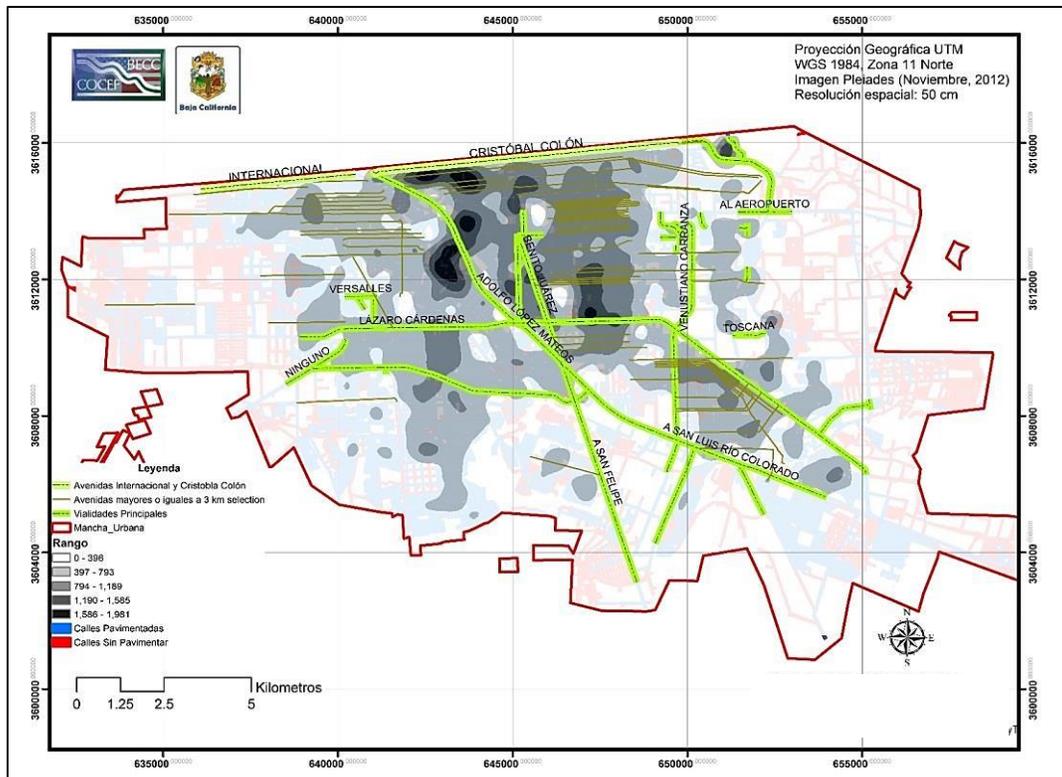


DIAGNÓSTICO DE PAVIMENTACIÓN Y CARGA VEHICULAR EN RELACIÓN A LA CALIDAD DEL AIRE Y SUS EFECTOS EN LA SALUD, EN MEXICALI, B. C.



Noviembre 2014



Diagnóstico de pavimentación y carga vehicular en relación a la calidad del aire y sus efectos en la salud, en Mexicali, B. C.

Coordinación Ejecutiva

Ing. María Elena Giner

Administradora General de la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza.



Diagnóstico de Pavimentación y Carga Vehicular en relación a la Calidad del Aire y sus Efectos en la Salud de Mexicali, B. C.

Autores: Luís Ernesto Cervera Gómez
 Mario Enrique Vázquez Valles
 Tomás Balarezo Vásquez
 Pedro Cital Beltrán

ISBN: 978-607-8021-43-7

Diagnóstico de Pavimentación y Carga Vehicular en relación a la Calidad del Aire y sus Efectos en la Salud de Mexicali, B. C. / Luís Ernesto Cervera Gómez, Mario Enrique Vázquez Valles, Tomás Balarezo Vásquez, Pedro Cital Beltrán.

1ª. Ed., Ciudad Juárez, Chih.: Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza, 2014.
172 p.; 27 cm.

El presente documento es el Diagnóstico de Pavimentación y Carga Vehicular en relación a la Calidad del Aire y sus Efectos en la Salud de Mexicali, B. C. y en su parte correspondiente a la identificación de políticas de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero.

1. Emisiones vehiculares
2. Infecciones Respiratorias Agudas en Mexicali, BC., México
3. Superficies pavimentadas
4. Carga vehicular
5. Calidad del aire
6. Imágenes satelitales

© BECC-COCEF

1ª. Edición, 2014
Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza
Border Environment Cooperation Commission
Blvd. Tomás Fernández, núm. 8069
Ciudad Juárez, Chihuahua, 32470
Tel. (52-656) 688-4600

Impreso en México - Printed in Mexico
Impreso en papel reciclado.



Presentación	11
Componente I. Diagnóstico de pavimentación de Mexicali, B. C.	15
Introducción	15
Objetivos	17
Datos relevantes de Mexicali, Baja California.....	18
Antecedentes sobre la detección de pavimentación.....	20
Impactos en la salud	20
Metodología.....	21
Resumen de Resultados.....	27
Costos de pavimentación.....	28
Tabla de Resultados por Colonias.....	30
Estadísticas por Áreas Geo Estadísticas Básicas (AGEB's).....	48
Costos de pavimentación por colonia.....	59
Estimación de Costos Unitarios.....	78
Conclusiones del Componente I	79
Componente II.- Conteo de carga vehicular	83
Detección y caracterización de vehículos	83
Procedimiento en la aplicación del Algoritmo de conteo de carga vehicular.	85
Resultados (Indicadores de Carga Vehicular)	87
Densidad de vehículos por km ² y por colonia.....	89
Comportamiento espacial de densidad por colonias	106
Total de vehículos sobre vialidades pavimentadas y no pavimentadas	107
Conclusiones del Componente II	110
Componente III. Caracterización Vehicular.	113
Introducción.....	113
Encuesta vehicular	114
Resultados.....	117
La autocorrelación espacial.....	118
Estadísticos descriptivos de caracterización vehicular	119
Conclusiones del Componente III	127
Componente IV. Salud y calidad del aire.	131
Efectos en la Salud	131



Marco teórico de enfermedades respiratorias agudas (IRA).....	132
Datos Sociodemográficos y población vulnerable	139
Resultados de Interpolación de las enfermedades e infecciones con las unidades de salud	142
Relación entre enfermedades respiratorias e indicadores de pavimentación y carga vehicular.....	145
Calidad del Aire	146
Correlación espacial entre Calidad del Aire (PM10) contra pavimentación	155
Conclusiones del Componente IV.	156
Resumen de Resultados	158
Conclusiones y Recomendaciones	163
Índice de cuadros, tablas y figuras	169
Referencias bibliográficas	173



Presentación

La concurrencia de intereses entre el Gobierno del Estado de Baja California a través de su Secretaría de Protección al Ambiente (SPA) y la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF), se remonta a muchos años y variadas acciones. Este documento acredita el interés por atender problemáticas con aproximaciones metodológicas y técnicas, que ayuden a encontrar las dimensiones de problemáticas que por su complejidad a veces no se pueden abordar tan fácilmente.

El presente “Diagnóstico de Pavimentación y Carga Vehicular en relación a la Calidad del Aire y sus Efectos en la Salud de Mexicali, B. C.”; es producto de la coordinación interinstitucional entre la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza y el Gobierno del Estado de Baja California, para conocer las necesidades de la ciudad de Mexicali, B. C., en pavimentación en colonias; por calles; población a beneficiar; costos por pavimentar con asfalto; interactuando con herramientas tecnológicas de última generación, como lo son las imágenes satelitales.

Asimismo, se correlacionan en una aproximación con un nivel descriptivo, los temas de extensión de calles pavimentadas/no pavimentadas; ubicación de autos y concentración espacial de los mismos; ubicación y concentración de enfermedades relacionadas con calidad del aire por Centro de Salud en la ciudad; y dispersión de contaminantes PM_{10} por estación del Sistema de Muestro de la ciudad de Mexicali y mapas con cruce de variables con fondo de las calles pavimentadas/no pavimentadas. Cabe señalar que esto fue posible gracias a la adquisición de una toma de una imagen satelital con programación exclusiva del satélite.

Así pues, el estudio se integra de cuatro componentes que atienden una visión lo más integral posible, en tanto se tuvo acceso a información y que a continuación se enlistan.

- Componente 1: Diagnóstico de pavimentación.
- Componente 2: Conteo de carga vehicular.
- Componente 3: Caracterización vehicular.
- Componente 4: Efectos en la salud y calidad del aire.

Se asume que este esfuerzo requiere complementarse y estar en permanente actualización, deberá continuarse con énfasis la actualización de la cartografía municipal, construir y ampliar el acervo de imágenes satelitales, mantener y mejorar los esquemas operativos y de almacenamiento de datos de la red de monitoreo de la calidad del aire en la ciudad.

La dinámica urbana de la ciudad de Mexicali, B. C., su importancia institucional como capital del estado, así como su problemática en la calidad del aire regional, es la preocupación que impulsó la realización de este estudio, el cual atiende una cuenca binacional compartida. Esperamos que sirva como un instrumento que posibilite la realización de políticas públicas locales y regionales basadas en una mayor y mejor información.

Quiero agradecer a todos los que contribuyeron en la elaboración de este estudio, sus aportaciones y esfuerzo.

Ing. María Elena Giner
Administradora General de la COCEF.

Componente I.- Diagnóstico de pavimentación de Mexicali, B. C.

Componente I. Diagnóstico de pavimentación de Mexicali, B. C.

Introducción

Este componente tiene el propósito de conocer las necesidades de la ciudad de Mexicali, B. C., en pavimentación en colonias, por calles, población a beneficiar, costos por pavimentar con asfalto; interactuando con herramientas tecnológicas de última generación, como lo son las imágenes satelitales. Asimismo, se correlacionan en una aproximación con nivel estrictamente descriptivo los temas de extensión de calles pavimentadas / no pavimentadas; ubicación de autos y concentración espacial de los mismos; ubicación y concentración de enfermedades relacionadas con calidad del aire por Centro de Salud en la ciudad; y dispersión de contaminantes PM₁₀ por estación del Sistema de Muestro de la ciudad de Mexicali y mapas con cruce de variables con fondo de las calles pavimentadas/no pavimentadas.

Los países de México y los Estados Unidos de Norte América comparten una frontera común que se extiende por 3,100 kilómetros. A lo largo de ésta se asientan un número importante de ciudades que tienen una contraparte urbana o rural; quedando estas mismas separadas políticamente por la línea divisoria. Ambos países históricamente mantienen relaciones comerciales, ambientales, acuerdos internacionales (v.gr. tratados de límites y aguas, etc.), manifestándose en la mayoría de los casos, una interdependencia económica. Así tenemos el caso de las ciudades de Tijuana y San Diego en la parte oeste de la frontera, hasta el caso de las ciudades de Matamoros y Brownsville al este (ver Figura 1).

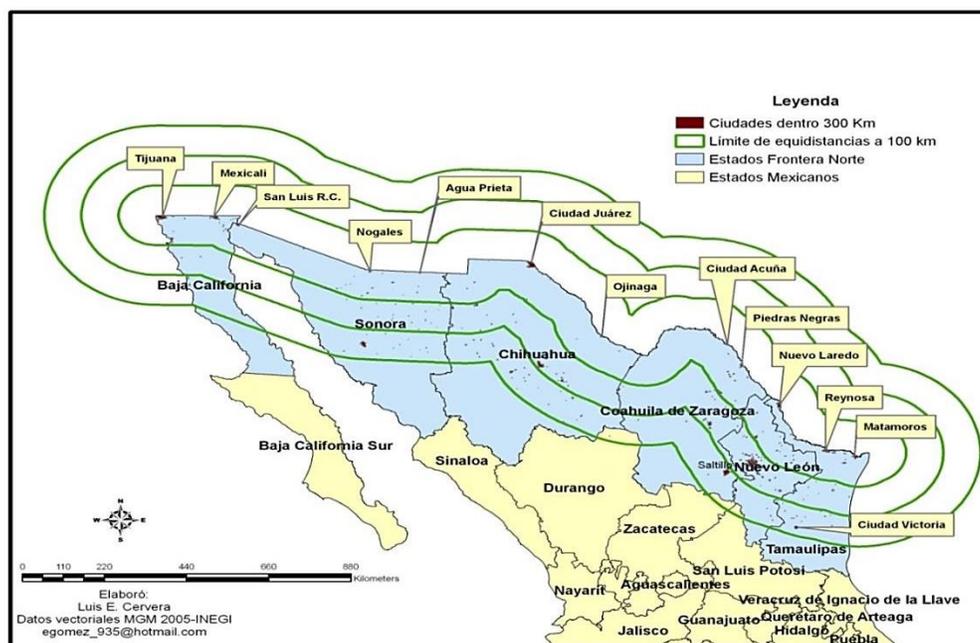


Figura 1. Frontera México – Estados Unidos. Ciudades fronterizas.

El presente estudio se realizó la Ciudad de Mexicali, ciudad fronteriza del estado de Baja California, caracterizada por estar en una región climática poco favorable y con problemas en la calidad del aire. Esto debido a varios factores, entre los que destacan: la presencia de industria contaminante; zonas no pavimentadas; espacios abiertos y alta carga vehicular con vehículos importados de modelos antiguos... Todo esto hace que esta ciudad cuente con una de las mayores cargas de emisión de partículas PM_{10} en Norte América (LASPAU, 2005-2007). Un dato importante es que durante el año 2005 la concentración promedio de partículas PM_{10} fue 80% más alto que el valor límite de $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ anual que establece la norma mexicana NOM-025-SSA-1993.

En un estudio desarrollado por el Eastern Research Group (2009) para la ciudad de Mexicali, se estimó la emisión de 53,821.8 toneladas por año de PM_{10} en 2005. Se destaca que son las áreas de caminos sin pavimentar y pavimentadas las principales fuentes emisoras de PM_{10} y $PM_{2.5}$. El mismo reporte indica que el polvo generado en las vialidades no pavimentadas aporta 42,331.35 toneladas por año de partículas PM_{10} ; esto es un 78.65 %.

Para diagnosticar y entender el problema de calidad del aire en esta ciudad se proponen en el presente estudio descriptivo, métodos que permiten determinar en un contexto espacial y georeferenciado, el problema general de calidad del aire y sus efectos en la salud, en la medida en que se tuvo acceso a fuentes de información pertinentes y confiables.

Uno de los problemas ambientales más importantes y sobre todo de las ciudades mexicanas fronterizas tiene que ver con el rezago en la pavimentación de calles. Esta carencia de infraestructura urbana tiene un impacto en la salud y en el medio ambiente en un contexto binacional. Por el lado estadounidense existen problemas de pavimentación, pero no tanto de cobertura, sino de mantenimiento, edad, calidad, etc.

En este estudio, mediante el uso de tecnología satelital y la incorporación de Sistemas de Información Geográfica, se realizó un inventario del estado actual de pavimentación en las calles de Mexicali, B. C.

Este inventario de calles con su estatus de pavimentación, cuenta con sub-unidades espaciales conocidas como Áreas Geo estadísticas Básicas (AGEB's), así como por colonias. Para lograrlo, se utilizó una imagen satelital del sensor de alta resolución espacial (50 cm/pixel), conocido como PLEIADES 1-A, en combinación con un algoritmo de los Sistemas de Información Geográfica, mismo que fue desarrollado originalmente para la ciudad de Reynosa, y después también aplicado en las ciudades de: Matamoros, Nuevo Laredo y Ciudad Victoria todas ellas ciudades del estado de Tamaulipas; así como en 12 ciudades del estado de Sonora (Hermosillo, Agua Prieta, Cananea, Puerto Peñasco, Sonoyta, Nogales, San Luís Río Colorado, Magdalena, Caborca, Santa Ana, Nacoziari e Ímuris.).

Objetivos

Objetivo principal:

Conocer las necesidades de la Ciudad de Mexicali, B. C., en cuanto a: pavimentación en colonias; por calles; población a beneficiar; y determinar costos por pavimentar con asfalto; interactuando con herramientas tecnológicas de última generación, como son las imágenes satelitales.

Objetivos específicos:

- Aplicar un algoritmo que estime un indicador urbano de superficies pavimentadas y sin pavimentar, en un período corto de tiempo y sin supervisión de campo. Esto último se suple con una precisa supervisión sobre la imagen satelital.
- Utilizar los polígonos base para extraer superficies, resultados y estadísticas poblacionales de la clasificación de las “Áreas Geo-estadística Básicas” (AGEB’s) y las colonias que identifica el INEGI. El primero para establecer relaciones con variables censales y el segundo para el manejo de estadísticas de superficies y costos.
- Relacionar resultados finales de superficies sin pavimentar con costos de pavimentación con asfalto.
- Generar cartografía digital en el ambiente de los Sistemas de Información Geográfica, que se convierta en una herramienta de ayuda, tanto para la actualización de los inventarios de calles pavimentadas, como para la definición e integración de programas de pavimentación en Mexicali, Baja California, por parte de las autoridades locales.



Datos relevantes de Mexicali, Baja California

Capital del estado de Baja California y por ende cabecera del municipio del mismo nombre. Se encuentra localizada al norte del estado, sobre la línea fronteriza con los Estados Unidos de América (ver Figura 2). Colinda al norte con el Condado de Imperial, estado de California y al noreste con el Condado de Yuma del estado de Arizona, en Estados Unidos; al este con el municipio de San Luis, Rio Colorado, del estado de Sonora y el Golfo de California; al sur el municipio de Ensenada; al oeste con los municipios de Tecate y Ensenada.

Por sus coordenadas geográficas, se localiza en el paralelo 32° 39' de latitud norte y el meridiano 115° 28' de longitud oeste de Greenwich. Se encuentra a una elevación de 10 metros sobre el nivel del mar.

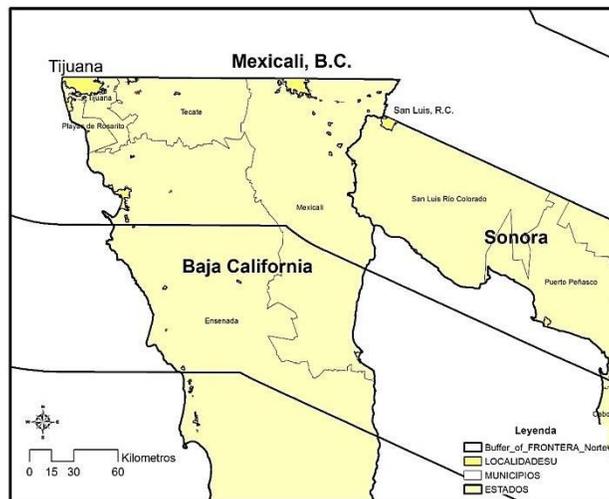


Figura 2. Localización de la ciudad de Mexicali, Baja California.

Demografía, equipamiento y servicios.

De acuerdo con el último Censo de Población y Vivienda (2010), la ciudad de Mexicali contaba con una población de 705,172 habitantes. La proyección de población hecha por CONAPO indica que el año 2030, la población total será de 784,035 habitantes.

El censo estimaba al año 2010 un total de 279,915 viviendas; de las cuales, 215,550 se consideran habitadas. Por lo que se tiene una densidad de 3.27 habitantes por vivienda (SCINCE 2010).

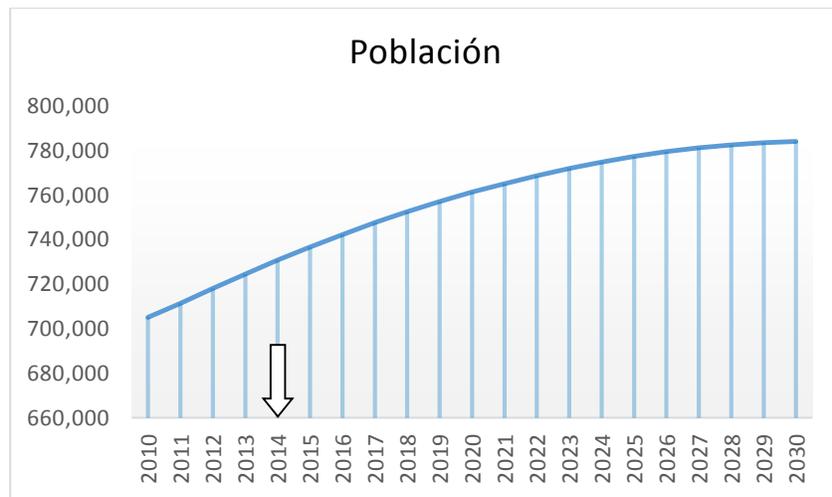


Figura 3. Proyección de población para la Ciudad de Mexicali, Baja California.

Conformación urbana: colonias y AGEB's.

La ciudad de Mexicali se encuentra conformada por 318 AGEB's (polígonos que cuentan con clave geo-estadística), que totalizan una superficie de 155.5 km². Además, el mapa utilizado cuenta con otros 8 AGEB's (polígonos sin código geo-estadístico): AGEB perimetral poniente; AGEB perimetral oriente; y 6 Polígonos de AGEB's perimetral sur, con una superficie total de 93.5 km². La superficie total de los 326 AGEB's es igual a 249 Km².

Cabe señalar que existe un desfase temporal importante en la conformación de los polígonos de colonias. El archivo de colonias reportada por el IMIP de Mexicali, se ha quedado rezagado en cuanto al gran crecimiento o expansión de la mancha urbana. La cartografía oficial del IMIP del año 2010 reporta un total de 542 polígonos representando colonias, fraccionamientos, zonas industriales, etc. Ante esta situación se procedió a la conformación de nuevos polígonos en un total de 56 espacios urbanos que pueden conformar nuevas colonias (a estos polígonos se les registró como área sin colonia en forma consecutiva del 1 al 56). Además un total de 7 áreas nuevas en desarrollo (sur-oriente, sur-occidente, occidente, nor-oriente, centro sur, centro-oriente, y oriente). Además se crearon otros 5 polígonos en el mismo número de zonas industriales, además de otros 24 polígonos de parques industriales y 25 nuevos polígonos en asentamientos aislados que cuentan con calles. En total, la cartografía de Mexicali queda representada por 659 polígonos, considerando todos estos polígonos urbanos, en una superficie total de 262.32 km².

Es preciso aclarar que para la creación de estos polígonos sólo se utilizó como criterio la identificación de los límites de los asentamientos, sin que correspondan necesariamente a los límites oficiales de colonias. Se recomienda por tanto, actualizar esta cartografía vectorial de colonias, más allá del esfuerzo hecho en este proyecto.

Antecedentes sobre la detección de pavimentación

La aplicación de técnicas de percepción remota y el uso de imágenes satelitales de alta resolución espacial permiten la extracción de información sobre las manchas urbanas sin estar en contacto directo con ella; esto es, sin necesidad de realizar el levantamiento de información con brigadas de personal en campo. Con estas técnicas se contribuye a la creación de indicadores de pavimentación útiles para las autoridades municipales e instituciones financiadoras, ya que permiten en corto tiempo actualizar inventarios de calles y estimar costos de pavimentación con una aproximación aceptable.

Para el caso específico de la pavimentación de calles, está probado que las técnicas de percepción remota (PR) tienen el potencial de proveer información detallada de caminos y redes de calles y pueden ofrecer una forma más económica y rápida para mejorar las prácticas comunes para la observación y el inventario de la red de transporte (Jensen and Cowen 1999, Usher 2000). La cartografía digital geo-referenciada se liga con las variables censales, además de otros indicadores socioeconómicos y ambientales, de tal modo que se facilita la extracción de información y la construcción de indicadores de calidad de vida y de desarrollo urbano.

Impactos en la salud

La pavimentación de calles en una ciudad está relacionada con indicadores de salud, específicamente con aquellos relacionados con la calidad del aire. Los suelos sin pavimento contribuyen de forma significativa con la emisión de partículas de polvo a la atmósfera inmediata, quedando expuesta la población a riesgos eminentes de enfermedades respiratorias, entre otras.

Uno de los indicadores ambientales o de contaminantes aéreos más importantes es el PM₁₀. Éste se refiere a las partículas de polvo suspendidas con un diámetro menor a los 10 µm (PM₁₀). Las concentraciones de PM₁₀ en la atmósfera inmediata a las ciudades está al parecer altamente relacionada con el tránsito de una fuerte carga vehicular sobre una gran superficie de calles pavimentadas.

En ciudades fronterizas como Mexicali, existen reportes que indican que hasta un 63 % de la contaminación del aire por PM₁₀ en la ciudad, lo cual equivale a 53,689 toneladas por año, es debida al levantamiento de polvo por el tránsito de vehículos en caminos que no cuentan con pavimento. Para el caso de la ciudad de Tijuana, un inventario de emisiones de la calidad del aire (2000-2005) reportó que se generaban 23,563 toneladas anuales de PM₁₀, de las cuales el 76 % (17,860 toneladas anuales) fueron producto del tránsito vehicular sobre calles sin pavimentar. En ese mismo tiempo se reportó que el 40% de las vialidades en la ciudad de Tijuana no contaban con algún tipo de revestimiento (COCEF, 2003).

Ciudad Juárez es otro caso de ciudad fronteriza que presenta una gran extensión en su mancha urbana y déficits muy serios en materia de pavimentación (del orden del 50 % reportado en el último lustro y nuevas estadísticas del Instituto Municipal de Investigación y Planeación de Ciudad Juárez, reportaron un 40% sin pavimentar). Sumado a esto, Ciudad Juárez tiene una carga vehicular muy alta, del orden de más de 366, 739 vehículos. Hernández et al (2000), reportan que se han presentado niveles de contaminación de hasta $378 \mu\text{m}/\text{m}^3$ de PM_{10} . En el mismo estudio de salud realizado en Ciudad Juárez se encontraron asociaciones positivas entre las concentraciones de PM_{10} y el número de consultas por asma y enfermedades respiratorias.

Cabe agregar que las vialidades no pavimentadas normalmente propician tiempos de traslado más elevados para la ciudadanía, afectando el desplazamiento diario hacia centros escolares, zonas comerciales, parques industriales, parques, etc. Estas condiciones se exacerban durante época de lluvias, que además de elevar los tiempos de traslado o impedirlos, se convierten en aportadores directos de material de arrastre. Sin duda otro problema importante lo constituye la inexistencia de banquetas y de guarniciones, mismas que tienen una función muy importante para la seguridad del peatón y la seguridad de las viviendas.

Metodología

Para la estimación de los indicadores de pavimentación que involucran superficie y longitud de calles, así como para la definición de los costos de pavimentación, se requiere la adquisición y utilización de imágenes con características de alta resolución espacial y espectral. Para los casos de cuatro ciudades de Tamaulipas se utilizaron con éxito imágenes del sensor del satélite denominado: “World View 1”. Estas imágenes brindan un tamaño de pixel de 0.60 m; resolución espacial ya probada satisfactoriamente para el análisis de este tipo de investigaciones.

Para el caso particular de este estudio se tuvo la ventaja de acceder a un sensor o satélite recién lanzado a finales del año 2011, que ofrece un tamaño de píxel igual a 0.50 m que posibilita la aplicación de un algoritmo que puede operar de manera semiautomática. Incluso, los resultados obtenidos se pueden supervisar con la misma imagen original en su versión pancromática, que permite de manera visual diferenciar superficies con y sin pavimento. Con la Imagen “PLEIADES 1-A”, y considerando una calle de jerarquía local promedio de 12 m de ancho por 100 m de largo (superficie de $1,200 \text{ m}^2$), se define un total de 24 pixeles a lo ancho y 200 pixeles a lo largo (4,800 pixeles por calle). El resultado, un valor muy aproximado entre la superficie estimada y la superficie real.

La imagen adquirida requirió inicialmente un proceso de rectificación, así como de la estandarización de la proyección geográfica y los sistemas coordenados, utilizados por el INEGI

en la generación de su cartografía digital: Proyección Geográfica UTM, WGS 1984, Zona 11 Norte.

Las estimaciones se realizaron tomando en consideración tanto los polígonos de colonias, como los polígonos de las AGEB's. Un paso importante consistió en crear *máscaras* que permitieran aprovechar de la imagen original sólo la parte correspondiente a las calles. Este procedimiento fue posible una vez que se ajustó espacialmente el archivo vectorial de manzanas con la imagen satelital. El siguiente paso fue producir un archivo binario (dos valores: cero y uno) donde todo lo que está dentro de manzanas adquiere el valor de "cero"; mientras que el valor "uno" corresponde a calles. Por último, se multiplica el archivo binario por la imagen satelital, dando como resultado una imagen de calles para la ciudad.

Es preciso mencionar que la técnica descrita anteriormente elimina drásticamente el *ruido* que se genera al proceder mediante métodos de clasificación supervisada a la imagen completa, dado que evita confundir los valores de pixeles al interior de las manzanas con los pixeles de calles.

Como última parte del procedimiento, se llevó a cabo la aplicación de un ejercicio de clasificación y post-clasificación a la imagen de calles, que produjo como resultado clases o grupos de pixeles muy entendibles, que en primera instancia correspondieron a:

- Pavimentación;
- Sin pavimentación;
- Vegetación y;
- Otros.

Cabe señalar que el ambiente o sistema raster utilizado se conoce como ENVI en su versión 5.1. Se trata de un software muy avanzado para efectos de clasificación espectral y generación de mapas temáticos.

Finalmente, se puede establecer que el algoritmo¹ general de trabajo para detectar la cobertura de pavimentación de vialidades en la ciudad de Mexicali, B. C., se expresa de forma sintética en la figura siguiente:

¹ Conjunto ordenado y finito de operaciones que permite hallar la solución de un problema.

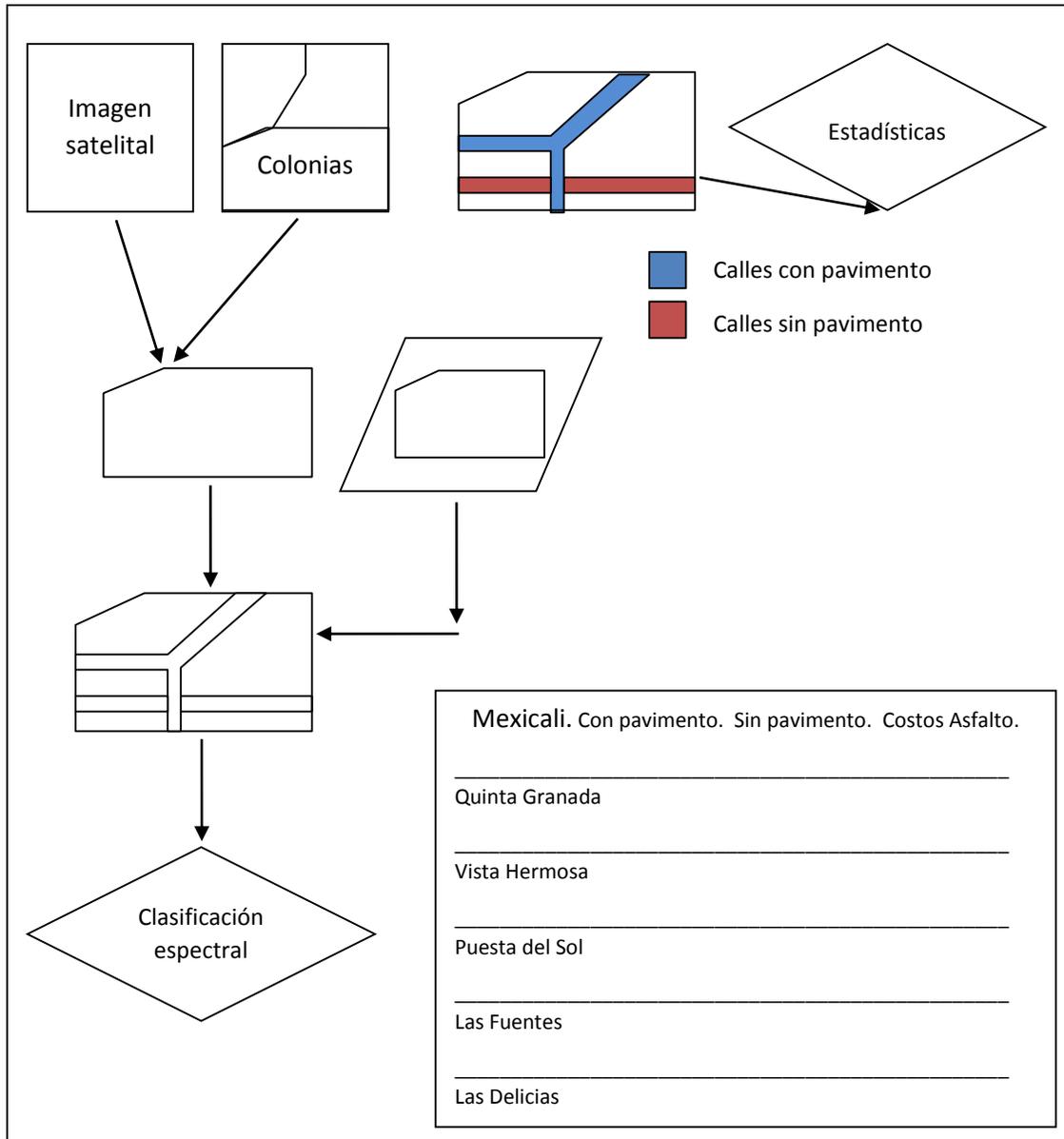


Figura 4. Algoritmo propuesto para la clasificación de pavimentación de vialidades.

Satélite/sensor: PLEIADES 1-A

El satélite denominado PLEIADES 1-A y que fue lanzado el 16 de diciembre del año 2011 se considera como uno de los satélites comerciales (multiespectral) de la más alta resolución espacial. La imagen que se adquirió para el presente proyecto de investigación cuenta con cuatro bandas espectrales: rojo, verde, azul e infrarrojo,² y fue programada a solicitud expresa de la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza a través de la empresa Digital Globe, para registrar la ciudad de Mexicali el mes de noviembre del 2012. La imagen obtenida está conformada por un mosaico de cuatro escenas, que cubren una superficie total de 300 km².

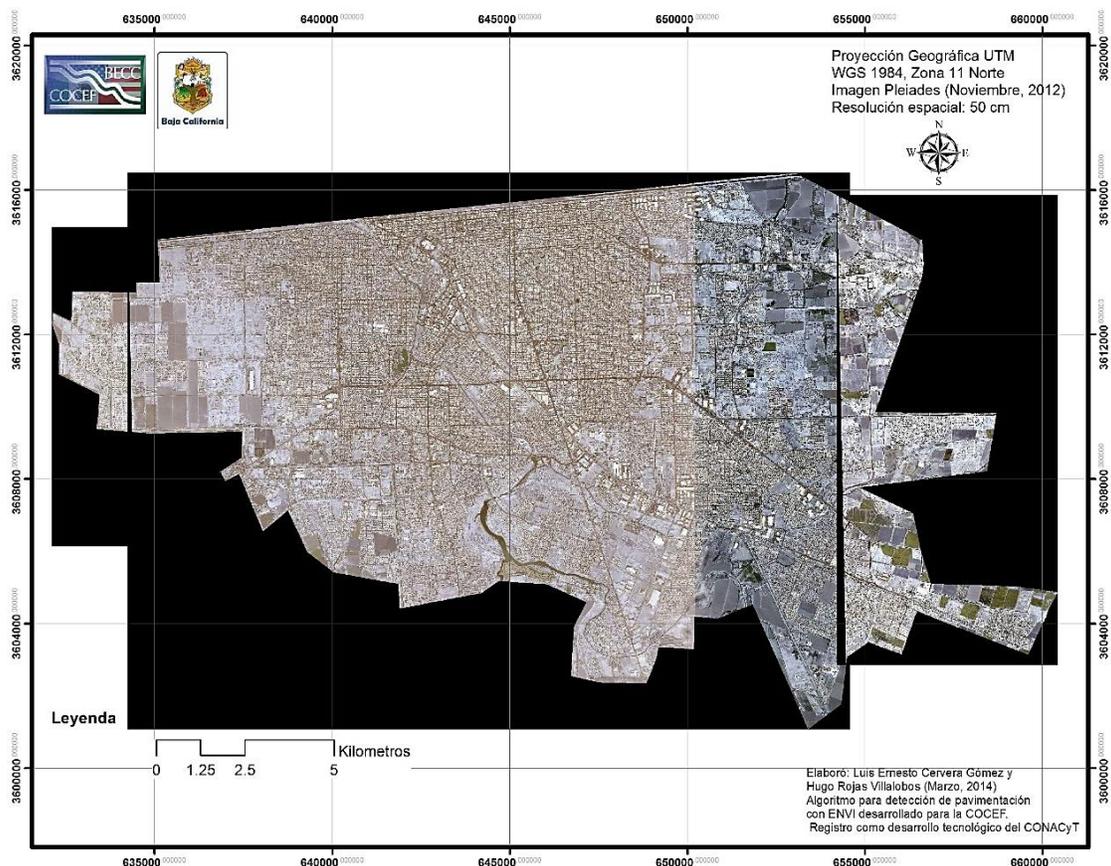


Figura 5. Cobertura de imagen Pleiades 1-A de Mexicali, B. C. Noviembre del 2012.

Con esta imagen se realizó el procedimiento metodológico descrito anteriormente, mediante el cual se puede ya exhibir la situación general de la ciudad de Mexicali acerca de la cobertura de pavimentación en sus calles, vigentes al mes de noviembre del 2012.

² Para una mayor referencia, se puede visitar el sitio web de la corporación que comercializa la imagen de satélite adquirida: Satellite Image Corporation, en: <http://www.satimagingcorp.com/satellite-sensors/pleiades-1.html>

En la siguiente figura se muestra la diferenciación entre calles pavimentadas (en azul) y sin pavimentar (en rojo), con la delimitación de colonias (en amarillo).

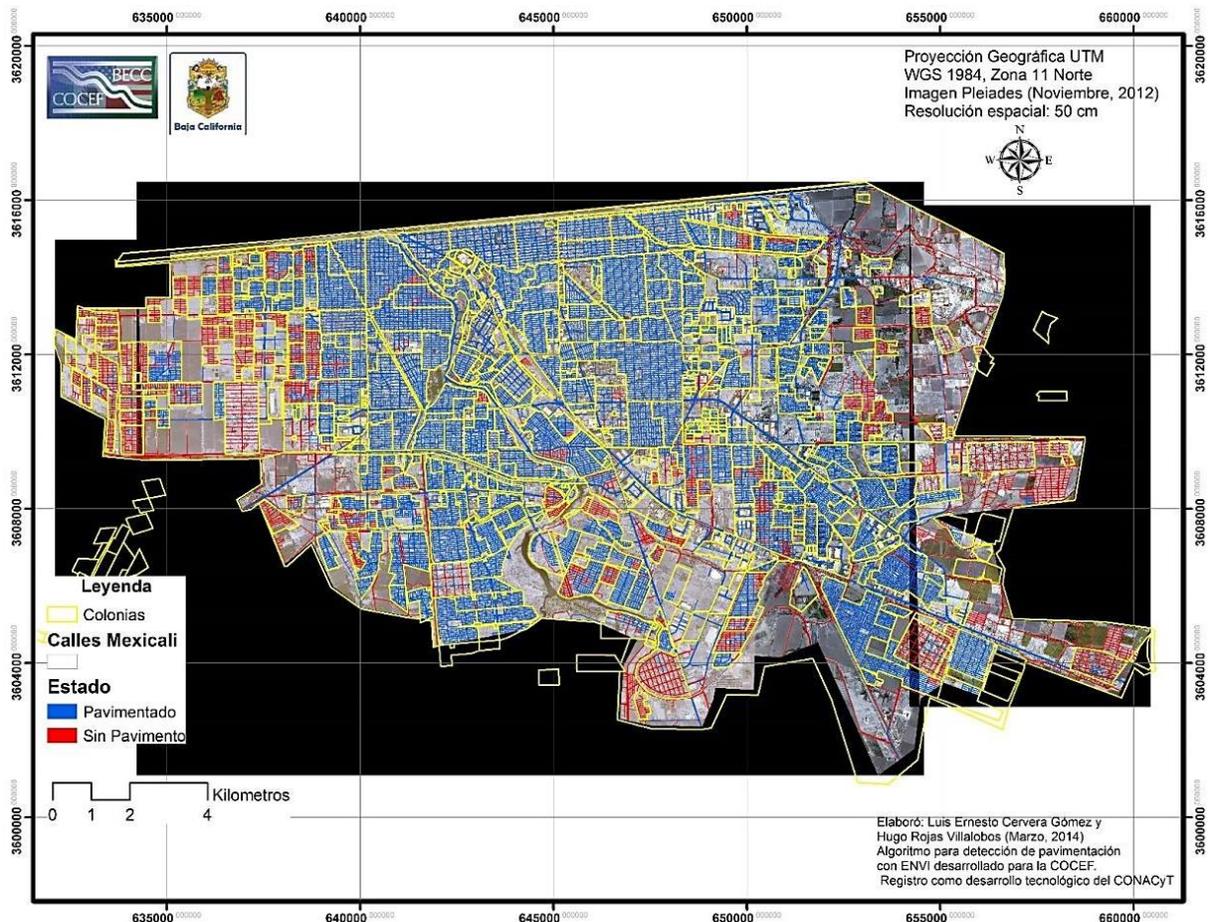


Figura 6. Condiciones de pavimentación por colonia y por calle. Noviembre del 2012.

Una vez obtenida esta imagen procesada, se puede llegar a un grado de análisis mayor (al ampliar la escala de visión), que permita distinguir con facilidad la diferenciación y clasificación entre las calles pavimentadas y sin pavimentar. En la siguiente figura se armó un mosaico de imágenes con cuatro colonias y/o fraccionamientos de la ciudad. Se muestra la información por pares de imágenes (cruda vs procesada). Se puede apreciar cómo la alta resolución espacial de la imagen (4,800 píxeles por calle) ayudó a distinguir y clasificar las calles.

A manera de conclusión, se podría decir que, una vez que el usuario de esta herramienta cuente con toda la información digital y los sistemas apropiados, podrá llevar a cabo un proceso de supervisión práctico de los resultados y en su caso su edición y corrección, ya que el proyecto puede ser consultado en conjunto con un sistema de información geográfica (ArcGIS), la imagen satelital y los resultados de la clasificación realizada.

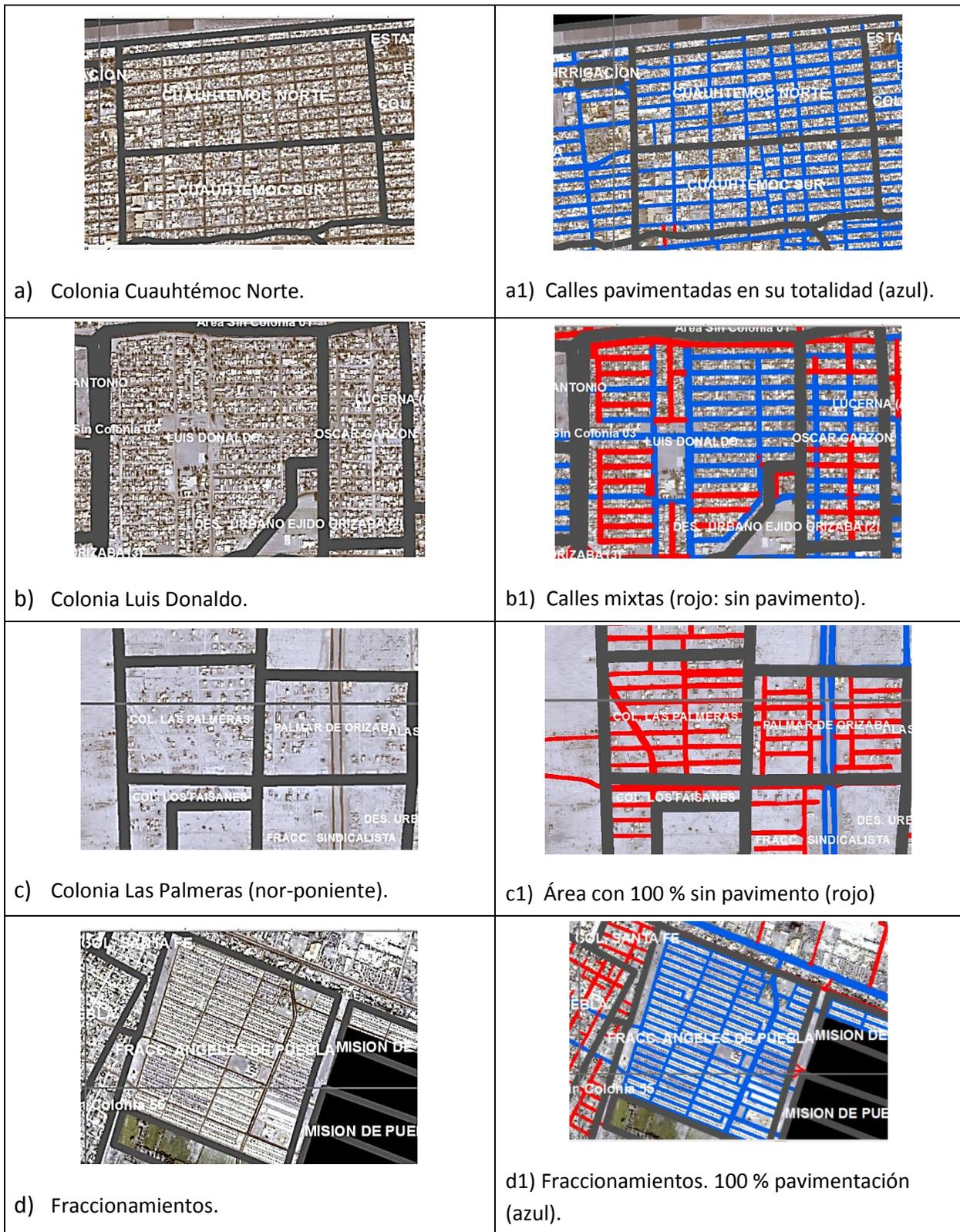


Figura 7. Diversidad del estatus de pavimentación en Mexicali, B. C.

Resumen de Resultados

El presente diagnóstico de pavimentación para la ciudad de Mexicali, B. C. está al nivel de los estudios de vanguardia actual en el uso de tecnologías de percepción remota, así como de técnicas de análisis espacial, aplicadas a la identificación y solución de una problemática específica, en el ámbito del desarrollo urbano.

La posibilidad de contar con una imagen satelital de alta resolución espacial (50 cm/pixel) programada hizo posible realizar una estimación del inventario de calles en corto plazo.

La resolución de la imagen satelital (pixel de 50 cm) permite la conformación digital de las calles con una alta aproximación a sus medidas reales. De tal manera que en una calle promedio de 12 metros de ancho por 100 metros de largo se tiene un total de 24 pixeles por 200 pixeles de largo, esto es, 4,800 pixeles de información por calle. Esta aproximación conduce a precisiones mayores al 95 %. A continuación se presentan algunos resultados relevantes de la exploración realizada.

- La ciudad cuenta con una superficie total de calles de **40' 320, 705 m² = 40.32 Km²**;
- La superficie de calles que no cuenta con ningún tipo de pavimento en su superficie asciende a **8' 906, 166 m² = 8.91 Km²**, lo que equivale al **22.1 %**;
- La superficie de calles que sí cuenta con algún tipo de revestimiento es igual a **31' 414, 463 m² = 31.41 Km²**, lo que equivale al **77.9 %**.

Cuadro 1. Superficie en calles y su cobertura de pavimentación en Mexicali, B. C.

Condición	Superficie (m ²)	Porcentaje de cobertura
Sin pavimentar	8,906,166	22.1 %
Pavimentadas	31,414,463	77.9 %
Total	40,320,705	100

Fuente: Elaborado por Servicios Profesionales Científicos y Técnicos (marzo, 2014).

Los resultados ampliados se presentan más adelante en tablas estadísticas relacionadas a un total de 326 Áreas Geo-estadísticas Básicas y a un total de 659 polígonos urbanos, de los cuales, 542 son colonias con nomenclatura; 52 polígonos son colonias sin nomenclatura; más un total de 56 polígonos que representan nuevos asentamientos urbanos (que podrían registrarse como colonias); y 7 áreas de nuevos desarrollos habitacionales.

Costos de pavimentación

En primer término, cabe aclarar que el algoritmo y los procesos de clasificación espectral de pavimentación se realizaron en dos plataformas de Sistemas de Información Geográfica: ENVI 5.1 y Arc GIS 10.1. El conjunto de datos generados para la ciudad de Mexicali, B. C., se encuentra en versión digital y podrá ser utilizado para su actualización, tanto de superficies como de costos.

