B	64	34.93	165,185	4,729
C	66	30.25	142,763	4,719
D	70	34.08	187,336	5,497
TOTALES	300	139.54	653,046	4,680

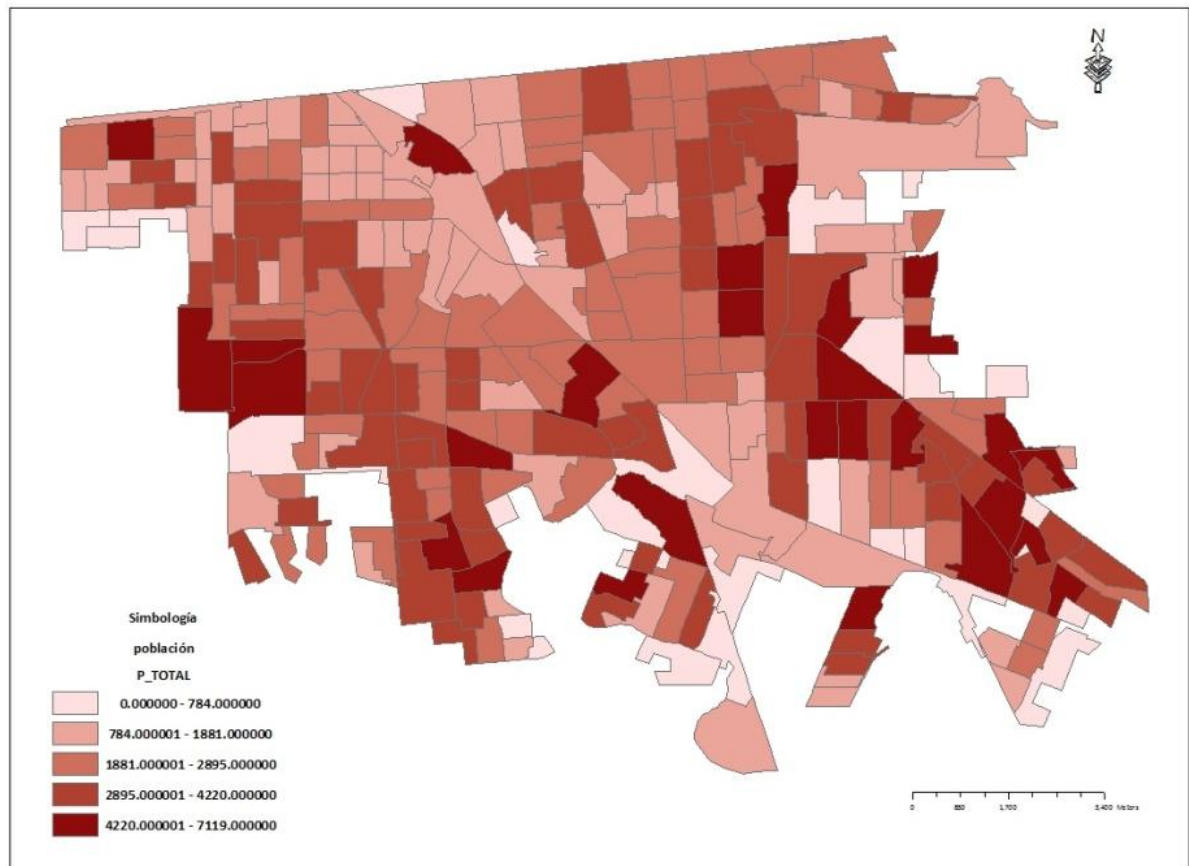


Figura 21 Distribución espacial de población total en la localidad de Mexicali (2005)

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, la exposición a contaminantes del aire es uno de los problemas prioritarios que incrementa la morbilidad (cantidad de enfermos) y la mortalidad (cantidad de muertes) de la población. Los grupos más susceptibles de la población por la exposición a los contaminantes están formados por niños menores de seis años y personas mayores de 64 años, enfermos con padecimientos crónicos respiratorios o cardiovasculares quienes padecen de dolencias bronquiales, bronquitis y enfisemas y personas en condiciones de pobreza; al igual que las mujeres.

Los niños son particularmente vulnerables a las condiciones ambientales, tal como a la mala calidad del aire. Pasan más tiempo al aire libre y muchas de sus actividades demandan mucha energía por lo que necesitan inhalar mas aire. La población de

menores de edad (niños de 0 a 4 años) encontradas en la zona de estudio en el 2005 fue de 59,013 habitantes, equivalentes al 9 por ciento del total de la población. La distribución de la población de niños entre 0 y 4 años la podemos ver en la Figura 22.



Figura 22 Distribución de población de 0 a 4 años en la localidad de Mexicali (2005)

La población de personas mayores de edad (adultos de 65 años y más) encontradas en la zona de estudio en el 2005 fue de 28,330 habitantes, equivalentes al 4.34 por ciento del total de la población. La mayor población de este grupo se encuentra en la zona norte de la ciudad. La distribución espacial se muestra en la Figura 23.

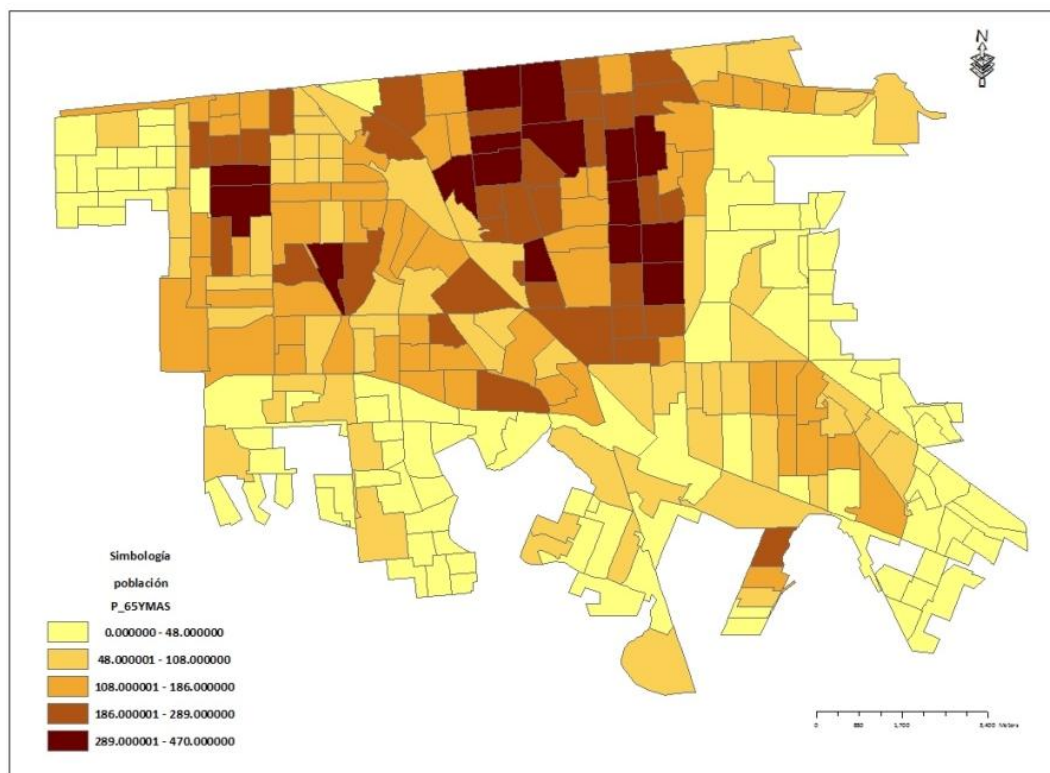


Figura 23 Distribución de población de 65 años y más en la localidad de Mexicali (2005)

La población de mujeres que había en la ciudad de Mexicali en 2005 fue de 326,074 habitantes, equivalentes al 50 por ciento del total de la población, de los cuales 171,802 (26 por ciento de la población total) son mujeres que se encuentran entre las edades de 15 a 49 años, grupo vulnerable del que hablamos en este trabajo. La distribución espacial de las mujeres que pertenecen a este grupo se muestra en la Figura 24.