De la superficie total de calles sin pavimentar, equivalente a 8' 906, 166 m², **5' 706,261.45 m²** se localizan dentro de polígonos de colonias ya consolidadas o en proceso de consolidación; por otra parte, **3' 199, 904.55 m²** están identificados dentro de asentamientos en proceso de ocupación (siete en total), que se ubican principalmente en las periferias oriente, poniente y sur de la ciudad.

Respecto a la determinación de los costos de pavimentación de estas vialidades, se consideró un costo de pavimentación³ de \$ **477.88** pesos por m², mediante la instalación de una carpeta asfáltica de 7 cm de espesor y guarniciones de concreto.

Vale la pena señalar que no se consideró viable el escenario de pavimentar mediante concreto hidráulico, pues aunque su calidad es notablemente superior que el asfalto, los costos de pavimentación se elevarían considerablemente. Es por esto que en los programas municipales de pavimentación se considera generalmente la instalación de carpeta asfáltica para calles locales, secundarias y terciarias; dejando el concreto hidráulico sólo para calles primarias y regionales.

Algunas diferencias técnicas entre los dos tipos de materiales:

Asfalto

- Se deteriora más rápido con el tiempo (vida útil corta).
- Requiere reparaciones y *recarpeteos* constantes.
- Alto costo de mantenimiento.
- Deformación en su superficie ofreciendo un manejo irregular.
- Bajo índice de servicio.

³ Este costo de pavimentación fue proporcionado por la empresa consultora a nivel nacional "GOGICA" y representa el costo de pavimentación actualizado al mes de marzo del año 2014 en la ciudad de Mexicali.

Concreto hidráulico

- Deterioro mínimo.
- Duración de 20 a 30 años.
- Mantenimiento mínimo.
- Deformación mínima de su superficie.
- Índice de servicio alto.
- Mayor velocidad de construcción.
- Disminución de costos de operación.
- Mejor drenaje superficial.
- Mayor reflexión de luz.
- Requiere menor estructura de soporte.

Así pues, al considerar la información obtenida de superficie de calles y costos de pavimentación, se obtuvieron los siguientes montos de inversión requeridos para llevar a cabo un programa de pavimentación con asfalto para la ciudad de Mexicali:

Cuadro 2.- Costos de pavimentación de calles con asfalto.

Cobertura	Superficie (m ²)	Costo (pesos)
Polígonos de colonias consolidadas.	5,706,261.45	\$2,726,908,221.73
Asentamientos en proceso de ocupación.	3,199,904.55	\$1,529,170,386.35
Total	8,906,166.00	\$4,256,078,608.08

Fuente: Elaborado por Servicios Profesionales Científicos y Técnicos (marzo, 2014).

Como puede verse, el escenario óptimo de pavimentar el 100 % de las calles que no cuentan con algún tipo de revestimiento, implica una inversión total de **\$ 4, 256 millones de pesos**.

Tabla de Resultados por Colonias

De los mapas contenidos en los archivos de proyecto, creados mediante el Sistema de Información Geográfica, se extrajo un resumen de las tablas relacionales, mismas que fueron exportadas de su formato original a una hoja de cálculo Excel, y de ésta al presente documento.

En primer orden se presentan las estadísticas principales de cobertura de calles con o sin carpeta asfáltica. Los datos son presentados por colonia, con el fin de que el usuario pueda entender y discernir la información por esta entidad urbana, que generalmente es la que se utiliza en la definición y toma de decisiones de los programas de pavimentación municipales.

Tabla 1. Estadísticas por polígonos de Colonias de Mexicali, B. C. (marzo, 2014).

Colonia	Con pavimento	% con pavimento	Sin pavimento	% sin pavimento	Superficie Total
18 de Marzo	54,085	87	7,775	13	61,859
27 de Septiembre	90,236	99	658	1	90,894
Agualeguas	21,086	100	-	0	21,089
Alamitos	211,925	100	-	0	211,925
Alianza p/ la Producción	34,847	50	34,622	50	69,469
Amp. Fracc. Bugambilias	11,377	100	-	0	11,377
Amp. Jardines del Lago	59,686	100	-	0	59,686
Amp. Justo Sierra	11,383	100	-	0	11,383
Amp. Las fuentes (FOVISSSTE)	22,643	100	-	0	22,643
Amp. Villa Florida	24,819	100	-	0	24,819
Ampliación Refugio	21,455	48	23,451	52	44,906
Anáhuac	8,545	100	-	0	8,545
Anáhuac INDECO	18,072	92	1,658	8	19,730
Anastasio Simental	14,375	100	-	0	14,375
Área crec. Centro-Occidente	293,122	98	6,260	2	299,382
Área crec. Centro-Oriente	549,912	85	93,750	15	643,662
Área crec. Centro-Sur	889,546	82	193,309	18	1,082,855
Área crec. Nororiente	733,447	51	711,109	49	1,444,556
Área crec. Occidente	106,840	18	484,826	82	591,666
Área crec. Sur-Occidente	255,369	45	313,218	55	568,587
Área crec. Sur-Oriente	893,163	39	1,397,432	61	2,290,595
Área sin colonia 01	115	82	25	18	140
Área sin colonia 02	929	100	-	0	929
Área sin colonia 03	7,253	69	3,250	31	10,503
Área sin colonia 04	99	2	5,783	98	5,882

Colonia	Con pavimento	% con pavimento	Sin pavimento	% sin pavimento	Superficie Total
Área sin colonia 05	4,616	100	-	0	4,616
Área sin colonia 06	9,236	100	-	0	9,236
Área sin colonia 07	20,021	39	30,984	61	51,006
Área sin colonia 08	1,947	100	-	0	1,948
Área sin colonia 09	90,306	100	-	0	90,310
Área sin colonia 10	739	100	-	0	739
Área sin colonia 11	3,310	50	3,269	50	6,579
Área sin colonia 12	8,719	87	1,282	13	10,001
Área sin colonia 13	9,924	54	8,524	46	18,448
Área sin colonia 14	-	0	4,316	100	4,316
Área sin colonia 15	8,166	100	-	0	8,166
Área sin colonia 16	4,444	100	-	0	4,444
Área sin colonia 17	487	4	10,827	96	11,314
Área sin colonia 18	2,867	100	-	0	2,867
Área sin colonia 19	3,260	100	-	0	3,260
Área sin colonia 20	11,179	100	-	0	11,179
Área sin colonia 21	1,022	100	-	0	1,022
Área sin colonia 22	638	80	158	20	796
Área sin colonia 23	3,360	100	-	0	3,360
Área sin colonia 24	-	0	694	100	694
Área sin colonia 25	3,630	100	-	0	3,630
Área sin colonia 26	3,762	52	3,503	48	7,265
Área sin colonia 27	9,573	99	104	1	9,677
Área sin colonia 28	2,966	100	-	0	2,966
Área sin colonia 29	39	21	146	79	185
Área sin colonia 30	3,434	100	-	0	3,434
Área sin colonia 31	291	100	-	0	291
Área sin colonia 32	692	100	-	0	692
Área sin colonia 33	684	100	-	0	684
Área sin colonia 34	1,416	100	-	0	1,422
Área sin colonia 36	516	40	766	60	1,283
Área sin colonia 37	296	59	208	41	503
Área sin colonia 38	5,435	50	5,389	50	10,824
Área sin colonia 39	1,676	100	-	0	1,676
Área sin colonia 40	2,508	100	-	0	2,508
Área sin colonia 41	3,090	100	-	0	3,090
Área sin colonia 42	154	100	-	0	154
Área sin colonia 43	9,918	98	190	2	10,108



Colonia	Con pavimento	% con pavimento	Sin pavimento	% sin pavimento	Superficie Total
Área sin colonia 44	5,699	58	4,165	42	9,864
Área sin colonia 45	5,678	97	160	3	5,838
Área sin colonia 46	1,289	100	-	0	1,289
Área sin colonia 47	3,553	100	-	0	3,553
Área sin colonia 48	-	0	-	0	21
Área sin colonia 50	88	0	21,022	100	21,110
Área sin colonia 51	6,069	93	437	7	6,506
Área sin colonia 52	151	100	-	0	151
Área sin colonia 53	759	100	-	0	759
Área sin colonia 54	1,350	61	880	39	2,230
Área sin colonia 55	3,124	15	18,189	85	21,313
Armando Gutiérrez	4,133	76	1,335	24	5,468
Aviación	57,397	98	897	2	58,293
Bahías del Coloso	522	1	87,682	99	88,204
Baja California	309,011	99	2,489	1	311,500
Balbuena	37,139	100	-	0	37,139
Barrio Álamo	11,911	100	-	0	11,911
Barrio Pasadina	33,762	100	-	0	33,762
Bella Vista (1)	4,779	100	-	0	4,779
Bella Vista (2)	54,494	100	-	0	54,494
Benito Juárez	139,837	100	-	0	139,837
Blvd. López Mateos (1)	15,263	100	-	0	15,263
Blvd. López Mateos (2)	32,230	100	-	0	32,230
Bordo Wisteria (1)	2,951	92	266	8	3,217
Bordo Wisteria (2)	41,707	100	-	0	41,707
Bosque del sol	58,781	100	-	0	58,781
Burócratas Federales	24,960	100	-	0	24,960
C. C. I. (ejidatarios)	35,525	49	37,273	51	72,799
Camino del Sur	25,614	68	11,962	32	37,577
Camino Viejo (1)	9,639	94	630	6	10,269
Camino Viejo (2)	440	100	-	0	440
Cantú	18,922	100	-	0	18,922
Carbajal	236,154	100	-	0	236,154
Carlos Salinas	65,866	100	-	0	65,866
Casa Digna (1)	77,919	86	12,908	14	90,826
Casa Digna (2)	62,575	85	11,351	15	73,925
Central de Abastos Mexicali	14,008	100	-	0	14,008
Centro Cívico	170,161	100	-	0	170,161

Colonia	Con pavimento	% con pavimento	Sin pavimento	% sin pavimento	Superficie Total
Cerrada del Roble	8,701	100	-	0	8,701
Cerrada Galicia	-	0	280	100	280
Cerrada Santo Domingo	319	100	-	0	319
Chapultepec	50,464	100	-	0	50,464
Col. El Porvenir (1)	3,523	100	-	0	3,523
Col. El Porvenir (2)	2,124	100	-	0	2,124
Col. El Porvenir (3)	33,755	97	1,144	3	34,898
Col. El Porvenir (4)	18,056	100	-	0	18,056
Col. El Porvenir (5)	122	21	457	79	578
Col. Ampliación Ejido Puebla	166	5	3,012	95	3,178
Col. Aurora	71,897	97	2,107	3	74,004
Col. Bordo la Rivera	-	0	5,528	100	5,528
Col. Burócrata	97,803	100	-	0	97,803
Col. Cachanilla	24,374	61	15,844	39	40,217
Col. Compuertas	99,294	100	-	0	99,294
Col. Corregidora	38,765	55	32,272	45	71,037
Col. Diego Bustamante	4,615	58	3,354	42	7,969
Col. Esperanza	378,880	99	3,357	1	382,237
Col. Fundadores	78,587	100	292	0	78,880
Col. Gabriela Mistral	-	0	40,840	100	40,840
Col. Hacienda de Guadalupe	-	0	7,411	100	7,411
Col. Jardines de Orizaba	-	0	27,101	100	27,101
Col. Las Lagunas	-	0	14,464	100	14,464
Col. Las Palmeras	69	0	44,881	100	44,950
Col. Los Faisanes	-	0	21,848	100	21,848
Col. Los Girasoles	517	8	5,774	92	6,291
Col. Mariano Abasolo	2,880	5	58,906	95	61,786
Col. Mezquital	19,568	21	74,832	79	94,400
Col. Nuevo amanecer	9,078	20	36,138	80	45,215
Col. Nuevo Ideal	-	0	4,204	100	4,204
Col. Nuevo Santa Lucía	-	0	5,162	100	5,162
Col. Palmar del Sol	-	0	5,435	100	5,435
Col. Parra	5,074	100	-	0	5,074
Col. Río Hardy	-	0	30,144	100	30,144
Col. Salo del Valle	-	0	12,032	100	12,032
Col. San Bernardino	-	0	145	100	145
Col. San Fernando	950	7	12,784	93	13,734
Col. San Gabriel	60,239	100	-	0	60,239

Colonia	Con pavimento	% con pavimento	Sin pavimento	% sin pavimento	Superficie Total
Col. San Pablo	8,544	17	40,308	83	48,851
Col. Santa Fe	299	1	21,836	99	22,134
Col. Saturno	4,263	11	34,821	89	39,083
Col. Sol del Amanecer	1,358	3	40,811	97	42,169
Col. Villas Coahuila	392	1	30,812	99	31,204
Col. Villas del Valle	13,616	97	457	3	14,072
Condominio Tecno Parque	845	100	-	0	845
Conjunto Urb. Caliss	17,338	100	-	0	17,338
Conjunto Urb. Esperanza (1)	210,514	96	7,687	4	218,201
Conjunto Urb. Esperanza (2)	34,439	100	-	0	34,439
Conjunto Urb. Orizaba	172,440	90	19,001	10	191,441
Conjunto Urb. Universitario	202,613	87	29,844	13	232,458
Constitución	65,738	99	560	1	66,298
Constituyentes	79,864	100	11	0	79,875
Cuauhtémoc Norte	178,887	100	-	0	178,887
Cuauhtémoc Sur	151,569	99	1,371	1	152,939
Desarrollo urbano Génesis (1)	-	0	1,020	100	1,020
Desarrollo urbano Génesis (4)	-	0	11,141	100	11,141
Del Periodista	3,210	100	-	0	3,210
Del Rastro	85,644	99	954	1	86,599
Delegación Compuertas	4,106	100	-	0	4,106
Delegación González Ortega	23,433	100	-	0	23,433
Des urb. Privada Terracota	2,865	100	-	0	2,865
Des. y ampliación Centinela	9,013	14	56,681	86	65,694
Desarrollo Urb. San Carlos	15,435	27	41,155	73	56,590
Des. Urb. Ejido Orizaba (1)	15,572	50	15,714	50	31,286
Des. Urb. Ejido Orizaba (2)	8,690	83	1,807	17	10,496
Des. Urb. Ejido Orizaba (3)	15,859	69	7,096	31	22,955
Des. Urb. Ejido Orizaba (4)	30,251	100	-	0	30,251
Des. Urb. Ejido Orizaba (5)	7,596	100	-	0	7,596
Des. Urb. Ejido Orizaba (6)	9,502	97	299	3	9,801
Des. Urb. Ejido Orizaba (7)	2,972	100	-	0	2,972
Des. Urb. Xochimilco	34,018	33	69,733	67	103,750
Des. Hab. Privada Campestre	18,050	82	3,878	18	21,928
Des. Hab. Las Margaritas	-	0	57,550	100	57,550
Des. Urb. Misión San Ignacio	34,498	100	-	0	34,498
Des. Urb. Camino de los Reyes	27,693	78	7,633	22	35,326
Des. Urb. Parque Ind. Palaco 1	6,768	100	-	0	6,768

Colonia	Con pavimento	% con pavimento	Sin pavimento	% sin pavimento	Superficie Total
Des. Urb. Parque Ind. Palacio 2	5,304	100	-	0	5,304
Des. Urb. Zacatecas II	27,643	89	3,343	11	30,987
Des. Urbano Orizaba sur 1	47,384	95	2,583	5	49,967
Des. Urbano Orizaba sur 2	9,503	57	7,197	43	16,701
Des. Urbano Villa Esperanza 2	5,241	100	-	0	5,241
Des. Comercial Nvo. México	14,259	100	-	0	14,259
Des. Urbano El Robledo	158,640	76	49,664	24	208,303
División del Norte	109,206	100	-	0	109,206
Eguía	12,351	100	-	0	12,351
Ejido Cuernavaca	45,981	26	131,106	74	177,087
El Ciprés	31,021	52	28,150	48	59,171
El Coloso	4,172	6	64,669	94	68,841
El Cóndor	88,186	99	674	1	88,860
El Dorado 1ª y 2ª Sección	43,108	100	-	0	43,108
El Oasis	261	0	64,320	100	64,581
El Porvenir	29,300	100	-	0	29,300
El Refugio	7,228	30	16,515	70	23,744
El Sahuaro	15,206	100	-	0	15,206
El Sauce	-	0	20,514	100	20,514
El Sauzal	5,175	100	-	0	5,175
El Vidrio	11,037	48	11,986	52	23,023
El Vigía	39,768	100	-	0	39,768
Eligio Esquivel	-	0	7,357	100	7,357
Elisaura	7,123	100	-	0	7,123
Emiliano Zapata	1,209	9	12,992	91	14,201
Estación Ferrocarril	27,950	100	-	0	27,950
Estatuto Jurídico (1)	2,484	100	-	0	2,484
Estatuto Jurídico (2)	1,833	100	-	0	1,833
Estatuto Jurídico (3)	233	100	-	0	233
Estatuto Jurídico (4)	13,838	100	-	0	13,838
Estatuto Jurídico (5)	4,189	100	-	0	4,189
Estrella	15,624	33	32,263	67	47,887
Ex ejido Coahuila	126,720	86	20,353	14	147,073
Ex ejido Orizaba	128,376	100	-	0	128,376
Ex ejido Zacatecas (1)	12,048	100	-	0	12,048
Ex ejido Zacatecas (2)	2,284	100	-	0	2,284
Ex ejido Zacatecas (3)	1,841	100	-	0	1,841
Ex ejido Zacatecas (4)	122,075	100	-	0	122,075

Colonia	Con pavimento	% con pavimento	Sin pavimento	% sin pavimento	Superficie Total
Francisco I. Madero	10,715	55	8,677	45	19,393
Francisco I. Madero parcela 74	7,575	41	10,858	59	18,433
Felipe Ángeles	13,950	83	2,890	17	16,840
Flores Magón	59,604	65	31,868	35	91,472
Flores Magón norte	32,453	56	25,006	44	57,459
FOVISSSTE	65,709	100	-	0	65,709
Fracc. Quinta del Rey	94,939	95	5,374	5	100,313
Fracc Misión de San Carlos	6,110	100	-	0	6,110
Fracc. Villa Florida	167,025	99	1,387	1	168,412
Fracc. 5 de Julio	1	0	37,353	100	37,354
Fracc. Bugambilias	38,927	91	3,861	9	42,788
Fracc. Comercial Cachanilla	8,788	100	-	0	8,788
Fracc. El Campanario	72,220	100	-	0	72,220
Fracc. Esteban Cantú (1)	13,037	98	213	2	13,250
Fracc. Esteban Cantú (2)	440	100	-	0	440
Fracc. Francisco Zarco	3,866	100	-	0	3,866
Fracc. C. Gasca	23,842	36	42,731	64	66,573
Fracc. Gran Hacienda	53,204	100	-	0	53,204
Fracc. Hacienda Dorada	57,402	100	75	0	57,477
Fracc. Hacienda Real	34,549	100	-	0	34,549
Fracc. Hega	14,516	97	397	3	14,913
Fracc. Juventud Deportiva 200	42,178	100	-	0	42,178
Fracc. Lago de Xochimilco	35,012	100	-	0	35,012
Fracc. Las Garzas	7,635	100	-	0	7,635
Fracc. Lomas de Abasolo	5,100	9	53,944	91	59,044
Fracc. Los Naranjos	60,588	100	-	0	60,588
Fracc. Los Reyes	6,815	100	21	0	6,836
Fracc. Mexicali	146,920	97	4,444	3	151,364
Fracc. Misión de San Vizcaíno	19,543	100	-	0	19,543
Fracc. Misión San Diego Alcalá	40,030	100	-	0	40,030
Fracc. Orquídea	22,549	100	-	0	22,549
Fracc. Padre Kino	3,787	100	-	0	3,787
Fracc. Palmar Santa Anita	20,791	77	6,064	23	26,855
Fracc. Paseo de las Flores	12,380	89	1,541	11	13,921
Fracc. Bugambilias Jardines	-	0	45,225	100	45,225
Fracc. Aztecas	30,552	100	-	0	30,552
Fracc. Pórticos del Valle	66,291	98	1,647	2	67,939
Fracc. Praderas del Sol	39,045	93	2,758	7	41,803

Colonia	Con pavimento	% con pavimento	Sin pavimento	% sin pavimento	Superficie Total
Fracc. Privada del Maple	2,597	100	-	0	2,597
Fracc. Punta Estrella	3,474	100	-	0	3,474
Fracc. Real Virreyes	11,006	100	-	0	11,006
Fracc. Cerrada del Parque	6,295	100	-	0	6,295
Fracc. Casa Blanca	6,061	94	360	6	6,421
Fracc. Residencial del Río	3,659	100	-	0	3,659
Fracc. Sindicalista	11,856	37	20,108	63	31,964
Fracc. Villa Colonial	101,853	98	2,318	2	104,171
Fracc. Villas california	7,970	100	-	0	7,970
Fracc. Villas de la República	63,321	100	-	0	63,321
Fracc. Vivienda Magisterial	21,847	100	1	0	21,849
Fracc. Xochicalli	24,217	37	40,861	63	65,078
Fracc. Ampliación Xochicalli	2,191	7	27,242	93	29,433
Fracc. Zacatecas	45,438	100	-	0	45,438
Fracc. Alameda del Valle	987	34	1,894	66	2,881
Fracc. Ángeles de Puebla	244,193	99	1,775	1	245,968
Fracc. California Residencial	34,162	100	-	0	34,162
Fracc. Cataviña	40,543	100	-	0	40,543
Fracc. Centenario Azteca	5	0	5,929	100	5,933
Fracc. Cerrada Abedul	13,739	100	-	0	13,739
Fracc. Cerrada del Sol	36,279	100	-	0	36,279
Fracc. Coral Maya	15,433	97	544	3	15,976
Fracc. El Colonial	-	0	38,626	100	38,626
Fracc. El Paraíso	7,217	7	90,435	93	97,652
Fracc. Flores	41,600	100	-	0	41,600
Fracc. Hacienda Bilbao	15,994	100	24	0	16,019
Fracc. Hacienda de Málaga	1,396	100	-	0	1,396
Fracc. Hacienda del Bosque	111,444	100	-	0	111,444
Fracc. Hacienda del Río	122,530	100	-	0	122,530
Fracc. Haciendas de Zempoala	-	0	44,215	100	44,215
Fracc. Haciendas Orizaba	-	0	50,051	100	50,051
Fracc. Huertas del Sol	-	0	522	100	522
Fracc. IMSS Siglo XXI	5,179	100	-	0	5,179
Fracc. Jardines de la Arboleda	3,164	100	2	0	3,166
Fracc. Jardines de Loreto	-	0	39,211	100	39,211
Fracc. La rioja sección castilla	14,902	68	7,013	32	21,915
Fracc. Las Hadas	104,461	100	-	0	104,461
Fracc. Las Misiones	4,128	76	1,317	24	5,444

Colonia	Con pavimento	% con pavimento	Sin pavimento	% sin pavimento	Superficie Total
Fracc. Misión de San Adrián	12,903	68	5,952	32	18,855
Fracc. Misión de San Antonio	19,849	100	-	0	19,849
Fracc. Misión de San Francisco	23,718	89	2,962	11	26,680
Fracc. Misión del Ángel	109,031	96	4,396	4	113,427
Fracc. Misión Santo Domingo	31,679	100	17	0	31,696
Fracc. Montecarlo Residencial	167,359	100	608	0	167,967
Fracc. Parajes de Puebla	21,480	81	4,899	19	26,380
Fracc. Puerta de Hierro	15,389	64	8,820	36	24,210
Fracc. Quinta Montecarlo	35,546	100	139	0	35,686
Fracc. Real del río	51,497	100	-	0	51,497
Fracc. San Sebastián	19,833	95	974	5	20,807
Fracc. Coronado 1ª 2ª Sección	25,747	100	-	0	25,747
Fracc. Residencial Marsella	3,873	93	277	7	4,150
Fracc. Residencial Sol	2,123	100	-	0	2,123
Fracc. Residencial Villa del Rey	200,952	99	1,761	1	202,713
Fracc. San Esteban	5,498	100	-	0	5,498
Fracc. Santa Verónica	4,463	100	-	0	4,463
Fracc. Sol de Puebla	48,681	94	3,001	6	51,682
Fracc. Sol de Reyes	6,785	100	-	0	6,785
Fracc. Valle de las Misiones	170,450	79	45,162	21	215,612
Fracc. Valle del Pedregal	354,379	96	14,812	4	369,191
Fracc. Victoria Residencial	141,524	100	710	0	142,234
Fracc. Villas del Sol	60,687	90	6,516	10	67,203
Fracc. Villa san Ángel	16,290	69	7,150	31	23,440
Fracc. Villas de Cortez	7,245	45	8,760	55	16,005
Fracc. Puesta del Sol	2,700	100	-	0	2,700
Fracc. Madrid 1ª Sección	20,075	100	-	0	20,075
Fracc. Madrid 2ª Sección	6,426	100	-	0	6,426
Fracc. Duara Residencial	318	65	173	35	492
Fraccionamiento las Reinas	-	0	10,152	100	10,152
Fracc. Villas del Paraíso	9,656	16	51,086	84	60,741
Frontera	6,143	100	-	0	6,143
Fronteriza	25,876	49	26,754	51	52,631
Gómez Farías	29,812	100	-	0	29,812
González Ortega (1)	302,292	77	91,418	23	393,710
González Ortega (2)	491	100	-	0	491
González Ortega Norte	24,621	82	5,320	18	29,940
González Ortega Poniente	167,747	84	31,431	16	199,178

Colonia	Con pavimento	% con pavimento	Sin pavimento	% sin pavimento	Superficie Total
Gral. Sánchez Taboada	36,405	100	-	0	36,405
Granjas Arcoíris	5,282	21	19,805	79	25,087
Granjas Nuevas	47,471	65	25,486	35	72,957
Granjas Señoriales	3,216	15	18,577	85	21,792
Granjas Sta. Cecilia	34,332	16	181,137	84	215,469
Granjas Valle Verde	-	0	309	100	309
Grupo Río Colorado	14,787	43	19,784	57	34,571
Guajardo	77,207	90	8,486	10	85,693
Hab. Misión del Valle	40,956	85	7,062	15	48,018
Habitacional Santa Fe	9,425	100	-	0	9,425
Hacienda Andalucía	5,996	100	-	0	5,996
Hacienda de Castilla	106,865	99	625	1	107,490
Hacienda de las Torres	44,755	100	130	0	44,885
Hacienda de Lourdes	4,712	100	-	0	4,712
Hacienda del Pilar	-	0	1,508	100	1,508
Hacienda del Real	17,499	100	-	0	17,499
Hacienda del Sol	26,920	100	-	0	26,920
Hacienda la Encantada	20,196	95	993	5	21,189
Hacienda los Portales	67,793	91	6,822	9	74,615
Hacienda Paseo de Santiago	2,336	48	2,510	52	4,846
Haro Barnett	60,376	100	-	0	60,376
Héctor Corella	20,112	100	-	0	20,112
Héroe de Nacozari	171,103	100	-	0	171,103
Hidalgo	395,231	92	33,945	8	429,176
Huertas del Progreso	7,839	4	184,679	96	192,518
Huertas del Colorado	43,005	86	7,106	14	50,111
Ibiza Residencial	5,678	87	841	13	6,519
Ignacio Allende	16,151	72	6,248	28	22,399
Imperial	49,744	86	8,417	14	58,161
Ind. Maq. (Las Californias)	34,793	98	606	2	35,399
INDECO Calafia	104,727	100	-	0	104,727
Independencia	713,949	100	-	0	713,949
Industrial	219,608	100	-	0	219,608
Insurgentes Este	64,636	100	-	0	64,636
Insurgentes Oeste	50,273	100	-	0	50,273
Islas Agrarias y ampliación	12,018	7	155,951	93	167,969
Josefa Ortiz de Domínguez	39,235	100	-	0	39,235
Jabonera	5,423	100	-	0	5,423

Colonia	Con pavimento	% con pavimento	Sin pavimento	% sin pavimento	Superficie Total
Jardines de Calafia	25,473	98	468	2	25,942
Jardines de Mendoza	-	0	29,719	100	29,719
Jardines del Lago (1)	139,853	100	23	0	139,876
Jardines del Lago (2)	110,575	100	-	0	110,575
Jardines del Valle	74,264	100	-	0	74,264
Joaquín Murrieta	24,224	87	3,772	13	27,996
Josué Molina	23,547	100	-	0	23,547
Justo Sierra	22,321	100	-	0	22,321
La Bodega, Fracc. ISSSTE	8,364	100	-	0	8,364
La Bodega Bugambilias	3,959	100	-	0	3,959
La Condesa	27,637	71	11,368	29	39,006
La Luna	19,432	39	29,937	61	49,369
La Molinera	2,950	100	-	0	2,950
La Toscana Residencial	15,400	60	10,297	40	25,697
La Ventana Residencial (1)	8,080	54	6,899	46	14,979
La Ventana Residencial (2)	-	0	3,495	100	3,495
Ladrilleros Campestre	1,840	20	7,284	80	9,124
Ladrilleros Islas Agrarias	-	0	18,544	100	18,544
Ladrilleros Santa Isabel	5,076	100	-	0	5,076
Laguna Campestre	43,366	68	20,674	32	64,041
Las Delicias	11,987	96	523	4	12,511
Las Fuentes	30,073	100	-	0	30,073
La Magdalena	8,559	100	-	0	8,559
Las Palmas	36,329	100	-	0	36,329
Las Palomas	25,284	94	1,498	6	26,782
Lázaro Cárdenas	160,029	99	1,440	1	161,469
Leandro Valle	14,132	25	43,510	75	57,642
Libertad	241,206	100	-	0	241,206
Loma Linda	181,644	94	11,752	6	193,396
López Mateos	38,729	100	-	0	38,729
Los Álamos	4,749	87	740	13	5,490
Los Encinos	61,017	42	83,735	58	144,752
Los Milagros	18,664	26	51,990	74	70,654
Los Olivos	18,837	28	47,781	72	66,618
Los Pinos	78,096	100	-	0	78,096
Los Portales (1)	145,210	99	1,721	1	146,931
Los Portales (2)	293,074	93	21,719	7	314,793
Los Prados Residencial	3,438	83	698	17	4,136

Colonia	Con pavimento	% con pavimento	Sin pavimento	% sin pavimento	Superficie Total
Los Viñedos	37,765	85	6,671	15	44,436
Lucerna (ampliación norte)	43,906	62	26,638	38	70,543
Lucerna Sur	56,123	92	5,055	8	61,178
Lucio Blanco	39,049	70	17,100	30	56,148
Luis Donaldo	87,041	61	54,500	39	141,541
Marta Welch	21,111	100	-	0	21,111
Mártires de 1906	42,140	100	-	0	42,140
Mártires de la Democracia	-	0	33,384	100	33,384
Mayakhan Residencial	36,261	96	1,551	4	37,811
Mayos	63,692	94	3,784	6	67,476
Mexicali del Sol	3,915	100	-	0	3,915
Mexicali Tianguis	2,453	100	-	0	2,453
Miraflores	61,931	100	-	0	61,931
Mirasol	52,465	100	-	0	52,465
Misión de Loreto (1)	17,947	100	-	0	17,947
Misión de Loreto (2)	345	100	-	0	345
Misión de Puebla (1)	24,384	99	260	1	24,643
Misión de Puebla (2)	45	100	-	0	45
Misión Viejo	4,277	13	29,936	87	34,212
Misión Virreyes	15,084	91	1,441	9	16,525
Monarcas residencial 1ª etapa	37,464	100	164	0	37,628
Monarcas residencial 2ª etapa	54,289	100	-	0	54,289
Morelos	34,451	98	545	2	34,996
Municipio Libre	33,264	63	19,845	37	53,108
Nacionalista	108,811	36	193,487	64	302,297
Nueva	294,442	100	-	0	294,442
Nueva Esperanza	150,259	100	-	0	150,259
Nuevo Mexicali	89,122	100	-	0	89,122
Orizaba	62,800	100	-	0	62,800
Oscar Garzón	39,858	65	21,592	35	61,450
PIMSA II	24,255	100	-	0	24,255
P. I. Álamo Sur	326	100	-	0	326
P. I. Mexicali IV	60,349	93	4,761	7	65,110
P. I. Mexicali I	47,417	100	80	0	47,497
P. I. Progreso	35,247	99	225	1	35,472
Palmar de Orizaba	13,175	29	31,775	71	44,950
Papago (1)	18,467	100	-	0	18,467
Papago (2)	870	100	-	0	870



Colonia	Con pavimento	% con pavimento	Sin pavimento	% sin pavimento	Superficie Total
Parcela 36	31,399	100	-	0	31,399
Parcela 44 (1)	45,198	100	-	0	45,198
Parcela 44 (2)	2,590	100	-	0	2,590
Parcela 44 (3)	10,896	100	-	0	10,896
Parque Industrial El Dorado	32,670	56	25,372	44	58,042
Parque Industrial Cachanilla	11,003	79	2,875	21	13,878
Parque Industrial Calafia	6,456	100	-	0	6,456
Parque Industrial Cucapah	21,123	100	-	0	21,123
Parque Industrial El Vigía II	5,838	100	-	0	5,838
Parque Industrial Ex-XXI	67,972	95	3,540	5	71,512
Parque Industrial Nelson	26,485	100	-	0	26,485
Parque Industrial PIMSA III	25,895	84	4,761	16	30,656
Parque Ind. Valle de Calafia	-	0	3,758	100	3,758
Parque Industrial Colorado	41,958	94	2,881	6	44,839
Parque Industrial El Álamo	13,914	100	-	0	13,914
Parque Industrial El Desierto	17,126	80	4,401	20	21,527
Parque Industrial Visión	22,702	100	-	0	22,702
Paseos de Xochimilco	22,703	100	-	0	22,703
Paseos del Sol	94,592	98	1,551	2	96,143
Pedregal Turquesa	72,615	100	-	0	72,615
Pedro Moreno	15,024	43	19,966	57	34,990
Plaza Cachanilla	8,991	100	-	0	8,991
Plaza Mariachi	9,467	99	135	1	9,603
Poblado Zaragoza	-	0	64,630	100	64,630
Primera Sección	275,636	100	-	0	275,636
Primero de Diciembre	57,067	100	-	0	57,067
Primero de Mayo	24,542	100	13	0	24,555
Priv. Elisaura	3,013	100	-	0	3,013
Priv. Misión San Miguel 3ª	5,629	92	482	8	6,111
Privada Antigua	1,905	100	-	0	1,905
Privada Coahuila	2,125	100	-	0	2,125
Privada Juárez	505	100	-	0	505
Priv. Misión San Miguel y 2ª e.	4,829	97	174	3	5,003
Privada Rústica	2,068	100	-	0	2,068
Privada Vista Hermosa	29,296	100	-	0	29,296
Profesores Estatales	25,385	100	-	0	25,385
Profesores Federales	52,557	100	-	0	52,557
Prohogar	459,177	100	122	0	459,300

Colonia	Con pavimento	% con pavimento	Sin pavimento	% sin pavimento	Superficie Total
Pueblo Nuevo	454,498	95	23,772	5	478,270
Puerta del Sol	54,801	98	1,202	2	56,003
Quinta Alcázar de Toledo	17,110	84	3,156	16	20,265
Quinta Córdoba	33,873	100	-	0	33,873
Quinta Granada	47,944	100	-	0	47,944
Reacomodo San Fernando	17,948	37	30,237	63	48,184
Real del Castillo	12,951	100	26	0	12,977
Real del Sol	14,484	100	-	0	14,484
República Mexicana	85,937	97	3,028	3	88,965
Residencial La Escondida	1,352	100	-	0	1,352
Residencial San Andrés	1,660	100	-	0	1,660
Residencial Casa maya	49,194	100	35	0	49,229
Residencial De Anza	4,705	100	-	0	4,705
Residencial Hípico	116,268	100	-	0	116,268
Residencial La Joya	5,795	100	-	0	5,795
Residencial Lienzo (1)	28,333	100	-	0	28,333
Residencial Lienzo (2)	30,367	100	-	0	30,367
Residencial Los Arcos	31,818	100	-	0	31,818
Residencial Los Laureles	28,144	100	-	0	28,144
Residencial Mediterráneo	10,891	100	-	0	10,891
Residencial Quinta del Rey	126,338	100	299	0	126,637
Residencial Reforma	23,113	100	-	0	23,113
Residencial Villas Cachanilla	9,595	100	-	0	9,595
Residencial Casa Magna	105,816	97	2,991	3	108,807
Residencial Barcelona 1ª	120,017	95	5,683	5	125,700
Residencial Gran Venecia	43,628	100	-	0	43,628
Residencial La Calma	-	0	518	100	518
Residencial Laguna del Sol (1)	98,872	93	7,116	7	105,988
Residencial Laguna del Sol (2)	71,943	89	9,106	11	81,049
Residencial Los Ángeles	2,051	98	46	2	2,097
Residencial Natura	146	6	2,191	94	2,337
Residencial Puerta de Alcalá	58,234	100	2	0	58,236
Residencial Quinta del Centro	5,466	46	6,433	54	11,899
Residencial San Francisco	9,663	85	1,738	15	11,401
Residencial San Miguel 1ª y 2ª	51,838	100	235	0	52,072
Residencial Santa Bárbara	45,958	100	-	0	45,958
Residencial Sevilla y 2ª etapa	93,247	99	679	1	93,925
Residencial Verona	46,580	93	3,260	7	49,840

Colonia	Con pavimento	% con pavimento	Sin pavimento	% sin pavimento	Superficie Total
Residencias	142,225	100	-	0	142,225
Revolución	60,345	100	-	0	60,345
Ribera Campestre	95,649	90	10,549	10	106,198
Río Nuevo	70,731	95	3,489	5	74,220
Rivera	14,503	97	524	3	15,028
Rivera Maya Residencial	23,012	92	2,010	8	25,022
Roble	36,788	68	17,316	32	54,104
Roma	84,890	100	-	0	84,890
San Clemente	12,796	34	25,131	66	37,927
San Fernando	12,565	100	-	0	12,565
San Isidro	25,399	100	-	0	25,399
San Jacinto	9,262	48	10,094	52	19,356
San Jerónimo	17,755	100	-	0	17,755
San José	7,289	20	28,353	80	35,642
San Luís	30,382	100	-	0	30,382
San Marcos	176,624	99	932	1	177,556
San Martin Caballero	1,193	34	2,314	66	3,507
San Pedro Residencial	184,012	100	143	0	184,155
Santa Clara	147,308	100	-	0	147,308
Santa Isabel	32,479	19	138,824	81	171,303
Santa Lorena	2,592	12	19,146	88	21,738
Santa Lucía	10,445	100	-	0	10,445
Santa María	72,046	100	-	0	72,046
Santa Mónica	140,445	100	-	0	140,445
Santa Rosalía	63,012	100	-	0	63,012
Santa Sofía	2,480	100	-	0	2,480
Santa Teresa	67,328	100	-	0	67,328
Santo Niño y ampliación	74,007	56	57,947	44	131,954
Satélite	52,203	51	49,262	49	101,464
Sección Segunda	389,231	100	-	0	389,231
Segovia Residencial	32,578	88	4,345	12	36,923
Seis de Enero	6,650	25	20,430	75	27,079
Sky Works (1)	8,319	100	-	0	8,319
Sky Works (2)	345	100	-	0	345
Solidaridad Mexicali	16,435	42	22,983	58	39,419
Solidaridad Social	124,330	60	82,273	40	206,603
Sombras Gery	-	0	338	100	338
Sonora	96,290	100	448	0	96,738

Colonia	Con pavimento	% con pavimento	Sin pavimento	% sin pavimento	Superficie Total
Santa Cecilia (Músicos)	33,367	100	-	0	33,367
Stone Container	402	100	-	0	402
Tavizón Silva	-	0	1,566	100	1,566
Televisora	151,812	100	297	0	152,109
Terrazas del Sol	18,871	100	-	0	18,871
Terrazas del Valle	12,185	100	-	0	12,185
Tierra cálida	-	0	6,491	100	6,491
Torremolinos	6,835	40	10,453	60	17,288
Unidad Cucapah INFONAVIT	200,977	100	182	0	201,159
Unidad Justo Sierra	31,391	100	0	0	31,391
Unidad militar	60,857	97	1,638	3	62,495
Unidad Monte Albán	16,122	100	-	0	16,122
Unidad Patria	6,331	100	-	0	6,331
Unidad Pioneros	16,539	100	-	0	16,539
Unidad Solidaridad	66,362	100	31	0	66,393
Unidad Solidaridad II	34,648	100	12	0	34,660
Unión Lázaro Cárdenas	8,843	26	25,554	74	34,398
Vallarta	65,323	100	-	0	65,323
Valle Álamo	67,951	74	23,310	26	91,260
Valle de los Ángeles	19,017	85	3,449	15	22,466
Valle de Puebla, 2ª, 3ª, 4ª, 5ª, 6ª, 7ª y 8ª	695,564	97	21,334	3	716,898
Valle del Colorado	45,129	99	599	1	45,728
Valle Delicias	9,956	94	647	6	10,602
Valle Dorado	131,454	95	6,561	5	138,015
Venustiano Carranza	155,029	62	94,715	38	249,743
Veredas del Sol Residencial	9,675	100	-	0	9,675
Versalles Residencial	10,292	100	-	0	10,292
Vicente Guerrero	114,705	92	10,348	8	125,053
Villa Bonita	60,634	99	868	1	61,502
Villa Buenos Aires 1ª y 2ª	-	0	287	100	287
Villa del Campo	67,091	97	2,170	3	69,260
Villa del Cedro Residencial	54,218	95	2,968	5	57,186
Villa del palmar	85,732	100	-	0	85,732
Villa del Rey 1ª, 2ª, 3ª y 4ª	95,838	100	-	0	95,838
Villa del Rey (extensión).	137,971	97	4,567	3	142,538
Villa del Roble	103,476	100	-	0	103,476
Villa del Rosario	2,827	79	731	21	3,558

Colonia	Con pavimento	% con pavimento	Sin pavimento	% sin pavimento	Superficie Total
Villa del Sol	22,695	100	-	0	22,695
Villa Flor	6,476	90	755	10	7,231
Villa las Lomas	144,398	99	1,870	1	146,268
Villa Lomas Altas 1ª y 3ª secc.	235,863	99	2,418	1	238,281
Villa Mediterránea	75,587	88	10,386	12	85,973
Villa Residencial Venecia (1)	61,096	100		0	61,096
Villa residencial Venecia (2)	51,239	100		0	51,239
Villa residencial Del Prado	174,363	97	5,415	3	179,778
Villa Toledo y 2ª etapa	117,884	98	2,737	2	120,621
Villa Verde	170,979	97	5,102	3	176,081
Villa Fontana	345,317	100	822	0	346,139
Villa Nova	113,632	100		0	113,632
Villas del Colorado	100,372	100	33	0	100,405
Villas del Real (parcela 62)	45,262	100		0	45,262
Villas Margaritas res.	6,264	100		0	6,264
Villas Residencial Colorado	27,217	100		0	27,217
Virreyes (1)	66,210	43	87,565	57	153,775
Virreyes (2)	363	100		0	363
Vista del Llano	2,623	100		0	2,623
Vista del Valle	62,900	91	6,274	9	69,174
Vista Hermosa	118,062	100		0	118,062
Voluntad	57,595	48	62,198	52	119,793
Xochimilco	101,392	77	30,063	23	131,455
Z. I. ACER (BENQ)	631	63	364	37	996
Z. I. Kenworth	5,680	66	2,893	34	8,573
Zona Industrial (1)	3,566	100		0	3,566
Zona Industrial (2)	93,413	100		0	93,413
Zona Industrial (3)	6,053	100		0	6,053
Zona Industrial (4)	20,445	100		0	20,445
Zona Industrial (5)	21,009	100		0	21,009
Zona urbana Ejido Puebla	33,330	15	185,045	85	218,376
Total	31,414,463	78	8,906,166	22	40,320,705

Fuente: Elaborado por Servicios Profesionales Científicos y Técnicos (marzo, 2014).



El siguiente mapa muestra una comparación por colonia de la relación de calles con pavimento y sin pavimentar. Como podrá distinguirse, las áreas y colonias periféricas de la ciudad son las que presentan menor cobertura de pavimentación.

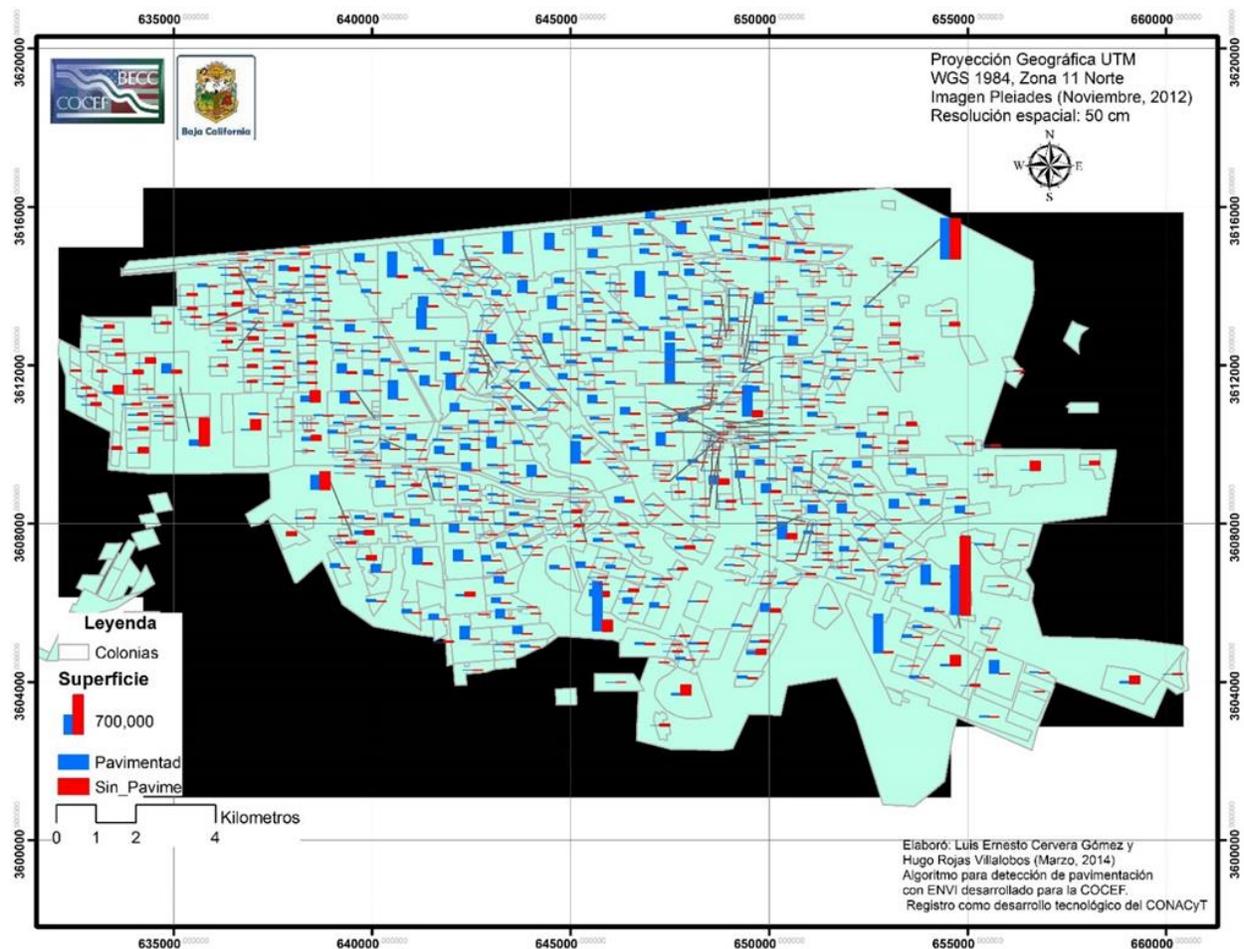


Figura 8. Superficie pavimentada y sin pavimentar en Mexicali, B. C.