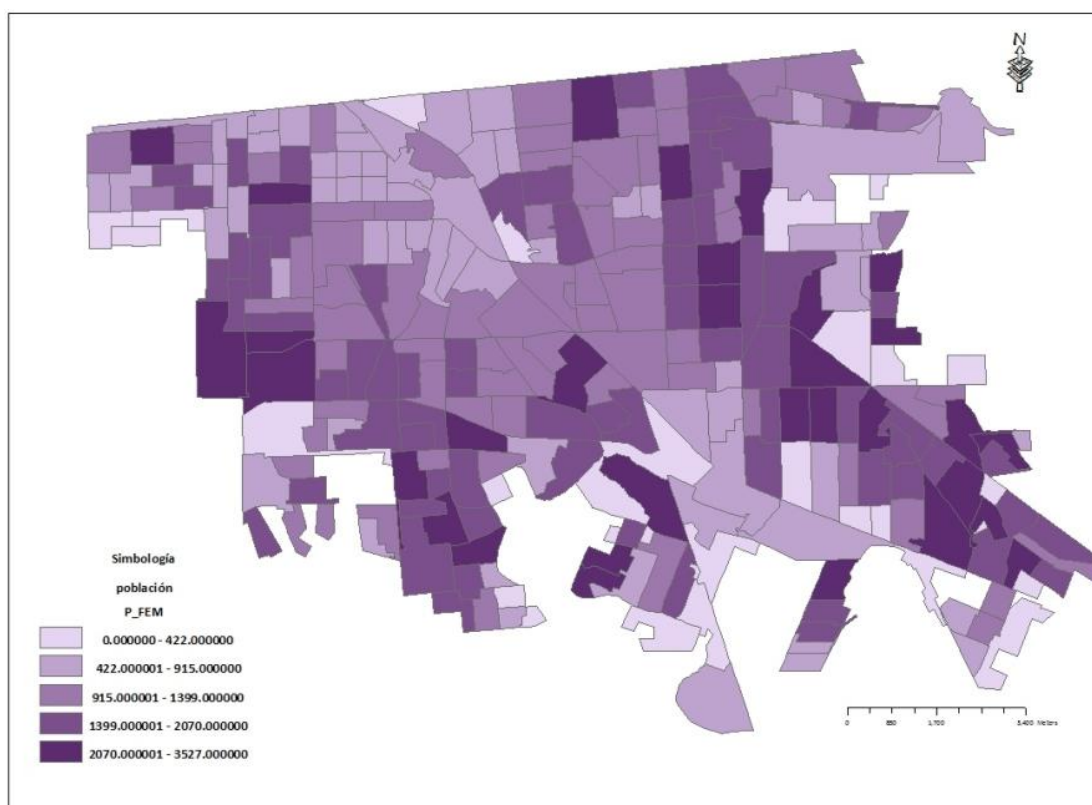


Figura 24 Distribución de mujeres de 15 a 49 años en la localidad de Mexicali (2005)

Una serie de aspectos, como lo son las actividades sociales y económicas, afectan la capacidad de la población para responder a sucesos y la hacen susceptible a sufrir futuras consecuencias y limitan la capacidad de desarrollo de la sociedad. Es necesario tener el desarrollo social para poder reducir el efecto de un peligro que se ha manifestado. En este trabajo se toma la marginación para conocer la capacidad de la población en caso de manifestarse un peligro.

La marginación en la zona de estudio (Mexicali) es considerada Muy Baja. El decir que tiene un nivel Muy Bajo, esto nos indica que hay poca privación en los servicios y bienes de primera necesidad. El 46 por ciento de la población tiene un nivel muy bajo (300,304 habitantes), el 40 por ciento (263,601 habitantes) tiene un nivel bajo, el 11 por ciento (72,422 habitantes) corresponde a la población con nivel medio, mientras que el 1.49 por ciento equivalente 9,744 habitantes están en un nivel alto y el 0.09 por ciento (641 habitantes) se encontraron en nivel muy alto. Para el 0.96 por ciento no

tiene esta información. La distribución de los grados de marginación por sección se concentra en la Tabla 23. La distribución espacial se puede ver en la Figura 25.

Tabla 23 Distribución de AGEB por grado de marginación

SECCIÓN	GRADO DE MARGINACIÓN						TOTAL
	MUY ALTO	ALTO	MEDIO	BAJO	MUY BAJO	NE	
A			1	22	43		66
B		1	11	19	27	6	64
C	3	1	15	38	8	1	66
D		4	8	28	28	2	70
TOTAL	3	6	35	107	106	9	266

*NE: No existe información en esta área.

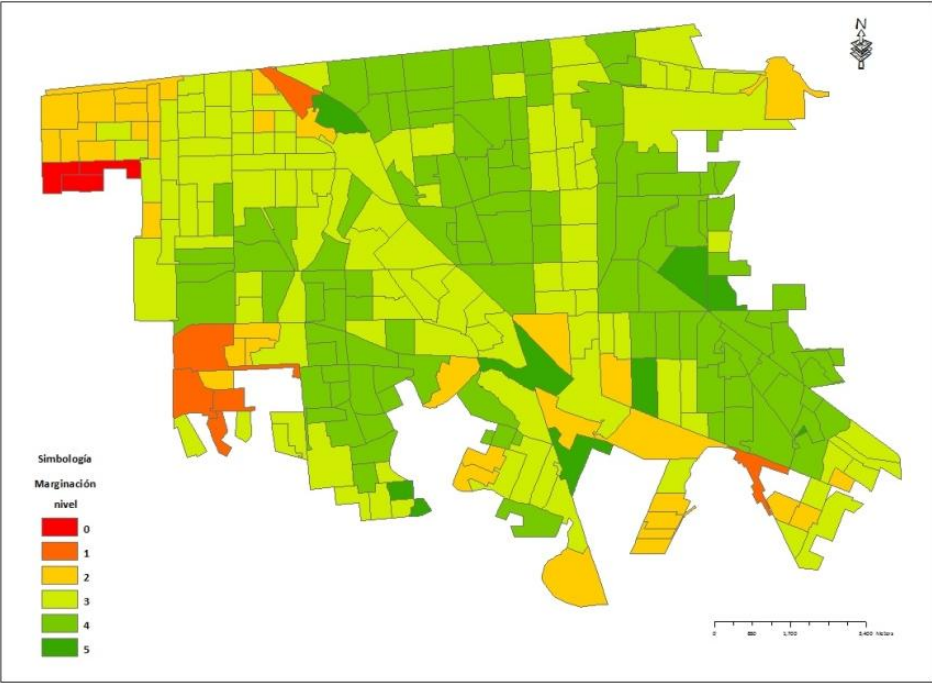


Figura 25 Grados de marginación en la localidad de Mexicali (2005)

Donde 0= muy alto, 1= alto, 2=medio, 3=bajo 4=muy bajo y 5=NE. Elaboración propia con información de CONAPO, 2009

Podemos observar que la distribución de la población con un grado de marginación que se encuentra en muy alto, alto y medio está ubicada en la zona noroeste de la ciudad, sin embargo contamos con zonas que tienen grados alto y medio en el suroeste y sureste.

Aplicando el análisis por medio de clúster podemos ubicar en donde está la mayor concentración de estos grupos vulnerables. En las figura 6, 7, 8 y 9 se muestra el análisis por cluster de los grupos de niños de 0 a 4 años, mayores de 65 años, población femenina de 15 a 49 años y por grado de marginación. Se puede observar, en la Figura 26 que se forman dos grupos donde se concentra la mayor parte de esta población de niños de 0 a 4 años, uno hacia el sur oeste de la ciudad de Mexicali (58%, sección “D”) y otro grupo en el sureste de la ciudad (42%, sección “B”). Estos dos grupos tienen un total de 13,858 niños, lo que representa el 23 por ciento de la población total de niños de 0 a 4 años. . El total de población al aplicar el análisis nos muestra una población de 15,815 niños. Al realizar el análisis por medio de clúster al grupo de población de 65 años y más (Figura 27), observamos como resultado distintos agrupamientos en toda la ciudad, que corresponden a 13,573 habitantes, los cuales representando el 48 por ciento de la población (De mayores de 65 años). La zona noreste de la ciudad (Sección “A”) es la que cuenta con mayor población de este grupo, representando el 67 por ciento de los habitantes.

Los resultados del análisis de agrupamiento de la población de mujeres que se encuentran entre los 15 y 49 años se presenta de forma espacial en la Figura 28. Del total de la población de mujeres entre los 15 y 49 años tenemos que en los agrupamientos encontrados se tienen 34,547 habitantes los cuales se distribuyen en toda la ciudad, pudiendo detectar un mayor agrupamiento en la zona sur de la ciudad (secciones “B” y “D”) con un total de 26,510 habitantes, siendo la zona sureste la que cuenta con el mayor agrupamiento correspondiente al 56 por ciento de este total.

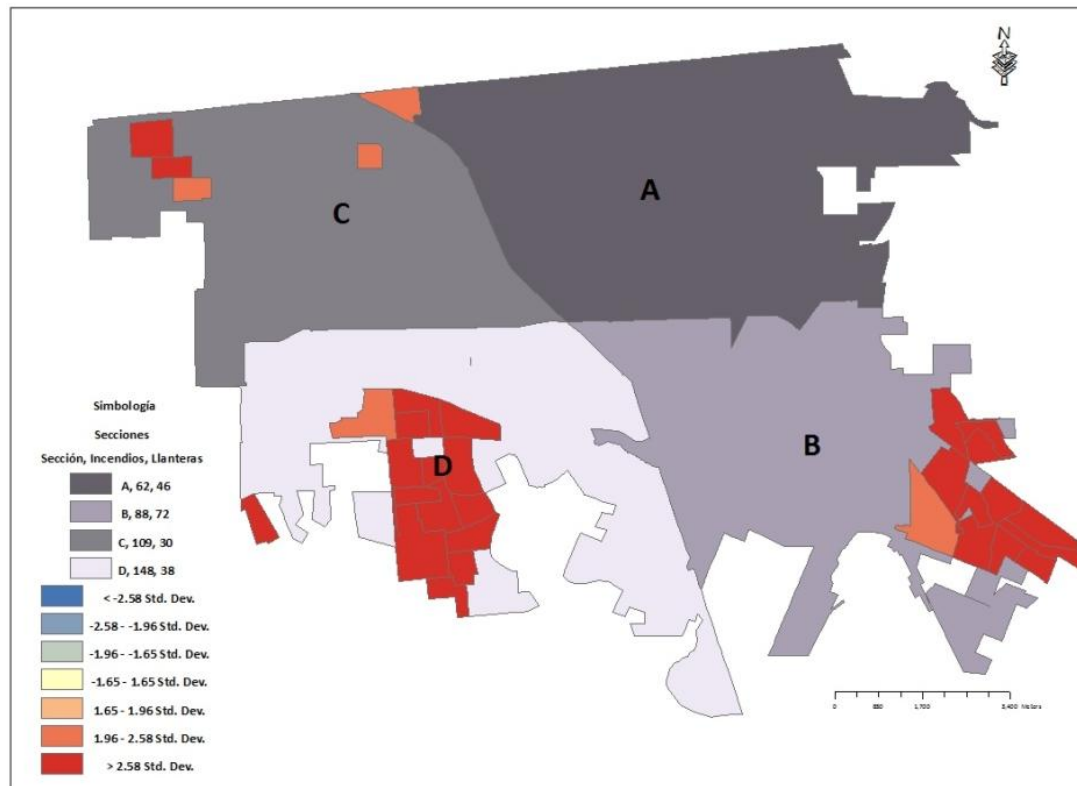


Figura 26 Clúster de habitantes de 0 a 4 años

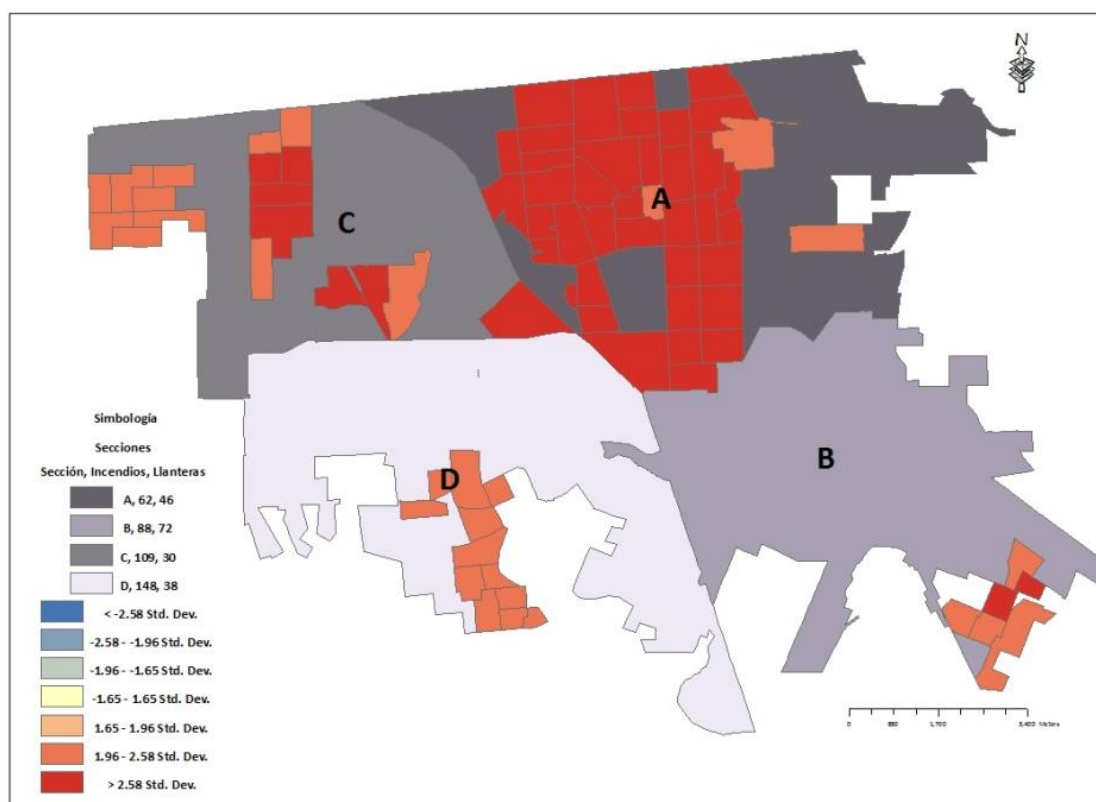


Figura 27 Clúster de población de 65 años y más

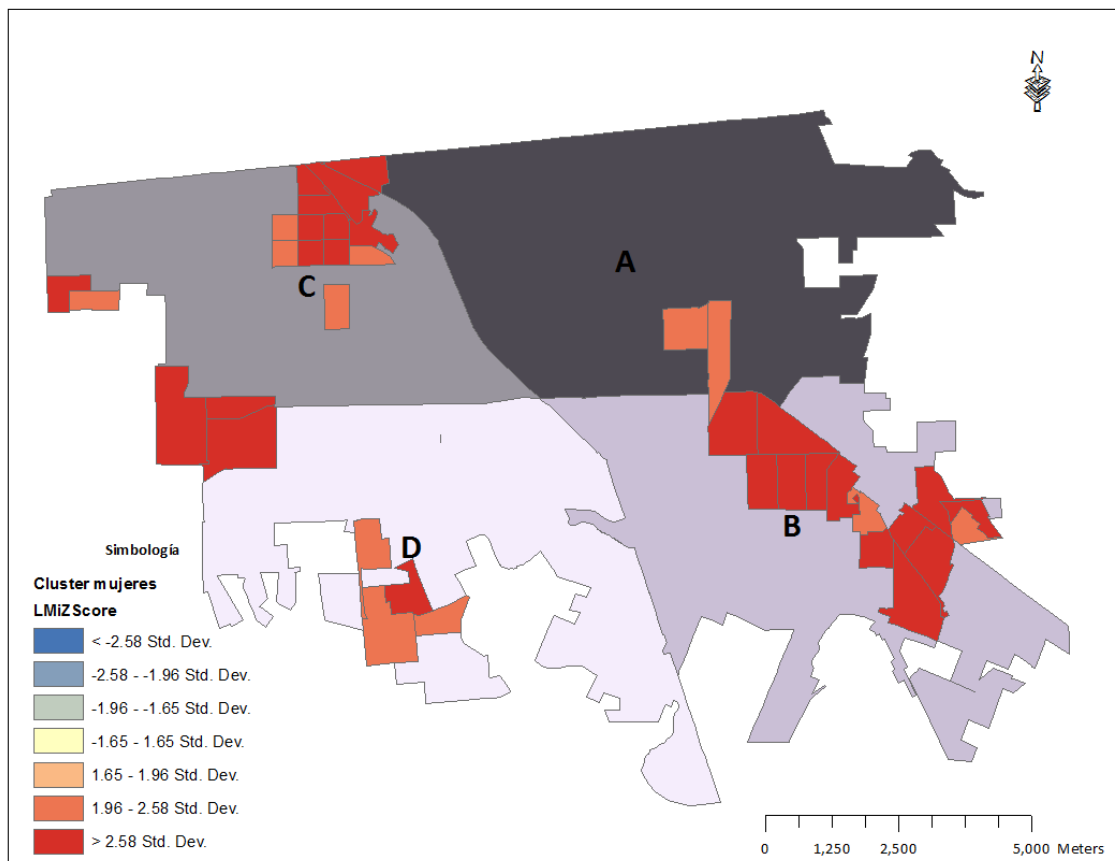


Figura 28 Clúster de población femenina de 15 a 49 años

Hasta el momento, con el análisis realizado a estos tres grupos vulnerables (población de menores de 4 años, mayores de 65 años y mujeres entre los 14 y 49 años), y con el grado de marginación, podemos darnos cuenta que las agrupaciones se distribuyen por toda la ciudad. Podemos concluir que la sección donde estos agrupamientos se unen es la más vulnerable, siendo esta la sección suroeste (“D”).