Estadísticas por Áreas Geo Estadísticas Básicas (AGEB's)

Además de la aproximación por colonias, se juzga importante tomar en consideración en el presente análisis a las unidades espaciales de análisis (AGEB's) definidas por el INEGI, por las siguientes razones:

- Con las AGEB's se puede conocer la cantidad de población afectada por vivir en superficies no pavimentadas. Cabe recordar que los datos de población no están disponibles por colonias en los datos del Censo del 2010 y por lo tanto, no están registrados en el sistema IRIS-SCINCE del INEGI para la ciudad de Mexicali, B. C.
- El AGEB facilita la generación de un indicador que determine el total de habitantes por superficie de calles no pavimentadas.
- El AGEB permite asociar el conjunto de variables censales que incluye datos socio-demográficos como socio-económicos (el censo cuenta con más 170 variables), lo cual puede aprovecharse para la asignación de recursos públicos y la determinación de políticas públicas.

Para el caso específico de la ciudad de Mexicali, el espacio urbano está subdividido en un total de 318 AGEB's debidamente geo-codificadas más 8 polígonos más, considerados como AGEB's perimetrales, lo que suma un total de **326** AGEB's.

Es preciso señalar que existe una diferencia entre la población registrada por AGEB y la población total de Mexicali reportada en el Censo de población y vivienda de 2010:

En la cartografía de AGEB's se reporta un total de 688, 855 habitantes, contra los 705,172 habitantes registrados en el Censo 2010. Es decir, la estadística poblacional registrada en las AGEB's representa el 97.68 % de la población total de la ciudad. Esto significa que existen 16,317 habitantes fuera de los AGEB's registrados, lo cual pudiera tratarse, como en otros casos de ciudades, de población que habita en asentamientos aislados, fuera de la mancha urbana y/o alejados de la ciudad.

Por lo tanto, se considera que esta diferencia no afecta los propósitos del presente estudio. La superficie estimada por AGEB respecto a calles pavimentadas y sin pavimentar coincide con la superficie calculada por colonias, ya que se toma en consideración casi la misma superficie total de la ciudad. Para una mayor apreciación, véase el siguiente cuadro.

Cuadro 3. Superficie de calles y su cobertura de pavimentación (por AGEB's) en Mexicali, B. C.

Condición	Superficie (m ²)	Porcentaje de cobertura
Sin pavimentar	8,906,313.73	22.1 %
Pavimentadas	31,413,681.76	77.9 %
Total	40,319,995.49	100.0 %

A continuación se muestra la cobertura de pavimentación de la ciudad de Mexicali, B. C. (en azul las calles pavimentadas y en roja las calles sin pavimento), ahora relacionada a la delimitación de las AGEB's, que se muestra en color verde.

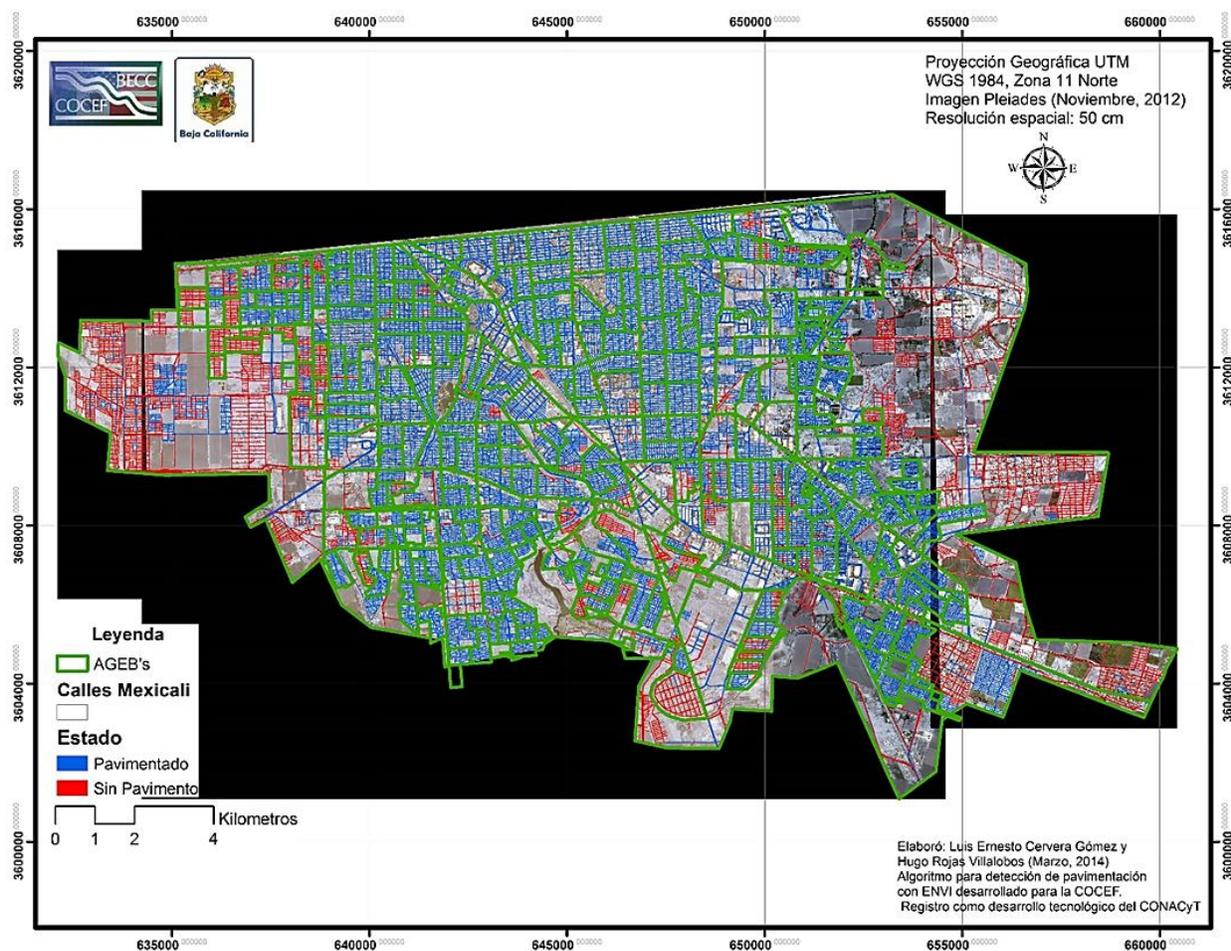


Figura 9. Condiciones de pavimentación por calle y AGEB en Mexicali, B. C. (2014).

La tabla siguiente muestra la cobertura de pavimentación por AGEB, en función del número de habitantes en cada una de ellas, lo que podrá servir en una eventual priorización de calles a pavimentar, dentro de un programa municipal de obra pública, ya que se identifica el número de habitantes que podría verse beneficiado:

Tabla 2. Estadísticas de pavimentación por AGEB's en Mexicali, B. C.

Clave AGEB	Con pavimento	% con pavimento	Sin pavimento	% sin pavimento	Superficie total	POB/AGEB
0200200010042	112,689.00	100.00	0.00	0.00	112,689.00	1,585
0200200010057	120,072.00	100.00	0.00	0.00	120,072.00	1,956
0200200010095	214,242.00	100.00	0.00	0.00	214,242.00	2,073
0200200010108	229,702.03	99.08	2,129.89	0.92	231,831.92	3,538
0200200010165	104,020.00	100.00	0.00	0.00	104,020.00	2,476
020020001017A	93,365.30	100.00	0.00	0.00	93,365.30	2,517
0200200010184	126,089.00	100.00	0.00	0.00	126,089.00	3,732
0200200010269	158,904.43	100.00	0.00	0.00	158,904.43	3,492
0200200010273	159,533.57	100.00	0.00	0.00	159,533.57	3,429
0200200010288	162,878.00	100.00	0.00	0.00	162,878.00	3,359
0200200010292	124,140.00	98.60	1,759.82	1.40	125,899.82	2,149
0200200010305	109,179.00	99.49	555.84	0.51	109,734.84	1,633
020020001031A	212,859.44	100.00	0.00	0.00	212,859.44	1,269
0200200010324	188,811.46	100.00	0.00	0.00	188,811.46	2,726
0200200010339	154,330.74	100.00	0.00	0.00	154,330.74	3,058
0200200010362	127,432.00	100.00	0.00	0.00	127,432.00	2,433
0200200010377	134,513.13	100.00	0.00	0.00	134,513.13	2,601
0200200010381	96,295.09	100.00	0.00	0.00	96,295.09	2,569
0200200010409	117,907.00	99.17	981.78	0.83	118,888.78	2,246
0200200010413	198,296.00	96.60	6,975.81	3.40	205,271.81	2,416
0200200010432	69,675.10	100.00	0.00	0.00	69,675.10	1,376
0200200010451	63,588.29	100.00	0.00	0.00	63,588.29	377
0200200010517	226,313.52	99.58	957.46	0.42	227,270.99	2,675
0200200010521	115,756.00	100.00	0.00	0.00	115,756.00	2,117
0200200010540	119,397.09	100.00	0.00	0.00	119,397.09	2,940
0200200010555	179,908.00	100.00	0.00	0.00	179,908.00	4,473
0200200010574	181,567.11	100.00	0.00	0.00	181,567.11	4,028
0200200010610	224,001.00	97.21	6,432.36	2.79	230,433.36	2,503
020020001063A	109,032.71	100.00	0.00	0.00	109,032.71	2,445
0200200010659	184,259.21	90.99	18,239.96	9.01	202,499.17	3,883
0200200010663	74,022.06	65.49	39,012.75	34.51	113,034.81	1,402

Clave AGEB	Con pavimento	% con pavimento	Sin pavimento	% sin pavimento	Superficie total	POB/AGEB
0200200012246	146,661.07	79.73	37,284.97	20.27	183,946.04	2,436
0200200012284	232,583.05	99.67	765.68	0.33	233,348.73	3,441
0200200012299	170,313.72	98.01	3,452.06	1.99	173,765.79	3,934
0200200012320	170,725.42	96.58	6,049.92	3.42	176,775.34	3,215
0200200012388	109,102.36	39.52	166,989.31	60.48	276,091.67	4,187
0200200012392	120,152.91	85.99	19,578.05	14.01	139,730.97	895
020020001241A	149,792.00	97.21	4,302.25	2.79	154,094.25	4,955
0200200012424	133,980.68	91.33	12,717.57	8.67	146,698.25	4,396
0200200012439	91,780.63	77.58	26,526.19	22.42	118,306.81	3,144
0200200012443	138,412.72	95.94	5,862.25	4.06	144,274.97	4,562
0200200012462	112,449.11	94.06	7,095.83	5.94	119,544.94	71
0200200012477	37,397.51	85.61	6,285.72	14.39	43,683.23	0
0200200012496	91,865.65	67.68	43,862.84	32.32	135,728.48	1,856
0200200012513	139,867.00	94.81	7,659.86	5.19	147,526.86	2,851
0200200012532	140,970.51	85.62	23,679.22	14.38	164,649.73	5,653
0200200012725	79,069.72	93.48	5,511.05	6.52	84,580.77	1,256
020020001273A	93,092.74	100.00	0.00	0.00	93,092.74	6,048
0200200012744	64,119.70	96.22	2,515.79	3.78	66,635.49	1,168
0200200012759	118,293.91	100.00	0.00	0.00	118,293.91	1,629
0200200012763	148,066.57	100.00	0.00	0.00	148,066.57	2,584
0200200012778	104,750.48	100.00	0.00	0.00	104,750.48	1,701
0200200012782	143,577.36	99.36	931.87	0.64	144,509.23	3,007
0200200012797	147,621.82	100.00	0.00	0.00	147,621.82	2,751
020020001280A	141,029.67	100.00	0.00	0.00	141,029.67	2,072
0200200012814	92,496.61	100.00	0.00	0.00	92,496.61	1,782
0200200012829	89,984.30	99.80	181.50	0.20	90,165.80	3,036
0200200012833	83,720.09	97.79	1,891.83	2.21	85,611.92	1,930
0200200012848	131,805.99	99.37	841.83	0.63	132,647.82	2,721
0200200012852	87,684.87	100.00	0.00	0.00	87,684.87	2,641
0200200012867	125,729.00	100.00	0.00	0.00	125,729.00	2,494
0200200012871	107,326.31	100.00	0.00	0.00	107,326.31	2,903
0200200012886	105,411.07	99.33	712.45	0.67	106,123.51	1,802
0200200012918	137,771.99	86.13	22,181.13	13.87	159,953.12	2,650
020020001298A	191,603.24	83.89	36,806.92	16.11	228,410.16	4,746
0200200012994	46,678.90	67.15	22,831.43	32.85	69,510.33	1,391
0200200013009	66,172.60	100.00	0.00	0.00	66,172.60	1,401
0200200013140	93,976.60	67.22	45,817.70	32.78	139,794.31	4,219
0200200013155	80,290.62	89.60	9,319.60	10.40	89,610.22	2,905

Clave AGEB	Con pavimento	% con pavimento	Sin pavimento	% sin pavimento	Superficie total	POB/AGEB
020020001316A	41,036.86	46.64	46,942.25	53.36	87,979.11	2,522
0200200013174	22,523.99	37.71	37,198.42	62.29	59,722.41	908
0200200013189	40,562.59	53.24	35,621.57	46.76	76,184.16	852
0200200013225	41,658.52	69.16	18,575.67	30.84	60,234.19	500
0200200013812	29,037.25	43.16	38,247.33	56.84	67,284.58	517
0200200013827	36,094.24	16.82	178,546.36	83.18	214,640.60	898
0200200013846	41,160.60	44.86	50,583.54	55.14	91,744.14	1,583
0200200013850	49,962.72	49.68	50,603.51	50.32	100,566.23	2,701
020020001387A	69,000.38	52.01	63,658.66	47.99	132,659.04	730
0200200013884	319,663.53	86.49	49,925.64	13.51	369,589.17	2,315
0200200013916	61,698.89	91.65	5,620.88	8.35	67,319.77	0
0200200013935	32,966.52	72.73	12,360.50	27.27	45,327.02	133
0200200013969	46,524.90	47.63	51,161.32	52.37	97,686.22	464
0200200014083	133,393.86	100.00	0.00	0.00	133,393.86	3,433
0200200014168	90,467.80	57.27	67,486.92	42.73	157,954.72	3,385
0200200014172	61,384.48	51.23	58,439.19	48.77	119,823.67	1,488
0200200014191	63,538.63	100.00	0.00	0.00	63,538.63	903
0200200014204	81,867.19	100.00	0.00	0.00	81,867.19	972
0200200014219	147,101.28	97.74	3,402.15	2.26	150,503.43	703
0200200014223	143,607.43	100.00	0.00	0.00	143,607.43	504
0200200014238	216,039.00	100.00	0.00	0.00	216,039.00	1,364
0200200014242	170,336.00	100.00	0.00	0.00	170,336.00	1,015
0200200014257	122,425.00	100.00	0.00	0.00	122,425.00	2,434
0200200014261	95,371.20	99.26	707.75	0.74	96,078.95	1,901
0200200014276	121,947.00	100.00	0.00	0.00	121,947.00	2,055
0200200014280	102,929.07	100.00	0.00	0.00	102,929.07	1,988
0200200014295	132,342.06	100.00	0.00	0.00	132,342.06	2,681
0200200014308	152,306.61	100.00	0.00	0.00	152,306.61	3,077
0200200014312	168,160.73	100.00	6.82	0.00	168,167.55	2,127
0200200014327	106,814.11	98.80	1,295.71	1.20	108,109.82	2,708
0200200014331	58,609.28	74.59	19,964.19	25.41	78,573.47	2,133
0200200014346	44,387.09	61.61	27,663.99	38.39	72,051.08	1,948
0200200014350	48,270.63	54.65	40,064.12	45.35	88,334.75	2,690
0200200014365	87,661.04	81.29	20,175.94	18.71	107,836.98	2,553
020020001437A	63,353.40	97.42	1,678.73	2.58	65,032.13	920
0200200014384	56,886.90	97.05	1,726.33	2.95	58,613.23	734
0200200014399	53,791.01	78.44	14,781.65	21.56	68,572.66	862
0200200014401	62,076.30	90.29	6,674.99	9.71	68,751.29	945

Clave AGEB	Con pavimento	% con pavimento	Sin pavimento	% sin pavimento	Superficie total	POB/AGEB
0200200014416	106,511.00	100.00	0.00	0.00	106,511.00	1,605
0200200014420	92,797.94	100.00	0.00	0.00	92,797.94	1,769
0200200014435	138,395.71	100.00	0.00	0.00	138,395.71	2,092
020020001444A	103,936.00	100.00	0.00	0.00	103,936.00	2,153
0200200014454	79,047.20	95.75	3,510.75	4.25	82,557.95	1,020
0200200014469	79,842.90	100.00	0.00	0.00	79,842.90	1,561
0200200014473	105,117.40	87.08	15,589.72	12.92	120,707.11	1,446
0200200014488	111,508.27	100.00	0.00	0.00	111,508.27	1,230
0200200014492	94,946.20	100.00	0.00	0.00	94,946.20	1,503
0200200014505	73,671.62	100.00	0.00	0.00	73,671.62	1,569
020020001451A	73,313.90	100.00	0.00	0.00	73,313.90	1,482
0200200014524	68,843.53	100.00	0.00	0.00	68,843.53	1,627
0200200014539	78,441.90	100.00	0.00	0.00	78,441.90	1,934
0200200014543	64,205.48	98.81	775.66	1.19	64,981.14	1,686
0200200014558	28,230.92	29.43	67,698.51	70.57	95,929.43	3,837
0200200014562	40,311.59	41.17	57,597.26	58.83	97,908.85	2,692
0200200014577	107,726.00	91.76	9,668.97	8.24	117,394.97	3,058
0200200014581	70,460.60	88.91	8,793.10	11.09	79,253.70	1,605
0200200014596	130,668.00	99.65	459.69	0.35	131,127.69	1,862
0200200014609	179,452.44	100.00	0.00	0.00	179,452.44	2,261
0200200014613	163,694.52	100.00	0.00	0.00	163,694.52	1,597
0200200014628	159,835.50	88.20	21,386.88	11.80	181,222.38	2,419
0200200014632	154,395.26	94.42	9,132.75	5.58	163,528.01	1,746
0200200014647	122,905.31	100.00	0.00	0.00	122,905.31	2,046
0200200014651	127,943.00	100.00	0.00	0.00	127,943.00	2,293
0200200014666	152,963.11	91.66	13,920.80	8.34	166,883.91	1,777
0200200014670	183,314.16	83.95	35,054.04	16.05	218,368.20	3,765
0200200014685	96,492.68	94.77	5,326.20	5.23	101,818.89	3,681
020020001469A	90,138.28	86.73	13,786.22	13.27	103,924.50	2,082
0200200014702	108,291.29	91.34	10,272.17	8.66	118,563.46	2,799
0200200014717	129,025.64	100.00	0.00	0.00	129,025.64	2,630
0200200014721	97,880.40	100.00	0.00	0.00	97,880.40	2,093
0200200014736	121,843.00	96.26	4,727.63	3.74	126,570.63	4,522
0200200014740	228,169.28	86.97	34,199.63	13.03	262,368.91	6,271
0200200014755	88,064.10	100.00	0.00	0.00	88,064.10	2,307
020020001476A	88,235.00	100.00	0.00	0.00	88,235.00	2,679
0200200014774	85,783.00	96.01	3,566.63	3.99	89,349.64	1,803
0200200014789	80,321.17	96.16	3,210.19	3.84	83,531.36	2,128



Clave AGEB	Con pavimento	% con pavimento	Sin pavimento	% sin pavimento	Superficie total	POB/AGEB
0200200014793	118,414.56	100.00	0.00	0.00	118,414.56	2,531
0200200014806	74,627.36	91.35	7,064.61	8.65	81,691.97	1,492
0200200014810	76,133.76	94.38	4,535.40	5.62	80,669.16	1,895
0200200014825	63,069.30	89.56	7,355.68	10.44	70,424.98	1,782
020020001483A	31,720.78	64.74	17,278.18	35.26	48,998.96	1,193
0200200014844	108,244.52	100.00	0.00	0.00	108,244.52	1,850
0200200014859	126,260.13	100.00	0.00	0.00	126,260.13	2,563
0200200014863	86,970.18	97.48	2,243.85	2.52	89,214.03	2,134
0200200014878	83,619.60	96.83	2,740.61	3.17	86,360.21	2,760
0200200014882	66,427.68	72.05	25,762.60	27.95	92,190.28	1,793
0200200014897	63,825.64	67.31	31,002.91	32.69	94,828.55	3,305
020020001490A	45,183.71	41.26	64,334.96	58.74	109,518.67	2,960
0200200014914	95,172.66	95.55	4,427.80	4.45	99,600.46	2,713
0200200014929	98,779.75	98.16	1,847.37	1.84	100,627.12	2,761
0200200014933	163,965.01	81.60	36,970.39	18.40	200,935.40	862
0200200014948	46,204.49	30.96	103,032.44	69.04	149,236.93	1,546
0200200014952	140,697.39	100.00	0.00	0.00	140,697.39	1,477
0200200014967	170,005.83	80.37	41,511.08	19.63	211,516.91	1,478
0200200014971	73,143.74	90.84	7,375.05	9.16	80,518.79	435
0200200014986	51,975.83	69.97	22,307.65	30.03	74,283.48	730
0200200014990	92,859.56	98.95	984.82	1.05	93,844.38	3,359
0200200015005	133,524.02	87.26	19,495.69	12.74	153,019.71	6,389
020020001501A	127,797.66	100.00	0.00	0.00	127,797.66	1,225
0200200015024	80,583.40	100.00	0.00	0.00	80,583.40	1,334
0200200015289	64,199.15	52.85	57,273.99	47.15	121,473.13	2,294
0200200015293	83,993.10	86.98	12,572.98	13.02	96,566.08	1,464
0200200015310	94,030.77	93.17	6,892.98	6.83	100,923.76	3,186
0200200015325	142,847.20	78.76	38,522.71	21.24	181,369.91	3,859
020020001533A	159,172.60	95.69	7,162.73	4.31	166,335.33	4,118
0200200015490	82,940.73	85.65	13,898.94	14.35	96,839.66	2,159
0200200015518	43,130.10	65.15	23,071.59	34.85	66,201.69	2,051
0200200015522	48,277.20	58.41	34,371.39	41.59	82,648.59	2,165
0200200015537	39,164.20	100.00	0.00	0.00	39,164.20	1,787
0200200015541	52,707.98	99.97	17.81	0.03	52,725.79	2,880
0200200015556	83,096.40	99.20	674.18	0.80	83,770.58	3,516
0200200015560	87,379.19	95.42	4,194.71	4.58	91,573.90	4,546
0200200015575	27,559.62	83.99	5,253.86	16.01	32,813.48	1,325
0200200015594	111,509.01	80.44	27,114.83	19.56	138,623.84	5,393

Clave AGEB	Con pavimento	% con pavimento	Sin pavimento	% sin pavimento	Superficie total	POB/AGEB
0200200015607	95,485.98	96.72	3,233.14	3.28	98,719.11	4,082
020020001565A	8,961.77	98.25	159.77	1.75	9,121.54	400
0200200015664	11,349.30	100.00	0.00	0.00	11,349.30	528
0200200015679	44,087.67	93.34	3,147.92	6.66	47,235.58	2,550
0200200015683	25,445.11	99.59	104.07	0.41	25,549.18	1,420
0200200015698	83,931.61	100.00	0.00	0.00	83,931.61	3,698
0200200015749	65,779.20	100.00	0.00	0.00	65,779.20	1,385
0200200015753	62,998.90	100.00	0.00	0.00	62,998.90	1,525
0200200015768	60,918.90	100.00	0.00	0.00	60,918.90	1,016
0200200015772	61,803.10	93.65	4,191.00	6.35	65,994.10	888
0200200015787	67,416.97	68.04	31,663.79	31.96	99,080.76	3,726
0200200015791	44,943.45	44.13	56,911.30	55.87	101,854.76	3,388
0200200015804	33,947.36	39.47	52,070.10	60.53	86,017.46	1,598
0200200015838	69,251.47	100.00	0.00	0.00	69,251.47	2,110
0200200015842	58,489.65	100.00	0.00	0.00	58,489.65	2,522
0200200015857	125,726.37	86.51	19,611.96	13.49	145,338.33	3,689
0200200015861	74,258.55	98.95	787.86	1.05	75,046.40	2,986
0200200015876	9,169.86	100.00	0.00	0.00	9,169.86	48
0200200015880	29,509.30	96.61	1,036.46	3.39	30,545.76	687
0200200015931	94,658.90	100.00	0.00	0.00	94,658.90	3,881
0200200015946	4,435.54	4.34	97,748.70	95.66	102,184.24	366
0200200015950	13,646.60	14.93	77,740.40	85.07	91,387.00	588
0200200015965	224.75	0.31	72,768.30	99.69	72,993.05	271
020020001597A	87,392.42	100.00	0.00	0.00	87,392.42	3,469
0200200015984	109,166.96	76.55	33,444.31	23.45	142,611.27	3,702
0200200015999	112,489.81	100.00	0.00	0.00	112,489.81	3,387
0200200016003	99,895.50	100.00	0.00	0.00	99,895.50	3,224
0200200016018	146,752.59	100.00	0.00	0.00	146,752.59	4,347
0200200016022	145,226.60	97.22	4,153.14	2.78	149,379.74	4,293
0200200016037	81,519.71	100.00	0.00	0.00	81,519.71	2,162
0200200016041	97,041.44	61.29	61,291.98	38.71	158,333.42	3,502
0200200016056	124,179.19	96.02	5,143.07	3.98	129,322.26	4,865
0200200016060	103,027.50	100.00	0.00	0.00	103,027.50	3,623
0200200016075	119,337.84	100.00	0.00	0.00	119,337.84	5,051
020020001608A	76,133.77	94.40	4,518.56	5.60	80,652.34	3,600
0200200016094	44,006.11	97.94	924.74	2.06	44,930.85	1,234
0200200016107	60,979.47	100.00	0.00	0.00	60,979.47	1,330
0200200016111	75,652.78	91.55	6,982.31	8.45	82,635.09	2,143



Clave AGEB	Con pavimento	% con pavimento	Sin pavimento	% sin pavimento	Superficie total	POB/AGEB
0200200016126	110,361.21	94.54	6,377.47	5.46	116,738.68	4,514
0200200016130	19,999.45	65.35	10,603.88	34.65	30,603.33	5
0200200016145	80,371.30	94.71	4,488.54	5.29	84,859.84	2,693
020020001615A	137,906.91	100.00	0.00	0.00	137,906.91	2,602
0200200016164	109,680.16	97.96	2,279.77	2.04	111,959.92	4,962
0200200016179	134,725.71	94.28	8,168.45	5.72	142,894.16	3,439
0200200016183	92,886.58	99.31	641.67	0.69	93,528.25	4,298
0200200016198	77,335.57	100.00	0.00	0.00	77,335.57	3,475
0200200016200	92,710.93	90.16	10,123.97	9.84	102,834.90	3,282
0200200016215	92,688.42	93.78	6,143.66	6.22	98,832.08	2,517
0200200016450	36,543.25	28.86	90,083.98	71.14	126,627.22	1,613
0200200016465	59,033.57	51.98	54,537.69	48.02	113,571.26	2,783
020020001647A	80,562.59	94.12	5,035.60	5.88	85,598.19	3,384
0200200016484	88,157.37	99.22	695.78	0.78	88,853.16	2,235
0200200016499	81,026.47	99.90	77.88	0.10	81,104.35	2,241
0200200016516	70,595.13	88.46	9,206.63	11.54	79,801.76	426
0200200016520	149,119.15	85.61	25,059.47	14.39	174,178.61	5,411
0200200016535	19,364.82	23.87	61,748.23	76.13	81,113.05	2,551
020020001654A	60,930.57	99.43	350.77	0.57	61,281.34	1,889
0200200016554	29,159.05	66.38	14,766.49	33.62	43,925.54	955
0200200016569	76,933.04	96.97	2,405.30	3.03	79,338.34	2,788
0200200016588	72,391.10	99.99	8.48	0.01	72,399.58	2,852
0200200016592	83,179.18	99.67	272.76	0.33	83,451.94	2,925
0200200016605	109,166.39	97.04	3,335.50	2.96	112,501.89	2,932
020020001661A	104,003.96	91.25	9,968.08	8.75	113,972.04	3,113
0200200016624	80,676.10	94.74	4,479.46	5.26	85,155.56	2,232
0200200016639	57,862.94	100.00	0.00	0.00	57,862.94	1,920
0200200016643	47,569.40	99.78	105.35	0.22	47,674.75	1,485
0200200016658	75,792.94	100.00	0.00	0.00	75,792.94	2,817
0200200016662	32,398.27	100.00	0.00	0.00	32,398.27	1,135
0200200016677	51,686.99	100.00	0.00	0.00	51,686.99	1,237
0200200016681	67,278.06	92.86	5,169.97	7.14	72,448.04	2,812
0200200016696	39,126.45	95.23	1,958.54	4.77	41,084.99	1,048
0200200016728	95,889.40	84.52	17,560.10	15.48	113,449.50	3,402
0200200016732	71,171.30	97.42	1,882.41	2.58	73,053.71	2,489
0200200016747	84,290.30	92.61	6,727.42	7.39	91,017.72	3,068
0200200016751	63,710.40	90.22	6,907.34	9.78	70,617.74	1,605
0200200016766	105,473.22	93.40	7,456.54	6.60	112,929.76	1,760

Clave AGEB	Con pavimento	% con pavimento	Sin pavimento	% sin pavimento	Superficie total	POB/AGEB
0200200016770	80,413.73	55.73	63,872.39	44.27	144,286.13	3,270
020020001679A	38,064.72	97.98	786.25	2.02	38,850.96	1,087
0200200016840	163,001.13	96.19	6,452.77	3.81	169,453.89	1,237
0200200016855	132,400.84	98.02	2,678.88	1.98	135,079.72	2,724
0200200016893	36,000.94	29.99	84,035.02	70.01	120,035.96	1,671
0200200016906	92,647.91	92.07	7,974.54	7.93	100,622.45	3,145
0200200016910	2,515.10	3.00	81,269.60	97.00	83,784.70	346
0200200016925	8,644.45	17.91	39,626.14	82.09	48,270.59	66
020020001693A	0.00	0.00	40,797.00	100.00	40,797.00	2
0200200016944	56,542.77	100.00	2.80	0.00	56,545.56	1,018
0200200016959	35,997.10	100.00	0.00	0.00	35,997.10	512
0200200016963	24,495.17	79.38	6,364.87	20.62	30,860.04	737
0200200016978	87,322.91	87.99	11,920.22	12.01	99,243.13	2,040
0200200016982	60,121.70	79.30	15,691.51	20.70	75,813.21	1,477
0200200016997	55,670.40	90.67	5,726.67	9.33	61,397.07	1,743
0200200017001	40,075.90	81.55	9,067.46	18.45	49,143.36	600
0200200017016	64,869.70	83.50	12,814.71	16.50	77,684.41	1,638
0200200017020	43,862.01	86.16	7,044.48	13.84	50,906.49	1,501
0200200017035	126,768.52	93.05	9,466.18	6.95	136,234.71	5,331
020020001704A	117,571.83	97.05	3,575.28	2.95	121,147.11	5,238
0200200017054	87,483.42	94.27	5,312.76	5.73	92,796.18	3,117
0200200017069	92,374.25	91.76	8,297.70	8.24	100,671.95	3,207
0200200017073	122,963.02	96.92	3,912.74	3.08	126,875.77	4,001
0200200017088	69,689.01	97.89	1,500.45	2.11	71,189.46	1,934
0200200017092	45,731.90	99.83	79.65	0.17	45,811.55	968
0200200017105	48,135.50	100.00	0.00	0.00	48,135.50	1,876
020020001711A	76,002.20	100.00	0.00	0.00	76,002.20	3,295
0200200017124	76,213.54	100.00	0.00	0.00	76,213.54	1,658
0200200017196	25,050.90	95.27	1,242.88	4.73	26,293.78	1,005
0200200017213	61,456.09	82.43	13,095.69	17.57	74,551.77	1,020
0200200017228	4,735.05	12.54	33,028.15	87.46	37,763.20	38
0200200017232	78,035.90	99.84	124.07	0.16	78,159.97	1,224
0200200017247	57,920.22	86.38	9,132.99	13.62	67,053.20	1,206
0200200017251	97,091.33	96.41	3,616.61	3.59	100,707.94	1,606
0200200017266	107,447.00	92.09	9,225.26	7.91	116,672.26	2,357
0200200017270	44,736.94	81.54	10,130.59	18.46	54,867.53	65
0200200017285	5,762.51	100.00	0.00	0.00	5,762.51	14
020020001729A	4,446.15	100.00	0.00	0.00	4,446.15	0



Clave AGEB	Con pavimento	% con pavimento	Sin pavimento	% sin pavimento	Superficie total	POB/AGEB
0200200017302	48,917.15	91.29	4,664.84	8.71	53,581.99	1,844
0200200017317	15,491.98	83.83	2,988.29	16.17	18,480.27	183
0200200017321	57,988.01	100.00	0.00	0.00	57,988.01	1,268
0200200017336	156,238.03	98.30	2,709.34	1.70	158,947.37	2,002
0200200017340	48,380.80	99.76	117.56	0.24	48,498.36	1,797
0200200017355	13,877.10	98.44	220.19	1.56	14,097.29	369
0200200017389	53,211.53	90.12	5,831.35	9.88	59,042.88	877
0200200017393	0.45	0.00	17,533.52	100.00	17,533.96	0
0200200017406	11,952.68	81.10	2,784.64	18.90	14,737.32	158
0200200017410	34,550.02	100.00	0.00	0.00	34,550.02	325
0200200017425	0.00	0.00	448.66	100.00	448.66	442
020020001743A	52,817.06	96.58	1,869.64	3.42	54,686.70	982
0200200017567	28,347.11	99.16	241.21	0.84	28,588.33	886
0200200017571	16,027.15	66.84	7,949.65	33.16	23,976.80	339
0200200017586	133,335.35	100.00	4.75	0.00	133,340.10	98
0200200017590	28,355.90	88.73	3,601.12	11.27	31,957.02	593
0200200017603	9,119.26	86.00	1,484.67	14.00	10,603.93	377
0200200017641	41,582.67	73.00	15,377.48	27.00	56,960.15	188
0200200017656	7,393.16	69.53	3,240.27	30.47	10,633.43	411
0200200017675	9,716.31	100.00	0.00	0.00	9,716.31	68
AGEB perimetral oriente	853,396.48	28.23	2,169,347.04	71.77	3,022,743.52	0
AGEB perimetral poniente	1,008,879.55	34.04	1,954,638.53	65.96	2,963,518.08	0
AGEB perimetral sur	1,018,839.63	54.95	835,349.43	45.05	1,854,189.06	0
Total	31,413,681.76	77.91	8,906,313.73	22.09	40,319,995.49	688,855

Fuente: Elaborado por Servicios Profesionales Científicos y Técnicos (marzo, 2014)



Costos de pavimentación por colonia

Dado que la unidad espacial más conocida por la comunidad y analizada por las autoridades municipales es la “colonia”, se decidió estimar los costos de pavimentación utilizando esta delimitación territorial⁴. Así pues, los costos finales resultan de multiplicar el costo promedio de pavimentación, que como se vio más atrás, equivale a \$ 477.88 pesos por m² por la superficie de calles sin pavimentar.

El desglose de costos por colonia se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 3. Costos de pavimentación por colonia en Mexicali, B. C. (marzo, 2014).

Colonia	Superficie con pavimento (m ²)	Superficie sin pavimento (m ²)	Superficie total (m ²)	Costo (pesos)
18 de Marzo	54,085	7,775	61,859	3,714,908.45
27 de Septiembre	90,236	658	90,894	314,447.02
Agualeguas	21,086		21,089	0.00
Alamitos	211,925		211,925	0.00
Alianza para la Producción	34,847	34,622	69,469	16,543,609.89
Amp. Fracc. Bugambilias	11,377		11,377	0.00
Amp. Jardines del Lago	59,686		59,686	0.00
Amp. Justo Sierra	11,383		11,383	0.00
Amp. Las Fuentes (FOVISSSTE)	22,643		22,643	0.00
Amp. Villa Florida	24,819		24,819	0.00
Ampliación Refugio	21,455	23,451	44,906	11,205,648.39
Anáhuac	8,545		8,545	0.00
Anáhuac INDECO	18,072	1,658	19,730	792,233.54
Anastasio Simental	14,375		14,375	0.00
Área crec. Centro-occidente	293,122	6,260	299,382	2,991,390.49
Área crec. Centro-oriente	549,912	93,750	643,662	44,796,442.25
Área crec. Centro-sur	889,546	193,309	1,082,855	92,368,861.60
Área crec. Nor-oriente	733,447	711,109	1,444,556	339,789,430.25

⁴ Se hace la aclaración de que existen algunos polígonos que forman colonias que no cuentan con nombre. Asimismo, se realizó una cartografía con 53 nuevas colonias que en su momento se tendrán que cotejar contra un mapa oficial de colonias actualizado para realizar los ajustes pertinentes. Sin embargo, como cada polígono construido es independiente y corresponde a un asentamiento de la ciudad, las estimaciones que aquí se hacen no se ven afectadas.



Colonia	Superficie con pavimento (m ²)	Superficie sin pavimento (m ²)	Superficie total (m ²)	Costo (pesos)
Área crec. Occidente	106,840	484,826	591,666	231,664,264.04
Área crec. Sur-occidente	255,369	313,218	568,587	149,664,848.61
Área crec. Sur-oriente	893,163	1,397,432	2,290,595	667,735,156.88
Área sin colonia 01	115	25	140	11,979.77
Área sin colonia 02	929		929	0.00
Área sin colonia 03	7,253	3,250	10,503	1,552,834.98
Área sin colonia 04	99	5,783	5,882	2,763,358.26
Área sin colonia 05	4,616		4,616	0.00
Área sin colonia 06	9,236		9,236	0.00
Área sin colonia 07	20,021	30,984	51,006	14,805,242.40
Área sin colonia 08	1,947		1,948	0.00
Área sin colonia 09	90,306		90,310	0.00
Área sin colonia 10	739		739	0.00
Área sin colonia 11	3,310	3,269	6,579	1,561,945.04
Área sin colonia 12	8,719	1,282	10,001	612,649.84
Área sin colonia 13	9,924	8,524	18,448	4,073,042.03
Área sin colonia 14		4,316	4,316	2,062,457.63
Área sin colonia 15	8,166		8,166	0.00
Área sin colonia 16	4,444		4,444	0.00
Área sin colonia 17	487	10,827	11,314	5,173,417.63
Área sin colonia 18	2,867		2,867	0.00
Área sin colonia 19	3,260		3,260	0.00
Área sin colonia 20	11,179		11,179	0.00
Área sin colonia 21	1,022		1,022	0.00
Área sin colonia 22	638	158	796	75,374.34
Área sin colonia 23	3,360		3,360	0.00
Área sin colonia 24		694	694	331,453.95
Área sin colonia 25	3,630		3,630	0.00
Área sin colonia 26	3,762	3,503	7,265	1,674,034.40
Área sin colonia 27	9,573	104	9,677	49,537.59
Área sin colonia 28	2,966		2,966	0.00
Área sin colonia 29	39	146	185	69,854.92
Área sin colonia 30	3,434		3,434	0.00
Área sin colonia 31	291		291	0.00
Área sin colonia 32	692		692	0.00
Área sin colonia 33	684		684	0.00

Colonia	Superficie con pavimento (m ²)	Superficie sin pavimento (m ²)	Superficie total (m ²)	Costo (pesos)
Área sin colonia 34	1,416		1,422	0.00
Área sin colonia 36	516	766	1,283	366,186.45
Área sin colonia 37	296	208	503	99,227.14
Área sin colonia 38	5,435	5,389	10,824	2,574,954.20
Área sin colonia 39	1,676		1,676	0.00
Área sin colonia 40	2,508		2,508	0.00
Área sin colonia 41	3,090		3,090	0.00
Área sin colonia 42	154		154	0.00
Área sin colonia 43	9,918	190	10,108	90,738.96
Área sin colonia 44	5,699	4,165	9,864	1,990,290.96
Área sin colonia 45	5,678	160	5,838	76,241.12
Área sin colonia 46	1,289		1,289	0.00
Área sin colonia 47	3,553		3,553	0.00
Área sin colonia 48			21	0.00
Área sin colonia 50	88	21,022	21,110	10,044,798.91
Área sin colonia 51	6,069	437	6,506	208,575.57
Área sin colonia 52	151		151	0.00
Área sin colonia 53	759		759	0.00
Área sin colonia 54	1,350	880	2,230	420,560.64
Área sin colonia 55	3,124	18,189	21,313	8,691,483.63
Armando Gutiérrez	4,133	1,335	5,468	637,721.47
Aviación	57,397	897	58,293	428,446.75
Bahías del Coloso	522	87,682	88,204	41,896,898.93
Baja California	309,011	2,489	311,500	1,189,295.60
Balbuena	37,139		37,139	0.00
Barrio Álamo	11,911		11,911	0.00
Barrio Pasadina	33,762		33,762	0.00
Bella Vista (1)	4,779		4,779	0.00
Bella Vista (2)	54,494		54,494	0.00
Benito Juárez	139,837		139,837	0.00
Blvd. López Mateos (1)	15,263		15,263	0.00
Blvd. López Mateos (2)	32,230		32,230	0.00
Bordo Wisteria (1)	2,951	266	3,217	127,276.71
Bordo Wisteria (2)	41,707		41,707	0.00
Bosque del Sol	58,781		58,781	0.00
Burócratas Federales	24,960		24,960	0.00



Colonia	Superficie con pavimento (m ²)	Superficie sin pavimento (m ²)	Superficie total (m ²)	Costo (pesos)
C. C. I. (ejidatarios)	35,525	37,273	72,799	17,810,362.58
Camino del Sur	25,614	11,962	37,577	5,715,851.12
Camino Viejo (1)	9,639	630	10,269	301,160.96
Camino Viejo (2)	440		440	0.00
Cantú	18,922		18,922	0.00
Carbajal	236,154		236,154	0.00
Carlos Salinas	65,866		65,866	0.00
Casa Digna (1)	77,919	12,908	90,826	6,167,668.17
Casa Digna (2)	62,575	11,351	73,925	5,423,624.71
Central Abastos de Mexicali	14,008		14,008	0.00
Centro Cívico	170,161		170,161	0.00
Cerrada del Roble	8,701		8,701	0.00
Cerrada Galicia		280	280	133,916.16
Cerrada Santo Domingo	319		319	0.00
Chapultepec	50,464		50,464	0.00
Col El Porvenir (1)	3,523		3,523	0.00
Col El Porvenir (2)	2,124		2,124	0.00
Col El Porvenir (3)	33,755	1,144	34,898	546,422.50
Col El Porvenir (4)	18,056		18,056	0.00
Col El Porvenir (5)	122	457	578	218,143.25
Col. Ampliación Ejido Puebla	166	3,012	3,178	1,439,094.95
Col. Aurora	71,897	2,107	74,004	1,006,832.25
Col. Bordo la Rivera		5,528	5,528	2,641,291.33
Col. Burócrata	97,803		97,803	0.00
Col. Cachanilla	24,374	15,844	40,217	7,570,517.76
Col. Compuertas	99,294		99,294	0.00
Col. Corregidora	38,765	32,272	71,037	15,420,612.90
Col. Diego Bustamante	4,615	3,354	7,969	1,602,837.73
Col. Esperanza	378,880	3,357	382,237	1,604,169.44
Col. Fundadores	78,587	292	78,880	139,581.79
Col. Gabriela Mistral		40,840	40,840	19,514,481.63
Col. Hacienda de Guadalupe		7,411	7,411	3,541,040.45
Col. Jardines de Orizaba		27,101	27,101	12,949,670.83
Col. Las Lagunas		14,464	14,464	6,911,094.21
Col. Las Palmeras	69	44,881	44,950	21,445,583.80
Col. Los Faisanes		21,848	21,848	10,439,534.27

Colonia	Superficie con pavimento (m ²)	Superficie sin pavimento (m ²)	Superficie total (m ²)	Costo (pesos)
Col. Los Girasoles	517	5,774	6,291	2,759,085.99
Col. Mariano Abasolo	2,880	58,906	61,786	28,147,053.98
Col. Mezquital	19,568	74,832	94,400	35,757,053.88
Col. Nuevo Amanecer	9,078	36,138	45,215	17,267,772.28
Col. Nuevo Ideal		4,204	4,204	2,008,673.08
Col. Nuevo Santa Lucía		5,162	5,162	2,466,343.44
Col. Palmar del Sol		5,435	5,435	2,596,814.92
Col. Parra	5,074		5,074	0.00
Col. Río Hardy		30,144	30,144	14,403,803.09
Col. Salo del Valle		12,032	12,032	5,749,393.91
Col. San Bernardino		145	145	69,415.32
Col. San Fernando (reg.)	950	12,784	13,734	6,108,620.86
Col. San Gabriel	60,239		60,239	0.00
Col. San Pablo	8,544	40,308	48,851	19,260,204.40
Col. Santa Fe	299	21,836	22,134	10,433,848.10
Col. Saturno	4,263	34,821	39,083	16,638,381.48
Col. Sol del Amanecer	1,358	40,811	42,169	19,500,672.35
Col. Villas Coahuila	392	30,812	31,204	14,722,945.74
Col. Villas del Valle	13,616	457	14,072	218,186.26
Condominio Tecno Parque	845		845	0.00
Conjunto Urb. Caliss	17,338		17,338	0.00
Conjunto Urb. Esperanza (1)	210,514	7,687	218,201	3,672,926.30
Conjunto Urb. Esperanza (2)	34,439		34,439	0.00
Conjunto Urb. Orizaba	172,440	19,001	191,441	9,079,455.45
Conjunto Urb. Universitario	202,613	29,844	232,458	14,260,425.42
Constitución	65,738	560	66,298	267,435.45
Constituyentes	79,864	11	79,875	5,074.25
Cuauhtémoc Norte	178,887		178,887	0.00
Cuauhtémoc Sur	151,569	1,371	152,939	654,961.10
Desarrollo urbano Génesis (1)		1,020	1,020	487,601.62
Desarrollo urbano Génesis (4)		11,141	11,141	5,323,599.60
Del Periodista	3,210		3,210	0.00
Del Rastro	85,644	954	86,599	456,061.02
Delegación Compuertas	4,106		4,106	0.00
Delegación González Ortega	23,433		23,433	0.00
Des urb. Privada Terracota	2,865		2,865	0.00

Colonia	Superficie con pavimento (m ²)	Superficie sin pavimento (m ²)	Superficie total (m ²)	Costo (pesos)
Des. y ampliación Centinela	9,013	56,681	65,694	27,083,834.45
Desarrollo Urb. San Carlos	15,435	41,155	56,590	19,665,179.66
Des. Urb. Ejido Orizaba (1)	15,572	15,714	31,286	7,508,732.32
Des. Urb. Ejido Orizaba (2)	8,690	1,807	10,496	863,233.34
Des. Urb. Ejido Orizaba (3)	15,859	7,096	22,955	3,390,639.15
Des. Urb. Ejido Orizaba (4)	30,251		30,251	0.00
Des. Urb. Ejido Orizaba (5)	7,596		7,596	0.00
Des. Urb. Ejido Orizaba (6)	9,502	299	9,801	142,962.91
Des. Urb. Ejido Orizaba (7)	2,972		2,972	0.00
Des. Urb. Xochimilco	34,018	69,733	103,750	33,320,340.17
Des. Hab. Privada Campestre	18,050	3,878	21,928	1,853,250.99
Des. Hab. Las Margaritas		57,550	57,550	27,499,068.72
Des. Urb. Misión San Ignacio	34,498		34,498	0.00
Des. Urb. Camino de los Reyes	27,693	7,633	35,326	3,647,118.71
Des. Urb. Parque Ind. Palacio 1	6,768		6,768	0.00
Des. Urb. Parque Ind. Palacio 2	5,304		5,304	0.00
Des. Urb. Zacatecas II	27,643	3,343	30,987	1,597,490.81
Des. Urbano Orizaba sur 1	47,384	2,583	49,967	1,234,262.65
Des. Urbano Orizaba sur 2	9,503	7,197	16,701	3,439,027.09
Des. Urbano Villa Esperanza 2	5,241		5,241	0.00
Des. Comercial Nvo. México	14,259		14,259	0.00
Des. Urbano El Robledo	158,640	49,664	208,303	23,730,745.45
División del Norte	109,206		109,206	0.00
Eguía	12,351		12,351	0.00
Ejido Cuernavaca	45,981	131,106	177,087	62,646,526.67
El Ciprés	31,021	28,150	59,171	13,450,848.30
El Coloso	4,172	64,669	68,841	30,900,864.24
El Cóndor	88,186	674	88,860	322,147.73
El Dorado 1ª y 2ª Sección	43,108		43,108	0.00
El Oasis	261	64,320	64,581	30,734,216.73
El Porvenir	29,300		29,300	0.00
El Refugio	7,228	16,515	23,744	7,891,465.63
El Sahuaro	15,206		15,206	0.00
El Sauce		20,514	20,514	9,802,347.97
El Sauzal	5,175		5,175	0.00
El Vidrio	11,037	11,986	23,023	5,727,258.43

Colonia	Superficie con pavimento (m ²)	Superficie sin pavimento (m ²)	Superficie total (m ²)	Costo (pesos)
El Vigía	39,768		39,768	0.00
Eligio Esquivel	0	7,357	7,357	3,515,452.65
Elisaura	7,123		7,123	0.00
Emiliano Zapata	1,209	12,992	14,201	6,207,967.36
Estación Ferrocarril	27,950		27,950	0.00
Estatuto Jurídico (1)	2,484		2,484	0.00
Estatuto Jurídico (2)	1,833		1,833	0.00
Estatuto Jurídico (3)	233		233	0.00
Estatuto Jurídico (4)	13,838		13,838	0.00
Estatuto Jurídico (5)	4,189		4,189	0.00
Estrella	15,624	32,263	47,887	15,416,243.62
Ex ejido Coahuila	126,720	20,353	147,073	9,725,350.44
Ex ejido Orizaba	128,376		128,376	0.00
Ex ejido Zacatecas (1)	12,048		12,048	0.00
Ex ejido Zacatecas (2)	2,284		2,284	0.00
Ex ejido Zacatecas (3)	1,841		1,841	0.00
Ex ejido Zacatecas (4)	122,075		122,075	0.00
Francisco I. Madero	10,715	8,677	19,393	4,146,266.96
Francisco I. Madero parcela 74	7,575	10,858	18,433	5,188,331.18
Felipe Ángeles	13,950	2,890	16,840	1,381,005.52
Flores Magón	59,604	31,868.20	91,472	15,227,582.00
Flores Magón norte	32,453	25,006	57,459	11,948,614.46
FOVISSSTE	65,709		65,709	0.00
Fracc. Quinta del Rey	94,939	5,374	100,313	2,567,640.39
Fracc Misión de San Carlos	6,110		6,110	0.00
Fracc. Villa Florida	167,025	1,387	168,412	662,897.86
Fracc. 5 de Julio	1	37,353	37,354	17,848,383.99
Fracc. Bugambilias	38,927	3,861	42,788	1,845,049.76
Fracc. Comercial Cachanilla	8,788		8,788	0.00
Fracc. El Campanario	72,220		72,220	0.00
Fracc. Esteban Cantú (1)	13,037	213	13,250	101,771.10
Fracc. Esteban Cantú (2)	440		440	0.00
Fracc. Francisco Zarco	3,866		3,866	0.00
Fracc. C. Gasca	23,842	42,731	66,573	20,418,206.29
Fracc. Gran Hacienda	53,204		53,204	0.00
Fracc. Hacienda Dorada	57,402	75	57,477	36,035.41

Colonia	Superficie con pavimento (m ²)	Superficie sin pavimento (m ²)	Superficie total (m ²)	Costo (pesos)
Fracc. Hacienda Real	34,549		34,549	0.00
Fracc. Hega	14,516	397	14,913	189,891.55
Fracc. Juventud Deportiva 200	42,178		42,178	0.00
Fracc. Lago de Xochimilco	35,012		35,012	0.00
Fracc. Las Garzas	7,635		7,635	0.00
Fracc. Lomas de Abasolo	5,100	53,944	59,044	25,776,061.52
Fracc. Los Naranjos	60,588		60,588	0.00
Fracc. Los Reyes	6,815	21	6,836	10,230.87
Fracc. Mexicali	146,920	4,444	151,364	2,123,506.15
Fracc. Misión de San Vizcaíno	19,543		19,543	0.00
Fracc. Misión San Diego Alcalá	40,030		40,030	0.00
Fracc. Orquídea	22,549		22,549	0.00
Fracc. Padre Kino	3,787		3,787	0.00
Fracc. Palmar Santa Anita	20,791	6,064	26,855	2,897,436.88
Fracc. Paseo de las Flores	12,380	1,541	13,921	736,455.49
Fracc. Bugambilias Jardines		45,225	45,225	21,609,813.97
Fracc. Aztecas	30,552		30,552	0.00
Fracc. Pórticos del Valle	66,291	1,647	67,939	787,213.22
Fracc. Praderas del Sol	39,045	2,758	41,803	1,317,653.07
Fracc. Privada del Maple	2,597		2,597	0.00
Fracc. Punta Estrella	3,474		3,474	0.00
Fracc. Real Virreyes	11,006		11,006	0.00
Fracc. Cerrada del Parque	6,295		6,295	0.00
Fracc. Casa Blanca	6,061	360	6,421	172,156.42
Fracc. Residencial del Río	3,659		3,659	0.00
Fracc. Sindicalista	11,856	20,108	31,964	9,608,201.73
Fracc. Villa Colonial	101,853	2,318	104,171	1,107,543.04
Fracc. Villas california	7,970		7,970	0.00
Fracc. Villas de la República	63,321		63,321	0.00
Fracc. Vivienda Magisterial	21,847	1	21,849	640.83
Fracc. Xochicalli	24,217	40,861	65,078	19,524,804.67
Fracc. Ampliación Xochicalli	2,191	27,242	29,433	13,016,997.08
Fracc. Zacatecas	45,438		45,438	0.00
Fracc. Alameda del Valle	987	1,894	2,881	904,952.68
Fracc. Ángeles de Puebla	244,193	1,775	245,968	847,944.55
Fracc. California Residencial	34,162		34,162	0.00

Colonia	Superficie con pavimento (m ²)	Superficie sin pavimento (m ²)	Superficie total (m ²)	Costo (pesos)
Fracc. Cataviña	40,543		40,543	0.00
Fracc. Centenario Azteca	5	5,929	5,933	2,832,824.71
Fracc. Cerrada Abedul	13,739		13,739	0.00
Fracc. Cerrada del Sol	36,279		36,279	0.00
Fracc. Coral Maya	15,433	544	15,976	259,834.82
Fracc. El Colonial		38,626	38,626	18,456,709.36
Fracc. El Paraíso	7,217	90,435	97,652	43,212,603.83
Fracc. Flores	41,600		41,600	0.00
Fracc. Hacienda Bilbao	15,994	24	16,019	11,668.42
Fracc. Hacienda de Málaga	1,396		1,396	0.00
Fracc. Hacienda del Bosque	111,444		111,444	0.00
Fracc. Hacienda del Río	122,530		122,530	0.00
Fracc. Haciendas de Zempoala		44,215	44,215	21,127,396.80
Fracc. Haciendas Orizaba		50,051	50,051	23,916,060.46
Fracc. Huertas del Sol		522	522	249,284.57
Fracc. IMSS Siglo XXI	5,179		5,179	0.00
Fracc. Jardines de la Arboleda	3,164	2	3,166	820.63
Fracc. Jardines de Loreto		39,211	39,211	18,736,287.70
Fracc. La rioja sección castilla	14,902	7,013	21,915	3,350,880.35
Fracc. Las Hadas	104,461		104,461	0.00
Fracc. Las Misiones	4,128	1,317	5,444	629,139.65
Fracc. Misión de San Adrián	12,903	5,952	18,855	2,844,130.17
Fracc. Misión de San Antonio	19,849		19,849	0.00
Fracc. Misión de San Francisco	23,718	2,962	26,680	1,415,371.40
Fracc. Misión del Ángel	109,031	4,396	113,427	2,100,327.95
Fracc. Misión Santo Domingo	31,679	17	31,696	7,973.93
Fracc. Montecarlo Residencial	167,359	608	167,967	290,405.48
Fracc. Parajes de Puebla	21,480	4,899	26,380	2,341,043.99
Fracc. Puerta de Hierro	15,389	8,820	24,210	4,214,599.17
Fracc. Quinta Montecarlo	35,546	139	35,686	66,650.12
Fracc. Real del rio	51,497		51,497	0.00
Fracc. San Sebastián	19,833	974	20,807	465,233.92
Fracc. Coronado 1ª 2ª Sección	25,747		25,747	0.00
Fracc. Residencial Marsella	3,873	277	4,150	132,393.31
Fracc. Residencial Sol	2,123		2,123	0.00
Fracc. Residencial Villa del Rey	200,952	1,761	202,713	841,266.54



Colonia	Superficie con pavimento (m ²)	Superficie sin pavimento (m ²)	Superficie total (m ²)	Costo (pesos)
Fracc. San Esteban	5,498		5,498	0.00
Fracc. Santa Verónica	4,463		4,463	0.00
Fracc. Sol de Puebla	48,681	3,001	51,682	1,433,834.04
Fracc. Sol de Reyes	6,785		6,785	0.00
Fracc. Valle de las Misiones	170,450	45,162	215,612	21,579,847.34
Fracc. Valle del Pedregal	354,379	14,812	369,191	7,077,854.96
Fracc. Victoria Residencial	141,524	710	142,234	339,068.65
Fracc. Villas del Sol	60,687	6,516	67,203	3,113,430.38
Fracc. Villa san Ángel	16,290	7,150	23,440	3,416,259.92
Fracc. Villas de Cortez	7,245	8,760	16,005	4,185,661.79
Fracc. Puesta del Sol	2,700		2,700	0.00
Fracc. Madrid 1ª Sección	20,075		20,075	0.00
Fracc. Madrid 2ª Sección	6,426		6,426	0.00
Fracc. Duara Residencial	318	173	492	82,890.13
Fraccionamiento las Reinas		10,152	10,152	4,850,882.38
Fracc. Villas del Paraíso	9,656	51,086	60,741	24,410,215.52
Frontera	6,143		6,143	0.00
Fronteriza	25,876	26,754	52,631	12,784,039.66
Gómez Farías	29,812		29,812	0.00
González Ortega (1)	302,292	91,418	393,710	43,682,299.70
González Ortega (2)	491		491	0.00
González Ortega Norte	24,621	5,320	29,940	2,541,874.02
González Ortega Poniente	167,747	31,431	199,178	15,018,729.82
Gral. Sánchez Taboada	36,405		36,405	0.00
Granjas Arcoíris	5,282	19,805	25,087	9,463,491.48
Granjas Nuevas	47,471	25,486	72,957	12,178,118.73
Granjas Señoriales	3,216	18,577	21,792	8,876,428.11
Granjas Sta. Cecilia	34,332	181,137	215,469	86,552,536.20
Granjas Valle Verde		309	309	147,549.13
Grupo Río Colorado	14,787	19,784	34,571	9,453,508.18
Guajardo	77,207	8,486	85,693	4,054,865.38
Hab. Misión del Valle	40,956	7,062	48,018	3,374,264.09
Habitacional Santa Fe	9,425		9,425	0.00
Hacienda Andalucía	5,996		5,996	0.00
Hacienda de Castilla	106,865	625	107,490	298,820.07
Hacienda de las Torres	44,755	130	44,885	62,128.89

Colonia	Superficie con pavimento (m ²)	Superficie sin pavimento (m ²)	Superficie total (m ²)	Costo (pesos)
Hacienda de Lourdes	4,712		4,712	0.00
Hacienda del Pilar		1,508	1,508	720,701.43
Hacienda del Real	17,499		17,499	0.00
Hacienda del Sol	26,920		26,920	0.00
Hacienda la Encantada	20,196	993	21,189	474,716.46
Hacienda los Portales	67,793	6,822	74,615	3,259,839.88
Hacienda Paseo de Santiago	2,336	2,510	4,846	1,199,321.76
Haro Barnett	60,376		60,376	0.00
Héctor Corella	20,112		20,112	0.00
Héroe de Nacozari	171,103		171,103	0.00
Hidalgo	395,231	33,945	429,176	16,220,123.99
Huertas del Progreso	7,839	184,679	192,518	88,245,071.00
Huertas del Colorado	43,005	7,106	50,111	3,395,462.22
Ibiza Residencial	5,678	841	6,519	401,682.06
Ignacio Allende	16,151	6,248	22,399	2,985,655.77
Imperial	49,744	8,417	58,161	4,021,959.97
Ind. Maq. (Las Californias)	34,793	606	35,399	289,684.92
INDECO Calafia	104,727		104,727	0.00
Independencia	713,949		713,949	0.00
Industrial	219,608		219,608	0.00
Insurgentes Este	64,636		64,636	0.00
Insurgentes Oeste	50,273		50,273	0.00
Islas Agrarias y ampliación	12,018	155,951	167,969	74,517,909.60
Josefa Ortiz de Domínguez	39,235		39,235	0.00
Jabonera	5,423		5,423	0.00
Jardines de Calafia	25,473	468	25,942	223,860.39
Jardines de Mendoza		29,719	29,719	14,200,534.20
Jardines del Lago (1)	139,853	23	139,876	10,782.09
Jardines del Lago (2)	110,575		110,575	0.00
Jardines del Valle	74,264		74,264	0.00
Joaquín Murrieta	24,224	3,772	27,996	1,802,484.66
Josué Molina	23,547		23,547	0.00
Justo Sierra	22,321		22,321	0.00
La Bodega, Fracc. ISSSTE	8,364		8,364	0.00
La Bodega Bugambilias	3,959		3,959	0.00
La Condesa	27,637	11,368	39,006	5,432,113.36



Colonia	Superficie con pavimento (m ²)	Superficie sin pavimento (m ²)	Superficie total (m ²)	Costo (pesos)
La Luna	19,432	29,937	49,369	14,304,662.92
La Molinera	2,950		2,950	0.00
La Toscana Residencial	15,400	10,297	25,697	4,920,444.87
La Ventana Residencial (1)	8,080	6,899	14,979	3,296,644.59
La Ventana Residencial (2)		3,495	3,495	1,669,839.05
Ladrilleros Campestre	1,840	7,284	9,124	3,480,339.53
Ladrilleros Islas Agrarias		18,544	18,544	8,860,831.74
Ladrilleros Santa Isabel	5,076		5,076	0.00
Laguna Campestre	43,366	20,674	64,041	9,878,807.75
Las Delicias	11,987	523	12,511	250,011.17
Las Fuentes	30,073		30,073	0.00
La Magdalena	8,559		8,559	0.00
Las Palmas	36,329		36,329	0.00
Las Palomas	25,284	1,498	26,782	715,775.01
Lázaro Cárdenas	160,029	1,440	161,469	687,950.96
Leandro Valle	14,132	43,510	57,642	20,790,478.43
Libertad	241,206		241,206	0.00
Loma Linda	181,644	11,752	193,396	5,615,663.78
López Mateos	38,729		38,729	0.00
Los Álamos	4,749	740	5,490	353,754.75
Los Encinos	61,017	83,735	144,752	40,011,266.92
Los Milagros	18,664	51,990	70,654	24,842,238.35
Los Olivos	18,837	47,781	66,618	22,831,031.81
Los Pinos	78,096		78,096	0.00
Los Portales (1)	145,210	1,721	146,931	822,158.60
Los Portales (2)	293,074	21,719	314,793	10,378,011.75
Los Prados Residencial	3,438	698	4,136	333,662.96
Los Viñedos	37,765	6,671	44,436	3,187,833.29
Lucerna (ampliación norte)	43,906	26,638	70,543	12,728,257.88
Lucerna Sur	56,123	5,055	61,178	2,415,196.51
Lucio Blanco	39,049	17,100	56,148	8,170,678.93
Luis Donald	87,041	54,500	141,541	26,041,518.69
Marta Welch	21,111		21,111	0.00
Mártires de 1906	42,140		42,140	0.00
Mártires de la Democracia		33,384	33,384	15,951,637.81
Mayakhan Residencial	36,261	1,551	37,811	740,951.87

Colonia	Superficie con pavimento (m ²)	Superficie sin pavimento (m ²)	Superficie total (m ²)	Costo (pesos)
Mayos	63,692	3,784	67,476	1,807,975.66
Mexicali del Sol	3,915		3,915	0.00
Mexicali Tianguis	2,453		2,453	0.00
Miraflores	61,931		61,931	0.00
Mirasol	52,465		52,465	0.00
Misión de Loreto (1)	17,947		17,947	0.00
Misión de Loreto (2)	345		345	0.00
Misión de Puebla (1)	24,384	260	24,643	124,010.26
Misión de Puebla (2)	45		45	0.00
Misión Viejo	4,277	29,936	34,212	14,304,127.75
Misión Virreyes	15,084	1,441	16,525	688,510.03
Monarcas residencial 1ª etapa	37,464	164	37,628	78,175.38
Monarcas residencial 2ª etapa	54,289		54,289	0.00
Morelos	34,451	545	34,996	260,541.11
Municipio Libre	33,264	19,845	53,108	9,482,441.69
Nacionalista	108,811	193,487	302,297	92,453,705.81
Nueva	294,442		294,442	0.00
Nueva Esperanza	150,259		150,259	0.00
Nuevo Mexicali	89,122		89,122	0.00
Orizaba	62,800		62,800	0.00
Oscar Garzón	39,858	21,592	61,450	10,317,259.97
PIMSA II	24,255		24,255	0.00
P. I. Álamo Sur	326		326	0.00
P. I. Mexicali IV	60,349	4,761	65,110	2,275,158.88
P. I. Mexicali I	47,417	80	47,497	38,281.59
P. I. Progreso	35,247	225	35,472	107,299.12
Palmar de Orizaba	13,175	31,775	44,950	15,183,096.03
Papago (1)	18,467		18,467	0.00
Papago (2)	870		870	0.00
Parcela 36	31,399		31,399	0.00
Parcela 44 (1)	45,198		45,198	0.00
Parcela 44 (2)	2,590		2,590	0.00
Parcela 44 (3)	10,896		10,896	0.00
Parque Industrial El Dorado	32,670	25,372	58,042	12,123,703.36
Parque Industrial Cachanilla	11,003	2,875	13,878	1,373,931.36
Parque Industrial Calafia	6,456		6,456	0.00

Colonia	Superficie con pavimento (m ²)	Superficie sin pavimento (m ²)	Superficie total (m ²)	Costo (pesos)
Parque Industrial Cucapah	21,123		21,123	0.00
Parque Industrial El Vigía II	5,838		5,838	0.00
Parque Industrial Ex-XXI	67,972	3,540	71,512	1,691,385.84
Parque Industrial Nelson	26,485		26,485	0.00
Parque Industrial PIMSA III	25,895	4,761	30,656	2,275,182.77
Parque Ind. Valle de Calafia		3,758	3,758	1,795,761.59
Parque Industrial Colorado	41,958	2,881	44,839	1,376,857.59
Parque Industrial El Álamo	13,914		13,914	0.00
Parque Industrial El Desierto	17,126	4,401	21,527	2,102,820.90
Parque Industrial Visión	22,702		22,702	0.00
Paseos de Xochimilco	22,703		22,703	0.00
Paseos del Sol	94,592	1,551	96,143	741,200.40
Pedregal Turquesa	72,615		72,615	0.00
Pedro Moreno	15,024	19,966	34,990	9,540,370.50
Plaza Cachanilla	8,991		8,991	0.00
Plaza Mariachi	9,467	135	9,603	64,647.96
Poblado Zaragoza		64,630	64,630	30,882,152.90
Primera Sección	275,636		275,636	0.00
Primero de Diciembre	57,067		57,067	0.00
Primero de Mayo	24,542	13	24,555	6,311.56
Priv. Elisaura	3,013		3,013	0.00
Priv. Misión San Miguel 3ª	5,629	482	6,111	230,390.51
Privada Antigua	1,905		1,905	0.00
Privada Coahuila	2,125		2,125	0.00
Privada Juárez	505		505	0.00
Priv. Misión San Miguel y 2ª e.	4,829	174	5,003	83,258.53
Privada Rústica	2,068		2,068	0.00
Privada Vista Hermosa	29,296		29,296	0.00
Profesores Estatales	25,385		25,385	0.00
Profesores Federales	52,557		52,557	0.00
Prohogar	459,177	122	459,300	58,505.07
Pueblo Nuevo	454,498	23,772	478,270	11,358,846.15
Puerta del Sol	54,801	1,202	56,003	574,300.53
Quinta Alcázar de Toledo	17,110	3,156	20,265	1,507,907.24
Quinta Córdoba	33,873		33,873	0.00
Quinta Granada	47,944		47,944	0.00

Colonia	Superficie con pavimento (m ²)	Superficie sin pavimento (m ²)	Superficie total (m ²)	Costo (pesos)
Reacomodo San Fernando	17,948	30,237	48,184	14,447,999.78
Real del Castillo	12,951	26	12,977	12,191.78
Real del Sol	14,484		14,484	0.00
República Mexicana	85,937	3,028	88,965	1,446,805.88
Residencial La Escondida	1,352		1,352	0.00
Residencial San Andrés	1,660		1,660	0.00
Residencial Casa maya	49,194	35	49,229	16,574.63
Residencial De Anza	4,705		4,705	0.00
Residencial Hípico	116,268		116,268	0.00
Residencial La Joya	5,795		5,795	0.00
Residencial Lienzo (1)	28,333		28,333	0.00
Residencial Lienzo (2)	30,367		30,367	0.00
Residencial Los Arcos	31,818		31,818	0.00
Residencial Los Laureles	28,144		28,144	0.00
Residencial Mediterráneo	10,891		10,891	0.00
Residencial Quinta del Rey	126,338	299	126,637	142,895.06
Residencial Reforma	23,113		23,113	0.00
Residencial Villas Cachanilla	9,595		9,595	0.00
Residencial Casa Magna	105,816	2,991	108,807	1,428,957.89
Residencial Barcelona 1ª	120,017	5,683	125,700	2,715,471.57
Residencial Gran Venecia	43,628		43,628	0.00
Residencial La Calma		518	518	247,660.24
Residencial Laguna del Sol (1)	98,872	7,116	105,988	3,400,007.97
Residencial Laguna del Sol (2)	71,943	9,106	81,049	4,351,225.10
Residencial Los Ángeles	2,051	46	2,097	21,847.55
Residencial Natura	146	2,191	2,337	1,046,968.53
Residencial Puerta de Alcalá	58,234	2	58,236	1,059.92
Residencial Quinta del Centro	5,466	6,433	11,899	3,074,023.74
Residencial San Francisco	9,663	1,738	11,401	830,564.11
Residencial San Miguel 1ª y 2ª	51,838	235	52,072	112,077.01
Residencial Santa Bárbara	45,958		45,958	0.00
Residencial Sevilla y 2ª etapa	93,247	679	93,925	324,272.74
Residencial Verona	46,580	3,260	49,840	1,557,901.35
Residencias	142,225		142,225	0.00
Revolución	60,345		60,345	0.00
Ribera Campestre	95,649	10,549	106,198	5,040,451.14



Colonia	Superficie con pavimento (m ²)	Superficie sin pavimento (m ²)	Superficie total (m ²)	Costo (pesos)
Río Nuevo	70,731	3,489	74,220	1,667,118.43
Rivera	14,503	524	15,028	250,589.82
Rivera Maya Residencial	23,012	2,010	25,022	960,648.55
Roble	36,788	17,316	54,104	8,274,208.59
Roma	84,890		84,890	0.00
San Clemente	12,796	25,131	37,927	12,008,199.99
San Fernando	12,565		12,565	0.00
San Isidro	25,399		25,399	0.00
San Jacinto	9,262	10,094	19,356	4,823,306.81
San Jerónimo	17,755		17,755	0.00
San José	7,289	28,353	35,642	13,547,808.87
San Luís	30,382		30,382	0.00
San Marcos	176,624	932	177,556	445,274.96
San Martin Caballero	1,193	2,314	3,507	1,105,521.82
San Pedro Residencial	184,012	143	184,155	68,563.35
Santa Clara	147,308		147,308	0.00
Santa Isabel	32,479	138,824	171,303	66,334,287.21
Santa Lorena	2,592	19,146	21,738	9,148,342.05
Santa Lucía	10,445		10,445	0.00
Santa María	72,046		72,046	0.00
Santa Mónica	140,445		140,445	0.00
Santa Rosalía	63,012		63,012	0.00
Santa Sofía	2,480		2,480	0.00
Santa Teresa	67,328		67,328	0.00
Santo Niño y ampliación	74,007	57,947	131,954	27,688,962.41
Satélite	52,203	49,262	101,464	23,538,650.03
Sección Segunda	389,231		389,231	0.00
Segovia Residencial	32,578	4,345	36,923	2,076,333.81
Seis de Enero	6,650	20,430	27,079	9,761,899.66
Sky Works (1)	8,319		8,319	0.00
Sky Works (2)	345		345	0.00
Solidaridad Mexicali	16,435	22,983	39,419	10,982,024.71
Solidaridad Social	124,330	82,273	206,603	39,312,349.10
Sombras Gery		338	338	161,613.10
Sonora	96,290	448	96,738	213,998.08
Santa Cecilia (Músicos)	33,367		33,367	0.00

Colonia	Superficie con pavimento (m ²)	Superficie sin pavimento (m ²)	Superficie total (m ²)	Costo (pesos)
Stone Container	402		402	0.00
Tavizón Silva		1,566	1,566	748,210.11
Televisora	151,812	297	152,109	141,711.00
Terrazas del Sol	18,871		18,871	0.00
Terrazas del Valle	12,185		12,185	0.00
Tierra cálida		6,491	6,491	3,101,455.96
Torremolinos	6,835	10,453	17,288	4,994,799.99
Unidad Cucapah INFONAVIT	200,977	182	201,159	86,726.15
Unidad Justo Sierra	31,391	0	31,391	222.67
Unidad militar	60,857	1,638	62,495	782,771.55
Unidad Monte Albán	16,122		16,122	0.00
Unidad Patria	6,331		6,331	0.00
Unidad Pioneros	16,539		16,539	0.00
Unidad Solidaridad	66,362	31	66,393	14,770.30
Unidad Solidaridad II	34,648	12	34,660	5,825.56
Unión Lázaro Cárdenas	8,843	25,554	34,398	12,210,584.76
Vallarta	65,323		65,323	0.00
Valle Álamo	67,951	23,310	91,260	11,138,120.63
Valle de los Ángeles	19,017	3,449	22,466	1,648,016.56
Valle de Puebla, 2ª, 3ª, 4ª, 5ª, 6ª, 7ª y 8ª	695,564	21,334	716,898	10,193,927.84
Valle del Colorado	45,129	599	45,728	286,253.62
Valle Delicias	9,956	647	10,602	309,028.91
Valle Dorado	131,454	6,561	138,015	3,135,018.79
Venustiano Carranza	155,029	94,715	249,743	45,257,510.55
Veredas del Sol Residencial	9,675		9,675	0.00
Versalles Residencial	10,292		10,292	0.00
Vicente Guerrero	114,705	10,348	125,053	4,944,401.96
Villa Bonita	60,634	868	61,502	414,720.94
Villa Buenos Aires 1ª y 2ª		287	287	137,154.89
Villa del Campo	67,091	2,170	69,260	1,036,781.20
Villa del Cedro Residencial	54,218	2,968	57,186	1,418,320.62
Villa del palmar	85,732		85,732	0.00
Villa del Rey 1ª, 2ª, 3ª y 4ª	95,838		95,838	0.00
Villa del Rey (extensión).	137,971	4,567	142,538	2,182,373.85
Villa del Roble	103,476		103,476	0.00
Villa del Rosario	2,827	731	3,558	349,388.34



Colonia	Superficie con pavimento (m ²)	Superficie sin pavimento (m ²)	Superficie total (m ²)	Costo (pesos)
Villa del Sol	22,695		22,695	0.00
Villa Flor	6,476	755	7,231	360,668.00
Villa las Lomas	144,398	1,870	146,268	893,437.93
Villa Lomas Altas 1ª y 3ª secc.	235,863	2,418	238,281	1,155,597.45
Villa Mediterránea	75,587	10,386	85,973	4,962,874.74
Villa Residencial Venecia (1)	61,096		61,096	0.00
Villa residencial Venecia (2)	51,239		51,239	0.00
Villa residencial Del Prado	174,363	5,415	179,778	2,587,615.26
Villa Toledo y 2ª etapa	117,884	2,737	120,621	1,308,026.18
Villa Verde	170,979	5,102	176,081	2,437,842.41
Villa Fontana	345,317	822	346,139	392,806.36
Villa Nova	113,632		113,632	0.00
Villas del Colorado	100,372	33	100,405	15,728.01
Villas del Real (parcela 62)	45,262		45,262	0.00
Villas Margaritas res.	6,264		6,264	0.00
Villas Residencial Colorado	27,217		27,217	0.00
Virreyes (1)	66,210	87,565	153,775	41,840,971.19
Virreyes (2)	363		363	0.00
Vista del Llano	2,623		2,623	0.00
Vista del Valle	62,900	6,274	69,174	2,997,915.45
Vista Hermosa	118,062		118,062	0.00
Voluntad	57,595	62,198	119,793	29,719,838.48
Xochimilco	101,392	30,063	131,455	14,364,868.79
Z. I. ACER (BENQ)	631	364	996	174,164.26
Z. I. Kenworth	5,680	2,893	8,573	1,382,374.90
Zona Industrial (1)	3,566		3,566	0.00
Zona Industrial (2)	93,413		93,413	0.00
Zona Industrial (3)	6,053		6,053	0.00
Zona Industrial (4)	20,445		20,445	0.00
Zona Industrial (5)	21,009		21,009	0.00
Zona urbana Ejido Puebla	33,330	185,045	218,376	88,420,240.14
Total	31,414,463	8,906,166	40,320,705	\$ 4,256,078,608.08

Fuente: Elaborado por Servicios Profesionales Científicos y Técnicos (marzo, 2014).



Como se explicó anteriormente, uno de los objetivos del presente trabajo de investigación es auxiliar a las autoridades correspondientes a conformar un programa de pavimentación en Mexicali, y decidir sobre las áreas prioritarias a intervenir. El siguiente mapa muestra los rangos de costo de pavimentación por agrupación de colonias.

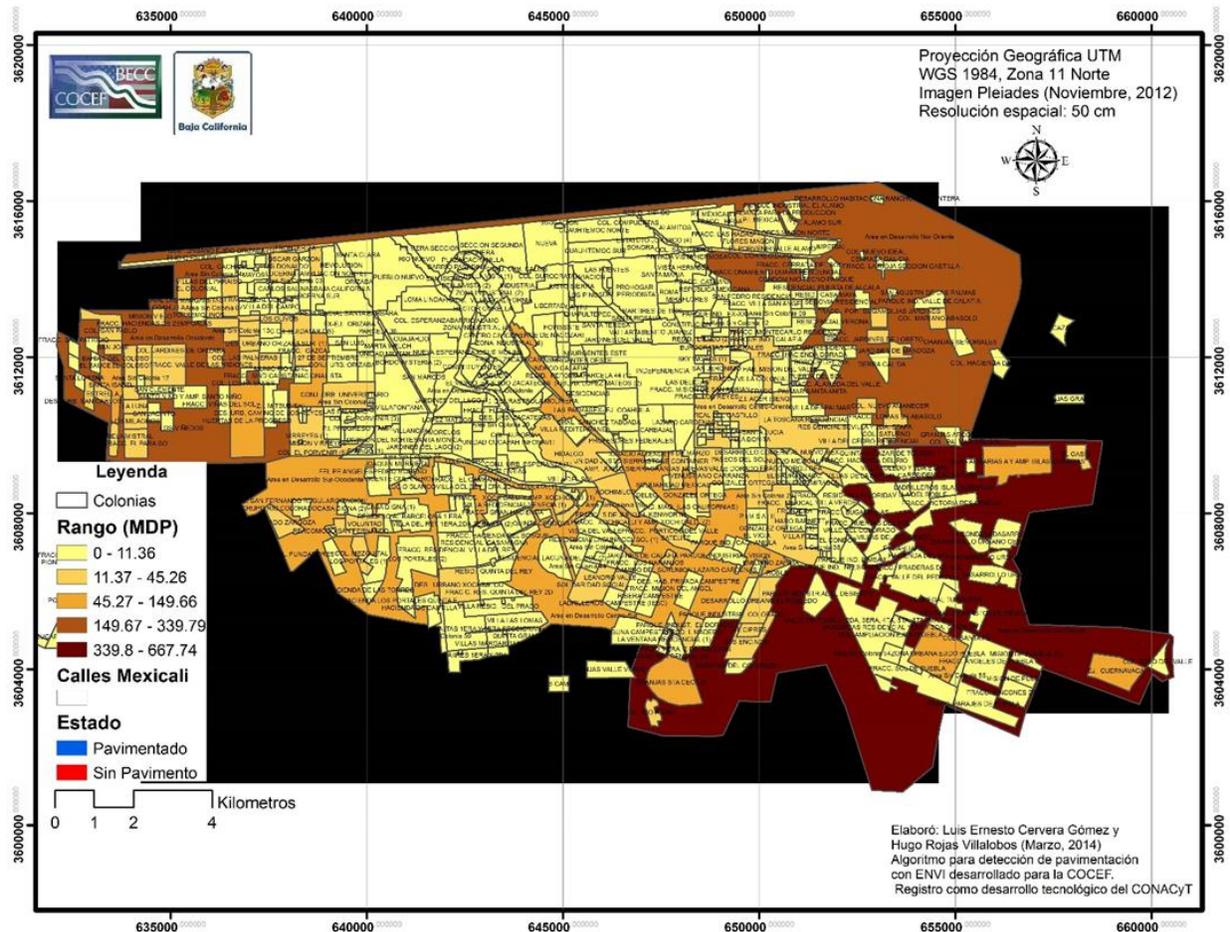


Figura 10. Rangos de costos de pavimentación con asfalto (\$ 477.88 pesos / m²).

Estimación de Costos Unitarios

A fin de estimar el presupuesto de pavimentación se desarrolló una tabla generadora de costos, calculada para el caso específico de la ciudad de Mexicali. La tabla cuenta con todos los conceptos que normalmente se consideran en los presupuestos presentados en los concursos de obra (licitaciones públicas). Esta tabla de precios unitarios puede ser utilizada como un parámetro útil, independientemente que se tendría que actualizarse en un momento dado.

Tabla 4. Tabla generadora de costos de pavimentación con asfalto.

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total pesos
A.1	Despalme de terreno por medios mecánicos a través de capas de 20 cm en promedio, incluye: mano de obra, herramienta y equipo.	M2	1.00	4.86	4.86
A.2	Retiro de producto de despalme fuera de la obra, incluye: mano de obra, herramienta, equipo, acarreo, carga, descarga y flete.	M2	1.00	17.49	17.49
A.3	Trazo y nivelación del área, incluye: material, mano de obra, herramienta y equipo.	M2	1.00	4.38	4.38
A.4	Corte de material hasta terracerías y retiro del mismo hasta tiradero municipal, incluye: mano de obra, herramienta y equipo.	M3	0.40	79.91	31.96
A.5	Tratamiento del terreno natural en 20cm de espesor compactados al 95% de su psvm según la prueba proctor modificada. Incluye: mano de obra, herramienta y equipo.	M3	1.00	27.77	27.77
B.1	Formación de terraplén con material de banco cribado a tamaño máx. 3" var. 50% mínimo compactado 95% proctor modificado. Incluye materiales, mano de obra, herramienta y equipo.	M3	0.20	170.25	34.05
B.3	Construcción de base de 40 cm con material de banco cribado tamaño máx. 1 1/2" vars. 80% compactada 95% proctor modificada en 2 capas de 20 cm. Incluye materiales, mano de obra, herramienta y todo lo necesario para su correcta ejecución.	M3	0.20	232.39	42.48
C.2	Afine de excavaciones. Incluye: material, herramienta, mano de obra y equipo.	M2	1.00	15.34	15.34
C.3	Riego de impregnación con asfalto fm1 a razón de 1.2 a 1.5 lts/m ² o emulsión asfáltica de rompimiento lento.	M2	1.00	19.29	19.29
C.4	Carpeta asfáltica de 7 cm de espesor compactos de asfalto caliente proveniente de planta. Incluye riego de liga.	m ²	1.00	246.62	242.62
C.5	Guarnición "horizontal" de 40cm de base, 20cm alto mayor y 15cm alto menor en el lado de la carpeta de concreto prem. f'c=150 kg/cm ² , incluye materiales, cimbrado, concreto, vibrado, descimbrado, curado, pruebas, limpieza y retiro de sobrante fuera de obra, herramienta, equipo y mano de obra, y todo lo necesario para su correcta ejecución, por unidad de obra terminada acabado con volteador.	ml	0.25	150.81	37.64
	TOTAL COSTO POR M²				477.88

FUENTE: GOFICA Ingeniería y Construcción, S. A. de C. V. (empresa instalada en Mexicali, B. C.).



Conclusiones del Componente I

El algoritmo y metodología utilizados para extraer clasificación de calles pavimentadas y sin pavimentar en la ciudad de Mexicali, así como las características espectrales y espaciales de la imagen satelital programada para dicha ciudad (4 bandas espectrales) nos permite llegar a las siguientes conclusiones.

- Para la realización del diagnóstico se contrató la programación exclusiva de una imagen satelital para la ciudad de Mexicali, B. C. con fecha noviembre 2012, logrando un análisis con un alto nivel de precisión, donde expresa mediante datos calculados las condiciones de las vialidades de Mexicali.
- El conjunto de vialidades de la ciudad de Mexicali cuenta con una cobertura alta de pavimentación. De tal manera que un 78 % de superficie en calles cuenta con algún tipo de carpeta y principalmente asfalto en vialidades secundarias y terciarias. El Concreto hidráulico normalmente se encuentra en algunas vialidades principales. Sólo un 22 % de las vialidades no cuentan con ningún tipo de pavimentación. En síntesis, se contabilizó un total de 40.32 millones de m² de calles, de los cuales 8.9 m² están sin pavimentar.
- En función de los costos promedio estimados (477.88 pesos/m² de asfalto), se estimó que, para pavimentar el 100 % de la superficie total de calles dentro de colonias se requerirían 4,256 millones de pesos. De estos, 2,720 millones son para colonias y 1,536 para nuevos asentamientos.
- El escenario de pavimentar en un 100 por ciento las vialidades es un escenario ideal difícil de alcanzar. Por tanto, la metodología empleada en este proyecto, así como la cartografía de calles generada, brindan la posibilidad de producir información que sirva para priorizar los programas de pavimentación, mediante jerarquización en función de superficies, costos y población afectada.
- La tecnología empleada en este proyecto, basada en el uso de una imagen satelital con fecha reciente y su tratamiento con programas especializados de Sistemas de Información Geográfica (Arc GIS 10.1 y ENVI 5.1) brindan fuertes posibilidades para que sean implementadas por la ciudad de Mexicali, B. C. en sus programas de pavimentación, así como en otros programas relacionados a infraestructura y equipamiento urbano.
- Los datos calculados reflejan las condiciones de las vialidades de Mexicali con fecha noviembre del 2012.



- La resolución espacial de la imagen satelital de 50 cm por pixel y el uso de cuatro bandas espectrales permite una supervisión visual de la clasificación en calles, por lo que no se requiere supervisión en campo. Con esta resolución y considerando una calle promedio de 12 metros de ancho por 100 metros de largo, se tendría un total de 24 por 200 pixeles (4,800 pixeles por calle).
- El ambiente geo-referenciado y creado en una plataforma de Sistemas de Información Geográfica provee un conjunto de datos vectoriales y raster que brindan la posibilidad de actualizar y derivar más cartografía temática para la ciudad de Mexicali, B. C., además de establecer relaciones con otras bases de datos como variables e indicadores socio-económicos, socio-demográficos y ambientales en un ambiente geo-referenciado. El sistema creado para Mexicali está listo para seleccionar y recalcular sectores prospectos a ser pavimentados.
- La calidad de la imagen, aunada con las condiciones de poca vegetación en la ciudad y en conjunto buena traza de vialidades, permitieron una rápida clasificación espectral para diferenciar las calles pavimentadas de las no pavimentadas.

**Componente II.- Conteo de carga vehicular de
Mexicali, B. C.**

Componente II.- Conteo de carga vehicular

En este componente se propone realizar un conteo de carga vehicular y separación de vehículos en la ciudad, los que serán analizados en el contexto de la cobertura de pavimentación y de la contaminación y sus impactos en la salud.

Para lograrlo, se utilizará la tecnología y uso de la imagen satelital PLEIADES 1-A, ya explicada en el componente anterior, además de la incorporación de los sistemas de información geográfica.

Detección y caracterización de vehículos

Para la detección de vehículos llevada a cabo en otros casos, se han utilizado normalmente fotografías aéreas con métodos variados (Hinz, 2005; Schollosser et al, 2003; Stilla et al, 2004). Aun y cuando es menos el trabajo que se ha realizado con imágenes satelitales para dichos propósitos, se puede decir que contar la carga vehicular de un territorio específico con imágenes satelitales o fotografías aéreas no es un ejercicio nuevo o reciente en la detección de objetos con técnicas de percepción remota.

Desde el lanzamiento de los sistemas satelitales de alta resolución, tales como IKONOS, QUICKBIRD, World View I y II, GEO EYE, se han generado imágenes de menos de 50 cm de resolución espacial y con esto es técnicamente factible extraer información del tráfico o carga vehicular.

Como se comentó anteriormente, en este proyecto se utilizó una imagen satelital del sensor PLEIADES 1-A, que fue lanzado el 16 de diciembre del año 2011 y que se considera como uno de los satélites comerciales (multiespectral) de la más alta resolución espacial (tamaño de píxel igual a 0.50 m). La imagen adquirida cuenta con cuatro bandas espectrales (rojo, verde, azul e infrarrojo).

No existen métodos directos conocidos hasta ahora en México, para llevar a cabo el ejercicio que se propone en este apartado, por lo que se requiere nuevamente el desarrollo de un algoritmo especial enfocado a un método semi-automatizado que pueda proveer un conteo eficiente con precisiones mayores al 80 %. No obstante, existen ejemplos relativamente nuevos de esta tecnología aplicada a la obtención de información vehicular con imágenes satelitales (Grabber et al, 2008; Eikvil et al, 2009).

Para la atención específica de este estudio, se aplicaron dos sistemas de información geográfica: uno tipo *raster*, para el cual se utilizó la plataforma ENVI 4.4 y ENVI EX y un Arc Gis como sistema vectorial.

Para el formato *raster* se desarrolló especialmente un algoritmo orientado a la clasificación de objetos, con los que se pudiera, en este caso, separar y contabilizar los vehículos sobre las vialidades de la ciudad.

Debido a que la adquisición de la imagen satelital implica una toma en un momento durante el día, cabe señalar que se obtuvo una aproximación satisfactoria del total de la carga vehicular circulando en una hora específica de la ciudad de Mexicali. Sin embargo, resulta prácticamente imposible contabilizar los vehículos ocultos en estructuras, edificaciones, sombras o bajo árboles.

Aunque existen varios métodos identificados y relacionados con la separación y conteo de la carga vehicular, en este estudio de investigación para la ciudad de Mexicali, se adaptó un algoritmo similar al que propone Eikvil, 2009. Este algoritmo se basa en los siguientes pasos metodológicos:

1. Segmentación.
2. Extracción de características.
3. Pre-clasificación.
4. Aplicación de reglas (formas, superficies mínimas vehiculares, etc.).
5. Clasificación final.
6. Generación de indicadores.

En la siguiente figura se muestra el algoritmo que se ha desarrollado específicamente para este proyecto.

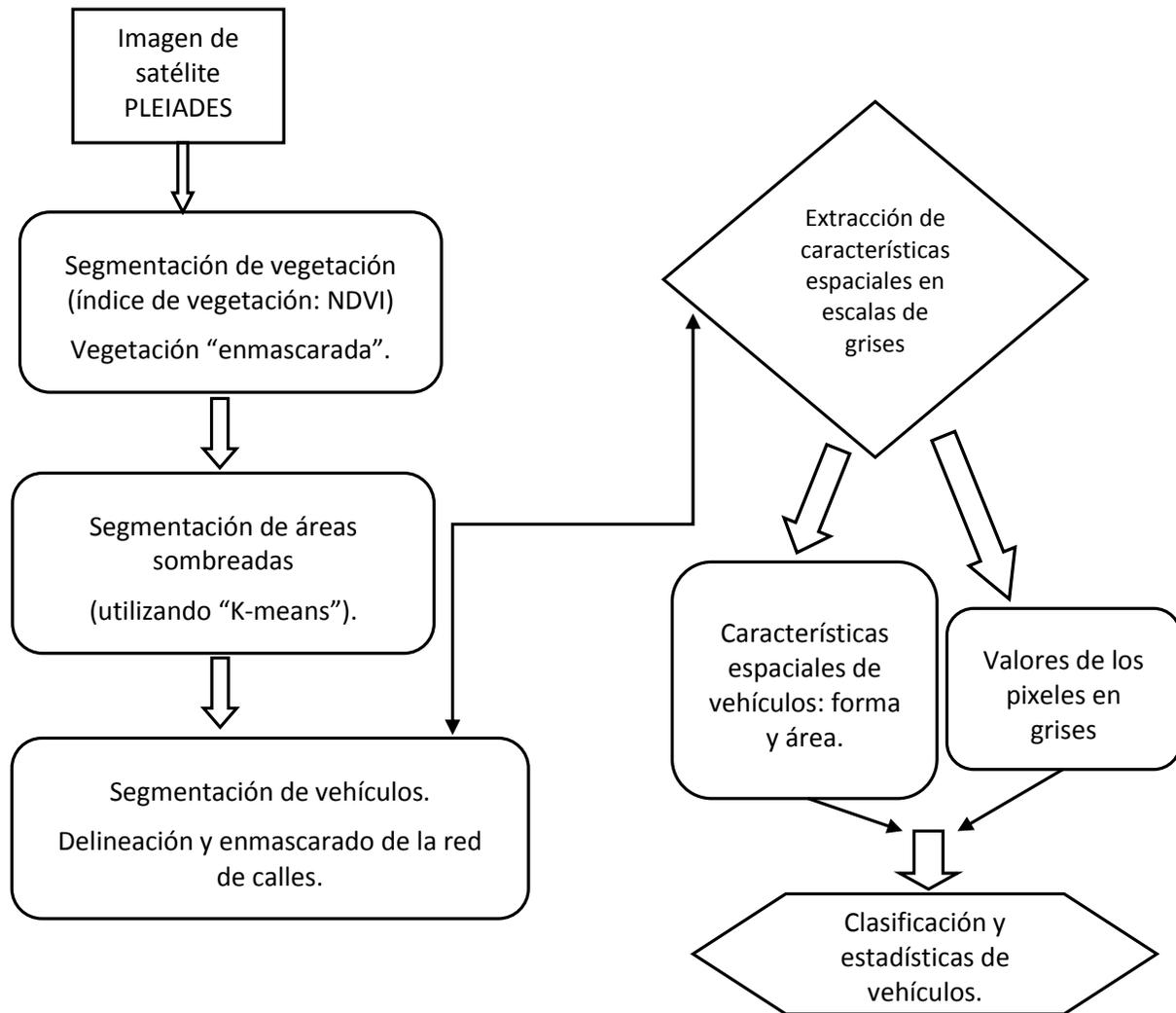


Figura 11. Algoritmo para la segmentación y detección de vehículos para la ciudad de Mexicali, B. C.

Fuente: Cervera, G. L., 2012.

Procedimiento en la aplicación del Algoritmo de conteo de carga vehicular.

A continuación se expresan de manera sintetizada los principales procedimientos para la detección de objetos, en este caso, relacionados con los diversos tipos de vehículos sobre las calles de la ciudad de Mexicali.