Los resultados del análisis para los comercios de llantas se muestran en la Figura 29, donde se tienen un total de 63 comercios de llantas, dentro de estos se encontraron 10 tiraderos clandestinos y 31 incendios. El 85.71 por ciento se encontró en la sección “B”. Las características de población en estos agrupamientos son, 57,443 habitantes de los cuales 28,438 son mujeres, 4,843 son menores de 4 años y 1,777 mayores de 65 años.

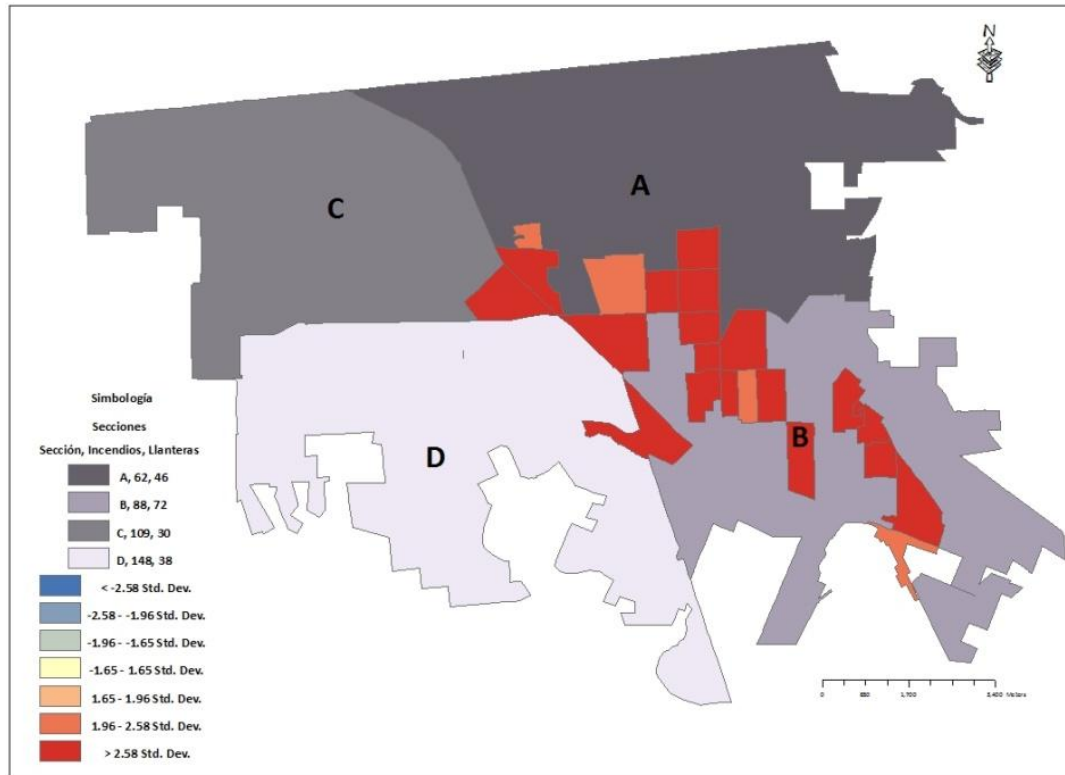


Figura 29 Clúster de comercio de llantas

Los resultados del análisis de tiraderos clandestinos se muestran en la Figura 30, donde se tienen un total de 3 tiraderos y dentro de estos se encontraron 3 comercios de llantas y 4 incendios. Los cuales se encuentran en la sección B.

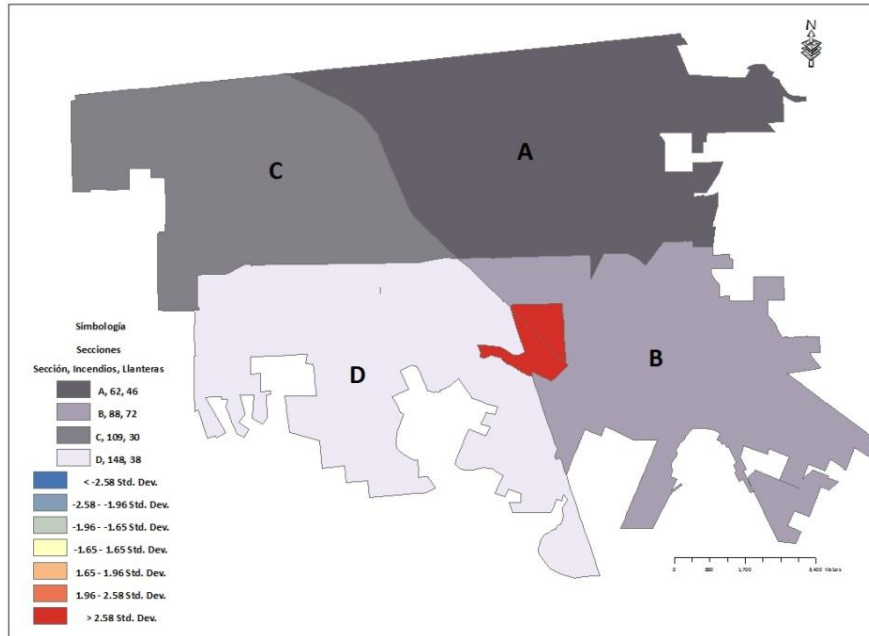


Figura 30 Clúster de tiraderos clandestinos

Los resultados del análisis de incendios se muestran en la Figura 31, donde se tienen un total de 157 incendios y dentro de estos se encontraron 5 tiraderos clandestinos y 18 comercios de llantas. El 51 por ciento de los incendios se localizaron en la sección “D”.

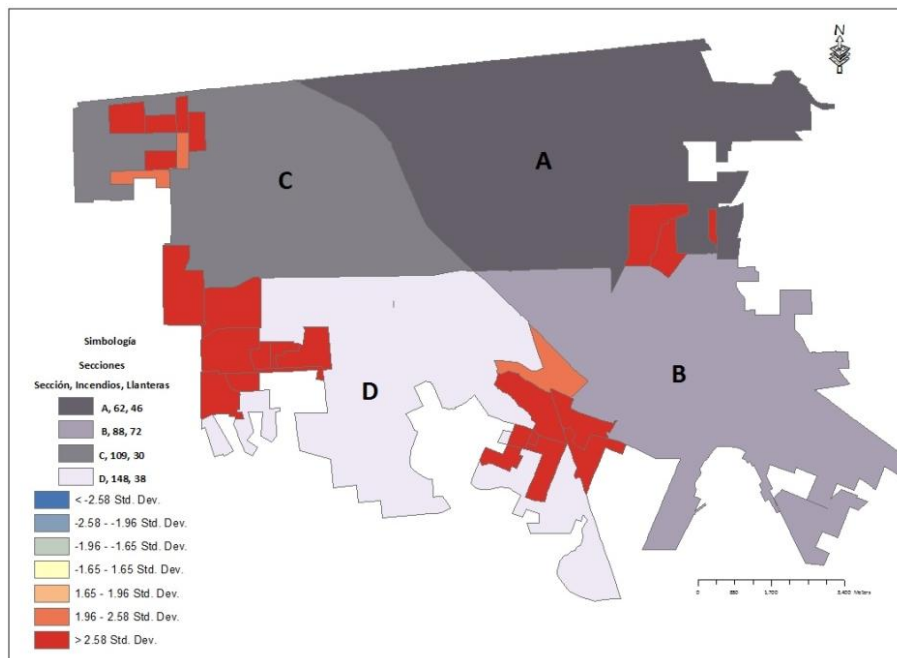


Figura 31 Clúster de incendios

Con la información analizada hasta el momento podemos decir en donde se dan las agrupaciones de las diferentes variables que se manejan para encontrar a nuestra población vulnerable por el manejo de llantas. En el siguiente apartado se hará la integración de las variables que influyen para hacer a nuestra población vulnerable.

4.4. Análisis de Población más Vulnerable

Utilizando podemos integrar las variables para poder obtener las zonas de la ciudad con población vulnerable por el manejo de llantas. Haciendo la técnica de análisis multicriterio se obtuvo la sección más vulnerable. Para ello se hizo una ponderación de las características tomadas en cuenta para encontrar a la población más vulnerable, comercios de llantas, tiraderos clandestinos, incendios, población total, mujeres de 15 a 49 años, niños de 0 a 4 años, adultos mayores de 65 años y el nivel de marginación. El resultado del cálculo de los criterios se aprecia en la Figura 32, en el mapa se presenta el número de criterios que por regla de decisión exceden el nivel de exclusión. En cuanto a la distribución no parece vislumbrarse una región, la distribución de estos polígonos se ve más afectada en la sección “B” ya que es la sección donde se tiene la mayor parte de los AGEBS que cuenta con las características (rango de 4-7, que es donde se presentan todas las variables) esto es al sur de la ciudad. En la Figura 33 podemos observar los polígonos donde se concentra la población más vulnerable el cual se representa por 13 AGEBS (polígonos) los cuales tienen un total de población de 60,746 habitantes. Las personas que se encuentran en

mayor riesgo son: 5,054 niños, 2,174 mayores de 65 años, mujeres 30,368 de los cuales 16,907 están entre los 14 y 49 años, zonas que tienen grados alto y medio de marginación, hay 13 tiraderos y 41 llanteras.

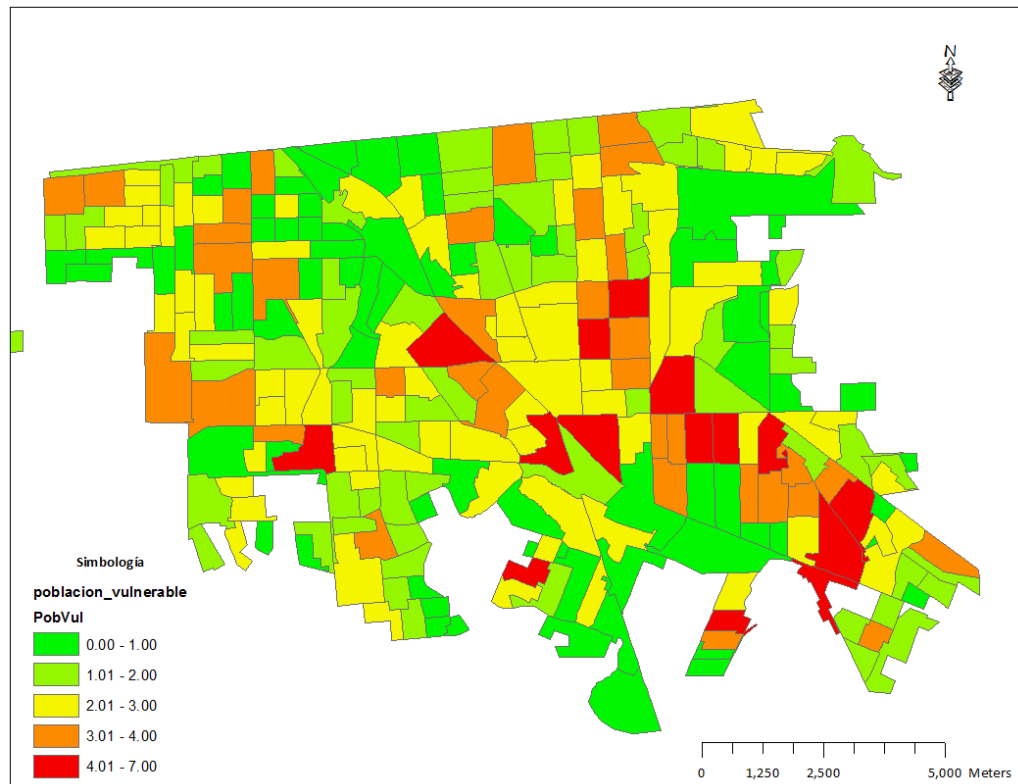


Figura 32 Población Vulnerable

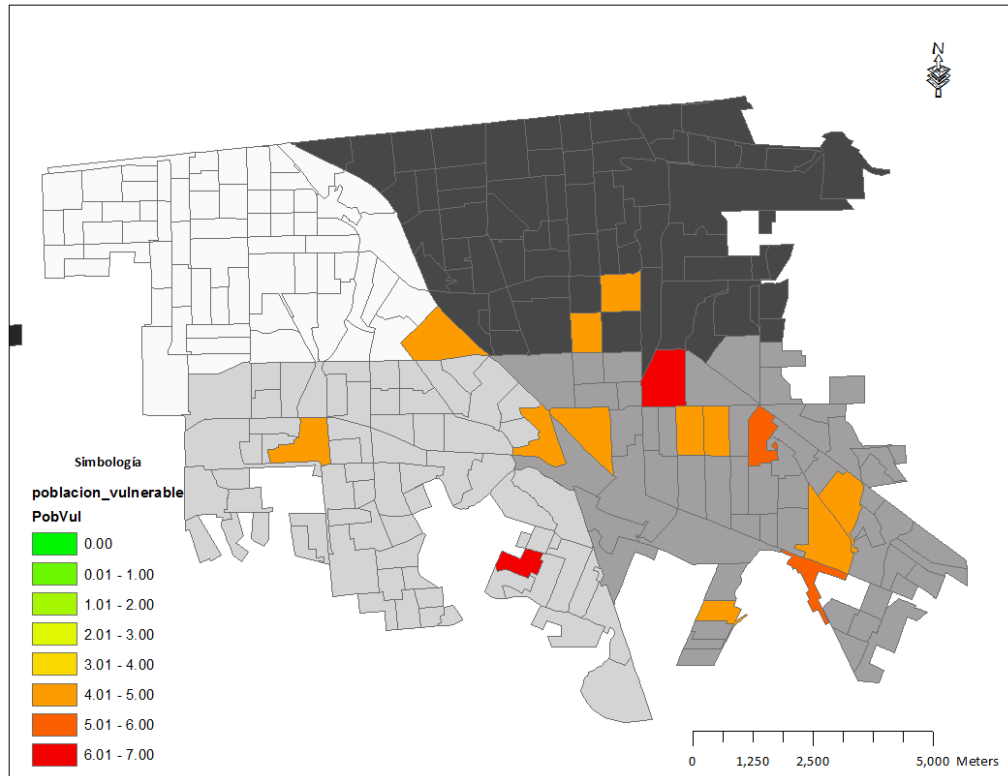


Figura 33 Población más vulnerable

En la Figura 34 se muestra la cantidad de personas equivalentes en cada AGEB, de ella puede interpretarse que las mayores densidades de población se encuentran en las periferias de la ciudad estando la mayoría en el sur de la ciudad.

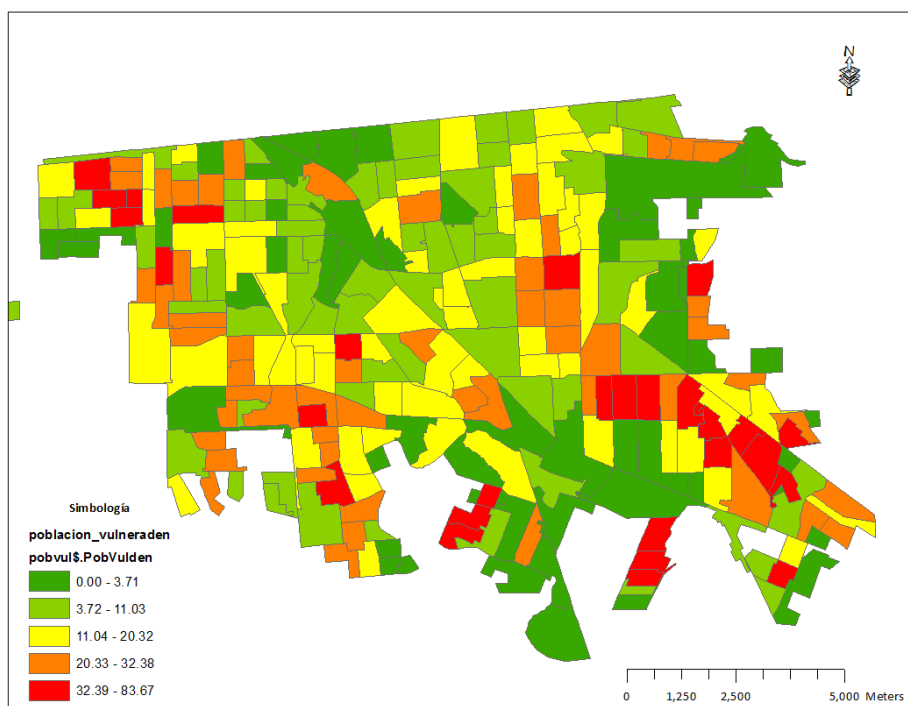


Figura 34 Población vulnerable (densidad de población)

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El manejo inadecuado de los residuos de manejo especial trae consigo graves impactos ambientales y de salud, que se pueden ver reflejados en la población con efectos inmediatos debido a la acumulación de residuos en los hogares, generación de fauna nociva, mal olor, contaminación visual, entre otros, esto se ve afectado por el crecimiento poblacional, la expansión de la mancha urbana y tasas per cápita de generación de residuos crecientes.