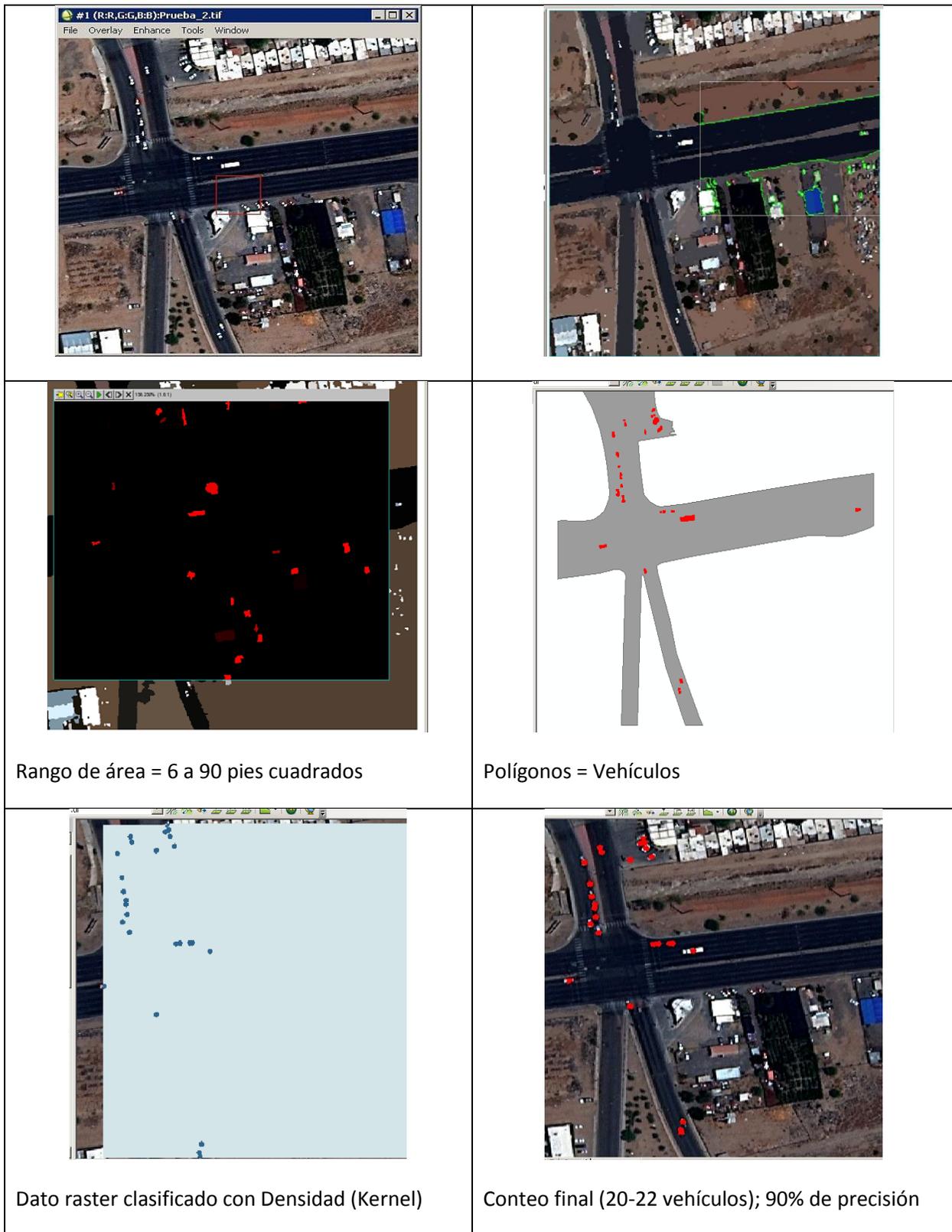


Figura 12. Algoritmo propuesto para la detección de vehículos sobre vialidades.

Fuente: Cervera, G. L., 2012.

Una vez realizado el procedimiento analítico recién descrito, se generaron los siguientes productos y que se relacionan a los propuestos para este estudio.

Cuadro 4. Productos derivados de detección y caracterización vehicular.

Producto	Descripción
a) Mapa de carga vehicular sobre vialidades	Resultado de la segmentación y separación de objetos, se desarrolla un mapa con el total de objetos, representando vehículos sobre las vialidades de la ciudad. Resultado final con estadísticos por colonia.
b) Mapa de densidad de carga vehicular	Indicador <i>espacializado</i> de densidad representando el número de vehículos por unidad de superficie.
c) Carga vehicular sobre vialidades pavimentadas y no pavimentadas.	Mapa de distribución espacial de vehículos sobre vialidades pavimentadas y sin pavimentar (se calcula la carga vehicular para ambos casos).

Resultados (Indicadores de Carga Vehicular)

Total de vehículos detectables en Mexicali, B. C.

Con el método propuesto, se logró separar un total de 81,200 objetos definidos como vehículos, dentro de la mancha urbana en la Ciudad de Mexicali, B. C.

La imagen satelital fue tomada a las 18:35 horas, del 21 de noviembre de 2012. Dado que sólo representa un momento en el tiempo, está limitada a la detección de los vehículos que en dicho momento transitaban por las calles de la ciudad. Asimismo, se hace la aclaración de que no es posible detectar los vehículos guardados en chocheras, ni los que se pudieran encontrar bajo estructuras como puentes o estacionamientos verticales. De la misma manera, puede dificultarse la separación de vehículos bajo sombras de árboles grandes.

Aun y con las posibles limitaciones, el resultado brinda información de alto valor para un conteo de la carga vehicular en horario vespertino y que puede considerarse una de las horas pico de la ciudad. En términos de análisis, la distribución espacial de esta carga vehicular, revela los patrones espaciales del movimiento vehicular sobre la superficie urbana de Mexicali. No se propone dar cuenta exacta del parque vehicular de Mexicali, pero sí ofrecer una aproximación numérica. Sobre todo, se establecen los comportamientos de flujo y concentración de vehículos por colonias y vialidades.

La siguiente figura muestra un mapa que contiene el total de los 81,200 vehículos detectados en dicho momento, sobre el espacio urbano de la ciudad de Mexicali, B. C. Se aprecian concentraciones en la parte centro y norte de la ciudad, alineaciones de vehículos sobre vialidades principales y menores cargas vehiculares al oriente y poniente de la mancha urbana.

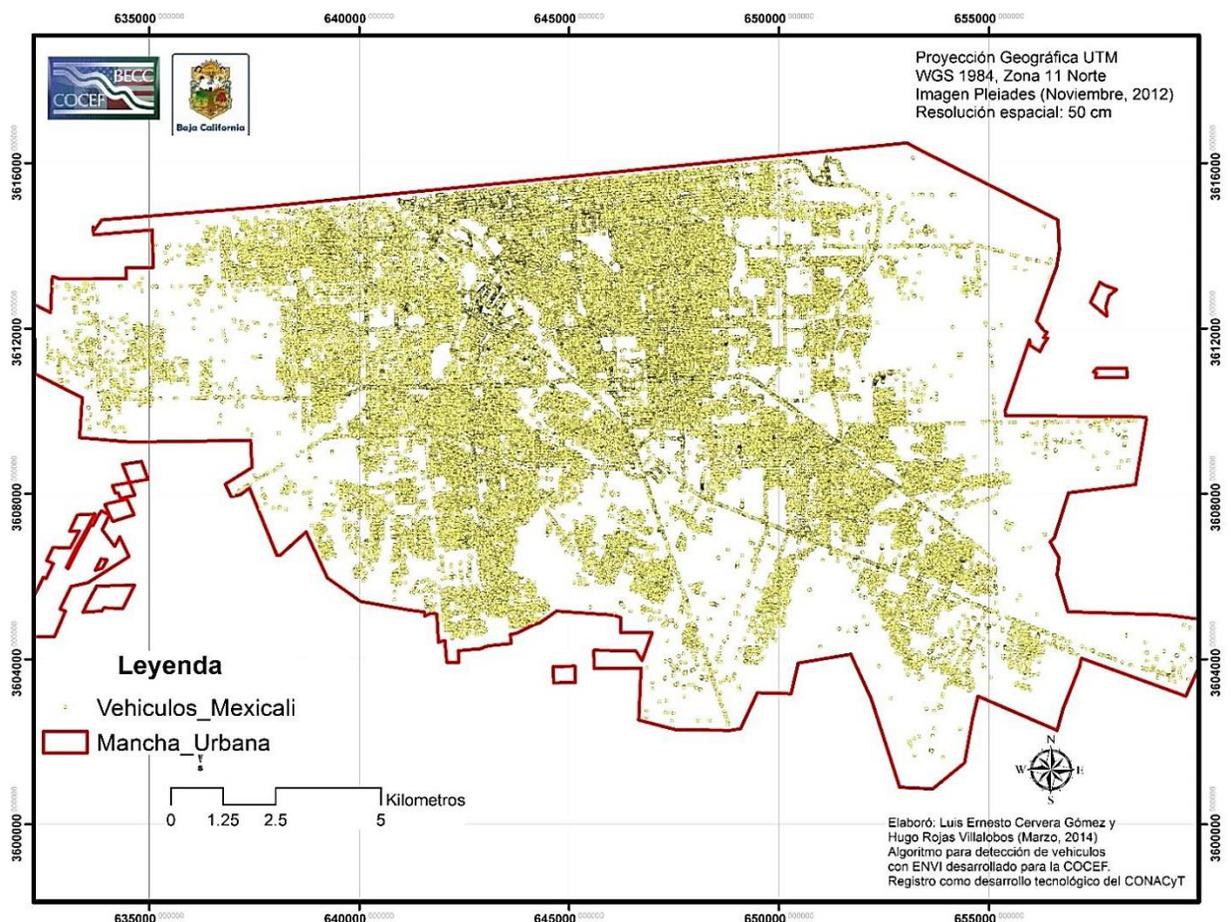


Figura 13. Total de vehículos detectados en Mexicali, B. C. (Nov. 21, 2012. 18:35 hrs.).

Densidad de vehículos por km² y por colonia.

Al sobreponer el mapa de colonias de Mexicali a la figura anterior, se obtiene un segundo indicador que nos provee un conteo vehicular por colonia, así como un mapa de densidad vehicular, que resulta al dividir el total de vehículos entre el área de cada colonia. La siguiente figura muestra el resultado de dicha sobre posición:

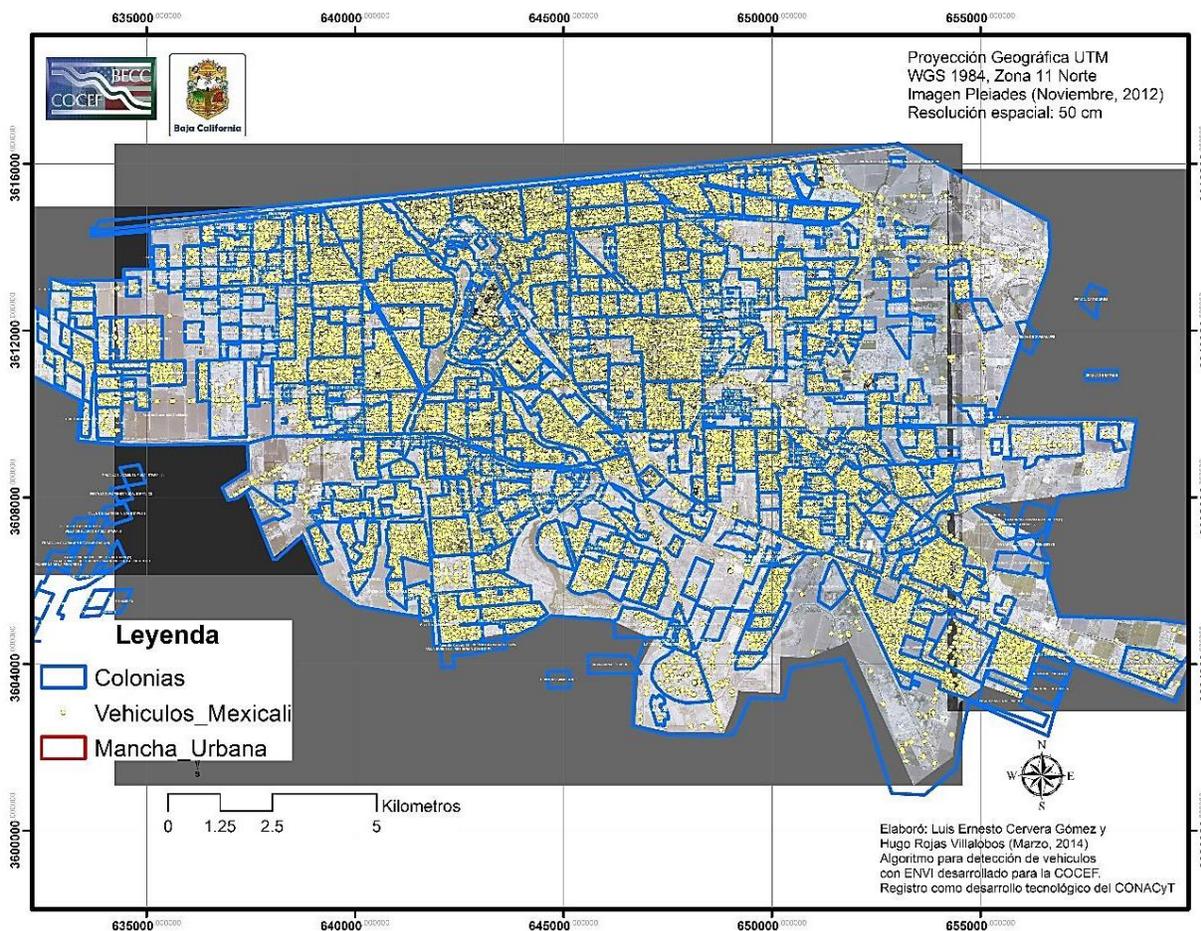


Figura 14. Carga vehicular sobre las colonias de Mexicali, B. C.

En la siguiente figura se muestra un mapa que sintetiza el cálculo de la densidad vehicular realizado (número de vehículos / Km²), por colonia:

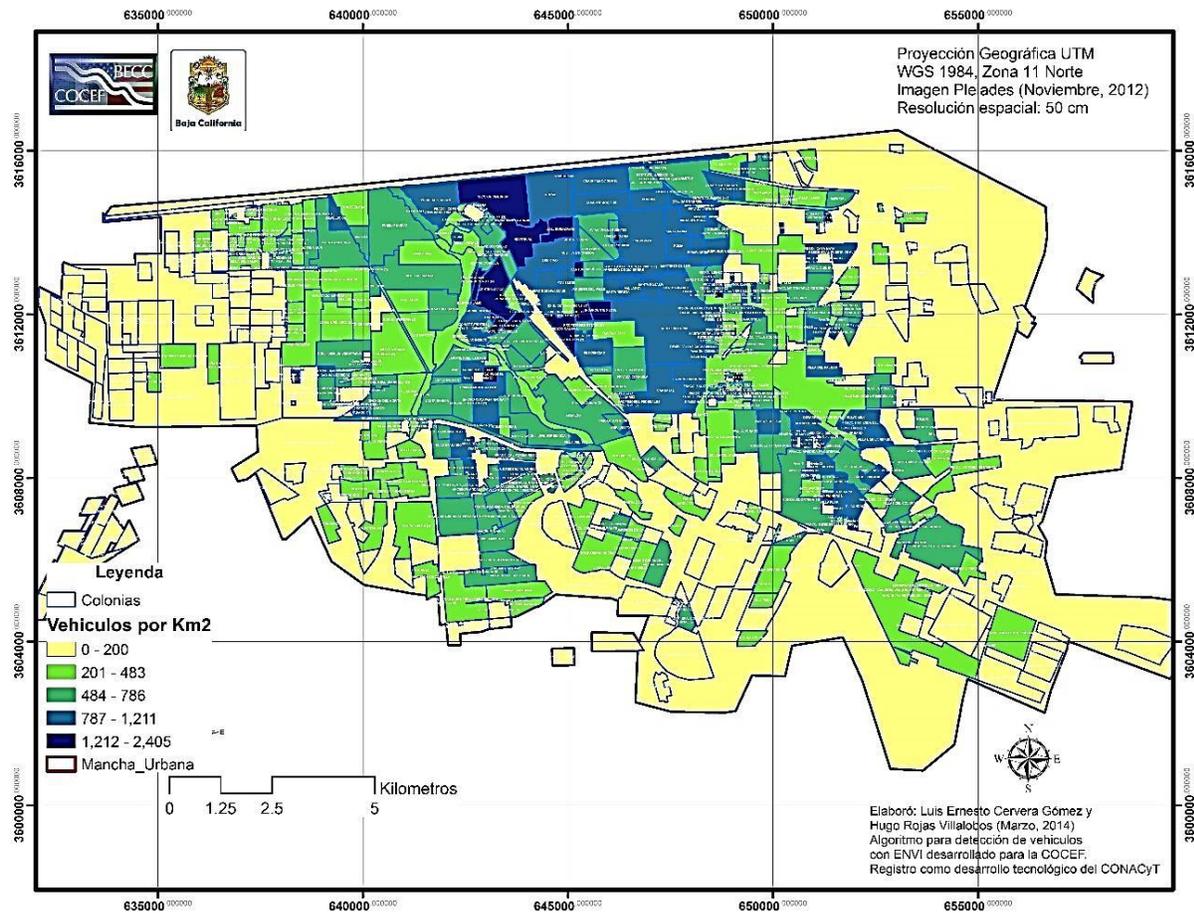


Figura 15. Densidad de carga vehicular (por superficie de colonias) en Mexicali, B. C.

Los resultados por colonia se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 5. Conteo de carga vehicular por colonia y densidad de vehículos/km².

COLONIA	Número de vehículos	Área (Km ²)	Densidad (vehículos/km ²)
INDEPENDENCIA	3449	2.85	1,210.95
SECCIÓN SEGUNDA	2360	1.54	1,530.44
Área en Desarrollo Nor-Oriente	1905	28.69	66.41
Área en Desarrollo Centro-Sur	1813	13.47	134.59
PROHOGAR	1707	1.75	977.83
CENTRO CÍVICO	1493	0.85	1,758.24
Área en Desarrollo Centro-Oriente	1270	5.48	231.82
NUEVA	1206	1.26	957.95
PRIMERA SECCIÓN	1167	0.97	1,198.18
INDUSTRIAL	1148	0.83	1,387.82

COLONIA	Número de vehículos	Área (Km ²)	Densidad (vehículos/km ²)
Área en Desarrollo Sur-Oriente	1117	34.88	32.02
HIDALGO	1090	1.72	633.72
CARBAJAL	919	0.96	956.20
COL. ESPERANZA	905	1.38	658.13
FRACC. VALLE DEL PEDREGAL	884	1.44	615.94
PUEBLO NUEVO	857	1.73	495.83
LIBERTAD	828	0.94	884.55
VALLE DE PUEBLA, 2ª, 3ª, 4ª, 5ª, 6ª, 7ª y 8ª	828	2.88	287.64
GONZÁLEZ ORTEGA (1)	823	1.44	573.40
BAJA CALIFORNIA	786	1.21	647.79
CUAUHTÉMOC SUR	737	0.69	1,061.84
CONJ. URB. ESPERANZA (1)	679	0.88	775.54
RESIDENCIAS	657	0.56	1,170.41
UNIDAD CUCAPAH INFONAVIT	646	0.61	1,057.83
ALAMITOS	638	0.98	653.18
CUAUHTÉMOC NORTE	627	0.77	810.75
VILLA FONTANA	610	1.37	445.70
LÁZARO CÁRDENAS	600	0.64	935.76
INDECO CALAFIA	552	0.40	1,369.46
GONZÁLEZ ORTEGA PONIENTE	547	0.76	721.52
FRACC. RESIDENCIAL VILLA DEL REY	527	0.84	628.03
FRACC. MEXICALI	526	0.63	834.14
BENITO JUÁREZ	518	0.50	1,036.32
HÉROE DE NACUZARI	515	0.60	862.99
Área en Desarrollo Centro-Occidente	509	1.78	286.11
EX- EJ. COAHUILA	482	0.90	533.48
FRACC. MONTECARLO RESIDENCIAL	463	0.64	725.95
COL. BURÓCRATA	457	0.37	1,219.88
SAN PEDRO RESIDENCIAL	429	1.00	430.78
EX-EJIDO ZACATECAS (4)	428	0.64	671.32
CONJ. URB. UNIVERSITARIO	427	0.81	530.29
ZONA INDUSTRIAL (2)	420	0.60	704.11
NACIONALISTA	418	1.04	402.19
VENUSTIANO CARRANZA	413	0.88	471.53
VISTA HERMOSA	409	0.44	919.85
VILLA VERDE	387	0.63	618.61
SANTA MÓNICA	386	0.54	712.44
INSURGENTES ESTE	385	0.26	1,503.41



COLONIA	Número de vehículos	Área (Km ²)	Densidad (vehículos/km ²)
NUEVA ESPERANZA	384	0.64	603.63
FRACC. HACIENDA DEL RIO	376	0.45	844.55
LOS PORTALES (2)	374	1.07	350.74
SONORA	368	0.43	860.36
PASEOS DEL SOL	368	0.33	1,126.98
FRACC. RESID. VILLA FLORIDA	367	0.62	596.47
TELEVISORA	347	0.64	540.75
ROMA	340	0.33	1,031.58
RESID. HÍPICO	339	0.32	1,057.19
VILLA RESID. DEL PRADO	338	0.68	493.98
VALLE DORADO	336	0.58	580.49
NUEVO MEXICALI	333	0.38	870.77
SAN MARCOS	331	0.69	482.61
VILLA DEL PALMAR	328	0.35	935.69
VILLA DEL REY 1ERA,2DA,3ERA,4TA (2)	324	0.53	610.50
FRACC. LAS HADAS	318	0.34	923.03
JARDINES DEL LAGO (2)	317	0.45	701.23
VILLA LOMAS ALTAS 1ERA Y 3ERA SECCIÓN	315	1.05	301.16
COL. COMPUERTAS	311	0.40	786.43
JARDINES DEL LAGO (1)	309	0.49	626.17
AVIACIÓN	307	0.59	516.01
RESIDENCIAL CASA MAGNA	303	0.42	718.08
REPUBLICA MEXICANA	294	0.37	805.35
DESARROLLO URBANO EL ROBLEDO	292	0.72	405.36
FOVISSSTE	291	0.25	1,153.22
CONJ. URB. ORIZABA	290	0.69	417.37
LOMA LINDA	289	0.70	413.17
RIBERA CAMPESTRE	278	0.45	623.00
VILLA DEL REY 1ERA,2DA,3ERA,4TA (1)	277	0.35	793.12
SANTA MARIA	272	0.29	925.62
EL CÓNDOR	272	0.33	814.15
REVOLUCIÓN	271	0.23	1,160.29
SOLIDARIDAD SOCIAL	266	0.80	333.28
FRACC. VILLA COLONIAL	264	0.45	581.33
DIVISIÓN DEL NORTE	263	0.45	579.49
VILLA TOLEDO Y 2DA ETAPA	263	0.44	595.35
VILLA RESIDENCIAL VENECIA (1)	262	0.29	897.42
VILLAS DEL COLORADO	260	0.47	558.24

COLONIA	Número de vehículos	Área (Km ²)	Densidad (vehículos/km ²)
JARDINES DEL VALLE	258	0.42	609.33
FRACC. ÁNGELES DE PUEBLA	258	1.04	248.56
CONSTITUYENTES	256	0.30	842.75
XOCHIMILCO	249	0.68	368.80
VALLARTA	247	0.29	857.28
PARCELA 44 (1)	246	0.64	383.55
LOS PINOS	243	0.39	628.61
VILLA NOVA	239	0.53	448.20
RESID. QUINTA DEL REY	238	0.48	491.32
PROFESORES FEDERALES	236	0.23	1,030.80
INSURGENTES OESTE	234	0.19	1,246.17
GUAJARDO	232	0.51	451.93
VILLA LAS LOMAS	232	0.59	394.57
Área en Desarrollo Sur-Occidente	228	8.68	26.27
FRACC. HACIENDA DEL BOSQUE	225	0.39	574.57
MIRAFLORES	223	0.27	811.92
DEL RASTRO	222	0.33	668.78
SANTA ROSALÍA	217	0.23	957.39
LOS PORTALES (1)	215	0.50	427.51
PRIMERO DE DICIEMBRE	213	0.20	1,079.96
SANTA TERESA	210	0.25	839.98
FRACC. VILLAS DE LA REPUBLICA	210	0.25	847.97
EX-EJ. ORIZABA	208	0.74	280.66
AMP. JARDINES DEL LAGO	208	0.21	975.41
RESIDENCIAL PUERTA DE ALCALÁ	204	0.22	936.18
FRACC. ZACATECAS	202	0.15	1,372.10
RESIDENCIAL SEVILLA Y 2DA. ETAPA	198	0.37	537.71
RESIDENCIAL BARCELONA 1 ERA	193	0.57	340.39
VILLA DEL ROBLE	191	0.41	469.35
CONSTITUCIÓN	190	0.29	660.06
COL. SAN GABRIEL	190	0.22	865.40
FRACC. EL CAMPANARIO	190	0.26	733.82
ZONA INDUSTRIAL (4)	182	0.12	1,564.93
FRACC. VICTORIA RESIDENCIAL	182	0.59	307.20
VICENTE GUERRERO	181	0.45	405.71
FRACC. LOS NARANJOS	181	0.25	716.07
FRACC. RES. QUINTA DEL REY 2D	179	0.37	488.88
FRACC. FLORES	177	0.14	1,253.84



COLONIA	Número de vehículos	Área (Km ²)	Densidad (vehículos/km ²)
RESID. LOS ARCOS	177	0.11	1,614.64
FRACC. VALLE DE LAS MISIONES	175	0.92	191.03
PUERTA DEL SOL	172	0.21	804.77
FRACC. MISIÓN DEL ÁNGEL	172	0.42	407.10
SANTA CLARA	170	0.61	278.38
LUCERNA SUR	169	0.31	540.77
COL. AURORA	168	0.34	492.29
RIO NUEVO	166	0.32	519.67
UNIDAD SOLIDARIDAD INFONAVIT	163	0.25	664.59
VIRREYES (1)	156	1.22	127.40
27 DE SEPTIEMBRE	156	0.33	471.96
BOSQUE DEL SOL	155	0.22	700.42
ZONA URBANA EJIDO PUEBLA	155	1.29	119.83
CHAPULTEPEC	151	0.20	737.19
FRACC. HACIENDA DORADA	149	0.21	719.74
FRACC. BUGAMBILIAS	148	0.16	901.88
FRACC. GRAN HACIENDA	147	0.18	816.10
BELLA VISTA (2)	146	0.33	441.67
JUSTO SIERRA	143	0.14	1,045.82
ALIANZA PARA LA PRODUCCIÓN	143	0.26	539.93
ORIZABA	142	0.25	576.61
RESIDENCIAL LAGUNA DEL SOL (1)	140	0.40	351.62
FLORES MAGÓN	138	0.40	348.13
RESID. CASA MAYA	138	0.15	905.75
MÁRTIRES DE 1906	136	0.17	813.63
GRAL. SANCHEZ TABOADA	132	0.31	432.60
MIRASOL	132	0.22	595.00
LUIS DONALDO	128	0.51	250.14
VILLA BONITA	126	0.23	537.60
VILLA DEL CEDRO RESIDENCIAL	125	0.21	596.77
VILLAS DEL REAL (PARCELA 62)	124	0.18	702.45
CONJ. URB. ESPERANZA (2)	123	0.13	970.49
P.I. MEXICALI I	123	0.33	370.06
FRACC. REAL DEL RIO	120	0.19	618.05
J. ORTIZ DE DOMÍNGUEZ	120	0.15	798.13
SANTO NIÑO Y AMP. SANTO NIÑO	118	0.50	235.90
HAB. MISIÓN DEL VALLE	118	0.31	385.39
VALLE ÁLAMO	117	0.33	355.70

COLONIA	Número de vehículos	Área (Km ²)	Densidad (vehículos/km ²)
IMPERIAL	116	0.22	536.84
GRANJAS STA. CECILIA	116	1.28	90.66
RESIDENCIAL GRAN VENECIA	115	0.17	688.92
MAYAKHAN RESIDENCIAL	114	0.18	647.21
COL. FUNDADORES	113	0.29	387.15
CANTÚ	111	0.09	1,242.58
FRACC. CATAVIÑA	109	0.16	687.90
FRACC. QUINTA MONTECARLO	109	0.14	765.33
FRACC. MISIÓN SANTO DOMINGO Y AMPLIACIÓN	109	0.14	796.71
VOLUNTAD	108	0.41	263.05
EL DORADO 1 ERA. 2 DA. SECCIÓN	108	0.18	589.28
VILLA RESIDENCIAL VENECIA (2)	107	0.19	555.76
PEDREGAL TURQUESA	106	0.29	367.36
AMP. LAS FUENTES (FOVSSSTE)	105	0.10	1,098.71
DELEG. GONZÁLEZ ORTEGA	104	0.21	506.20
EST. FERROCARRIL	103	0.10	1,029.67
SATÉLITE	102	0.36	284.98
FRACC. PRADERAS DEL SOL	102	0.19	547.00
ANÁHUAC INDECO	101	0.09	1,076.65
FRACC. JUVENTUD DEPORTIVA 200	101	0.16	613.17
FRACC. XOCHICALLI Y AMP. XOCHICALLI (1)	101	0.22	453.04
LAS PALMAS	100	0.13	753.52
PRIVADA VISTA HERMOSA	99	0.12	802.11
C.C.I. (EJIDATARIOS)	98	0.35	281.88
HACIENDA DE CASTILLA	97	0.34	281.99
LAS PALOMAS	95	0.11	868.71
SANTA ISABEL	94	0.58	161.69
RESID. LIENZO (2)	92	0.10	898.26
LOPEZ MATEOS	92	0.13	689.19
DES. URB. ZACATECAS II	92	0.22	410.50
HARO BARNETT	92	0.23	408.08
VILLA DEL CAMPO	92	0.29	321.43
FRACC. ORQUÍDEA	91	0.10	903.87
FRACC. CERRADA DEL SOL	90	0.15	618.43
18 DE MARZO	90	0.20	450.19
QUINTA GRANADA	90	0.24	371.86
QUINTA CÓRDOVA	90	0.21	433.32
FRACC. PÓRTICOS DEL VALLE	90	0.27	336.64



COLONIA	Número de vehículos	Área (Km ²)	Densidad (vehículos/km ²)
CARLOS SALINAS	89	0.23	393.25
UNIDAD JUSTO SIERRA	88	0.14	627.98
RESID. LOS LAURELES	88	0.10	900.59
FRACC. CALIFORNIA RESIDENCIAL	87	0.14	638.24
RESID. REFORMA	86	0.09	964.37
LOS ENCINOS	86	0.56	152.34
IND. MAQ. (LAS CALIFORNIAS)	86	0.23	376.27
PRIMERO DE MAYO	86	0.08	1,081.75
FRACC. HACIENDA REAL	84	0.11	781.73
PASEOS DE XOCHIMILCO	84	0.08	1,096.32
AMP. VILLA FLORIDA	84	0.10	829.31
PROFESORES ESTATALES	83	0.11	758.52
CASA DIGNA (2)	83	0.24	345.07
Área en Desarrollo Occidente	83	9.98	8.32
VILLA MEDITERRÁNEA	82	0.31	260.80
RESIDENCIAL SANTA BÁRBARA	81	0.18	440.43
VILLA DEL SOL	81	0.09	892.71
CASA DIGNA (1)	81	0.34	236.84
FRACC. LAGO DE XOCHIMILCO	80	0.12	689.88
VALLE DEL COLORADO	79	0.18	433.48
LUCERNA (AMPLIACIÓN NORTE)	78	0.22	348.03
GRANJAS NUEVAS	77	0.39	198.00
MAYOS	76	0.26	291.79
FRACC. PUERTA DE HIERRO	76	0.07	1,169.10
PAPAGO (1)	75	0.06	1,160.55
LAS FUENTES	73	0.11	682.26
MARTA WELCH	73	0.17	432.69
JOSUÉ MOLINA	73	0.08	862.28
STA. CECILIA (MÚSICOS)	73	0.12	609.88
FRACC. POPULAR AZTECAS	72	0.13	566.73
COL EL PORVENIR (3)	72	0.22	329.45
JARDINES DE CALAFIA	71	0.17	411.84
RESIDENCIAL LAGUNA DEL SOL (2)	71	0.62	114.84
FRACC. GASCA	70	0.23	311.08
GONZÁLEZ ORTEGA NORTE	70	0.12	604.04
FRACC. RESIDENCIAL CORONADO 1ERA Y 2DA. SECCIÓN	68	0.11	645.18
SEGOVIA RESIDENCIAL	68	0.18	386.92

COLONIA	Número de vehículos	Área (Km ²)	Densidad (vehículos/km ²)
FRACC. HEGA	67	0.06	1,091.96
UNIDAD SOLIDARIDAD INFONAVIT I	67	0.12	543.53
COL. NUEVO AMANECER	67	0.20	334.98
BURÓCRATAS FEDERALES	66	0.09	756.82
ISLAS AGRARIAS A Y AMP. ISLAS AGRARIAS	66	1.36	48.54
MONARCAS RESIDENCIAL 1ERA Y 2DA. ETAPA (1)	66	0.15	449.77
P.I. MEXICALI IV	66	0.45	145.27
GÓMEZ FARÍAS	65	0.13	482.58
UNIDAD PIONEROS	65	0.05	1,222.37
EJ. CUERNAVACA	65	0.87	74.83
FRACC. VILLAS DEL SOL	64	0.28	227.97
DES. URB. MISIÓN DE SAN IGNACIO	64	0.14	461.16
DES. URBANO XOCHIMILCO	64	0.89	72.27
ROBLE	64	0.12	533.50
BALBUENA	64	0.13	496.24
Área Sin Colonia 09	63	0.51	124.22
MUNICIPIO LIBRE	63	0.19	336.99
SOLIDARIDAD MEXICALI	63	0.15	417.33
FRACC. RESID. SAN SEBASTIÁN	62	0.08	811.57
RESID. LIENZO (1)	62	0.10	612.46
REAL DEL CASTILLO	62	0.04	1,415.76
ZONA INDUSTRIAL (5)	61	0.17	356.74
RESIDENCIAL VERONA	61	0.18	330.70
CONJ. URB. CALISS	60	0.08	709.12
COL. CORREGIDORA	60	0.22	269.15
PARCELA 36	60	0.12	514.41
PARCELA 44 (3)	60	0.08	795.78
SAN ISIDRO	59	0.14	432.31
COL EL PORVENIR (4)	59	0.10	608.50
MISIÓN DE LORETO (1)	59	0.07	840.27
PARQUE INDUSTRIAL EL ÁLAMO	57	0.16	365.17
RESIDENCIAL SAN MIGUEL 1ERA. Y 2DA. ETAPA	56	0.20	277.30
HÉCTOR CORELLA	56	0.10	565.23
BARRIO ÁLAMO	56	0.05	1,233.84
ANÁHUAC	56	0.03	2,068.23
BLVD. LOPEZ MATEOS (2)	55	0.09	624.34
HUERTAS DEL COLORADO	55	0.21	263.53
HACIENDA DEL SOL	55	0.09	588.53



COLONIA	Número de vehículos	Área (Km ²)	Densidad (vehículos/km ²)
BARRIO PASADINA	54	0.16	340.99
RIVERA	54	0.07	812.44
UNIDAD MONTE ALBÁN	54	0.06	883.97
BLVD. LOPEZ MATEOS (1)	54	0.04	1,376.56
EL CIPRÉS	54	0.20	275.42
VEREDAS DEL SOL RESIDENCIAL	54	0.04	1,314.87
MONARCAS RESIDENCIAL 1ERA Y 2DA. ETAPA (2)	53	0.19	279.99
FRACC. MISIÓN SAN DIEGO DE ALCALÁ	52	0.15	348.37
OSCAR GARZÓN	52	0.20	253.88
UNIDAD MILITAR	52	0.32	160.47
BORDO WISTERIA (2)	52	0.15	337.69
HACIENDA DEL REAL	52	0.07	707.21
LEANDRO VALLE	52	0.20	262.11
REAL DEL SOL	50	0.05	1,071.26
LUCIO BLANCO	49	0.24	204.35
VILLAS RESIDENCIAL COLORADO	49	0.09	523.86
FRACC. LA RIOJA SECCIÓN CASTILLA	49	0.18	273.85
EGUIA	48	0.05	1,020.28
BELLA VISTA (1)	48	0.06	839.65
VERSALLES RESIDENCIAL	48	0.05	1,027.86
SAN LUIS	48	0.14	349.87
AMP. JUSTO SIERRA	48	0.04	1,186.63
FRACC. MISIÓN DE SAN VIZCAÍNO	48	0.07	680.18
FRACC. VIVIENDA MAGISTERIAL	48	0.07	647.25
FRACC.RES. MADRID 1 ERA Y 2 DA SECCIÓN (1)	46	0.08	587.75
LOS MILAGROS	45	0.25	182.56
DESARROLLO COMERCIAL NUEVO MEX	45	0.11	399.23
HUERTAS DE LA PROGRESO	44	1.62	27.16
EL PORVENIR	43	0.11	384.94
FRACC. REAL VIRREYES	43	0.05	878.74
FRACC. PALMAR SANTA ANITA	43	0.11	384.79
MORELOS	41	0.18	231.85
FRACC. CERRADA ABEDUL	41	0.05	830.87
COL. MEZQUITAL	41	0.29	140.40
UNIDAD PATRIA	40	0.03	1,231.76
EL VIDRIO	40	0.09	438.98
SAN FERNANDO	40	0.04	925.52
ESTATUTO JURÍDICO (4)	40	0.05	748.43

COLONIA	Número de vehículos	Área (Km ²)	Densidad (vehículos/km ²)
ANASTASIO SIMENTAL	39	0.08	489.76
IRRIGACIÓN	39	0.03	1,532.27
SKY WORKS (1)	39	0.07	566.52
COL. CACHANILLA	38	0.18	213.93
LAS DELICIAS	38	0.06	652.25
RIVERA MAYA RESIDENCIAL	38	0.10	369.77
LAGUNA CAMPESTRE	38	0.76	50.12
LOS OLIVOS	37	0.24	152.73
UNIÓN LÁZARO CÁRDENAS	37	0.12	318.03
Área Sin Colonia 27	36	0.03	1,426.31
FRONTERIZA	36	0.21	172.05
RESID. LA JOYA	36	0.02	1,497.37
JOAQUIN MURRIETA	36	0.10	360.38
MISIÓN VIRREYES	35	0.07	515.57
SAN JERÓNIMO	35	0.08	445.73
Área Sin Colonia 16	34	0.06	563.79
FRACC. RESIDENCIAL MARSELLA	34	0.02	1,700.09
HABITACIONAL SANTA FE	34	0.03	1,029.51
PARQUE IND. PIMSA III	34	0.46	74.39
AMP. FRAC. BUGAMBILIAS	34	0.03	1,022.99
EL SAHUARO	34	0.14	242.76
LOS VIÑEDOS	33	0.16	212.01
FRACC. EL PARAÍSO	33	0.44	74.37
DES. URBANO EJIDO ORIZABA (6)	33	0.03	1,095.46
EX-EJIDO ZACATECAS (1)	33	0.12	271.42
FRACC. MISIÓN DE SAN ADRIÁN	33	0.08	410.42
VISTA DEL VALLE	33	0.48	69.26
LA LUNA	32	0.22	144.81
COL. MARIANO ABASOLO	32	0.24	135.98
LA TOSCANA RESIDENCIAL	32	0.17	187.14
CAMINO VIEJO (1)	32	0.05	695.54
FRACC. PASEO DE LAS FLORES	32	0.06	554.54
IGNACIO ALLENDE	31	0.10	301.35
Área Sin Colonia 07	30	0.31	95.89
SANTA LUCIA	30	0.08	362.71
FRACC. XOCHICALLI Y AMP. XOCHICALLI (2)	30	0.13	227.64
PARQUE IND. CUCAPAH	30	0.12	243.38
EL VIGÍA	30	0.26	116.84



COLONIA	Número de vehículos	Área (Km ²)	Densidad (vehículos/km ²)
ZONA INDUSTRIAL (3)	29	0.01	2,004.66
FRACC. VILLAS CALIFORNIA	29	0.03	870.28
FELIPE ÁNGELES	29	0.06	454.74
FRACC. CORAL MAYA	29	0.06	472.71
DES. HAB. PRIVADA CAMPESTRE	29	0.40	73.07
SAN JOSE	28	0.17	162.75
FLORES MAGÓN NORTE	28	0.23	121.54
CERRADA DEL ROBLE	28	0.03	1,041.79
FRACC. SOL DE PUEBLA	28	0.20	143.14
PRIVADA MISIÓN SAN MIGUEL Y 2da. ETAPA	27	0.02	1,377.88
AGUALEGUAS	27	0.11	250.12
ELISAURA	27	0.03	1,023.55
DES. CENTINELA Y AMP. DES. CENTINELA	26	0.29	88.81
FRACC. MISIÓN DE SAN FRANCISCO	26	0.11	246.15
FRACC. POP. BUGAMBILIAS JARDINES	26	0.21	124.87
DES. URB. SAN CARLOS	25	0.20	128.13
FRACC. MISIÓN DE SAN ANTONIO	25	0.07	372.03
DEL PERIODISTA	25	0.02	1,455.99
COL. VILLAS DEL VALLE	25	0.06	411.16
TERRAZAS DEL SOL	25	0.07	362.22
VILLA FLOR	25	0.02	1,069.59
PARQUE INDUSTRIAL VISIÓN	25	0.31	80.18
AMPLIACIÓN REFUGIO	24	0.17	142.53
DES. URBANO EJIDO ORIZABA (3)	24	0.09	274.21
RESID. MEDITERRÁNEO	24	0.05	477.65
RESID. DE ANZA	24	0.02	1,248.96
LA BODEGA FRACC. ISSSTE	24	0.04	580.40
LOS ÁLAMOS	24	0.02	1,107.90
HACIENDA DE LAS TORRES	24	0.17	140.80
MISIÓN DE PUEBLA (1)	24	0.18	137.11
FRACC. RES. CERRADA DEL PARQUE	23	0.02	1,425.30
FRACC. LOMAS DE ABASOLO	23	0.27	86.07
GRUPO RIO COLORADO	23	0.20	113.37
FCO. I. MADERO PARCELA 74 (IEB	23	0.07	348.74
DES. HABITACIONAL LAS MARGARITAS	23	0.21	110.71
TERRAZAS DEL VALLE	22	0.05	456.39
SEIS DE ENERO	22	0.10	229.10
Área Sin Colonia 06	21	0.01	1,475.45

COLONIA	Número de vehículos	Área (Km ²)	Densidad (vehículos/km ²)
BAHÍAS DEL COLOSO	21	0.36	59.12
RESID. VILLAS CACHANILLA	21	0.03	641.41
REACOMODO SAN FERNANDO	21	0.22	96.97
FRACC.RES. MADRID 1 ERA Y 2 DA SECCIÓN (2)	21	0.03	690.64
FRACC. HACIENDA BILBAO	21	0.05	402.04
ESTRELLA	20	0.17	116.69
SAN CLEMENTE	20	0.17	118.09
MEXICALI TIANGUIS	20	0.02	1,112.23
PARQUE IND. EX-XXI	20	0.40	49.90
DELEG. COMPUERTAS	20	0.03	629.62
FRONTERA	20	0.02	828.12
MEXICALI DEL SOL DES. URBANO	20	0.01	1,611.34
STONE CONTAINER	20	0.07	269.85
EL SAUZAL	19	0.02	877.07
FRACC. PUNTA ESTRELLA	19	0.02	1,173.06
ZONA INDUSTRIAL (1)	18	0.01	2,405.47
DES. URBANO EJIDO ORIZABA (4)	17	0.10	172.77
FRACC. LAS GARZAS	17	0.03	624.78
HACIENDA DE LOURDES	17	0.02	944.57
FRACC. LAS MISIONES	17	0.02	804.00
FRACC. ESTEBAN CANTÚ (1)	17	0.08	223.54
HACIENDA LOS PORTALES QUINTA E	17	0.23	74.78
PARQUE INDUST. EL DORADO	17	0.36	47.02
EL OASIS	17	0.25	66.87
QUINTA ALCÁZAR DE TOLEDO	17	0.20	84.77
Z. I. KENWORTH	17	0.50	33.87
Área Sin Colonia 12	16	0.13	125.91
JABONERA	16	0.03	554.85
FRACC. LOS REYES	16	0.04	443.75
FRACC. IMSS SIGLO XXI	16	0.02	783.27
PLAZA MARIACHI	16	0.03	477.37
PARQUE IND. CACHANILLA	16	0.19	82.91
ESTATUTO JURÍDICO (1)	16	0.01	1,409.70
EL REFUGIO	15	0.10	155.13
COL. SAN PABLO	15	0.21	72.76
EL COLOSO	15	0.35	43.44
DES. URBANO EJIDO ORIZABA (2)	15	0.05	275.75
HACIENDA LA ENCANTADA	15	0.07	219.85



COLONIA	Número de vehículos	Área (Km ²)	Densidad (vehículos/km ²)
FCO. I. MADERO	15	0.09	169.23
FRACC. SAN ESTEBAN	15	0.02	748.97
FRACC. PARAJES DE PUEBLA	15	0.84	17.79
Área Sin Colonia 43	14	0.04	336.97
Área Sin Colonia 44	14	0.09	153.42
FRACC. COMERCIAL CACHANILLA	14	0.04	392.24
VALLE DELICIAS	14	0.04	321.46
DES. URBANO VILLA ESPERANZA 20	14	0.06	227.40
CAMINO DEL SUR	14	0.15	91.75
FRACC. SOL DE REYES	14	0.02	641.03
FRACCIONAMIENTO VILLAS DEL PARAÍSO	14	0.21	66.41
SAN JACINTO	13	0.07	176.51
DES. URBANO EJIDO ORIZABA (5)	13	0.04	330.07
VILLA DEL ROSARIO	13	0.01	1,096.88
Área Sin Colonia 03	12	0.02	600.00
Área Sin Colonia 18	12	0.02	507.66
Área Sin Colonia 38	12	0.08	146.10
POBLADO ZARAGOZA	12	0.40	29.67
PARQUE INDUSTRIAL COLORADO	12	0.74	16.21
DES. URB. PARQUE INDUST. PALACO (2)	12	0.02	514.12
FRACC. RESID. CASA BLANCA	12	0.03	431.79
HACIENDA ANDALUCÍA	12	0.03	466.64
LA CONDESA	12	0.44	27.20
Área Sin Colonia 02	11	0.03	421.56
Área Sin Colonia 05	11	0.01	935.90
Área Sin Colonia 15	11	0.05	231.10
BARRIO ÁLAMO	11	0.01	1,293.41
FRACC. SANTA VERONICA	11	0.02	586.28
FRACC. PADRE KINO	11	0.01	1,103.67
PEDRO MORENO	11	0.16	66.73
Área Sin Colonia 20	10	0.07	141.05
VALLE DE LOS ÁNGELES	10	0.08	123.04
PARQUE IND. NELSON	10	0.29	34.34
LADRILLEROS SANTA ISABEL	10	0.03	307.94
ESTATUTO JURÍDICO (5)	10	0.02	463.29
FRACC. HACIENDAS ORIZABA	9	0.20	44.12
COL. SATURNO	9	0.19	47.99
FRACC. EL COLONIAL	9	0.19	47.10

COLONIA	Número de vehículos	Área (Km ²)	Densidad (vehículos/km ²)
PRIVADA COAHUILA	9	0.01	887.51
Área Sin Colonia 45	8	0.01	572.09
COL. GABRIELA MISTRAL	8	0.18	43.61
SANTA LORENA	8	0.09	85.26
FRACC. HACIENDAS DE ZEMPOALA	8	0.21	38.01
PLAZA CACHANILLA	8	0.15	51.63
COL. NUEVO IDEAL	8	0.02	376.51
PRIV. MISIÓN SAN MIGUEL 3ERA.	8	0.02	339.57
EX-EJIDO ZACATECAS (3)	8	0.01	776.26
PARCELA 44 (2)	8	0.01	740.36
FRACC. PRIVADA DEL MAPLE.	8	0.01	799.15
COL. PARRA	8	0.02	354.49
FRACC. JARDINES DE LA ARBOLEDA	8	0.01	703.38
Área Sin Colonia 28	7	0.06	107.78
FRACC. FRANCISCO ZARCO	7	0.02	364.58
RESIDENCIAL SAN FRANCISCO	7	0.03	200.20
FRACC. RESIDENCIAL SOL	7	0.01	732.28
DES. URB. CAMINO DE LOS REYES	7	0.30	23.25
COL. AMPLIACIÓN EJIDO PUEBLA	7	0.11	62.17
Área Sin Colonia 11	6	0.02	357.90
Área Sin Colonia 26	6	0.03	179.80
Área Sin Colonia 41	6	0.02	295.70
Área Sin Colonia 47	6	0.01	575.15
EL SAUCE	6	0.13	45.39
MISIÓN VIEJO	6	0.14	42.69
DES. URBANO EJIDO ORIZABA (1)	6	0.20	29.75
PRIVADA ANTIGUA	6	0.01	718.87
FRACC. 5 DE JULIO	6	0.31	19.25
EMILIANO ZAPATA	6	0.06	108.99
SANTA SOFÍA	6	0.01	478.36
LOS PRADOS RESIDENCIAL	6	0.01	589.35
COL. LAS LAGUNAS	6	0.06	97.34
RESIDENCIAL QUINTA DEL CENTRO	6	0.05	133.11
HACIENDA PASEO DE SANTIAGO	6	0.05	110.41
P.I. PROGRESO Y AMP.	6	0.25	24.13
FRACC. SINDICALISTA	5	0.23	22.12
COL. LAS PALMERAS	5	0.21	23.89
RES. LA ESCONDIDA	5	0.01	808.21



COLONIA	Número de vehículos	Área (Km ²)	Densidad (vehículos/km ²)
PRIVADA RUSTICA	5	0.01	451.62
COL. DIEGO BUSTAMANTE	5	0.04	123.11
COL. RIO HARDY	5	0.19	26.24
DES. URB. PARQUE INDUST. PALACO (1)	5	0.07	72.32
FRACC. RESIDENCIAL DEL RIO	5	0.02	327.15
CONDOMINIO TECNO PARQUE	5	0.04	141.11
Z.I. MITSUBISHI	5	0.30	16.86
Área Sin Colonia 19	4	0.03	125.47
PALMAR DE ORIZABA	4	0.20	19.73
DES. URBANO ORIZABA SUR (1)	4	0.41	9.72
COL EL PORVENIR (1)	4	0.03	133.19
PRIVADA JUÁREZ	4	0.00	1,231.42
VISTA DEL LLANO	4	0.01	420.35
IBIZA RESIDENCIAL	4	0.02	192.59
P I M S A II	4	0.21	18.73
LA VENTANA RESIDENCIAL (1)	4	0.08	48.90
LA BODEGA BUGAMBILIAS IN	4	0.01	344.69
ESTATUTO JURÍDICO (2)	4	0.01	462.49
SAN MARTIN CABALLERO	4	0.01	278.84
Área Sin Colonia 08	3	0.01	401.33
Área Sin Colonia 21	3	0.00	1,441.83
ELIGIO ESQUIVEL	3	0.38	7.94
COL EL PORVENIR (2)	3	0.01	210.08
DES URB. PRIVADA TERRACOTA	3	0.02	139.54
BORDO WISTERIA (1)	3	0.01	237.81
GRANJAS ARCOÍRIS	3	0.21	14.15
FRACC. HACIENDA DE MÁLAGA	3	0.01	599.92
FRACC MISIÓN DE SAN CARLOS	3	0.02	130.58
COL. LOS GIRASOLES	3	0.02	122.75
ARMANDO GUTIÉRREZ	3	0.02	139.94
COL. SAN FERNANDO REGULARIZACIÓN	3	0.08	38.63
CAMINO VIEJO (2)	3	0.00	1,684.11
Área Sin Colonia 25	2	0.07	29.73
Área Sin Colonia 40	2	0.23	8.87
Área Sin Colonia 55	2	0.14	14.21
MÁRTIRES DE LA DEMOCRACIA	2	0.14	14.11
TORREMOLINOS	2	0.21	9.50
PAPAGO (2)	2	0.00	818.60

COLONIA	Número de vehículos	Área (Km ²)	Densidad (vehículos/km ²)
FRACC. PUESTA DEL SOL	2	0.01	202.05
COL EL PORVENIR (5)	2	0.03	79.99
PRIV. ELISAURA	2	0.03	65.02
CENTRAL DE ABASTOS DE MEXICALI	2	0.16	12.63
COL. SANTA FE	2	0.13	15.90
COL. SOL DEL AMANECER	2	0.20	9.77
Área Sin Colonia 04	1	0.02	44.15
Área Sin Colonia 17	1	0.05	19.31
Área Sin Colonia 24	1	0.03	29.64
Área Sin Colonia 30	1	0.01	104.07
Área Sin Colonia 33	1	0.00	509.93
Área Sin Colonia 36	1	0.02	66.14
Área Sin Colonia 37	1	0.00	1,062.75
Área Sin Colonia 39	1	0.01	79.32
Área Sin Colonia 50	1	0.16	6.09
Área Sin Colonia 53	1	0.00	321.02
Área Sin Colonia 54	1	0.21	4.73
FRACCIONAMIENTO LAS REINAS	1	0.10	10.40
LAS MAGDALENA	1	0.09	10.76
SAN AGUSTÍN DE LAS PALMAS	1	0.05	19.51
PARQUE IND. CALAFIA	1	0.10	10.34
GRANJAS SEÑORIALES	1	0.30	3.30
RESIDENCIAL LOS ÁNGELES	1	0.01	91.09
FRACC. CENTENARIO AZTECA	1	0.11	9.48
LADRILLEROS CAMPESTRE (IEBC)	1	0.20	4.90
COL. JARDINES DE ORIZABA	1	0.20	5.02
LADRILLEROS ISLAS AGRARIAS	1	0.29	3.48
PARQUE INDUSTRIAL EL DESIERTO	1	0.48	2.07
ESTATUTO JURÍDICO (3)	1	0.00	290.27
FRACC. VILLAS DE CORTEZ	1	0.08	12.39
COL. LOS FAISANES	1	0.10	10.33
DESARROLLO URBANO GÉNESIS (4)	1	0.52	1.92
PARQUE IND. VALLE DE CALAFIA	1	0.27	3.73
COL. SALO DEL VALLE	1	0.22	4.52
RES. SAN ANDRÉS	1	0.01	117.26
LA MOLINERA	1	0.07	14.33
TOTAL	81,200	262.33 km²	

Fuente: Elaborado por Servicios Profesionales Científicos y Técnicos (marzo, 2014)



Comportamiento espacial de densidad por colonias

La siguiente figura representa la tendencia espacial que tiene la cantidad de vehículos por km^2 y por colonia en la Ciudad de Mexicali. Se aprecian concentraciones fuertes en la parte norte de la ciudad y ésta baja drásticamente hacia el sur. Otro comportamiento, es en el sentido oriente poniente. Aquí la concentración vehicular tiene sus puntos máximos en el centro de la ciudad y disminuye en ambos sentidos al oriente y el poniente con la misma intensidad. Es factible que éste sea el mismo comportamiento de las emisiones de gases emanadas de esta carga vehicular. Este comportamiento espacial de la carga vehicular pudiera tener una correlación espacial con los problemas de contaminación en el aire y sus impactos en la salud.