La alta disponibilidad de una llanta usada, su relativo bajo costo y la reducida vida de servicio, constituyen factores primarios para la generación de grandes volúmenes de llantas de desecho que no han tenido una disposición final adecuada y que se han acumulado con el paso del tiempo en diferentes sitios de la geografía de los municipios.

El manejo inadecuado de las llantas de desecho, trae consigo graves impactos ambientales y de salud. La amenaza a la que nos enfrentamos con las llantas las podemos ver en los sitios de donde se acumulan ya sea en los establecimientos de venta o tiraderos, sean estos clandestinos o controlados. Los riesgos son por incendio y a la salud por la quema de las llantas. Las emisiones de la quema de llantas provocan graves problemas ambientales y a la salud, ya que produce gases que contienen contaminantes carcinogénicos y mutagénicos como los compuestos orgánicos volátiles (COV) e hidrocarburos. Todas las emisiones de un incendio representan un peligro agudo y crónico para la salud de los bomberos, trabajadores y residentes cercanos, lo cual los hace vulnerables.

Todos podemos estar expuestos ante diferentes riesgos lo cual nos hace vulnerables, esta vulnerabilidad está determinada por condiciones de edad, género, estrato socioeconómico que generan una mayor debilidad del organismo ante el contacto o exposición a factores ambientales adversos. Los grupos más vulnerables de la

población por la exposición a los contaminantes son los niños menores de seis años y personas mayores de 64 años, enfermos con padecimientos crónicos respiratorios o cardiovasculares y en condiciones de pobreza; las mujeres también forma parte de este grupo.

De la localización de llanteras (186 sitios) y tiraderos clandestinos (31 lugares) en la localidad de Mexicali y junto con la información de incendios (406 eventos) ocurridos donde se ven involucradas llantas en Mexicali se pudieron identificar las áreas donde asentamiento humano pueden verse afectados. La ubicación de los niveles de marginación nos ayudó a conocer la fragilidad social así como los grupos vulnerables, ya que la experiencia en la evaluación de los desastres en México ha mostrado que las zonas socialmente más desprotegidas, también resultan ser las más afectadas por la acción de los fenómenos naturales y antrópicos.

Los resultados obtenidos de la localización de los comercios de llantas, tiraderos clandestinos e incendios, junto con la información de la población, nos ayudan a determinar las zonas más vulnerables, estas se encontraron al noroeste de la ciudad en las colonias Haciendas Orizaba, Oscar Garzón, Carlos Salinas, Luis Donaldo Colosio, Los Olivos y colonia Mayos; al suroeste de la ciudad en las colonias San Fernando, Voluntad, Felipe Ángeles, Reacomodo San Fernando, Vicente Guerrero; al sur de la ciudad en las colonias Solidaridad Social y Ampliación Solidaridad Social, Satélite, Unión de Residentes Lázaro Cárdenas y al sur este de la ciudad en el Ex Ejido Pascualitos.

Estas colonias son las que necesitan mayor protección, vigilancia, más servicios, al igual que información para que no permitan la práctica de abandono de llantas en lotes baldíos y se preocupen por pedir a los propietarios de los comercios de llantas que desempeñen su labor como generadores de este residuo. Para ello es necesario

informar a la gente los riesgos a los que están expuestos por vivir cerca de sitios donde se acumulan las llantas así como información por la quema de estas.

Al encontrar llantas de desecho abandonadas en cualquier parte de la ciudad, deducimos que el manejo que se le da a las llantas no es el adecuado con respecto a lo que maneja la LGPGIR. Si se llevara un manejo integral de las llantas de la ciudad, se podría reducir la cantidad de llantas abandonadas en tiraderos clandestinos, terrenos baldíos, drenes y otros sitios, lo que resultaría en una reducción del riesgo al que está expuesto la población de la ciudad.

La ubicación de las zonas de mayor impacto y el nivel de peligro identificado en la ciudad de Mexicali constituyen los primeros pasos para la consolidación de un sistema de protección civil y el proceso de gestión de llantas de desecho, esto con el fin de propiciar el mejoramiento de las condiciones de vida de quienes residen en las comunidades más afectadas (marginadas) de la ciudad.

Referencia Bibliográfica

1. Adachi, K., Tainosho, Y. Characterization of heavy metal particles embedded in tire dust. (2004). *Environment International*, **30**(8), 1009-1017. Obtenido de www.sciencedirect.com
1. Agencia de Protección al Medio Ambiente y Recursos Naturales. (n.d). *Ordenamiento Ecológico, Impacto y Riesgo Ambiental*. Portal del Gobierno de Nuevo León. Obtenido en julio del 2009, de http://www.nl.gob.mx/?P=impacto_riesgoambiental
2. Alberto, JA. (2005). *El Crecimiento Urbano y su Incidencia en la Vulnerabilidad Ambiental y Social. El caso del Gran Resistencia*, Instituto de Geografía, Facultad de Humanidades UNNE, Chaco, Argentina.
3. Angulo L. (2009). Contra la basura: una nueva cultura ambiental. La Jornada Ecológica. Número especial. Obtenida en 2009, de <http://www.jornada.unam.mx/2009/06/01/eco-b.html>
4. Arguello, A., Lavell, A. (2001). Internacionalización y Globalización: Notas sobre su Incidencia en las Condiciones y Expresiones del riesgo en América Latina. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en America Latina. Obtenido de, <http://www.desenredando.org>
5. Atal, A., Levendis, Y. A. (1995). Comparison of the combustion behaviour of pulverized waste tyres and coal. *Fuel* Vol. 74(11), 1570-1581. Elsevier Science Ltd. Obtenido de www.sciencedirect.com
6. Attom, M., Khedaywi, T. (n.d.). The effect of shredded waste tire on the shear strength, swelling and compressibility properties of the clayey soil. *The Journal of Solid Waste Technology and Management*
7. Barbooti, M.M., Mohamed, T.J., Hussain, A.A., Abas, F.O. (2004). Optimization of pyrolysis conditions of scrap tires under inert gas atmosphere. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, **72**(1), 165-170. Obtenido de www.sciencedirect.com
8. Betancur, M., Martínez, J.D., Murillo, R. (2009). Production of activated carbon by waste tire thermochemical degradation with CO₂. *Journal of Hazardous Materials*, **168**(2-3), 882-887. Obtenido de www.sciencedirect.com
9. Beukering, P., Janssen, M. (2001). A Dynamic Integrated Analysis of Truck Tires in Western Europe. *Journal of Industrial Ecology*, **4**(2), 93-115.
10. Beukering, P., Janssen, M. (2001). Trade and recycling of used tyres in Western and Eastern Europe. *Resources, Conservation and Recycling*, **33**, 235-265. Obtenido de www.sciencedirect.com
11. Camatini, M., Crosta, G.F., Dolukhanyan, T., Sung, C., Giuliani, G., Corbetta, G.M., Cencetti, S., Regazzoni, C. (2001). Microcharacterization and identification of tire debris in heterogeneous laboratory and environmental specimens. *Materials Characterization*, **46**(4), 271-283. Obtenido de www.sciencedirect.com