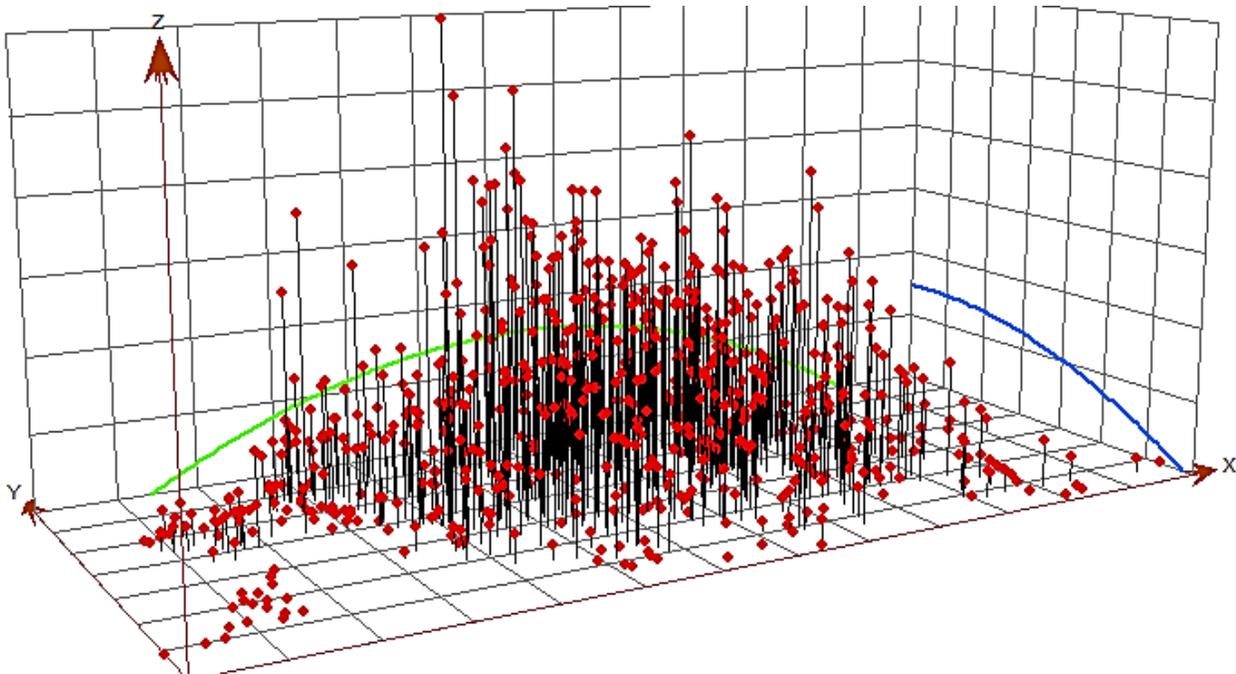


Figura 16. Tendencia espacial de la distribución de la carga vehicular de Mexicali, B. C.

Total de vehículos sobre vialidades pavimentadas y no pavimentadas

En primer término, para poder estimar el total de vehículos sobre vialidades no pavimentadas, se hizo una separación de este tipo de calles del total. Se creó una zona *buffer* alrededor de esas calles de 15 m. Con el módulo de geo procesamiento se realizó un *intersect* entre el *buffer* de calles no pavimentadas y el total de la carga vehicular de Mexicali.

Como resultado, se encontró que 8,874 vehículos del total, se ubicaban en las calles no pavimentadas, representando el 10.9 % de la carga vehicular total de Mexicali, B. C.

Utilizando la misma estrategia anterior, se seleccionaron los vehículos que intersectan a las vialidades que cuentan con pavimento, resultando un total de 72,264 carros sobre pavimento. Esto es, el 89.1 % del total de vehículos detectados. La diferencia con el total de vehículos

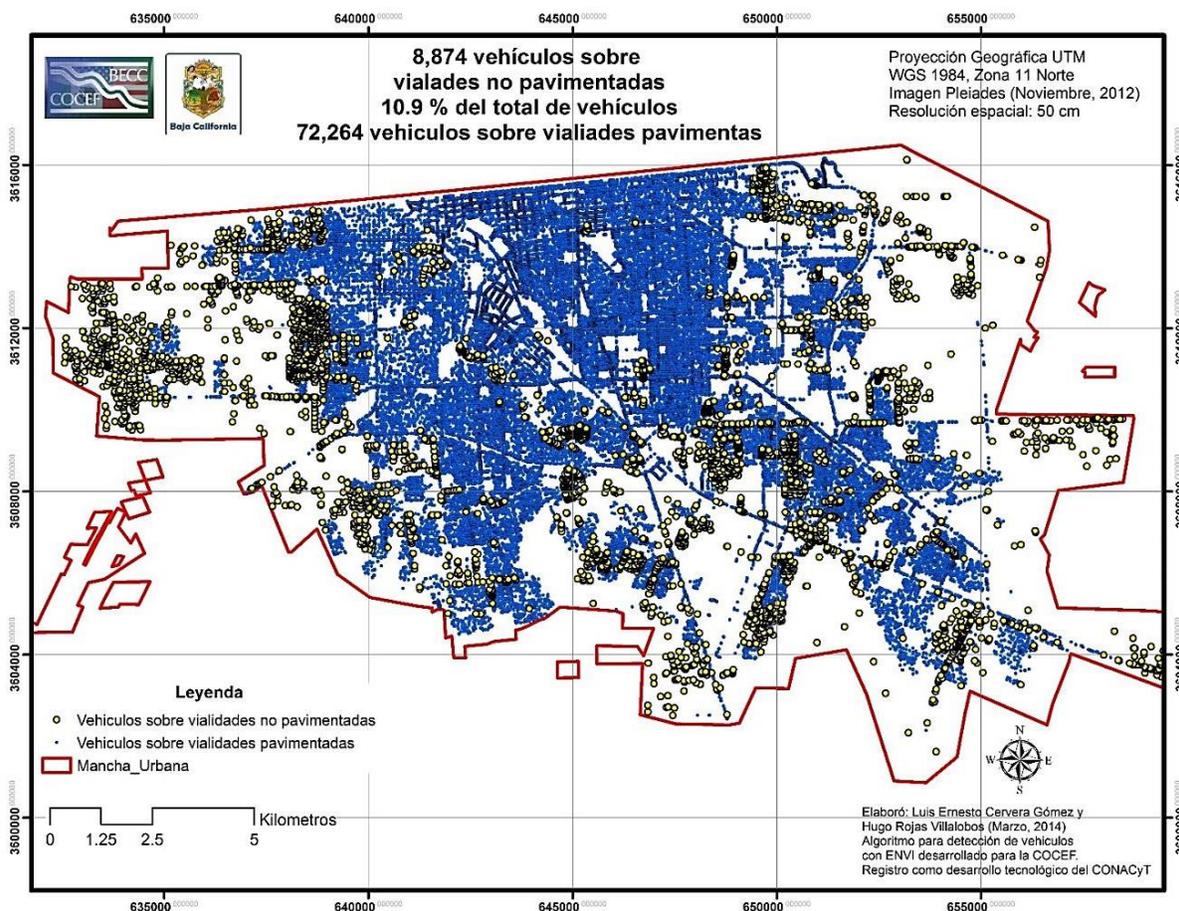


Figura 17. Total de vehículos sobre vialidades no pavimentadas en Mexicali, B. C.

(81,200), es una cantidad mínima de 62 y están fuera de la referencia del *buffer* utilizada.

Densidad vehicular estimada por la suma de puntos en radios de acción de 500 m (Kernel Density).

Para calcular un mapa que refleje la concentración espacial o patrones espaciales de carga vehicular, se recurre a técnicas de análisis espacial y una de ellas es conocida como el cálculo de densidad. Estos indicadores espaciales sólo se calculan con información presentada o relacionadas a puntos. Es por ello que se calcularon los *cancroides* geométricos de todas las colonias. De aquí se deriva un mapa de colonias por puntos y en la tabla de atributos se cuenta con el cálculo de conteo de vehículos por colonia.

Se procede y el resultado se muestra en la siguiente figura.

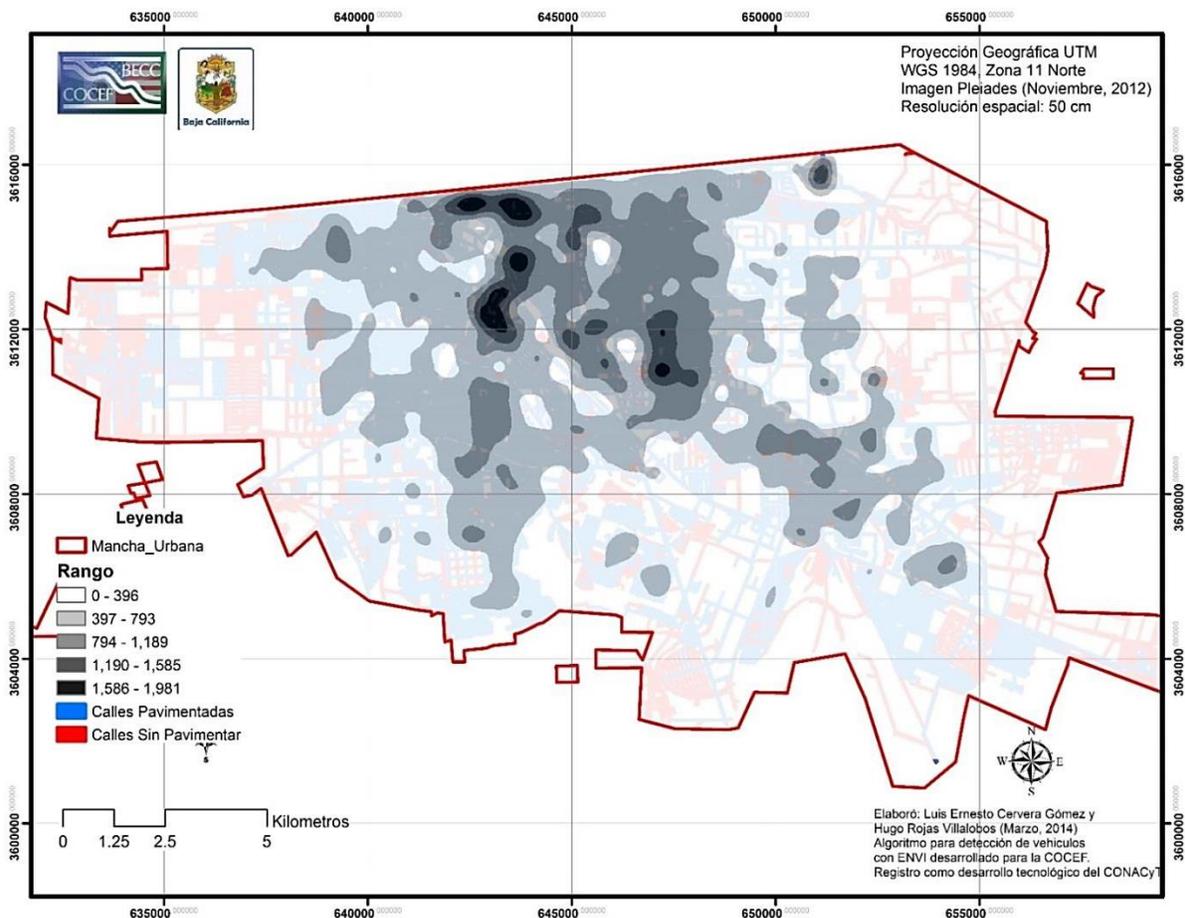


Figura 18. Densidad de vehículos por colonia en Mexicali, B. C.

En orden de conocer la relación de estos patrones espaciales con las vialidades principales se produjo la siguiente figura. Estos mapas, más allá de mostrar la concentración de la carga vehicular, son útiles para correlacionar la carga espacialmente con los siguientes componentes del proyecto: caracterización de la carga vehicular, así como los impactos en la salud.

Se propone en el siguiente componente calcular la población expuesta a estas concentraciones de vehículos, esto será posible cruzando la población existente en cada una de las manzanas bajo la zona de influencia de los diferentes rangos de densidad de carga vehicular.

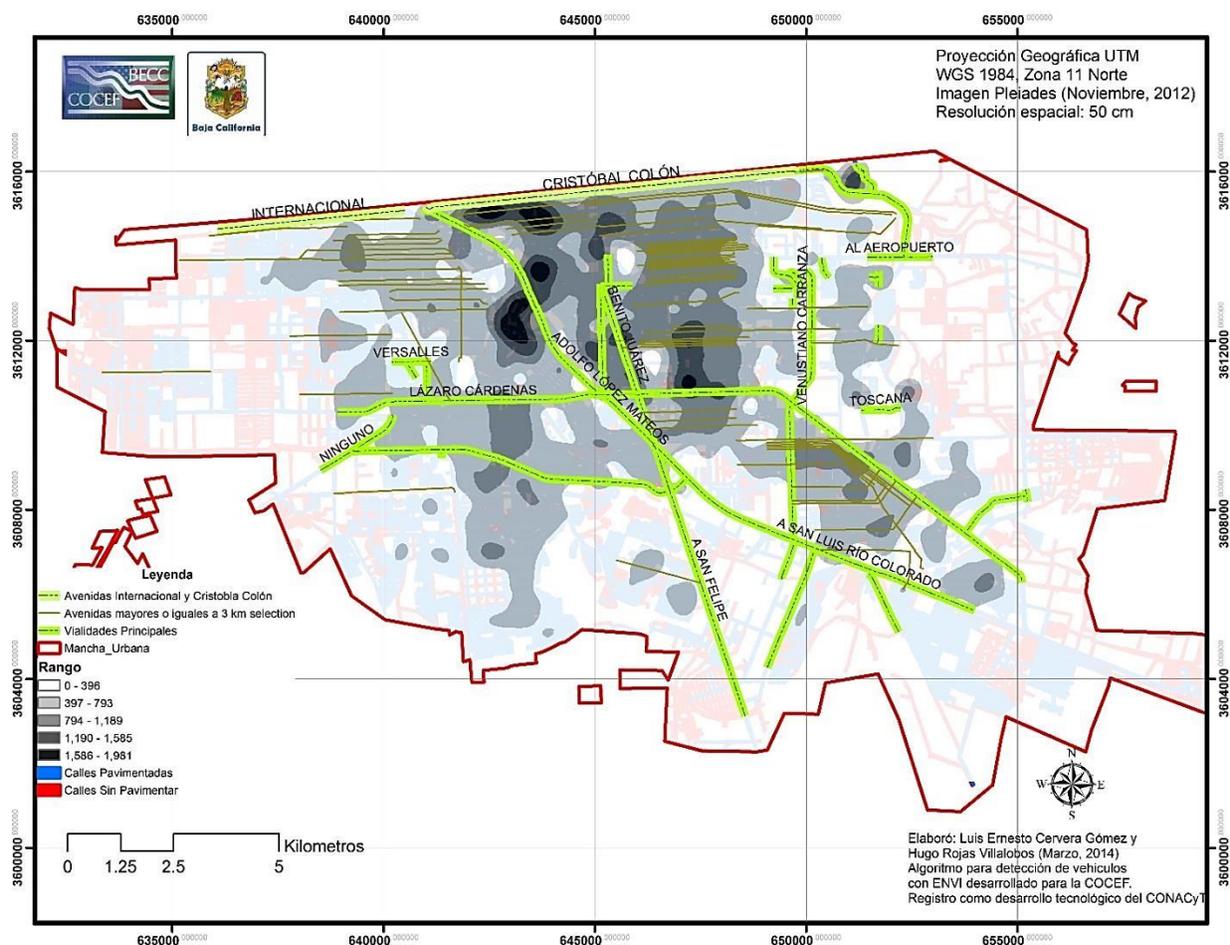


Figura 19. Densidad de carga vehicular vs avenidas principales.

Conclusiones del Componente II

El método propuesto permitió la separación de los objetos relacionados a vehículos de la imagen satelital. La hora de la toma causó algunas dificultades menores en la clasificación, sin embargo se pudo realizar satisfactoriamente.

Se detectó un total de 81,200 vehículos sobre el espacio urbano de Mexicali, mismos que sólo corresponden a los existentes en esa hora. La hora también puede influir en la distribución espacial de la carga vehicular.

La ciudad de Mexicali cuenta con un alto porcentaje de pavimentación (78 %) y solo un 22 % de sus vialidades no están pavimentadas. Esto se refleja en la distribución espacial de su carga vehicular, donde un total de 8,874 vehículos que representan el 10.1 por ciento del total estimado circula sobre vialidades sin pavimentación, esto es en calles de terracería. Esto los convierte en el principal mecanismo de emisión de polvo a la atmósfera inmediata de la ciudad. Se destaca que esto sucede principalmente en las zonas oriente y poniente de las periferias de la mancha urbana.

Un total de 72,264 vehículos fueron contados sobre vialidades o zonas pavimentadas. Esta cifra representa el 89.1 por ciento de los vehículos existentes en la fecha y hora de la toma de la imagen satelital.

Existe una tendencia espacial bien definida en la distribución de la carga vehicular sobre el espacio urbano de Mexicali. Fuertes concentraciones en la parte centro y norte de la ciudad y estas van disminuyendo a medida que se va hacia el oriente o el poniente de la misma. Gran concentración de carga vehicular sobre el norte de la mancha urbana.

La cartografía digital generada en este componente servirá para analizar las correlaciones espaciales entre la distribución y caracterización de la carga vehicular con la parte final de este proyecto que tiene que ver con la distribución de la calidad del aire y los impactos en la salud de la población.

Componente 3. Caracterización Vehicular

Componente III. Caracterización Vehicular.

Introducción

Tal y como se vio en el capítulo anterior, se estimó una carga vehicular equivalente a un total de 81, 200 vehículos⁵. El siguiente paso en este trabajo de investigación es obtener las principales características de dichos vehículos. Con esto, se podrá contar tanto con datos cuantitativos como cualitativos, que servirán para construir información útil para la realización de estudios de emisiones de gases, contaminación e impactos negativos en la salud de los habitantes de la ciudad de Mexicali, B. C.

La carga vehicular de una ciudad y su respectivo consumo directo de combustibles fósiles, como son la gasolina y el diésel, constituyen dos de las principales fuentes antropogénicas de emisiones de contaminantes a la atmósfera. De acuerdo con el INE (2006) el transporte y los vehículos contribuyen a la emisión de óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles, además de que participan de manera importante en la emisión de partículas suspendidas (PM) y monóxido de carbono.

Más allá de analizar las emisiones de la carga vehicular, también existen otros factores considerados como determinantes para la generación de contaminantes: la edad, la tecnología para el control de contaminantes, el uso y el mantenimiento del vehículo, etc., de acuerdo al INE (2006), y que por lo tanto, se consideró importante analizarlos en este trabajo de investigación.

En este sentido, se reconoce que para caracterizar las emisiones de los vehículos en circulación, así como evaluar la influencia de los factores anteriormente mencionados se pueden utilizar diversas metodologías. En este estudio se optó por la aplicación de una encuesta que logrará integrar las preguntas necesarias para caracterizar y tener una muestra representativa de la flota vehicular de la ciudad de Mexicali, B. C.

Para tal propósito, fueron seleccionadas 20 estaciones de gasolina, consideradas como puntos de gran afluencia vehicular. Cabe señalar que las estaciones fueron seleccionadas espacialmente de forma aleatoria, con la finalidad de asegurar resultados representativos estadísticamente, del espacio urbano de la ciudad.

⁵ De acuerdo al INE (2011), la carga vehicular de la ciudad de Mexicali asciende a 318, 428 vehículos automotores aproximadamente, con un índice de motorización de 390 vehículos por cada 1,000 habitantes.

Encuesta vehicular

El propósito fundamental de la encuesta es caracterizar la composición de la carga vehicular que circula en la ciudad de Mexicali sobre sus avenidas, ya sea pavimentadas o sin pavimentar: año, modelo y tipo de vehículo; si tiene o no convertidor catalítico o si cumple con una revisión ecológica, entre otras variables incorporadas en estudios de emisiones y de contaminación.

Para caracterizar la carga vehicular existente en la ciudad de Mexicali, tanto por tipo de automóvil como su ubicación espacial, se diseñó la encuesta con un total de trece preguntas y/o variables, misma que fue aplicada a un total de 950 conductores y choferes de vehículos distribuidos espacialmente, en un total de 20 expendios de gasolina. El tamaño de la muestra se diseñó considerando una población de 320,000 vehículos existentes en la ciudad de Mexicali, dato muy cercano a la cantidad estimada por el INE en 2011. Se estimó un intervalo de confianza del 3.5 % y un 95 % del nivel de confianza. El resultado arrojó la cantidad de 907, aunque en términos prácticos se pudieron aplicar un total de 900 cuestionarios.

Para la aplicación de los cuestionarios se utilizaron:

- 1 coordinador general de la encuesta,
- 10 Encuestadores,
- 1 Supervisor y
- 1 Capturista

Variables que contempló la encuesta:

1. Marca del vehículo.
2. Modelo.
3. Kilómetros registrados en el odómetro.
4. Origen del vehículo.
5. Promedio de uso en km/día.
6. Uso en horas por día.
7. Colonia de residencia del chofer.
8. Promedio semanal en kilómetros.
9. Tipo de combustible.
10. Número de cilindros del motor.

11. Pruebas de emisión de gases de combustión (verificación ecológica).
12. Convertidor catalítico.
13. Gasto promedio semanal de gasolina.

Por otra parte, de acuerdo a la cartografía del Instituto Municipal de Investigación y Planeación (IMIP) de la ciudad de Mexicali, B. C., existe un total de 169 estaciones de gasolina (véase la siguiente figura).

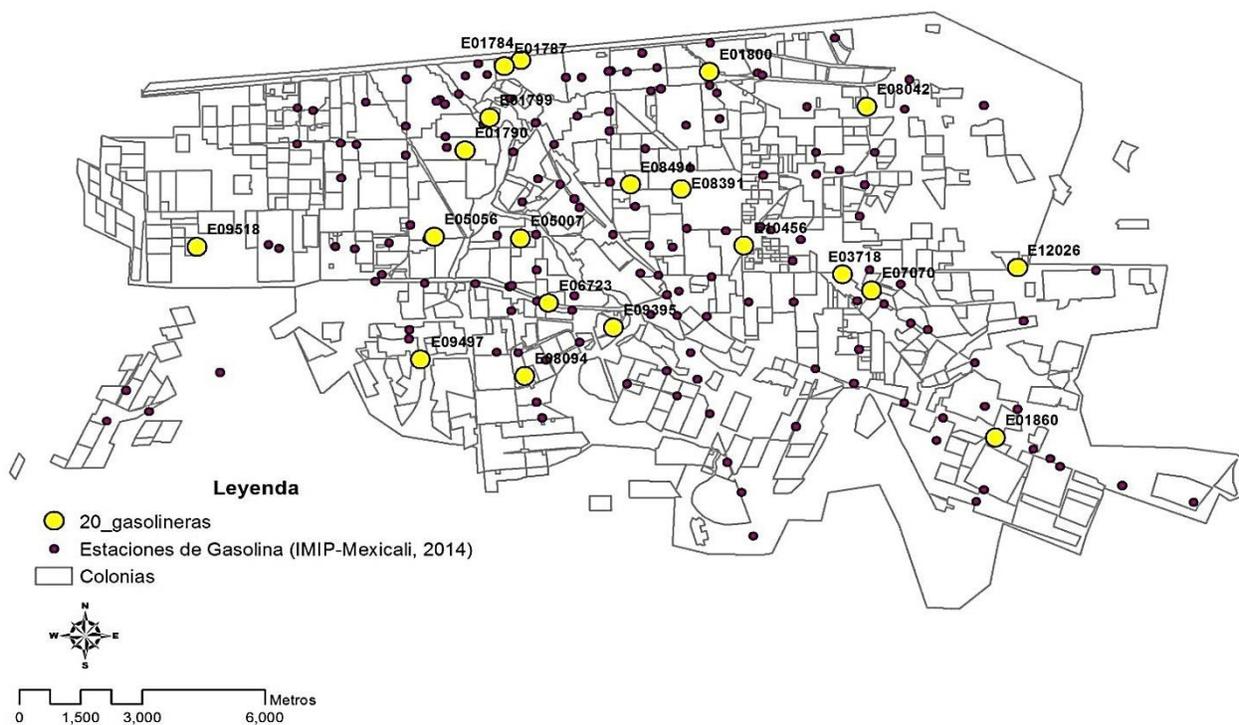


Figura 20. Distribución de 20 estaciones de gasolina en Mexicali, B. C. Selección espacial de la muestra.
Fuente: elaborado por Luís E. Cervera Gómez, con cartografía vectorial del INEGI (2010) y mapa de estaciones de gasolina (IMIP, 2014).

Para poder determinar cuántas estaciones debían escogerse con el fin de ser considerada como una muestra espacialmente representativa, se seleccionó un método o técnica geo-estadística de la plataforma GIS que se denomina *Create subset*.

Este método selecciona al azar dentro de todo el espacio urbano donde están distribuidas las gasolineras, por lo que requiere de entrada una carta vectorial de puntos que representen a las estaciones de gasolina.

Tanto el tamaño de la encuesta como el total de sitios seleccionados son estadísticamente representativos de la cantidad total de la carga vehicular como de su distribución en el espacio urbano de la ciudad.

Cabe señalar que una de las variables aplicadas que permite *espacializar* (ubicar en el espacio geográfico de la ciudad) los resultados de la encuesta, es la definición de la colonia o fraccionamiento de residencia del conductor o chofer de los vehículos.

Otra consideración importante es que, en orden de aumentar la calidad del muestreo, el 50 % de los cuestionarios se aplicó en horario matutino y el otro 50% restante en horario vespertino. A continuación se presenta una lista con la identificación de las estaciones en donde se aplicó la encuesta, con su clave y dirección.

Tabla 6. Identificación y ubicación de las estaciones de gasolina en donde se aplicó la encuesta.

Object id	No. de estación	Ubicación	Colonia
1	E05056	Blvd. Lázaro Cárdenas # 1399	Fracc. Villa Fontana
2	E06723	Av. Vigo # 1200	Televisora
3	E09395	Calzada Manuel Gómez Morín # 1799	Fracc. Xochicalli
4	E09497	Calzada Manuel Gómez Morín s/n	Hacienda los Portales
5	E03718	Calzada Lázaro Cárdenas # 2600	Fracc. Nuevo Mexicali
6	E01784	Av. Francisco I. Madero # 1100	2ª Sección de la Cd.
7	E01787	Reforma y calle "A" s/n	Centro
8	E01799	Av. San Carlos # 696	Bella Vista
9	E05007	Calzada Lázaro Cárdenas # 882	Fracc. Las Flores
10	E08042	Calzada Aeropuerto # 3999	Rivera
11	E08391	Río Mocerito esq. I. López Rayón # 1701	Independencia
12	E09518	Blvd. Lázaro cárdenas # 599	Los Viñedos
13	E10456	Calzada Manuel Gómez Morín # 2198	Granjas Agrícolas
14	E01790	Av. Sonora y calle Villahermosa s/n	Nueva Esperanza
15	E01800	Calzada Américas # 1194 y Juan Caballero	San Gabriel
16	E07070	Calzada Lázaro cárdenas # 3001	Desarrollo Nuevo Mexicali
17	E01860	Carretera Mexicali a San Luís # 38	Delegación Compuertas

18	E12026	Carretera a Islas Agrarias (anillo)	Granjas Arcoíris
19	E08094	Calzada. Anáhuac # 1400 l-12, m-31	Fracc. Villa Residencial
20	E08491	Calzada Lic. Benito Juárez # 1599	Insurgentes Este

Resultados

Con la aplicación de la encuesta se obtuvieron los siguientes productos:

Cuadro 5. Productos obtenidos con la aplicación de la encuesta.

Producto	Descripción
1) Reporte estadístico.	Compilación de estadísticas descriptivas de los resultados de la encuesta.
2) Mapa de resultados por variable.	Se distribuyeron los datos por colonia, seleccionando variables, como pueden ser: modelo, origen del vehículo, kilometraje en el odómetro, convertidor catalítico y gasto promedio semanal de combustible.
3) Base de datos.	Sistematización de los datos en formato <i>Excel</i> .
4) Encuesta Geo-referenciada	Se referenciaron las coordenadas geográficas de las 20 estaciones de gasolina, de tal forma que el archivo vectorial contiene como atributos las 13 variables generadas.

Los resultados indican que el modelo promedio de los vehículos en Mexicali es del año 2000. Lo que infiere una antigüedad promedio vehicular de 14 años, siendo el modelo 1967 el más antiguo y el 2015 el más reciente. Los autos registran un kilometraje promedio de 61,284 km en carros nacionales (comprados en agencias mexicanas) y de 91,566 millas en carros extranjeros (fronterizados, nacionalizados o no regularizados). **Un 91.78% de los automóviles son de origen extranjero, principalmente de los Estados Unidos y solo un 8.22 es de origen nacional.** Destaca el hecho de que el 53.77 % de los vehículos es de 4 cilindros, dato que indica una preferencia por uso de motores de uso económico en gasolina y que a la vez ayuda a menos emisiones comparada con las emanadas por motores de mayor cilindraje. La gran mayoría (73.67%) de los conductores manifestó el uso de gasolina magna.

El hecho de que un gran porcentaje de los autos sean de procedencia extranjera y principalmente de los Estados Unidos explica al alto porcentaje de vehículos que cuenta con catalizador (79.11 %).

En promedio por semana los vehículos recorren 45 kilómetros, recorriendo en promedio 2 horas diarias la ciudad y con un gasto promedio semanal de 595 pesos. A continuación se presentan las respuestas y sus a los 13 reactivos, excepto la pregunta 7 (colonia de procedencia del conductor).

La autocorrelación espacial

Para describir mejor los mapas y planos que se muestran a partir de esta sección y en donde se utiliza la expresión de “correspondencia o correlación espacial”, es pertinente señalar sin ahondar demasiado, que en el Sistema de Información Geográfica, la herramienta de autocorrelación espacial (Índice de Moran global), mide la autocorrelación espacial basada en las ubicaciones y los valores de las entidades simultáneamente. Dado un conjunto de entidades y un atributo asociado, se evalúa si el patrón expresado está agrupado, disperso o es aleatorio. La herramienta calcula el valor del Índice de Moran y una puntuación z y un valor P para evaluar la significancia de ese índice. Los valores P son aproximaciones numéricas del área debajo de la curva de una distribución conocida, limitada por la estadística de prueba⁶.

⁶ (ARG GIS Resource Center):

<http://help.arcgis.com/es/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/na/005p0000000t000000/>



Estadísticos descriptivos de caracterización vehicular

Cuadro 6. Identificación del número de vehículos por su marca.

MARCA	No. de vehículos	%		MARCA	No. de vehículos	%
FORD	186	20.67		AUDI	3	0.33
CHEVROLET	113	12.56		PLYMOUTH	3	0.33
TOYOTA	86	9.56		RENAULT	3	0.33
HONDA	83	9.22		BUICK	2	0.22
NISSAN	83	9.22		CHRYSLER	2	0.22
DODGE	73	8.11		HUMMER	2	0.22
NISSAN	49	5.44		LINCOLN	2	0.22
VOLKSWAGEN	38	4.22		OLDSMOBILE	2	0.22
JEEP	36	4.00		SUZUKI	2	0.22
MITSUBISHI	24	2.67		ACURA	1	0.11
PONTIAC	20	2.22		BUICK	1	0.11
GMC	14	1.56		DODGE	1	0.11
CHRYSLER	12	1.33		GALAD	1	0.11
HYUNDAI	12	1.33		JEEP	1	0.11
MAZDA	12	1.33		LINCOLN	1	0.11
FORD	7	0.78		MERCEDES	1	0.11
ISUZU	6	0.67		MINI	1	0.11
MERCURY	6	0.67		OLDSMOBILE	1	0.11
GEO	4	0.44		SEAT	1	0.11
KIA	4	0.44		VUE	1	0.11



Cuadro 7. Identificación del número de vehículos por su modelo.

MODELO	No. de vehículos	%	MODELO	No. de vehículos	%
2015	1	0.1	1996	38	4.2
2014	10	1.1	1995	35	3.9
2013	20	2.2	1994	36	4.0
2012	15	1.7	1993	18	2.0
2011	12	1.3	1992	14	1.6
2010	22	2.4	1991	11	1.2
2009	15	1.7	1990	8	0.9
2008	37	4.1	1989	12	1.3
2007	39	4.3	1988	4	0.4
2006	55	6.1	1987	1	0.1
2005	40	4.4	1986	6	0.7
2004	43	4.8	1985	2	0.2
2003	41	4.6	1984	5	0.6
2002	53	5.9	1983	2	0.2
2001	52	5.8	1982	3	0.3
2000	82	9.1	1980	1	0.1
1999	63	7.0	1975	1	0.1
1998	64	7.1	1967	1	0.1
1997	38	4.2			
Promedio de modelo de vehículos = año 2000					

Cuadro 8. Promedio de kilometraje recorrido por vehículo, en función de su procedencia.

Nacional	Extranjero
61,284 km	146,506 km

Cuadro 9. Número de vehículos, en función de su origen de fábrica

México	E. U. A.	Canadá	Japón	Otros
74	617	86	104	19
8.22 %	68.56 %	9.55%	11.55%	2.12%

Cuadro 10. Uso y tiempo de circulación de los vehículos.

Estadístico	Uso por día (km)	Tiempo de circulación (horas por día)	Uso por semana (km)
Promedio	45	2	305
Moda		1	0
Desviación estándar		2	780
Valor mínimo		0	0
Valor Máximo		13	

Cuadro 11. Tipo de combustible utilizado por los vehículos.

Magna	Premium	Diésel
627 (73.67%)	222 (26.09 %)	2 (0.23%)

Cuadro 12. Número de cilindros de los motores de los vehículos encuestados.

Número de cilindros			
4	6	8	Otros (3 o más de 8 cilindros)
484 (53.77%)	314 (34.88%)	97 (10.77%)	5 (0.55%)

Cuadro 13. Número de vehículos en los que se lleva a cabo una verificación ecológica.

¿Lleva a cabo una verificación ecológica?	Sí	No	No sabe
	425 (47.22 %)	455 (50.55 %)	20 (2.23 %)
¿Cuántas Veces? (de los 425 casos que sí la hacen)	1	2 a 3	Más de tres
	323 (76.00 %)	92 (21.65 %)	10 (2.35 %)

Cuadro 14. Número de vehículos que cuentan con convertidor catalítico.

¿Cuenta con convertidor catalítico?	Sí	No	No sabe
	712 (79.11 %)	188 (20.89 %)	0 (0 %)

Cuadro 15. Gasto por semana en combustible.

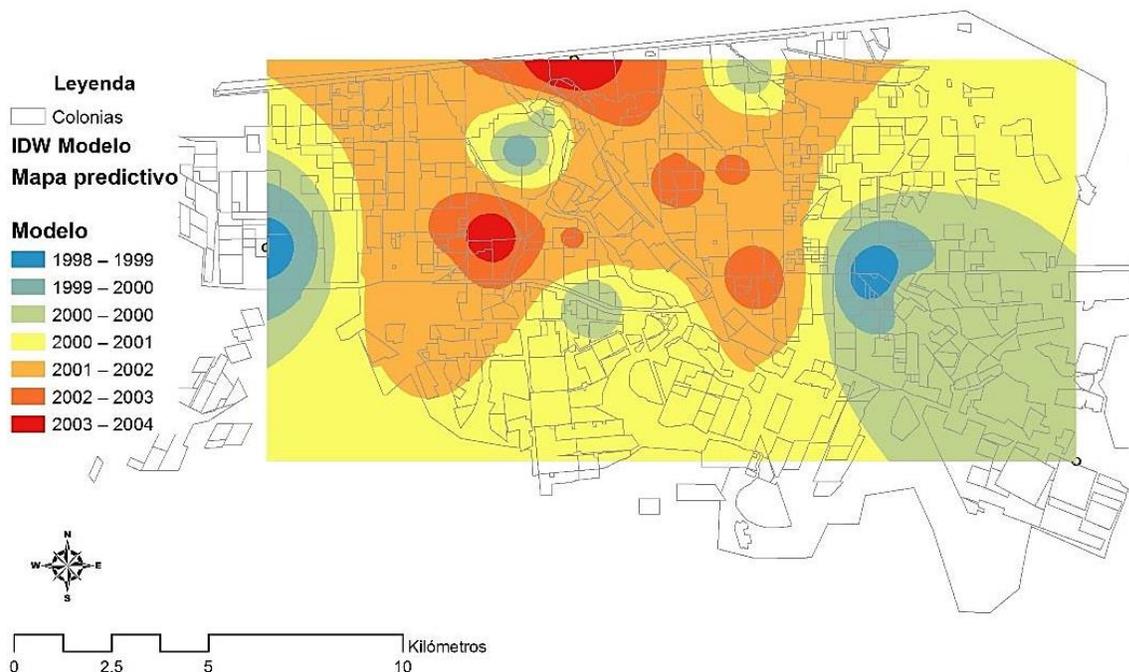
Gasto	Pesos
Promedio	595.00
Moda	500.00
Desviación estándar	418.00
Valor mínimo	100.00
Valor máximo	5,600.00

Ya se comentó anteriormente que la encuesta aplicada tuvo el valor agregado de ser georeferenciada, esto es, que se hace posible analizar la distribución espacial de algunas de las preguntas, sobre todo de aquellas que puedan exhibir una caracterización vehicular y que ayuden a entender la distribución espacial entre el ambiente urbano y su relación con el campo de las emisiones que afectan la calidad del aire y por ende a la salud.

Interpolando con el método de media ponderada por el inverso de la distancia, se obtuvieron algunos resultados de las variables que mostraron algún patrón o arreglo espacial (*hotspots* o clúster). Se utilizó el sistema coordenado WGS84 con proyección UTM, Zona 13 Norte. Con esto, se logró producir cartografía digital específica del proyecto, que puede utilizarse además, con la cartografía del INEGI y de otras instituciones.

Modelo del automóvil

La figura siguiente representa la distribución espacial del modelo del automóvil, cuyo promedio resulto ser el año 2000. Se muestra una clara tendencia de modelos antiguos en el oriente y poniente de la ciudad, concentrándose los autos más nuevos en la parte centro y norte. Esto explica una correspondencia espacial con el nivel socioeconómico de los residentes de Mexicali.



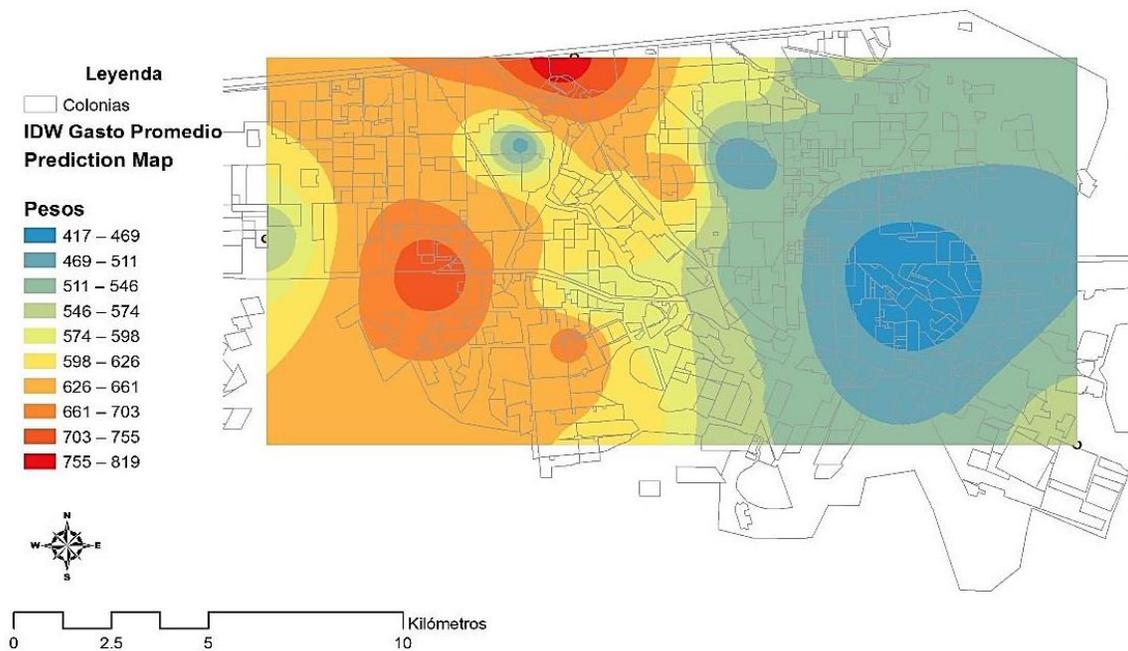
Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta de Caracterización Vehicular aplicada en Mexicali, B.C. (2013)

Figura 21. Distribución espacial de los modelos de vehículos encuestados.

Como puede apreciarse, existe una correlación espacial entre la antigüedad de los carros y las zonas no pavimentadas de la ciudad, localizadas al oriente y poniente principalmente. De tal manera que aquí se suman dos variables importantes que tienen que ver con la salud: las altas emisiones de contaminantes debido a las calles sin pavimentar y la mayor generación de contaminantes que normalmente los vehículos antiguos emiten.

Gasto promedio en pesos

Otra variable que exhibe un patrón espacial definido, es el gasto promedio semanal en pesos por vehículo (595.00 pesos). Los rangos más altos se concentran en la parte centro norte de la ciudad, en el rango de 755 a 819 pesos por vehículo semanalmente. También tienen rangos de consumo altos los residentes de la zona sur poniente, por la gran movilidad que les representa acceder a las zonas centrales de la ciudad. Por su parte, casi la totalidad de la zona oriente de la mancha urbana presenta los rangos de consumo más bajos (417 a 546 pesos), quedando obviamente por debajo del promedio mensual. Se observa que esta variable puede estar ligada tanto a mayor movilidad o a recorridos más largos, además de otros factores económicos.



Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta de Caracterización Vehicular aplicada en Mexicali, B.C. (2013)

Figura 22. Distribución espacial del gasto promedio de combustible.

Tiempo de circulación

Se registró un promedio de circulación de 2 horas al día por vehículo. Esta variable exhibe patrones espaciales bien definidos:

- Los automóviles con mayor tiempo de circulación diaria se concentran en la parte centro norte de la ciudad y en general, con una direccionalidad norte-nororiental.
- Gran parte de la ciudad registra los tiempos promedio.
- La zona con menor tiempo de circulación es la región poniente y algunas en un sector del surponiente de la ciudad.

La figura siguiente muestra una clara definición del patrón espacial establecido de los tiempos de circulación diaria por vehículo. Entre mayores sean los tiempos de circulación vehicular corresponderá una mayor concentración de vehículos emitiendo gases contaminantes en la atmósfera urbana de Mexicali.



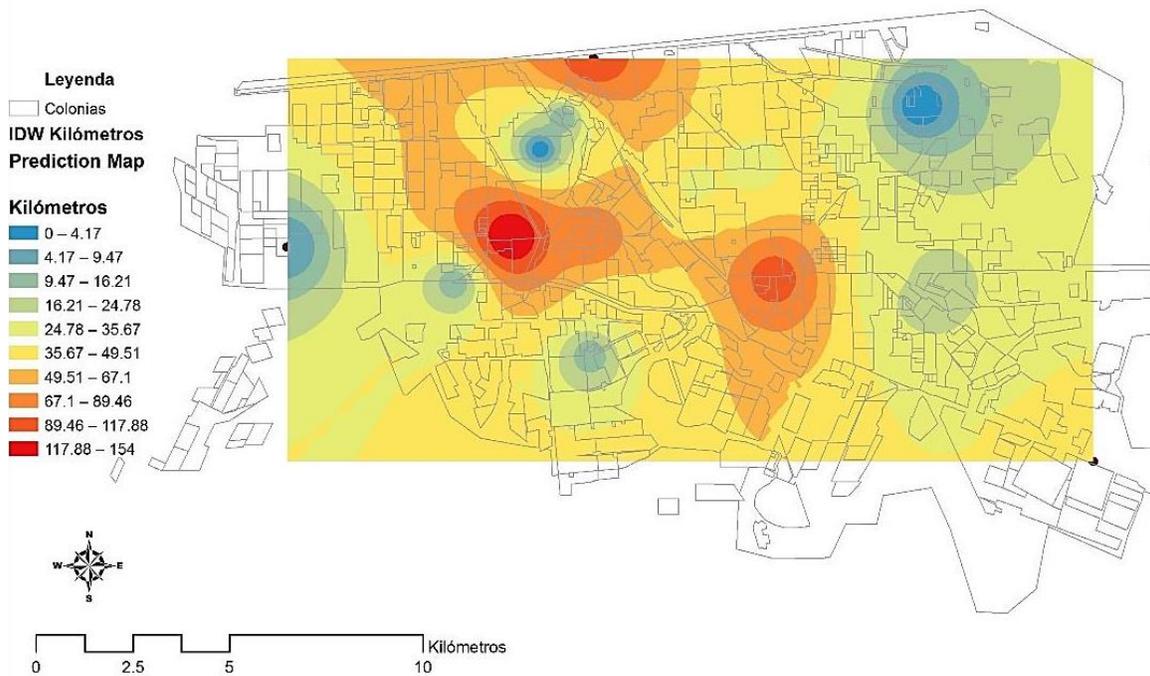
Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta de Caracterización Vehicular aplicada en Mexicali, B.C. (2013)

Figura 23. Distribución espacial del tiempo de circulación de los vehículos.

Kilometraje diario recorrido

Esta variable exhibe un patrón espacial similar al de tiempo de circulación. La parte centro norte y las partes centrales de la mancha urbana son las que cuentan con vehículos que recorren mayor kilometraje diariamente. Esto se considera importante porque sin duda, estas concentraciones se relacionan directamente con emisiones vehiculares.

De nuevo el oriente y el poniente cuentan con menores distancias diarias recorridas. Esto último nos indica que el mayor problema de emisiones en esas zonas está relacionado al polvo que se genera en las calles sin pavimentar.



Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta de Caracterización Vehicular aplicada en Mexicali, B.C. (2013)

Figura 24. Distribución espacial del kilometraje diario recorrido.

Conclusiones del Componente III

La encuesta fue aplicada con éxito y sus resultados conformaron una base de datos de caracterización vehicular con robustez estadística, esto es, siendo representativa tanto en el tamaño de la muestra, como en su cobertura espacial, garantizándose el registro de la información en puntos de gran afluencia vehicular.

Los resultados obtenidos proveen información determinante sobre los vehículos automotores y pueden ser utilizados para caracterizar y entender la problemática de emisiones por parte de la carga vehicular, asimismo como para alimentar modelos que simulen la emisión de contaminantes.

La encuesta está geo-referenciada con la estación de gasolina donde fue aplicada. De tal manera que se puede conocer el patrón espacial de las respuestas, dentro de la mancha urbana de Mexicali. Este hecho se agrega como una contribución adicional a la realizada por otros estudios de caracterización vehicular, dado que permite cruzar espacialmente estos resultados con los de cobertura de pavimentación, calidad del aire y salud.

El modelo promedio de los vehículos es del año 2000, esto es, que los vehículos tienen una antigüedad promedio de 14 años. Este dato es preocupante dada la mayor emisión de contaminantes de modelos antiguos que sobrepasan a las que producen aquellos de 10 años o menos de antigüedad. De acuerdo al INE 2006, es característico de las ciudades fronterizas que tengan mayor cantidad de autos usados con mayor edad, dada la disponibilidad del mercado de vehículos extranjeros, principalmente de los Estados Unidos. El modelo del vehículo exhibe una distribución espacial que se relaciona con el nivel socioeconómico, esto es los modelos más viejos existen en el oriente y en el poniente de la ciudad donde también existen problemas de calles sin pavimentar. Esto coincide con zonas de nuevos desarrollos y es donde concentra la población más vulnerable a enfermedades respiratorias.

Resalta el hecho que los vehículos extranjeros reportan mucho mayor uso del motor en el odómetro que los kilometrajes registrados en los vehículos nacionales: 61,284 km contra 146,506 km (91,566 millas). Aproximadamente el 80% de los vehículos cuentan con tecnología para reducción de emisiones (convertidor catalítico), aunque sólo el 50 % de ellos cuenta con una verificación ecológica. Este indicador revela que queda mucho por hacer en materia de control y gestión por parte del gobierno local.

Los mayores tiempos de circulación se concentran en la parte centro-norte de la mancha urbana y disminuye al oriente y poniente. Otras variables que exhiben patrones espaciales definidos son el kilometraje recorrido y el gasto promedio en pesos. Finalmente, otro dato relevante es que el 53.77 % de la carga vehicular cuenta con motores de 4 cilindros.



Componente IV. Salud y Calidad del Aire.

Componente IV. Salud y calidad del aire.

Efectos en la Salud

En el año 1995, la Agencia de Protección Ambiental (EPA por su acrónimo en inglés) resaltó que los principales efectos en la salud humana relacionados con las partículas PM₁₀ en la atmósfera son afecciones del sistema respiratorio, daños a tejidos pulmonares, cáncer y muerte prematura. La población de mayor edad y los niños, así como personas con problemas crónicos pulmonares, influenza y asma son especialmente sensibles a las partículas PM₁₀. Es por ello que éste último componente se propone explorar la distribución espacial de enfermedades asociadas con la emisión de partículas PM₁₀, y su posible relación con la falta de pavimentación.

Debido a que las zonas no pavimentadas están directamente relacionadas con alta emisión de polvos y en general zonas con mayor concentración de partículas, se generaron imágenes que muestran la distribución espacial de indicadores, como el Índice de Mortalidad y Morbilidad, de las bases de datos del INEGI y de la COFEPRIS. De igual manera, se geo-referenciaron por colonia las incidencias (tasas) en enfermedades respiratorias.

Cuadro 16. Productos de este Componente, relacionados con la salud.

Concepto	Descripción
Tasa de mortalidad (población infantil).	Tasa de mortalidad en menores de cinco años por cada 100,000 habitantes. A nivel municipal.
Tasa de enfermedades respiratorias.	Tasa de enfermedades respiratorias por cada 100,000 habitantes.
Total de niños nacidos vivos.	Variable distribuida por AGEB del 2010.
Tasas de morbilidad.	A nivel municipal y por AGEB (Censo 2010).
Total de casos de enfermedades respiratorias por colonia.	Información de la Secretaría de Salud (Unidades Familiares y/o Centros de Salud de la ciudad).
Mapas temáticos de relación espacial entre zonas no pavimentadas; densidad vehicular; concentración promedio de partículas PM ₁₀ e indicadores de salud.	Proyecto en plataforma de Arc-GIS que contiene todas las <i>capas</i> obtenidas en este estudio. Su utilidad consiste en sobreponer toda la información y buscar correlaciones espaciales.

Marco teórico de enfermedades respiratorias agudas (IRA)

Definición y énfasis en los niños

De acuerdo con Ferreira et.al (2013), las infecciones respiratorias agudas (IRA) son el conjunto de infecciones del aparato respiratorio causadas por microorganismos virales, bacterianos y otros, con evolución de un período inferior a 15 días, con la presencia de uno o más síntomas o signos clínicos como son: tos, rinorrea, obstrucción nasal, odinofagia, otalgia, disfonía, respiración ruidosa, dificultad respiratoria, etc., los cuales pueden estar o no, acompañados de fiebre.

La importancia de estas enfermedades la resalta Santos (1996) al considerar a las IRA como un indicador de la salud de los niños, ya que constituyen una de las principales causas de consulta en los menores de cinco años.

El Sector Salud del país en particular, hace especial énfasis en los menores de cinco años, mientras que por otro lado, a nivel general, en México existe el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias Ismael Cosío Villegas (INER), para la atención especializada en este y otros padecimientos relacionados con el aparato respiratorio.

La Secretaría de Salud (2014) reitera que las IRA son causadas principalmente por microbios que afectan al aparato respiratorio; estos microbios pueden ingresar por vía aérea (inhalación o aspiración) o por vía hematogena. Se consideran como infección respiratoria aguda, las siguientes afecciones:

1. Resfriado común;
2. Faringo-amigdalitis;
3. Otitis media;
4. Crup⁷ y
5. Neumonía.

La neumonía o pulmonía es la complicación más grave que puede ocasionar la muerte. Por otra parte, las IRA pueden dejar complicaciones como son: la hipoacusia y la fiebre reumática.

El siguiente cuadro muestra el tipo de IRA (enfermedad) y su agente causal (virus o bacteria).

⁷ Síndrome infeccioso caracterizado por tos laríngea (más comúnmente referida como «perruna»), estridor inspiratorio y diversos grados de dificultad respiratoria.

Cuadro 17. IRA y su agente causal.

Enfermedad	Virus	Bacteria
Rinofaringitis Faringoamigdalitis congestiva	Rhinovirus Influenza Para influenza Adenovirus	
Faringoamigdalitis purulenta		S. Pyogenes
Otitis media		S. Pneumoniae H. Influenzae M. Catarralis
Neumonía	Influenza Para influenza Adenovirus	S. Penumoniae H. Influenzae S. Aureus

Fuente: Secretaría de Salud, 2014.

Las IRAS como enfermedades ambientales

Si bien las IRA son de naturaleza microbiana, entre 40 y 60 % de los casos se deben a causas ambientales (PNUMA, INE, SEMARNAT, 2004: 203). A decir de la Secretaría de Salud (2014), los principales factores ambientales son la contaminación por humo de cigarro o la quema de leña en habitaciones cerradas; pero existen otros factores que nos plantean la gran importancia de tomar en cuenta a los determinantes sociales de la salud. A saber:

1. El hacinamiento;
2. El clima;
3. La edad;
4. El bajo peso al nacer;
5. La ausencia de lactancia materna;
6. La desnutrición;
7. El esquema incompleto de vacunación y
8. La carencia de vitamina "A".



Cuadro 18. % atribuible a factores de riesgo ambientales para enfermedades seleccionadas.

Patología	% atribuible a causas ambientales
Infecciones respiratorias agudas	40-60
Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	33-55
Enfermedad isquémica cardíaca	8-10
Enfermedad cerebro vascular	8-10
Tuberculosis	20-25
Enfermedades diarreicas	80-90
Neoplasias malignas	20-25
Anomalías congénitas	5-10
Accidentes de tráfico	25-30

Fuente: Smith et al. 1999. Cuadro citado en Geo México 2004, perspectivas del medio ambiente. PNUMA, SEMARNAT, INE.

Rezago y transición demográfica y epidemiológica

El país está experimentando una transición demográfica y epidemiológica. No obstante, aún muestra altas tasas de mortalidad por enfermedades infecciosas, consideradas enfermedades rezagadas. De acuerdo con la dinámica poblacional, estas enfermedades deberían dejar de ser una causa importante de morbilidad y mortalidad en contraposición con las crónico-degenerativas (Lizárraga, 2006).

La importancia del estudio de las enfermedades infecciosas como las IRA, radica en cuatro razones: 1) su alto porcentaje relacionado a causas atribuibles al ambiente; 2) su existencia como enfermedades rezagadas en países en vías de desarrollo en detrimento en la calidad de vida de los menores; 3) la especial vulnerabilidad de los niños menores de cinco años especialmente en situación marginal y; 4) las recomendaciones de instituciones internacionales, regionales y nacionales, para seguir trabajando en sus causas (Lizárraga, 2006).



Uno de los *Objetivos de Desarrollo del Milenio* (ODM) es reducir la mortalidad infantil dos terceras partes hacia 2015. Al respecto, Ferreira (2013) señala que “las políticas de salud e intervenciones implementadas han logrado disminuir la mortalidad infantil, avanzando en el ODM referente a este tema. Sin embargo, en el terreno de las IRA el panorama es sombrío”. La Secretaría de Salud (2014), en el Plan Nacional de Salud 2007-2012 reconoce a las infecciones comunes como un rezago epidemiológico, aun cuando a nivel nacional sus tasas de mortalidad en menores de 5 años han descendido, según datos hasta el año 2005.

Lo anterior significa que las IRA no se han convertido en un problema del pasado. Aunque afortunadamente sus tasas de mortalidad en menores de cinco años han decrecido gracias a esfuerzos nacionales, que a su vez reflejan las recomendaciones internacionales, las tasas de morbilidad aumentan y con ello la posibilidad de aumento en las tasas de mortalidad.

El Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) y la OMS a través de la OPS, están dedicando esfuerzos especiales dirigidos hacia la salud infantil en la región de América Latina y El Caribe. El abordaje de las IRAS debe tomar en cuenta los agentes microbianos, los factores ambientales y los determinantes sociales de la salud, el siguiente esquema puede resultar ilustrativo, en el cual se busca detectar cuáles determinantes inciden o exacerban a los factores de riesgo tradicionales y que a su vez resulte en una manifestación epidemiológica de las IRA.

Determinantes sociales → *Factores de riesgo* → *Manifestación*

Ante esta situación, es que se propone en este componente centrarse en las enfermedades respiratorias y otras que posiblemente estén relacionadas con problemas de calidad del aire, así como con las emisiones de gases contaminantes, por parte de la carga vehicular que transita por la ciudad, además de las fuertes emisiones de polvo relacionadas con las vialidades sin pavimentar.

En este sentido, se obtuvo por parte de la Secretaría de Salud información acerca de las enfermedades relacionadas con problemas respiratorios e infecciosos. Estos datos están concentrados por 28 Unidades Familiares, distribuidas a lo largo y ancho de la mancha urbana de Mexicali, las cuales quedaron debidamente geo-referenciadas.

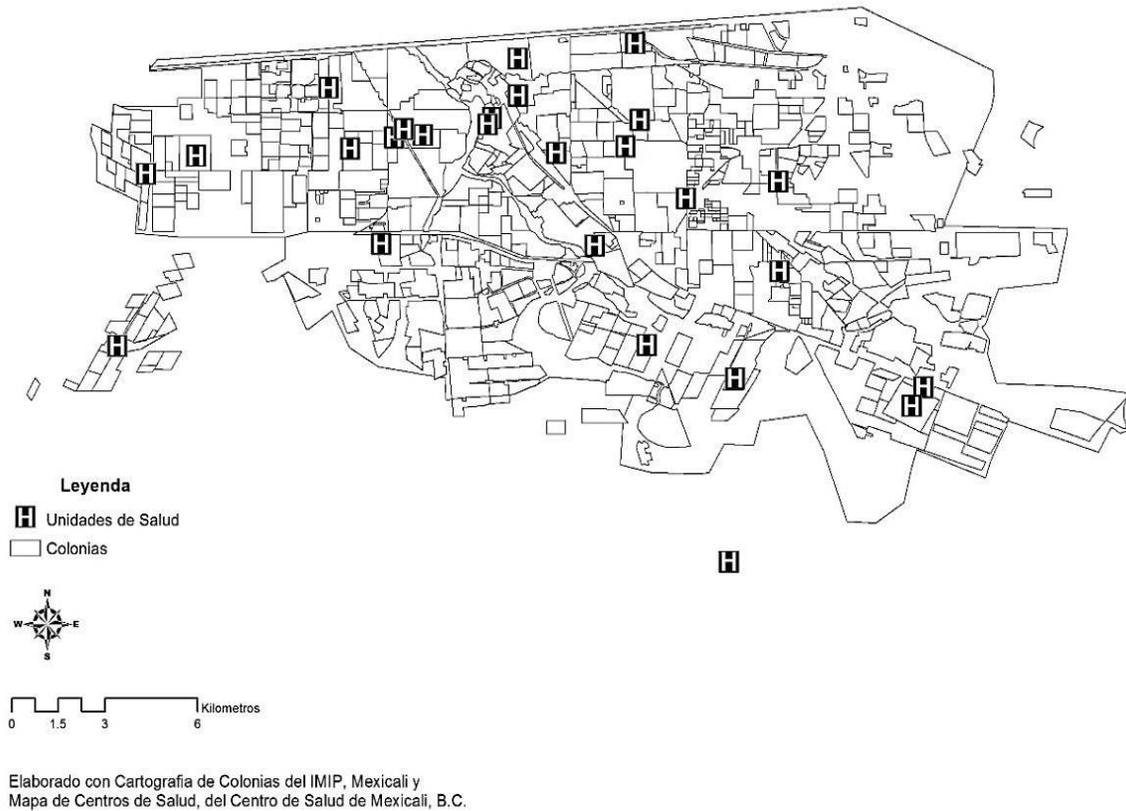


Figura 25. Distribución de unidades de salud

Sin embargo, se cuenta con los datos (provistos por la Dirección de Epidemiología de la Secretaría de Salubridad de Baja California) de enfermedades totales, desagregada por:

- Asma y estado asmático;
- Infecciones respiratorias agudas;
- Infecciones originadas por otros organismos y mal definidas; y
- Otitis Media Aguda.

Aquí, el objetivo primario consiste en tener mapas que muestren la distribución espacial de dichas enfermedades para relacionarlas con los indicadores de pavimentación, carga vehicular, y calidad del aire. Para hacer esto posible se procedió a utilizar la técnica de interpolación “IDW” y que se conoce como la media ponderada por el inverso de la distancia. Este método de interpolación está disponible en el módulo de geo-estadística del Sistema de Información Geográfica, en este caso, la plataforma ArcGIS 10.1.

Los datos por unidad familiar se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 7. Enfermedades respiratorias e infecciosas en Mexicali, B. C. (2013).

UNIDAD MÉDICA	CLAVE	Asma y estado asmático	IIOOYMD*	Infecciones respiratorias agudas	Otitis media aguda	Totales
Centro de Salud Rivera Campestre	BCSSA000563	5	25	536	19	585
Centro de Salud Mexicali	BCSSA000575	1	60	571	27	659
Hospital Militar Mexicali	BCSDN000036	1	487	2,523	238	3,249
Centro de Salud Ciprés	BCSSA000551	5	85	564	22	676
Hospital General Mexicali	BCSSA000440	395	1,404	2,698	253	4,750
Centro de Salud Puebla	BCSSA000744	82	280	1,346	57	1,765
5 de Diciembre, Mexicali	BCIST000040	16	1,096	4,560	111	5,783
Centro de Salud Choropo	BCSSA000790	0	16	326	23	365
Clínica Periférica Lic. Benito Juárez	BCSME000036	19	723	3,431	158	4,331
Centro de Salud Colonia Industrial	BCSSA000616	32	202	1,858	51	2,143
Centro de Salud Compuertas	BCSSA000493	2	37	610	71	720
Centro de Salud Vicente Guerrero	BCSSA000266	1	27	492	23	543
Centro de Salud González Ortega	BCSSA000604	24	155	1,829	15	2,023
HGZ 30 Mexicali	BCIMS000122	0	1,160	617	13	1,790
Unidad Médica Familiar 26 Mexicali	BCIMS000146	52	395	1,512	5	1,964
Centro de Salud Progreso	BCSSA000732	12	80	922	47	1,061



UNIDAD MÉDICA	CLAVE	Asma y estado asmático	IIOOYMD*	Infecciones respiratorias agudas	Otitis media aguda	Totales
Unidad Móvil 4	BCSSA000481	1	48	528	19	596
Centro de Salud Los Santorales	BCSSA017713	23	142	1,211	66	1,442
Unidad Médica Familiar 37 Palmar	BCIMS000163	102	4,527	11,337	5	15,971
Unidad Médica Familiar 28 Mexicali	BCIMS000151	480	6,638	22,186	11	29,315
HGPMF 31 Mexicali	BCIMS000110	156	613	4,445	22	5,236
Centro de Salud Santa Isabel	BCSSA000761	5	61	1,242	53	1,361
Michoacán de Ocampo	BCIMO000094	1	23	344	8	376
Unidad Médica Familiar 16 Mexicali	BCIMS000134	323	7,707	20,643	8	28,681
Centro de Salud Guajardo	BCSSA000505	0	2	414	4	420
Centro de Salud Hidalgo	BCSSA000534	27	36	705	124	892
Centro de Salud Orizaba	BCSSA000580	2	17	426	5	450
Centro de Salud Pro Hogar	BCSSA000592	11	50	752	36	849
TOTALES		1,778	26,096	88,628	1,494	117,996

Fuente: Secretaría de Salud del Estado de Baja California (2013).



Datos Sociodemográficos y población vulnerable

De acuerdo a la literatura consultada, son los niños y niñas menores de 5 años, además de las personas mayores de 70 años, la población más vulnerable a enfermedades respiratorias agudas (ERAs) e infecciones respiratorias agudas (IRAs), por lo que se consideró importante conocer su distribución espacial por Áreas Geo estadísticas Básicas y correlacionarlas espacialmente con la cartografía elaborada de pavimentación; carga vehicular; enfermedades respiratorias y de calidad del aire.

En las siguientes dos figuras (realizadas con datos del Censo de Población y Vivienda 2010) se muestra dónde está localizada la población vulnerable a mayor incidencia de enfermedades respiratorias agudas. La primera de estas dos figuras muestra una distribución espacial de la población conformada por niños y niñas de 0 a 5 años. El resultado de dicha distribución es preocupante en términos del presente proyecto, dado que la mayor concentración de esta categoría de edad se encuentra en las márgenes oriente y sur-oriente de la ciudad, mismas zonas que cuentan con las mayores emisiones de partículas contaminantes a la atmósfera originadas por la carga vehicular sobre vialidades no pavimentadas. Esta distribución tiene que ver con que éstas, son las zonas de crecimiento urbano reciente.

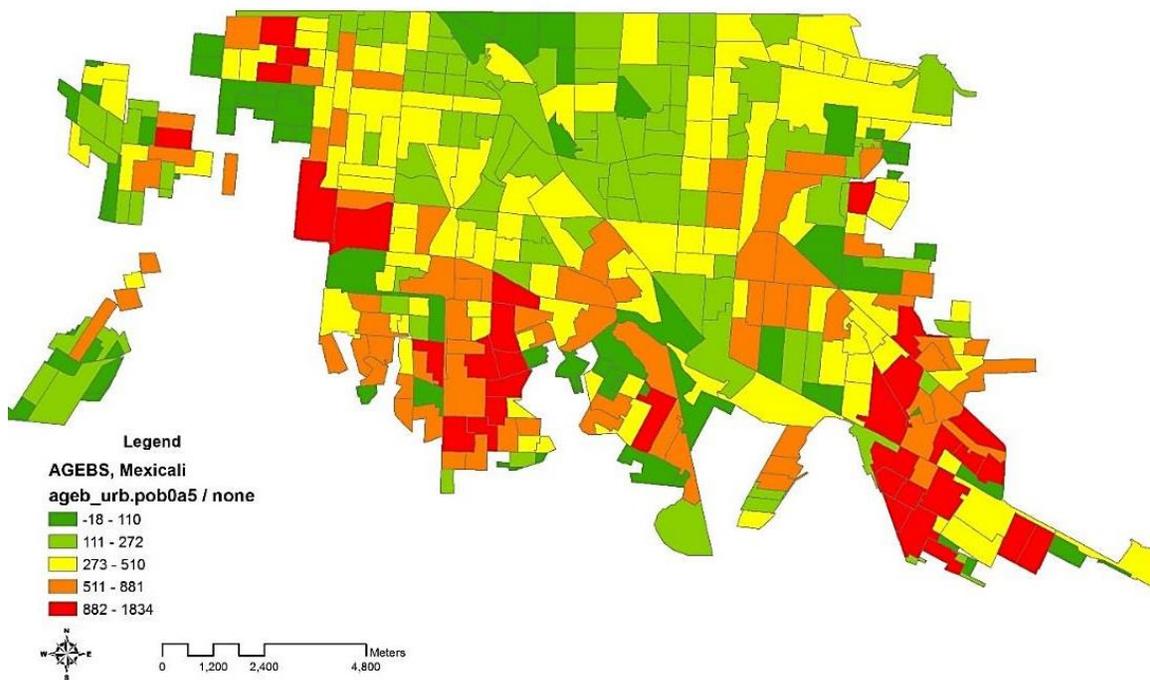


Figura 26. Población de 0 a 5 años, vulnerable a ERA's e IRA's. 2010.

Por su parte, en la segunda figura se puede apreciar que la población mayor de 70 años está concentrada en las zonas más antiguas de la ciudad. Se trata de las zonas más dotadas, tanto de infraestructura como de equipamiento urbano. Aquí, las calles sin pavimentar no son un problema principal, pero sí lo son las altas concentraciones de carga vehicular y con ello concentraciones también de contaminación del aire. La vulnerabilidad de la población en este rango de edad a enfermedades respiratorias queda mayormente relacionada con la emisión de gases por la carga vehicular, lo cual a su vez, puede relacionarse con los lugares de mayor tiempo de circulación y mayor densidad de carga vehicular.

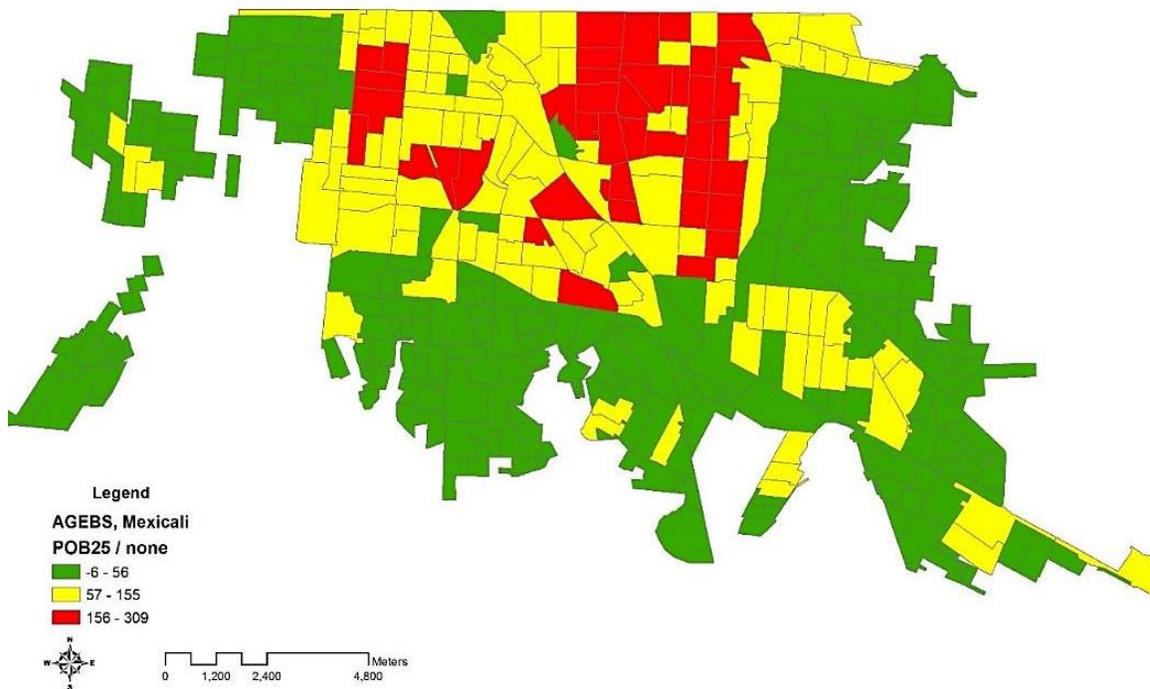


Figura 27. Población de 70 años y más, vulnerable a ERA's e IRA's. 2010.

Cabe señalar que los datos de mortalidad no se pueden encontrar en los datos del Censo 2010, y que la única variable relacionada con la salud es el porcentaje de hijos fallecidos en mujeres de 12 años y más. Esta variable se relaciona con mortalidad infantil.

La siguiente figura muestra una distribución espacial definida. Los mayores niveles de mortalidad se encuentran al sur de la mancha urbana, así como al oriente y poniente de la misma.

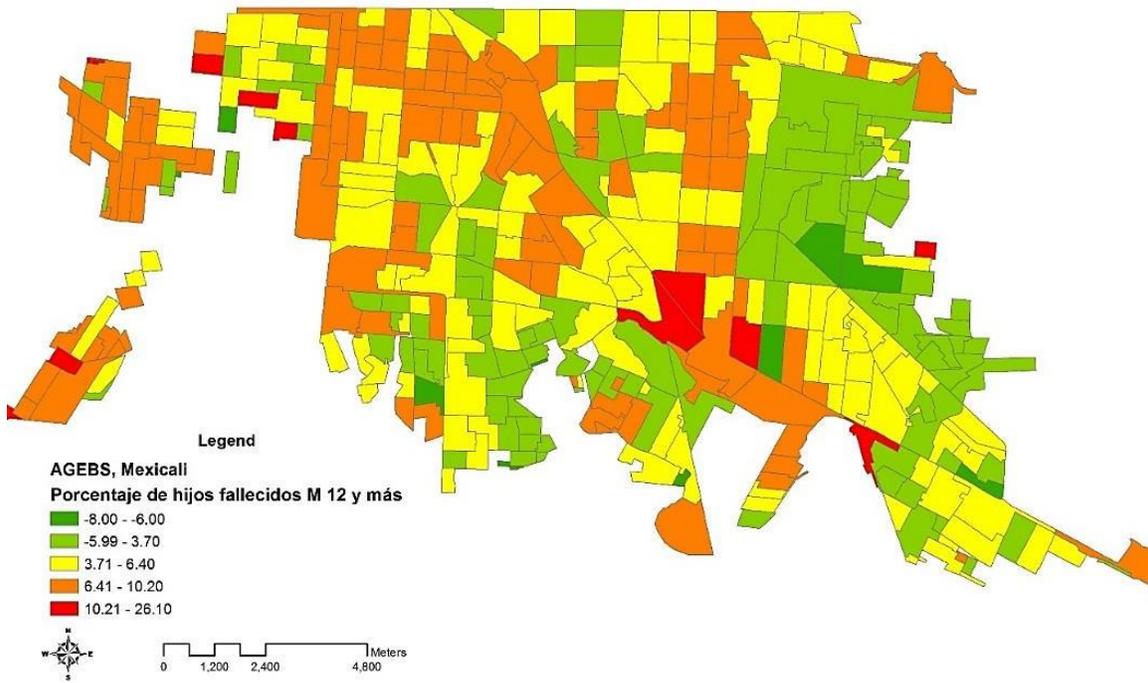
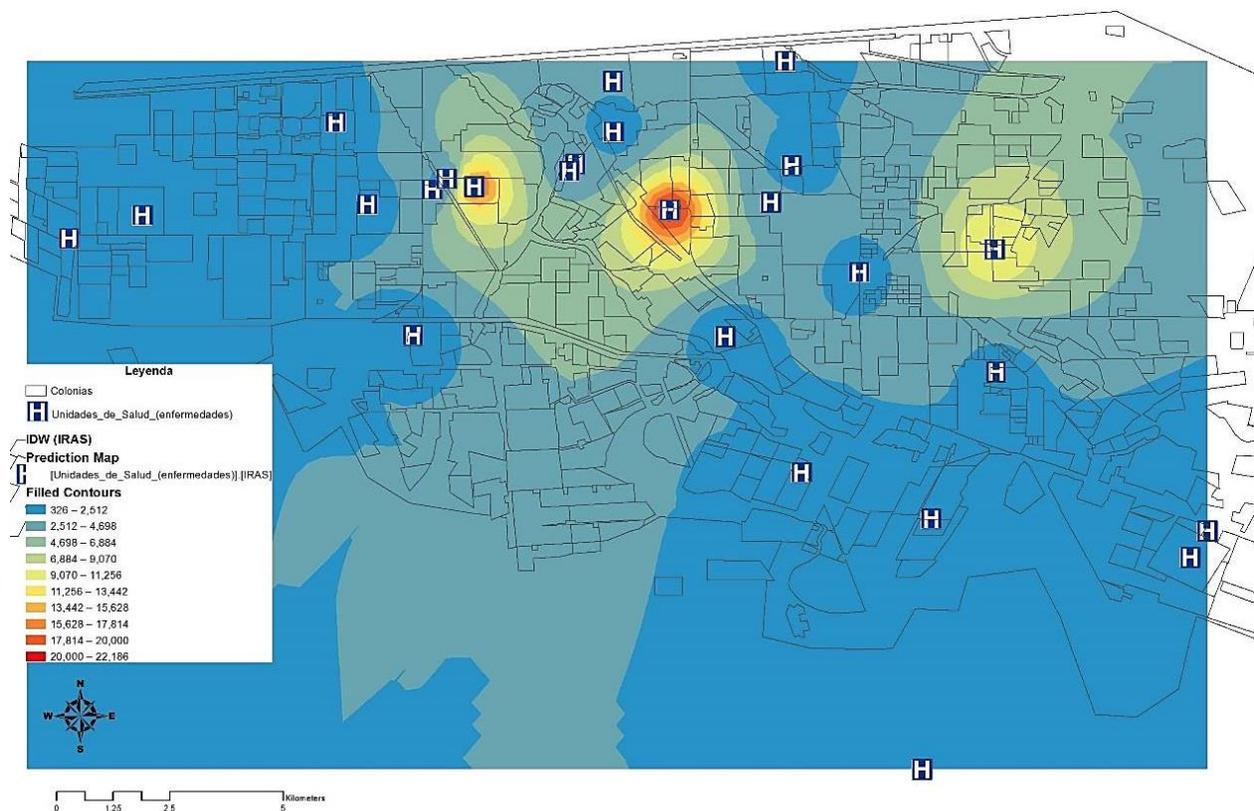


Figura 28. Porcentaje de hijos fallecidos en mujeres de 12 años y más. 2010.

Resultados de Interpolación de las enfermedades e infecciones con las unidades de salud

IRA's

La siguiente figura resulta de interpolar los valores de los IRA's por unidad médica familiar. Como resultado, en el mapa destacan tres zonas críticas (*hotspots*) distribuidas desde la zona centro de la mancha urbana hacia el oriente de la misma. En este sentido, se puede concluir que la incidencia de infecciones respiratorias agudas tiene un patrón espacial definido en la mancha urbana de la ciudad de Mexicali, B. C.: se identifican principalmente tres zonas críticas, la mayor concentración en la parte central de la mancha urbana y otra en la parte central poniente y una zona al oriente, de mayor superficie.

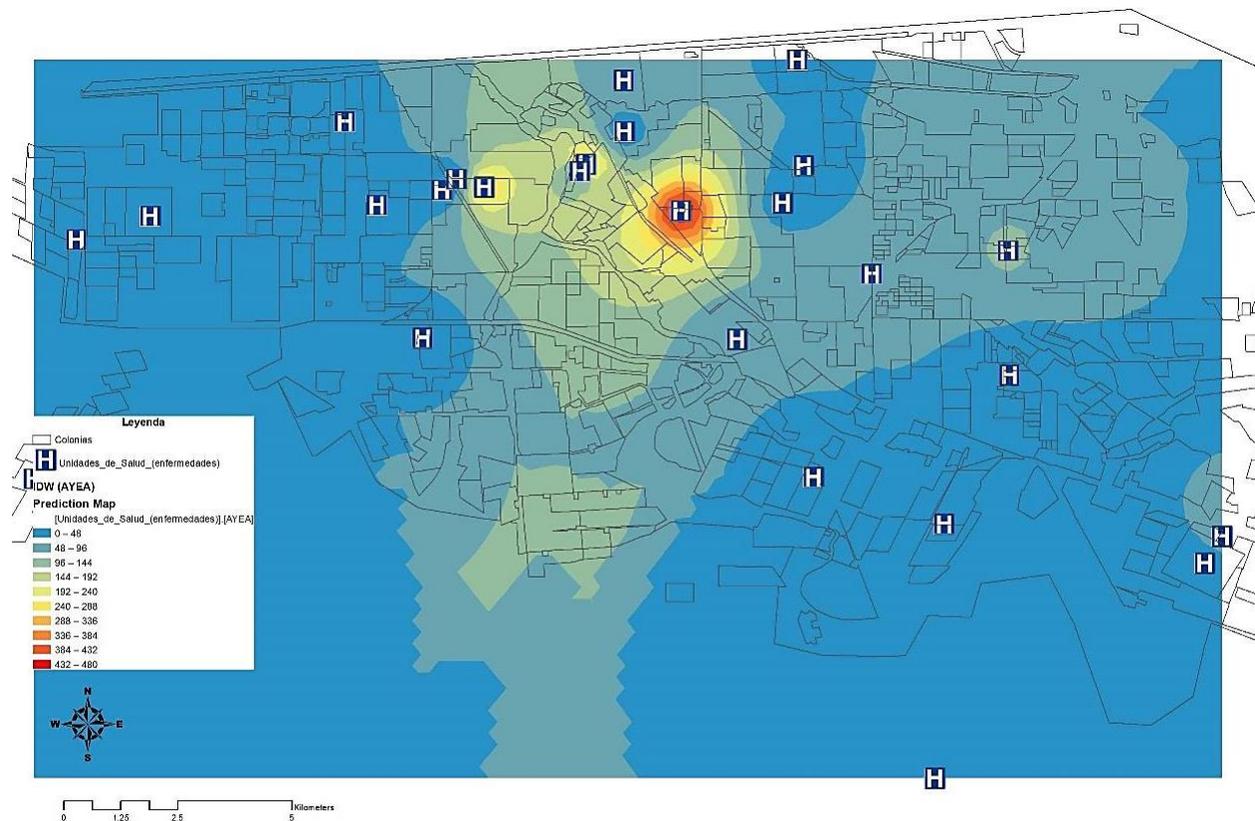


Fuente: Elaboración propia con datos de:
Epidemiología Estatal, ISESALUD Baja California
Carta vectorial del Unidades de Salud (ISESALUD, B.C.)
Cartografía vectorial del INEGI-SINCE, 2010.

Figura 29. Infecciones respiratorias agudas 2013.

Asma y Estado Asmático

Interpolando la variable asma y estado asmático, se encontró la conformación espacial de una zona crítica en el centro de la ciudad y tendencia de mayor incidencia hacia el centro – poniente, de esta enfermedad.

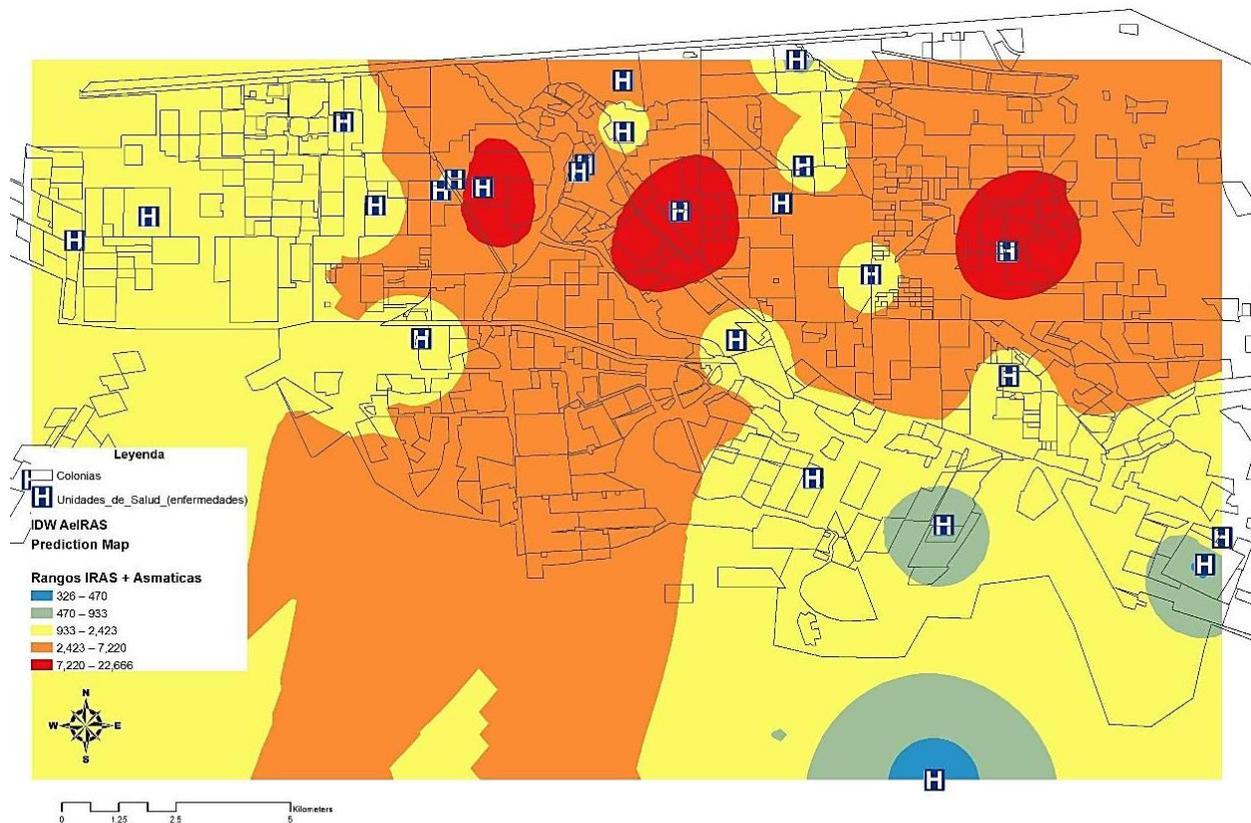


Fuente: Elaboración propia con datos de:
Epidemiología Estatal, ISESALUD Baja California
Carta vectorial del Unidades de Salud (ISESALUD, B.C.)
Cartografía vectorial del INEGI-SINCE, 2010.

Figura 30. Asma y estado asmático 2013

IRAS + Asma y Estado Asmático.

Se consideró relevante realizar el ejercicio de sumar los casos de IRA's y los de Asma y Estado Asmático, para después llevar a cabo la interpolación respectiva. Como resultado, se tiene una mejor definición del patrón espacial de estas enfermedades respiratorias. Se refuerza el patrón identificado. La zona central de la ciudad es la que presenta mayores concentraciones, seguida de la zona centro – poniente y otra más hacia el oriente de Mexicali.



Fuente: Elaboración propia con datos de:
Epidemiología Estatal, ISESALUD Baja California
Carta vectorial del Unidades de Salud (ISESALUD, B.C.)
Cartografía vectorial del INEGI-SINCE, 2010.

Figura 31. Totales de asma e infecciones respiratorias agudas 2013.

Relación entre enfermedades respiratorias e indicadores de pavimentación y carga vehicular.

A partir de las correlaciones espaciales anteriores (ver descripción de Índice de Moran), se observa un patrón espacial bien delimitado, en el que se muestran tres agrupamientos definidos como zonas críticas del tipo de enfermedades y/o infecciones respiratorias. En busca de una correlación espacial con el mapa de pavimentación, se generó la siguiente figura, en la que se observa en primer término, que la alineación horizontal de las zonas críticas del total de enfermedades respiratorias no coincide espacialmente con el estatus de las vialidades en cuanto a pavimentación. Sin embargo la parte poniente sí exhibe zonas con calles sin pavimentar. La zona oriente, que presenta un porcentaje alto de calles sin pavimentar, mantiene las concentraciones promedio de enfermedades respiratorias, en el rango de 933 a 2,423 casos. Es probable que los dos fenómenos estén relacionados, sin embargo su no coincidencia espacial, puede ser explicada por considerar que las calles son elementos estáticos y las partículas suspendidas una vez que se incorporan a la atmosfera inmediata son elementos dinámicos y que por tanto, puede explicarse más en función de la dirección del viento y se convierta en un factor que explique la incidencia de enfermedades respiratorias agudas.

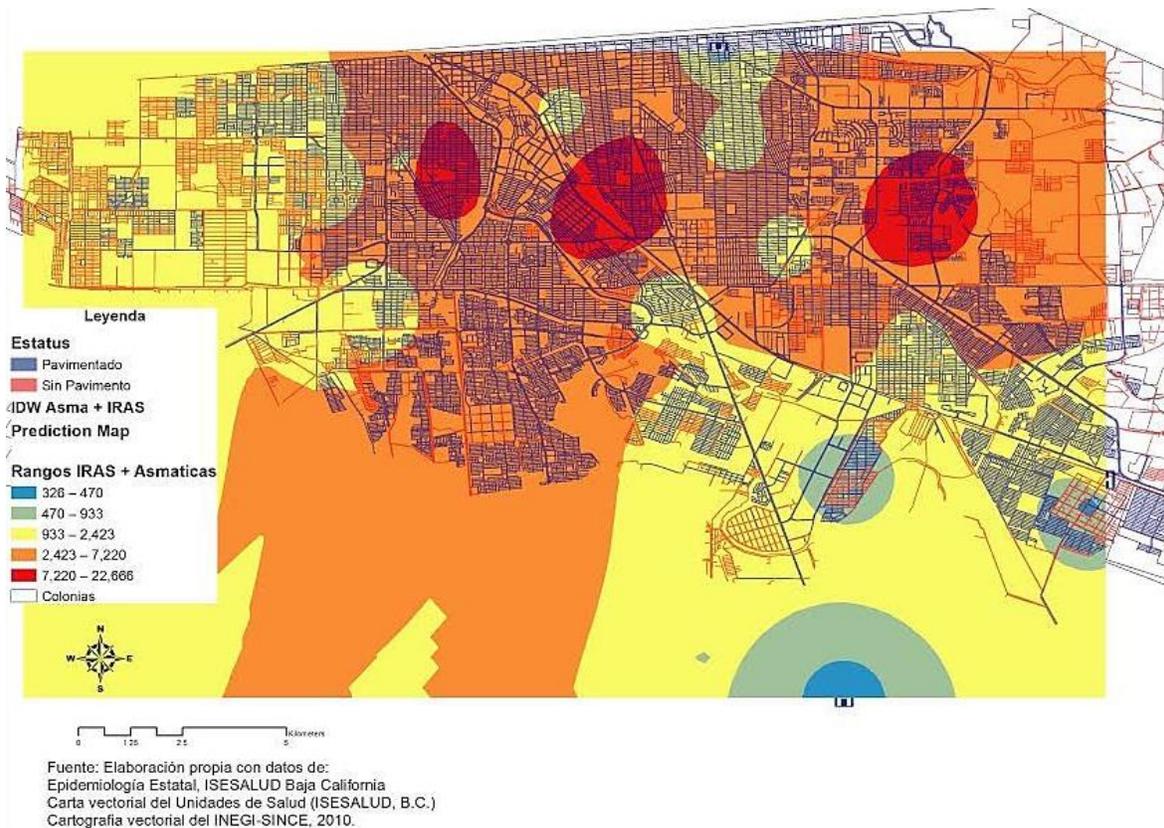


Figura 32. Infecciones respiratorias agudas y asma 2013.

Calidad del Aire

Esta sección incluye los datos de calidad del aire mediante el indicador PM₁₀.