12. Cantanhede, A., Monge, G. (2002). *Estado del arte del manejo de llantas usadas en las Américas*. Consultado el 22 de Julio del 2009, Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, Lima. CEPIS/OPS
13. Cardona, O.D. (2001). La Necesidad de Repensar de Manera Holística los conceptos de Vulnerabilidad y Riesgo. "Una crítica y una Revisión Necesaria para la Gestión". Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en America Latina. Obtenido de, <http://www.desenredando.org>
14. Chang, N. (2008). Economic and policy instrument analyses in support of the scrap tire recycling program in Taiwan. *Journal of Environmental Management*, **86(3)**, 435-450. Obtenida de www.sciencedirect.com
15. Chen, S., Su, H., Chang, J., Lee, W., Huang, K., Hsieh, L., Huang, Y., Lin, W. and Lin, C. (2007). Emissions of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) from the pyrolysis of scrap tires. *Atmospheric Environment*, **41(6)**, 1209-1220. Obtenido de www.sciencedirect.com
16. Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF). (2008). Guía Municipal para el Manejo Integral de Llantas de desecho. Estudios estratégicos sectoriales.
17. Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF). (2008). Propuesta de Estrategia y Política Pública para el Manejo Integral de Llantas de Desecho en la Región Fronteriza. Estudios estratégicos sectoriales.
18. Cortinas, C. (2008). *Residuos, Dengue y Otros Retos a Vencer en los Municipios*. Obtenido del Portal CCN: Cristina Cortinas de Nava, en agosto del 2009, de http://www.cristinacortinas.net/index.php?option=com_content&task=view&id=91&Itemid=27
19. Cunliffe, A.M., Williams, P.T. (1998). Composition of oils derived from the batch pyrolysis of tyres. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, **44(2)**, 131-152. Obtenido de www.sciencedirect.com
20. Desastres, Planificación y Desarrollo: Manejo de Amenazas Naturales para Reducir Daños (1991). Consultado el 26 de junio del 2009, Organization of American States, página web de la Oficina de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente: <http://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea57s/begin.htm#Contents>
21. Díez, C., Martínez, O., Calvo, L. F., Cara, J., Morán, A. (2004). Pyrolysis of tyres. Influence of the final temperature of the process on emissions and the calorific value of the products recovered. *Waste Management*, **24(5)**, 463-469. Obtenido de www.sciencedirect.com
22. Ferrer, G. (1997). The economics of tire remanufacturing. *Resources, Conservation and Recycling*, **19**, 221-255. Obtenido de www.sciencedirect.com
23. García, V. (2005). El Riesgo como construcción Social y la Construcción Social de Riesgos. *Desacatos*, **19**, 11-24. Obtenido de <http://www.desenredando.org>
24. Gayoso, J., Alarcón, D., Vergara, G. (2001). *Estimación del Nivel de Vulnerabilidad de Componentes Ambientales en Bosques Siempre-verdes*. Universidad Austral de Chile. Obtenida en julio del 2009, de <http://www.uach.cl/proforma/sv/ppt01.htm>

25. Giraldo MA., Alavarez CI., Giraldo DM., Vélez AY., Henao JJ. Capítulo 1: Las amenazas y el ciclo de los desastres. 2003
26. Goddard, H. (1992). Incentives for solving the scrap tire problem through existing markets. *Journal of Hazardous Materials*, 29, 165-177. Obtenido de www.sciencedirect.com
27. Gómez, MA. (n.d.). *Evaluación de Impacto y Riesgo Ambiental*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua: IMTA. Obtenido en junio del 2009, de http://www.imta.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=183:evaluacion-de-impacto-y-riesgo-ambiental&catid=52:enciclopedia-del-agua&Itemid=80
28. Gualtieri, M., Mantecca, P., Cetta, F., Camatini, M. (2008). Organic compounds in tire particle induce reactive oxygen species and heat-shock proteins in the human alveolar cell line A549. *Environment International*, 34(4), 437-442. Obtenido de www.sciencedirect.com
29. Gualtieri, M., Rigamonti, L., Galeotti, V., Camatini, M. (2005). Toxicity of tire debris extracts on human lung cell line A549. *Toxicology in Vitro*, 19(7), 1001-1008. Thirteenth International Workshop on In Vitro Toxicology. Obtenido de www.sciencedirect.com
30. Jang, J., Yoo, T., Oh, J., Iwasaki, I. (1998). Discarded tire recycling practices in the United States, Japan and Korea. *Resources, Conservation and Recycling*, 22(1-2), 1-14. Obtenido de www.sciencedirect.com
31. Larsen, M.B., Hansen, M.L., Glarborg, P., Skaarup-Jensen, L., Dam-Johansen, K., Frandsen, F. (2007) Kinetics of tyre char oxidation under combustion conditions. *Fuel*, 86(15), 2343-2350. Obtenida de www.sciencedirect.com
32. Larsen, M.B., Schultz, L., Glarborg, P., Skaarup-Jensen, L., Dam-Johansen, K., Frandsen, F., Henriksen, U. (2006). Devolatilization characteristics of large particles of tyre rubber under combustion conditions. *Fuel*, 85(10-11), 1335-1345. Obtenido de www.sciencedirect.com
33. Lavell, A. (1999). Gestión de Riesgos Ambientales Urbanos. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en America Latina. Obtenido de, <http://www.desenredando.org>
34. Lavell, A. (2000). Desastres Urbanos: Una Visión Global. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en America Latina. Obtenido de, <http://www.desenredando.org>
35. Lavell y Mansilla. (2003). *Glosario de Términos y Nociones Relevantes para la Gestión del Riesgo*. Centro de Coordinación para Prevención de los Desastres Naturales en América Central:CEPREDENAC. Obtenido del portal de SICA: Sistema de la Integración Centroamericana, en agosto del 2009, de <http://www.sica.int/cepredenac/glosario.aspx>
36. Leff, A.A., McNamara, C.J., Leff, L.G. Bacterial communities of leachate from tire monofill disposal sites. (2007). *Science of The Total Environment*, 387(1-3), 310-319. Obtenido de www.sciencedirect.com

37. Leung, D. Y. C., Wang, C. L. (2003). Fluidized-bed gasification of waste tire powders. *Fuel Processing Technology*, 84(1-3), 175-196. Obtenido de www.sciencedirect.com
38. Lin, C., Huang, C., Shern, C. (2008). Recycling waste tire powder for the recovery of oil spills. *Resources, Conservation and Recycling*, 52(10), 1162-1166. Obtenida de www.sciencedirect.com
39. Martínez J. *Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos Fichas Temáticas Tomo II. Neumáticos Usados*. Environment and Natural Resource Management, Canada, 2005. p. 21-26. Obtenido de: http://www.idrc.ca/en/ev-95661-201-1-DO_TOPIC.html
40. Mejía, E. (n.d). *Desastres naturales y antrópicos, consecuencias legales*. Obtenida en agosto del 2009, de <http://www.monografias.com/trabajos10/natantr/natantr.shtml>
41. México. Cámara de Diputados H. Congreso de la Unión. (2007). *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*. México. Obtenida el 6 de julio del 2009, de <http://www.cddhcu.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263.pdf>
42. México. Poder Legislativo del Estado de Baja California. (2007). *Ley de Prevención y Gestión Integral de residuos para el Estado de Baja California*. Baja California: Legislación Estatal. Obtenida el 10 de julio del 2009, de http://www.congresobc.gob.mx/Parlamentarias/TomosPDF/Leyes/TOMO_VII/Leypreresiduos.pdf
43. Moreno, F., Ortega, H., Quiñonez, Gallegos, R., Osorio, J., Moloeznik, M.P., Velásquez, J.F., Nuñez, A., Chavarría, A., y Martínez, A. (n.d.) Centro de Estudios Estratégicos de la Universidad de Guadalajara. <http://semades.jalisco.gob.mx/moet/SubsistemaSocial/Vulnerabilidad/vulnera.htm>
44. MWH. (2004). *End-of-life Tyre Management: Storage Options, Final report for the Ministry for the Environment*. julio.
45. Oh, D.I., Nam, K., Park, J.W., Khim, J.H., Kim, Y.K., Kim, J.Y. (2008). Impacts of environmental conditions on the sorption of volatile organic compounds onto tire powder. *Journal of Hazardous Materials*, 153(1-2), 157-163. Obtenido de www.sciencedirect.com
46. Ojeda S., Ramírez E. (2009). La importación de llantas usadas en Baja California. La Jornada Ecológica. Número especial. Obtenido en 2009, de <http://www.jornada.unam.mx/2009/06/01/eco-g.html>
47. Papakonstantinou, C.G., Tobolski, M.J. Use of waste tire steel beads in Portland cement concrete. (2006). *Cement and Concrete Research*, 36(9), 1686-1691. Obtenido de www.sciencedirect.com
48. Parra, MG. Pobreza y desastres en México. Un estudio exploratorio. Revista de la Universidad Cristóbal Colón, num. 20.
49. Prieto, E. (2003). *Valorización de residuos, participación social e innovación en su gestión*, México, D.F.

50. Qué significa vulnerabilidad? (n.d.) Obtenido en junio del 2009 de http://www.unisdr.org/eng/public_aware/world_camp/2004/booklet-spa/page8-spa.pdf
51. Qué son las amenazas naturales? (1991). Consultado el 29 de junio del 2009, Organization of American States, página web de la Oficina de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente: <http://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea57s/ch005.htm>
52. Quimianet.com. (2006). *Qué es un estudio de Riesgo Ambiental?* Obtenido el 7 de julio del 2009 de http://www.quiminet.com/ar0/ar_%25E1%2594%2560%25CENx%25FD%2527.htm
53. Ramírez-Barreto, ME., Ojeda-Benítez, S., González, F., Luna, P., Armijo, C., Phillips, PS., Clarkson, P. (2002). Waste Tires: Procedures for Characterizing and Quantifying a Final Disposal Site. College Northampton, UK.
54. Ramírez, E. (2002). "Alternativas para la gestión de llantas de desecho: el caso de una comunidad urbana". Instituto de Ingeniería. UABC. Mexicali, B.C.
55. Ramírez, M.E., Arriola, H., Ojeda, S., Armijo-De Vega, C. (2001). Dynamic System for the Management of Waste Tires. The Journal of Solid Waste Technology and Management
56. Ramírez, ME., Ojeda, S. Desarrollo y medio ambiente de la región fronteriza México-Estados Unidos Valles de Imperial y Mexicali. El manejo de las llantas de desecho en la frontera. 2005. p. 357-374
57. Red de Desarrollo Sostenible Honduras: RDS-HN. (1999). *Vulnerabilidad Ambiental y Desarrollo Sostenible de los Recursos Naturales*. Portal de Honduras. Obtenido en julio del 2009, de <http://rds.hn/index.php?documento=58>
58. Rodríguez, AL. Gestión Local e Intergubernamental de los Residuos Sólidos Urbanos: una evaluación de las "buenas prácticas" en los municipios mexicanos. Colegio Frontera Norte, CICESE, Tijuana, 2008.
59. Rodríguez, JM. (2002). *Los desastres naturales en Mexicali, B. C.: Diagnóstico sobre el riesgo y la vulnerabilidad urbana*, Frontera Norte. Volumen 14. No. 27. enero-junio, pp. 123-153. Tijuana, México.
60. San Miguel, G., Fowler, G. D., Sollars, C.J. (2002). The leaching of inorganic species from activated carbons produced from waste tyre rubber. [*Water Research*, 36\(8\)](#), 1939-1946. Obtenido de www.sciencedirect.com
61. Sayão, A., Gerscovich, D., Medeiros, L. (n.d.). An Attractive Material For Gravity Retaining Walls And Soil Reinforcement. The Journal of Solid Waste Technology and Management
62. Saraf, S., Marsh, J.A., Cha, C.Y., Guffey, F.D. (1995). Reactive coprocessing of scrap tires and heavy oil Resources. *Conservation and Recycling* 13, 1-13, Obtenido de www.sciencedirect.com.
63. Secretaria de Medio Ambiente. (2008). *Diagnóstico de llantas de desecho del Estado de México*.

64. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2007). *Red Mexicana de Manejo Ambiental de Residuos*. Obtenida en agosto del 2009, de <http://www.semarnat.gob.mx/gestionambiental/remexmar/Pages/remexmar.aspx>
65. Sharma, R.K., Yang, J., Zondlo, J.W., Dadyburjor, D.B. (1998). Effect of process conditions on co-liquefaction kinetics of waste tire and coal. *Catalysis Today*, **40**(4), 307-320. Obtenido de www.sciencedirect.com
66. Shen, B., Wu, C., Wang, R., Guo, B. and Liang, C. (2006). Pyrolysis of scrap tyres with zeolite USY. *Journal of Hazardous Materials*, **137**(2), 1065-1073. Obtenido de www.sciencedirect.com
67. Smith, C.C., Anderson, W.F., Freewood, R.J. (2001). Evaluation of shredded tyre chips as sorption media for passive treatment walls. *Engineering Geology*, **60**(1-4), 253-261. Obtenido de www.sciencedirect.com
68. Srinivasakannan, C., Balasubramanian, N. (n.d.). Pyrolysis of scrap tire for preparation of activated carbon. *The Journal of Solid Waste Technology and Management*
69. Sugano, M., Andoh, H., Tsubosaka, M., Tanaka, K., Hirano, K., Mashimo, K. (2009). Effects of coal rank and reaction conditions upon coprocessing coal with waste tyre. *Fuel* 7th European Conference on Coal Research and Its Applications, **88**(12), 2437-2441. Obtenido de www.sciencedirect.com
70. Suuberg, E.M., Aarna, I. (2009). Kinetics of tire derived fuel (TDF) char oxidation and accompanying changes in surface area. *Fuel*, **88**(1), 179-186. Obtenido de www.sciencedirect.com
- U.S.-Mexico Border 2012. (2003). Border 2012. U.S. Environmental Protection Agency: EPA. Obtenida en junio del 2009, de <http://www.epa.gov/usmexicoborder/index.html>
71. Wastes and Pollution. (n.d.). *Scrap Tires*. U.S. Environmental Protection Agency: EPA. Obtenido en junio del 2009, de <http://www.epa.gov/epawaste/conservation/materials/tires/index.htm>
72. Wik, A., Dave, G. (2005). Environmental labeling of car tires—toxicity to *Daphnia magna* can be used as a screening method. *Chemosphere*, **58**(5), 645-651. Obtenido de www.sciencedirect.com
73. Wik A., Dave G. (2009). Occurrence and effects of tire wear particles in the environment – A critical review and an initial risk assessment. *Journal of Environmental Pollution*, **157**: 1–11. Obtenido de www.sciencedirect.com
74. Winograd, M. (n.d.). *Índice de Vulnerabilidad Ambiental*. Centro Internacional de Agricultura Tropical: CIAT. Obtenido en junio del 2009, de <http://gisweb.ciat.cgiar.org/Vulnerabilidad/ambiental.htm>
75. Yang, G. (1993). Recycling of discarded tires in Taiwan. *Resources, Conservation and Recycling*, **9**. 191-199. Obtenido de www.sciencedirect.com
76. Youwai, S., Bergado, D.T. (2004). Numerical analysis of reinforced wall using rubber tire chips–sand mixtures as backfill material. *Computers and Geotechnics*, **31**(2), 103-114. Obtenido de www.sciencedirect.com
77. Zhendi Wang, K. Li, P. Lambert and Chun Yang. (2007). Identification, characterization and quantitation of pyrogenic polycyclic aromatic hydrocarbons

and other organic compounds in tire fire products. *Journal of Chromatography A*, **1139**(1), 14-26. Obtenido de www.sciencedirect.com

1. Cardona, O.D. 2001. La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo. “Una crítica y una revisión necesaria para la gestión”. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales y La Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina-LA RED.
2. Cardona, O.D. 2001. Estimación holística del riesgo sísmico utilizando sistemas dinámicos complejos. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales y La Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina-LA RED.
3. CENAPRED. Centro Nacional de Prevención de Desastres. 2006. Guía básica para la elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. Conceptos básicos sobre peligros, riesgos y su representación geográfica.
4. CENAPRED. Centro Nacional de Prevención de Desastres. 2006. Guía básica para la elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. Evaluación para la Vulnerabilidad Física y Social.
5. Cortinas, C. 2003. Valorización de residuos, participación social e innovación en su gestión. Manual 3.
6. Lavell, A. 1999. Gestión de riesgos ambientales urbanos. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales y La Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina-LA RED.
7. México. Cámara de Diputados H. Congreso de la Unión. (2007). *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)*. México.
8. Quijano, G., Rivas, G.M. (2001). Vulnerabilidad Social Instrumentos Metodológicos para la Evaluación. Instituto de Información e Investigación Geocientífica Minero-Ambiental y Nuclear Adscrito al Ministerio de Minas y Energía. Universidad de Nariño.
9. Vargas, J.E. 2002. Políticas públicas para la redacción de la vulnerabilidad frente a los desastres naturales y socio-naturales. CEPAL. División de medio ambiente y asentamientos humanos. Santiago de Chile. Obtenido de: <http://www.reliefweb.int/library/documents/2002/eclac-amb-30apr.pdf>

10. Wilches –Chaux, G. 1998. *Auge, Caída Y Levantada De Felipe Pinillo, Mecánico Y Soldador O Yo Voy A Correr El Riesgo* Guía De La Red Para La Gestión Local Del Riesgo. La RED: Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina. Obtenido de:
http://www.desenredando.org/public/libros/1998/gglr/GGLR_Parte1_ene-7-2003.pdf

CENAPRED. Centro Nacional de Prevención de Desastres. 2006. Guía básica para la elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. Evaluación para la Vulnerabilidad Física y Social.

INEGI, 2005. IRIS-SCINCE II Censo de población y Vivienda 2005, II Censo de Población y Vivienda 2005

(2001). Reglamento de Tránsito para el Municipio de Mexicali, Baja California

LEEPAEBC. (1993). Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Baja California en Materia de Prevención y Control de la Contaminación del agua, el suelo y la atmósfera. Baja California, México.

Comandante Reyna, Francisco. (2010). Jefe

CONAPO. (2009). Comisión Nacional de Población. Índice de Marginación 2005.