Estaciones de Monitoreo

La red de monitoreo de calidad del aire cuenta con un total de siete estaciones distribuidas en la mancha urbana de Mexicali. Esta red comenzó a instalarse en julio de 1996, iniciando operaciones en enero de 1997 dentro del marco de cooperación del Programa Frontera XXI (SEMARNAT, 2011). Actualmente está bajo la administración de la Secretaría de Protección al Ambiente SPA del Gobierno del Estado de Baja California. Destaca el hecho de que cuenta con la supervisión de la CARB en su calibración y funcionamiento adecuado. En la siguiente figura se identifican cinco estaciones de la red de monitoreo que cuentan con datos de PM₁₀ para el año 2013.

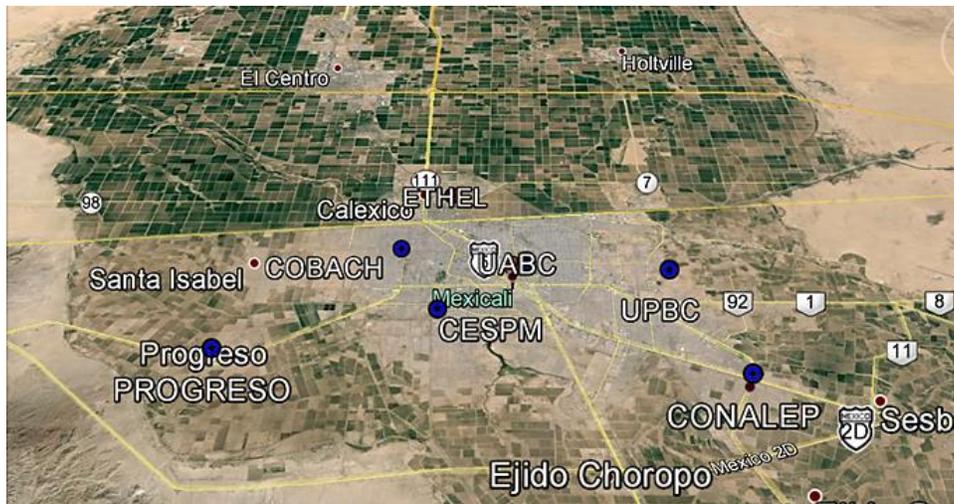


Figura 33. Estaciones de la red de monitoreo de la calidad del aire en Mexicali, B. C.
Fuente: Google Earth y archivo KML del Centro de Protección al Ambiente.

Cuadro 19. Estaciones de monitoreo de calidad del aire, Mexicali, B. C.

Punto	Estación	Coordenadas y	Coordenadas x
1	CESPM	3608348	642059
2	COBACH	3611468	640319
3	CONALEP	3604721	654812
4	PROGRESO	3605707	633463
5	UABC	3611053	645695

Comportamiento mensual PM₁₀

De acuerdo a la SEMARNAT (2011), el contaminante más importante en la problemática de la calidad del aire de la ciudad de Mexicali, son las partículas PM₁₀. En el estudio para mejorar la calidad del aire 2011-2020 se reporta que el último inventario de emisiones (año base 2005) estima emisiones PM₁₀ primarias del orden de 53 mil ton/año, de las cuales, el 87% provendría de la re-suspensión eólica en caminos pavimentados y no pavimentados y el restante 13% por el sector industrial y fuentes móviles.

En el presente estudio se encontró que la distribución mensual de la variable PM₁₀ en Mexicali muestra una variedad estacional relacionado con los más bajos valores de concentración de PM₁₀ en los meses de verano (junio a agosto), iniciando su incremento en otoño y sus valores máximos en los meses invernales. En la siguiente figura se puede apreciar que, excepto por los meses de agosto y febrero, en la mayoría de las estaciones y durante el resto del año casi siempre se rebasa la norma oficial mexicana para PM₁₀, que es de una concentración de 50 µg/m³ (SINAICA 2006 y Diario Oficial de la Federación 201 reportado en SEMARNAT, 2011).

Las estaciones CONALEP y Progreso, localizadas al este y oeste respectivamente, son las que presentan las concentraciones más altas de partículas PM₁₀ en la atmósfera inmediata de Mexicali. Para explicar estas variaciones estacionales pueden buscarse relaciones con la variación estacional de los vientos superficiales de Mexicali y con las condiciones en superficie, como calles sin pavimentar y calles pavimentadas. Las mayores concentraciones de PM₁₀ se tienen durante el invierno y las menores durante el verano. En este sentido, la inversión térmica puede ser un factor importante para la mayor concentración de partículas suspendidas durante el invierno.

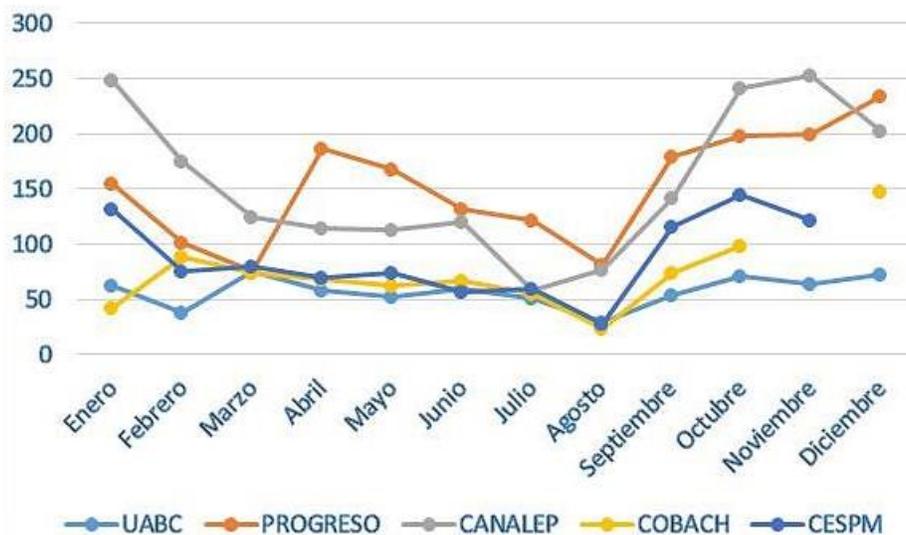
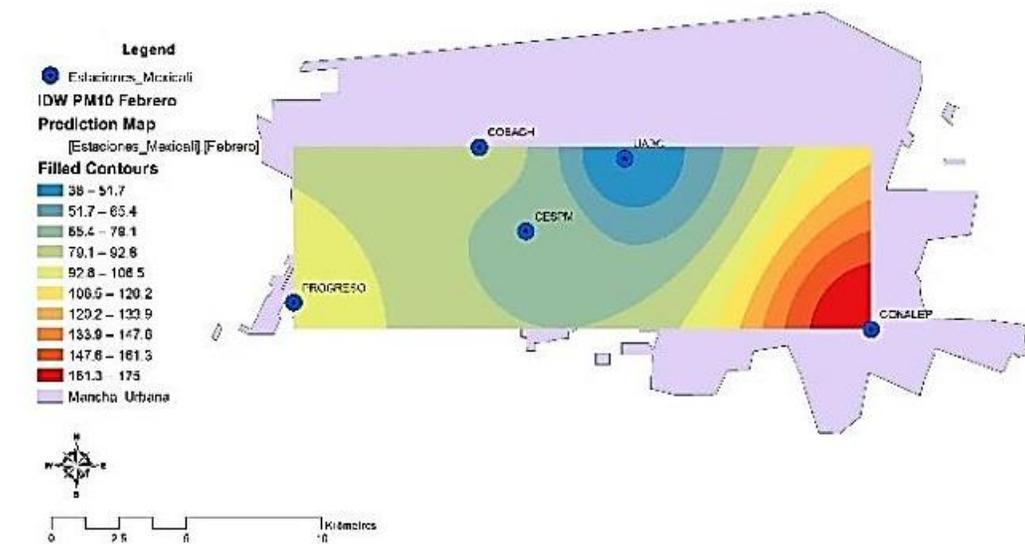
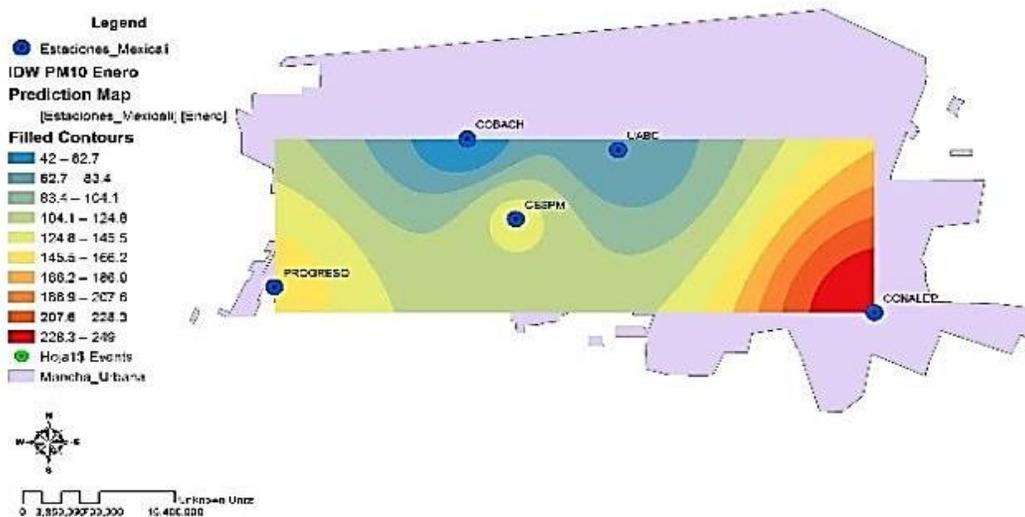


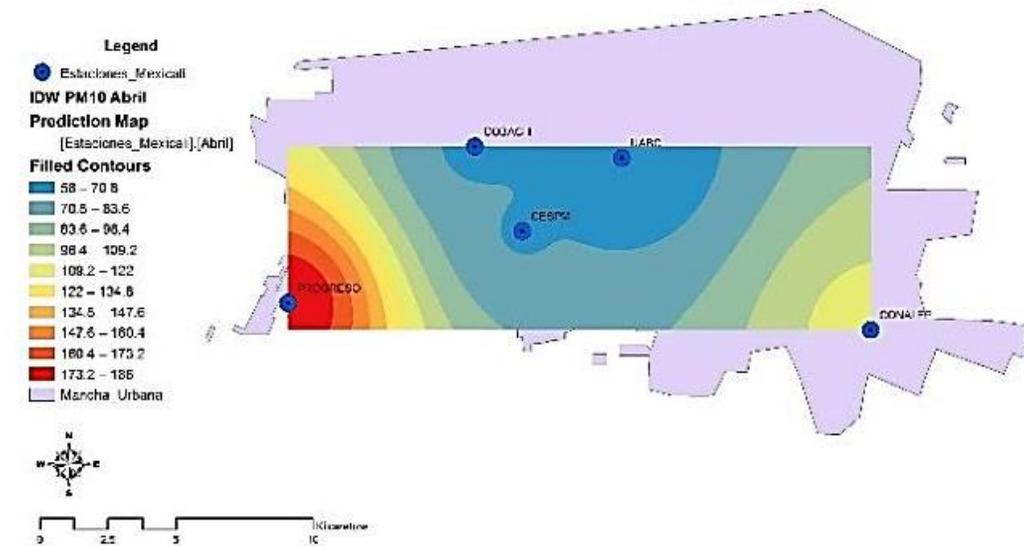
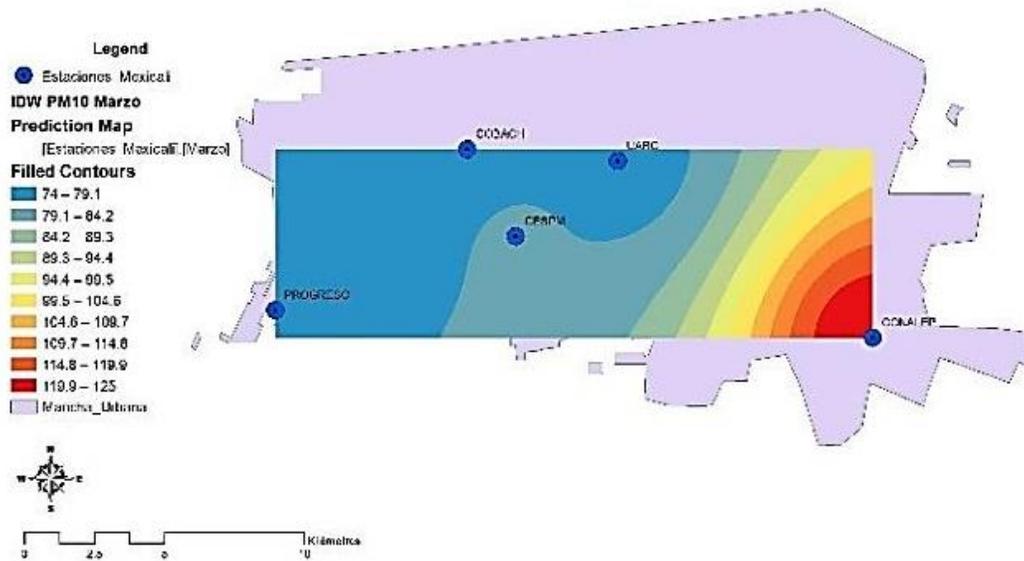
Figura 34. Promedio mensual de PM₁₀. 2013

Las variaciones mensuales fueron interpoladas y espacializadas para los meses de enero a junio y julio a diciembre del año 2013. A continuación se muestran dichos comportamientos:



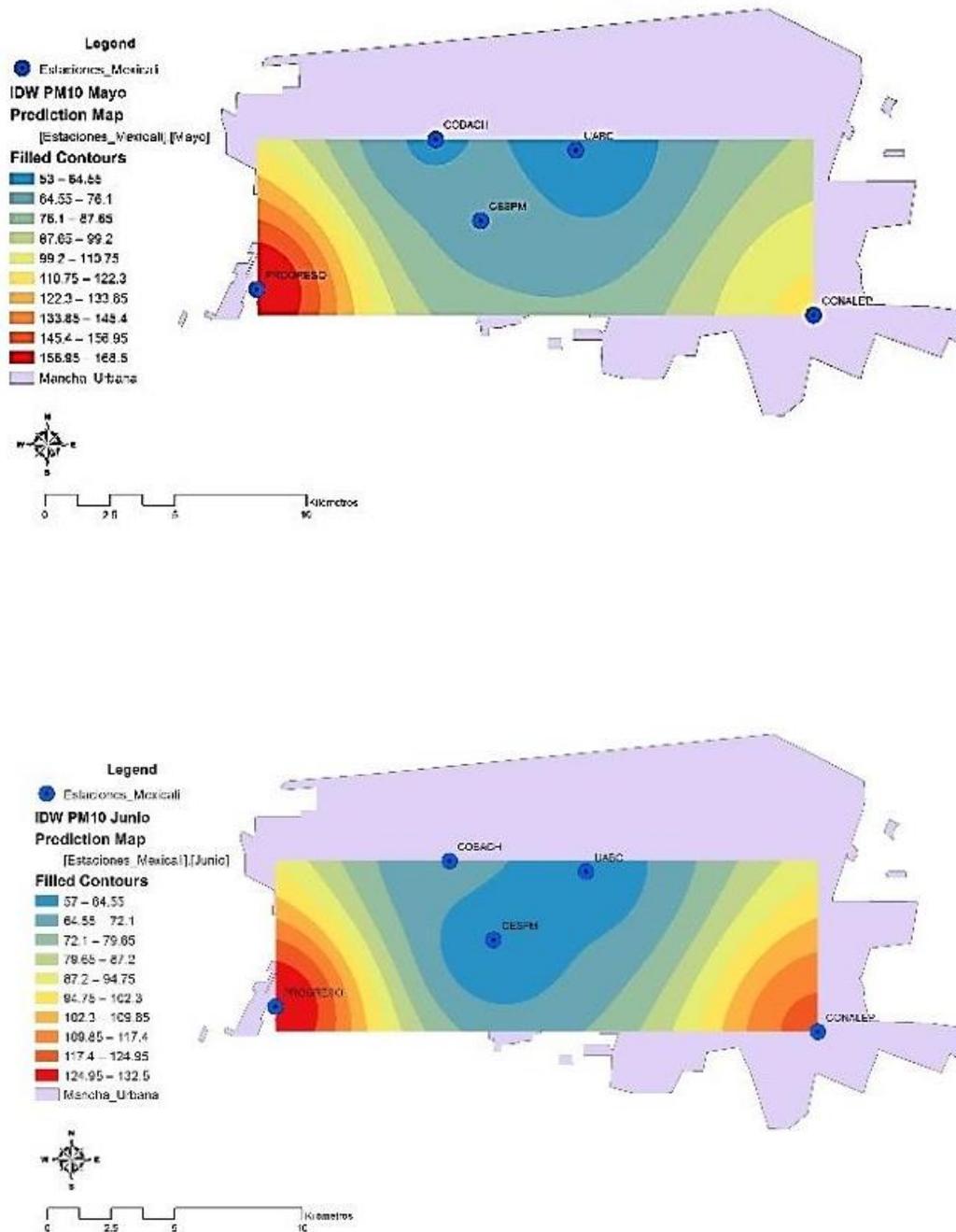
Fuente: Elaboración propia con datos de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire, Secretaría de Protección al Ambiente, Depto. de Calidad del Aire, Mexicali, B.C. 2013.

Figura 35. Calidad del aire. Comportamiento espacial promedio. Meses enero-febrero 2013.



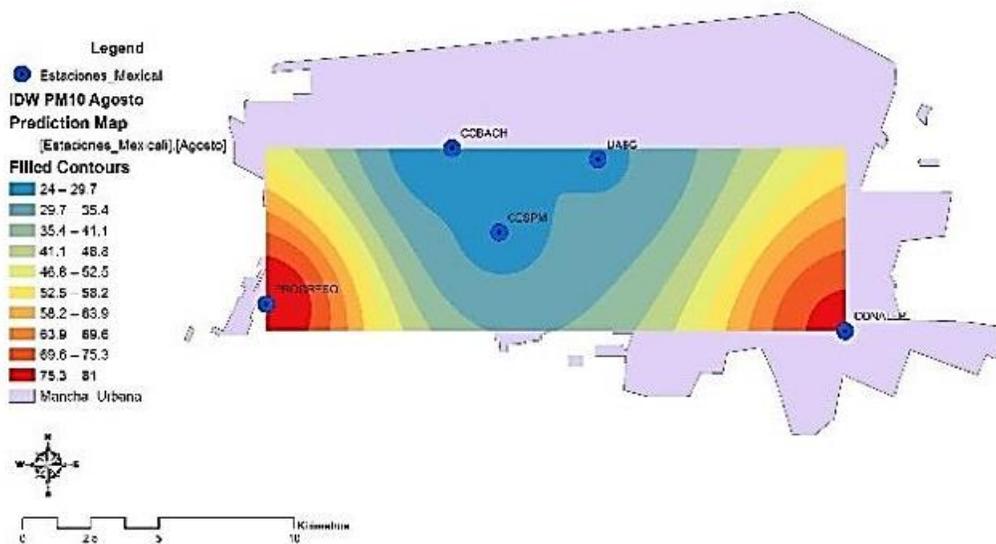
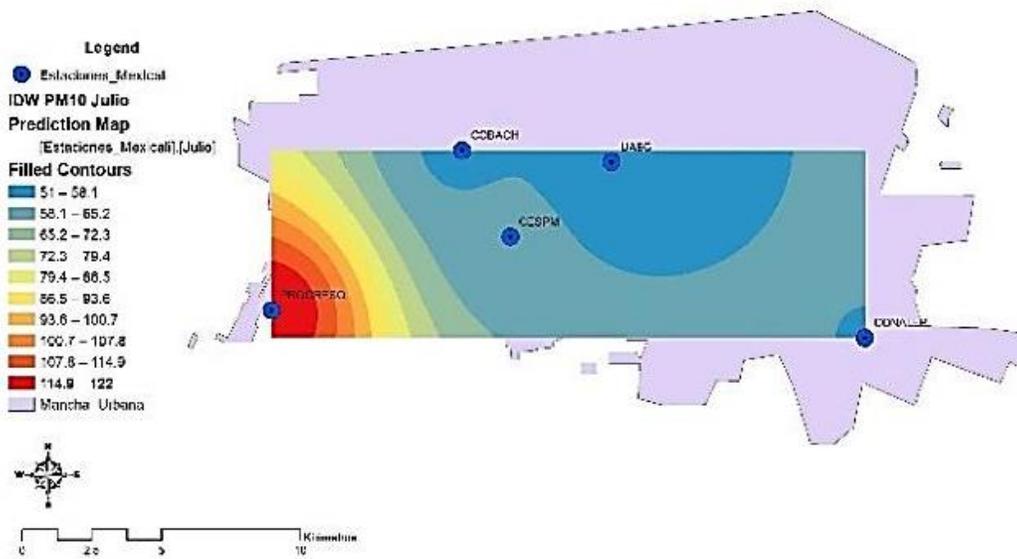
Fuente: Elaboración propia con datos de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire. Secretaría de Protección al Ambiente, Depto. de Calidad del Aire. Mexicali, B.C. 2013.

Figura 36. Calidad del aire. Comportamiento espacial promedio. Meses marzo-abril 2013.



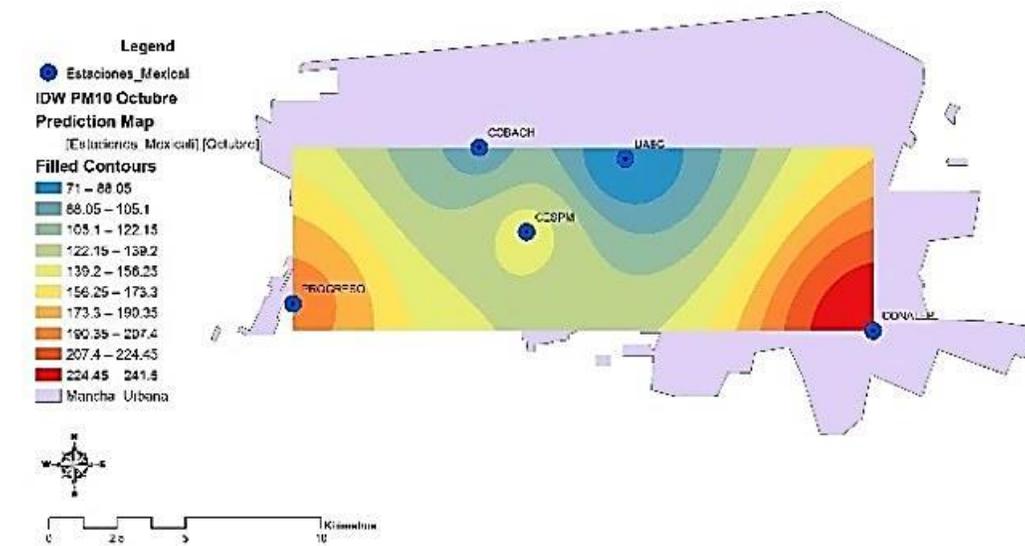
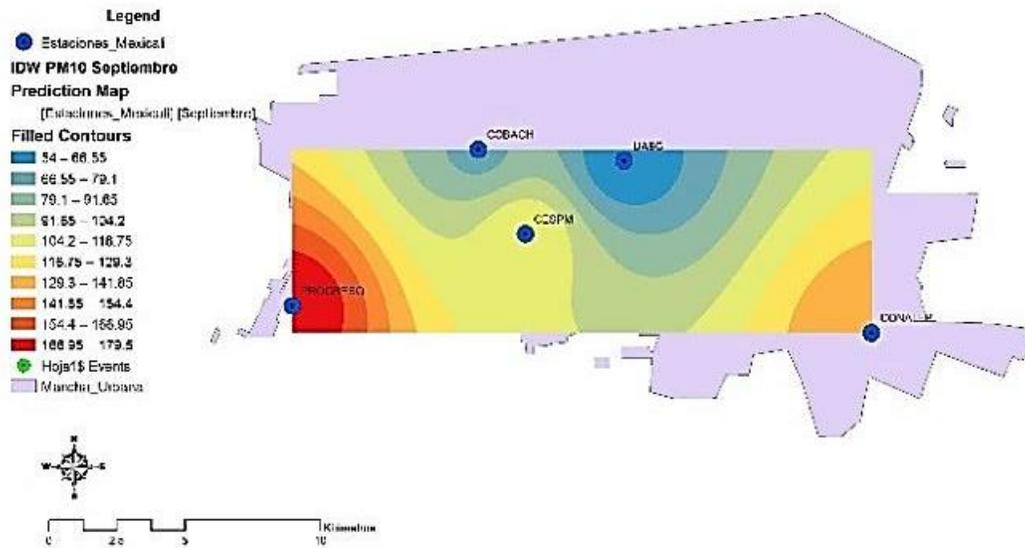
Fuente: Elaboración propia con datos de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire. Secretaría de Protección al Ambiente, Depto. de Calidad del Aire. Mexicali, B.C. 2013.

Figura 37. Calidad del aire. Comportamiento espacial promedio. Meses mayo-junio 2013.



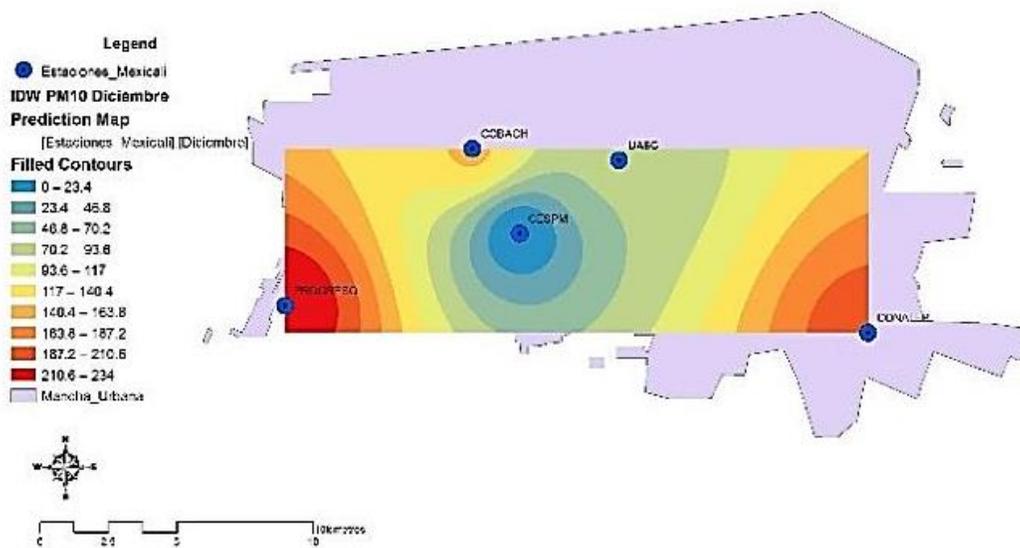
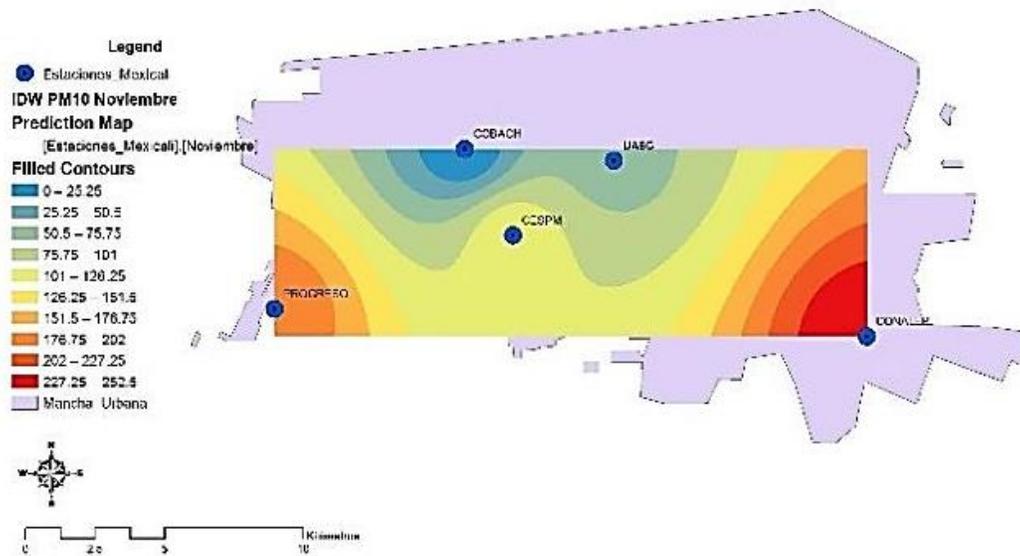
Fuente: Elaboración propia con datos de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire. Secretaría de Protección al Ambiente, Depto. de Calidad del Aire. Mexicali, B.C. 2013.

Figura 38. Calidad del aire. Comportamiento espacial promedio. Meses julio-agosto 2013.



Fuente: Elaboración propia con datos de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire, Secretaría de Protección al Ambiente, Depto. de Calidad del Aire, Mexicali, B.C. 2013.

Figura 39. Calidad del aire. Comportamiento espacial promedio. Meses septiembre-octubre 2013.



Fuente: Elaboración propia con datos de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire. Secretaría de Protección al Ambiente, Depto. de Calidad del Aire, Mexicali, B.C. 2013.

Figura 40. Calidad del aire. Comportamiento espacial promedio. Meses noviembre-diciembre 2013.

Comportamiento anual de las PM₁₀

Una vez obtenidos los datos de los promedios mensuales de partículas PM₁₀, se puede calcular el promedio anual. Esto ayuda a entender las condiciones generales durante el año y analizar cómo se comporta en el espacio urbano de Mexicali, eliminando la gran variación mensual que presenta este fenómeno de partículas finas.

Como resultado de interpolar los valores de PM₁₀ provenientes de las 5 estaciones de la red de monitoreo de calidad del aire de Mexicali, se encontró un patrón espacial bien definido en su distribución, dentro del espacio urbano de la ciudad. Resultaron con mayores concentraciones las estaciones “Progreso” y “CONALEP”, ubicadas al oriente y el poniente respectivamente de la ciudad. Se trata de zonas que cuentan con carga vehicular sobre calles no pavimentadas. De manera contraria, las menores concentraciones de PM₁₀ se localizan sobre la zona urbana que cuenta con equipamiento e infraestructura, específicamente, calles pavimentadas. Es preocupante que la menor concentración registrada durante el año excede las normas oficiales. La siguiente figura muestra un rango de concentración (de 57 µg/m³ hasta 156 µg/m³):

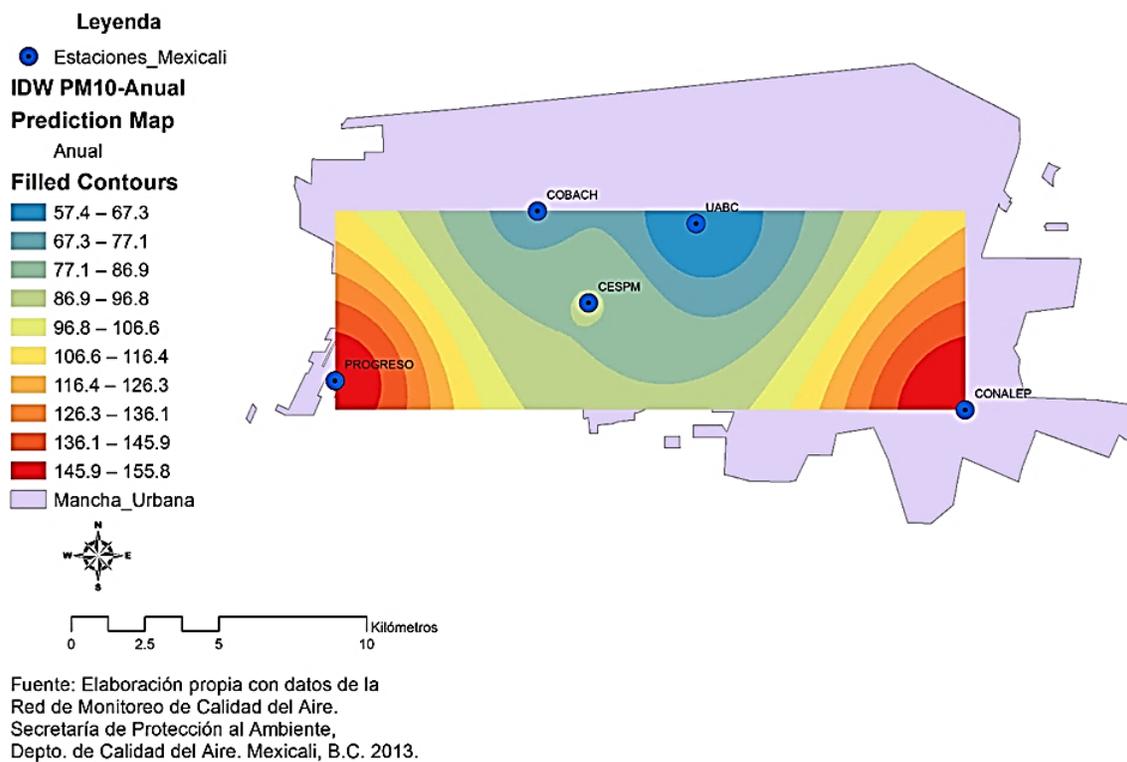


Figura 41. Calidad del aire. Promedio anual de emisiones de PM₁₀. 2013.

Correlación espacial entre Calidad del Aire (PM10) contra pavimentación

En la siguiente figura se incluye al mapa mostrado anteriormente contra el mapa que contiene el estatus de pavimentación calle por calle. Cabe aclarar que se tiene como limitante el hecho de que la red de monitoreo no cubre toda la ciudad. No obstante, se puede apreciar que existe una correlación espacial directa entre las calles sin pavimentar (en rojo) y las máximas concentraciones de partículas finas PM₁₀.

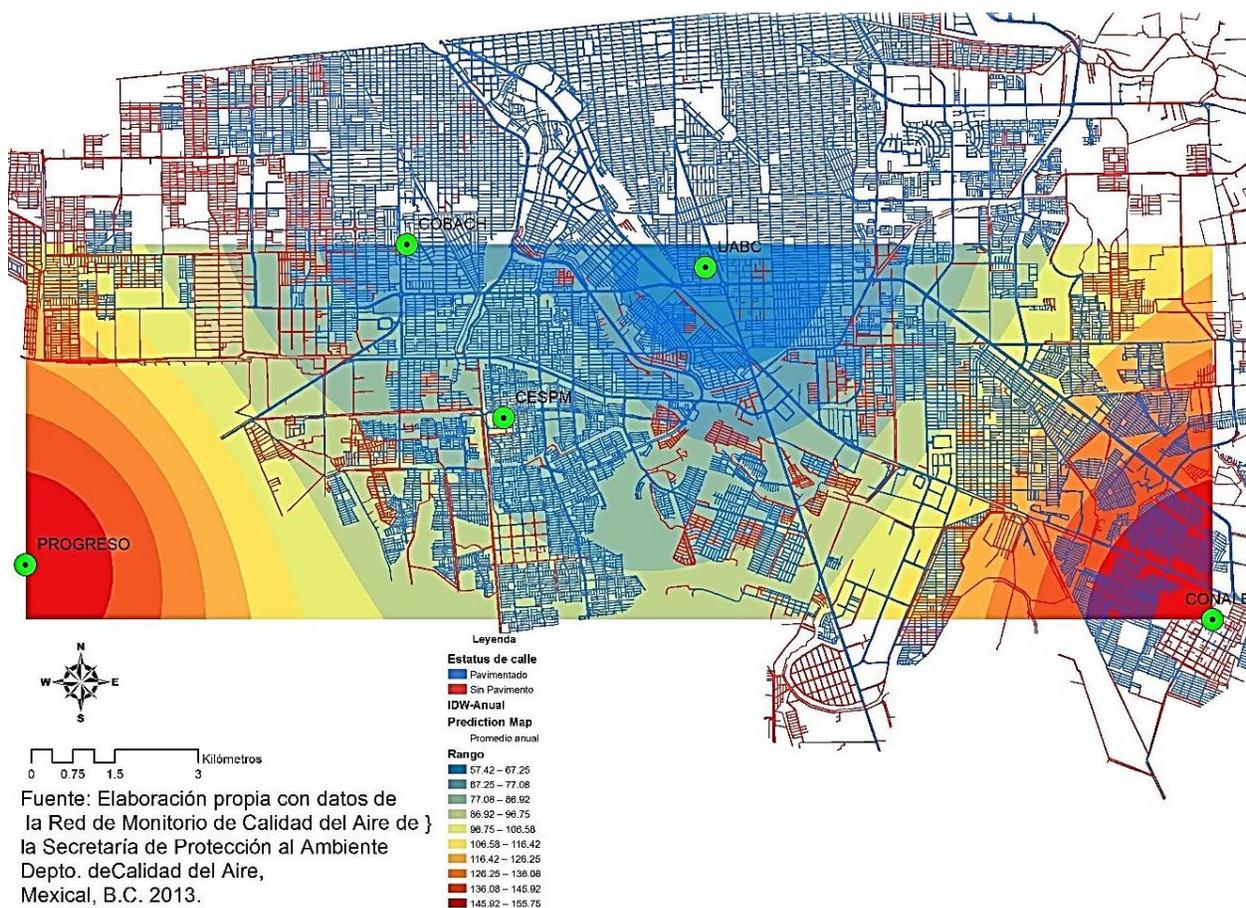


Figura 42. Correlación espacial entre la calidad del aire y la cobertura de pavimentación.

Conclusiones del Componente IV.

Se lograron geo-referenciar los estadísticos de salud provenientes de 28 Unidades Familiares, distribuidas en el espacio urbano de Mexicali, por lo que fue posible interpolar los datos de Asma y Estado Asmático e Infecciones Respiratorias Agudas. Se concluye que estas enfermedades tienen un patrón espacial definido, concentrándose en tres zonas críticas alineadas del centro-poniente de la ciudad hacia el oriente.

Las zonas críticas de enfermedades respiratorias no muestran una correlación espacial con el estatus de pavimentación de calles. Sin embargo, se muestra que la población vulnerable a esas enfermedades pertenece al grupo de edad entre los 0 y los 5 años, y éste sí tiene una distribución espacial relacionada tanto al oriente como en el poniente de la ciudad, que coincide con zonas sin pavimentación en calles.

La concentración de partículas finas medidas por PM_{10} tiene una variación estacional definida, mostrando los valores más altos durante el invierno y los más bajos durante el verano. Casi en la totalidad de los meses y en todas las estaciones, los indicadores de PM_{10} rebasan las normas oficiales de calidad del aire para ese parámetro. Esto lo convierte en un serio problema en materia de contaminación de aire para los residentes de Mexicali. Medido por su promedio anual, las estaciones Progreso y CONALEP, situadas al oriente y el poniente respectivamente, manifiestan los rangos mayores de PM_{10} (mayores a los $145 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Las mayores concentraciones de PM_{10} tienen una relación directa en el espacio urbano con la variable pavimentación.

Resumen de Resultados



Resumen de Resultados

En este proyecto se calcularon y analizaron 4 componentes que tienen una relación espacial entre las condiciones físicas del medio antrópico y la salud en la mancha urbana de Mexicali. Así, en la escala urbana de Mexicali, en un ambiente geo-referenciado, con técnicas geo-estadísticas y análisis espacial se estimaron los siguientes componentes:

- 1) las condiciones de pavimentación de calles;
- 2) la carga vehicular sobre vialidades;
- 3) las características de la carga vehicular y
- 4) la calidad del aire y salud.

Para el desarrollo de este trabajo se emplearon técnicas de percepción remota en una imagen satelital adquirida para este proyecto y tomada por el sensor Pleiades 1A. Se requirió del desarrollo de dos algoritmos. El primero para extraer y clasificar pavimentación y el segundo para separar carga vehicular sobre vialidades.

Respecto al conteo y separación de la carga vehicular, se diseñó e implementó un algoritmo especial para Mexicali, representando un esfuerzo tecnológico innovador en el terreno de la geo-informática en los estudios de este tipo en México y que pudiera replicarse en otras ciudades.

El tercer componente del trabajo tiene que ver con una caracterización de la carga vehicular general de la ciudad. Esto se logró mediante una encuesta aplicada en 20 estaciones de gasolina seleccionadas aleatoriamente y representativas estadísticamente, tanto en tamaño como en cobertura especial.

El cuarto y último componente del trabajo, se operó con los datos de enfermedades respiratorias agudas y las asmáticas, relacionadas espacialmente con la calidad del aire, medida por la concentración de PM_{10} . Los datos fueron proporcionados por instituciones del Gobierno del Estado de Baja California: la Dirección de Epidemiología de la Secretaría de Salud y la Secretaría de Protección al Ambiente, a quienes agradecemos su apoyo.

La fusión de estos componentes constituyen un ejemplo de la sobre-posición en capas de información en un ambiente de Sistemas de Información Geográfica con estructura vectorial y raster, en el que se analiza la relación entre: pavimentación/carga vehicular/caracterización vehicular/población/calidad del aire y salud. Este ejemplo pudiera ser considerado pionero en nuestro país en materia de análisis espacial con un enfoque integral en un contexto urbano. Los resultados enfocan las concentraciones de problemáticas encontradas y ayuda a generar recomendaciones que puedan definir políticas públicas para mejorar las condiciones de vida de la población.

Resultado 1

En contra de una percepción generalizada de que en Mexicali había una amplia superficie sin pavimentar, uno de los primeros resultados indica que Mexicali cuenta con el 78 % de sus calles pavimentadas, principalmente con asfalto en vialidades secundarias y terciarias. Únicamente el 22 % de las vialidades no cuentan con pavimento. En síntesis, se contabilizó un total de 40.32 millones de metros cuadrados de calles para la ciudad de Mexicali, de los cuales, 8.9 están sin pavimentar.

Resultado 2

Aspirar a cubrir el déficit de pavimento al 100 por ciento de las calles de Mexicali, considerando un costo promedio de 477.88 pesos/m² de asfalto, requeriría de 4,256 millones de pesos. El monto para atender las actuales colonias es de 2,720 millones de pesos y de 1, 536 millones de pesos en los nuevos asentamientos que identifica este estudio y que no aparecen en la cartografía actual de la ciudad.

La base de datos construida permite jerarquizar programas de pavimentación en función del impacto poblacional y de los resultados de altas concentraciones de partículas emitidas y de los análisis de carga vehicular.

Resultado 3

No es objetivo de este trabajo establecer el parque vehicular con que cuenta la ciudad de Mexicali, sin embargo, con la imagen satelital tomada a la hora y fecha determinada y con el uso del algoritmo para separar los vehículos de la imagen satelital, se detectaron un total de 81, 200 vehículos transitando o estacionados en la red de vialidades dentro el espacio urbano. Esta cantidad puede ser considerada como una muestra del total de unidades con las que cuenta la ciudad y que según estimaciones del INE en el 2011, eran alrededor de 318, 428 vehículos.

Resultado 4

Cada vehículo fue separado y tratado como un objeto y representado por puntos georeferenciados, los datos solo corresponden a los vehículos identificados a la hora del paso del satélite. Se contabilizaron 8,874 vehículos circulando en vialidades no pavimentadas y que constituyen el principal mecanismo de emisión de polvo a la atmósfera en la ciudad. Esto sucede principalmente en las zonas oriente y poniente de las periferias de la mancha urbana.



Resultado 5

Un total de 72,264 vehículos fueron contabilizados sobre vialidades pavimentadas (89.1 %). La carga vehicular tiene un patrón espacial definido con concentraciones máximas en la parte centro y norte de la ciudad y presentando un gradiente de disminución conforme se alejan tanto al oriente como al poniente.

Resultado 6

La encuesta vehicular geo-referenciada nos indica que el modelo promedio de automóvil en la ciudad es del año 2000. Esta variable tiene un patrón espacial definido en términos socioeconómicos. Los vehículos de mayor antigüedad se encuentran en el oriente y poniente de la ciudad y los modelos más recientes en el centro y parte norte de la misma. Esto es importante en términos ambientales, porque son vehículos de 14 años de antigüedad los que en general circulan por vialidades no pavimentadas. Y en estas zonas urbanas se conjunta la más alta emisión de partículas de polvo y las emisiones contaminantes de los vehículos.

Resultado 7

Más del 90 por ciento de los autos son de procedencia extranjera y son los que registran mayor kilometraje, aunque esto favorezca el hecho de un alto porcentaje de vehículos con catalizador. Solo un 50 % cuenta con al menos una revisión de emisión de gases o el permiso ecológico y esto plantea un reto importante en materia de cumplimiento en este requisito ecológico.

Resultado 8

La información de enfermedades respiratorias proviene de 28 Unidades Familiares distribuidas en la ciudad para el año 2013 y con un total de 117,996 casos. Con esto, se construyó una base de datos geo-referenciados e interpolados para generar mapas continuos con dichas variables. Se concluyó que este tipo de enfermedades tienen un patrón espacial definido, esto es con lugares de alta concentración y espacios con dispersión. Aunque no existe una correlación espacial con el estatus de calles, sí se muestra una relación con el mapa de grupos vulnerables a enfermedades respiratorias (población de 0 a 5 años y de 70 años y más), misma que en forma importante vive dentro o cerca de polígonos con calles sin pavimentar.

Resultado 9

En materia de calidad del aire se contó con los datos de la red de monitoreo de calidad del aire, a cargo de la Secretaria de Protección al Ambiente (SPA) del Gobierno del Estado de Baja

California, mismo que cuenta con un total de siete estaciones distribuidas en la mancha urbana de Mexicali. La conformación de esta red tiene como limitante que no cubre la parte norte de la conformación urbana y tampoco parte importante del suroriente de la ciudad. Los datos de PM_{10} muestran una variación estacional definida con valores altos en el invierno y los más bajos durante el verano. Por lo que se da una coincidencia temporal con la alta incidencia de enfermedades respiratorias agudas que tienen sus máximos registros durante el invierno.

Resultado 10

Es concluyente el hecho de que los niveles de PM_{10} , durante todo el año rebasan casi en su totalidad las normatividad oficial en materia de calidad del aire, esto se convierte en un problema generalizado para la ciudad y como un reto ambiental a controlar o revertir para mejorar las condiciones de calidad de vida de los habitantes, en especial los que residen en zonas con calles sin pavimentar, donde las concentraciones de PM_{10} tienen sus valores más altos; de forma contraria, las zonas de la ciudad con menores concentraciones son aquellas que están bien equipadas y cuentan con calles pavimentadas.

Resultado 11

Medido por su promedio anual, las estaciones de la red de monitoreo de calidad de aire Progreso y CONALEP, situadas al oriente y el poniente respectivamente, manifiestan los rangos mayores de PM_{10} (mayores a los $145 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Las mayores concentraciones de PM_{10} tienen una relación directa en el espacio urbano con la variable pavimentación.

Resultado 12

El cien por ciento de los resultados de este proyecto se integran en bases de datos georeferenciadas, cuya cartografía utilizada y derivada están en formatos y sistemas coordinados y proyecciones geográficas estandarizados. De tal forma que es posible su actualización en un ambiente de Sistemas de Información Geográfica.



Conclusiones y Recomendaciones



Conclusiones

Conclusión 1

Este trabajo se inscribe dentro de la nueva vertiente de los “estudios urbanos”, donde se hace convergir por un lado; la fuerte tradición espacial y geográfica de los planos y mapas de la ciudad, con las dimensiones tradicionales de la infraestructura urbana; las superficies pavimentadas y no pavimentadas. Conectadas estas dos dimensiones con una de las expresiones más contemporáneas de la ciudad, el parque vehicular que circula en ella. Estas dimensiones con marcado sentido físico-espacial, se cruzan a su vez, con otras dos dimensiones, las cuales cada vez más, definen el complejo carácter de la ciudad, como lo es el de la calidad de su aire y el impacto que se pueda tener en la población urbana a través de las enfermedades respiratorias asociadas a esa calidad del aire.

Conclusión 2

La complejidad de los temas interactuantes en este trabajo, son tratados en una aproximación descriptiva. La aspiración de este trabajo es explorar las temáticas antes señaladas y se espera puedan orientar con datos, alguna toma de decisiones pertinente. Sin duda, se deberán profundizar las investigaciones relacionadas con el tema urbano de Mexicali, sin embargo, se encuentran ya en esta investigación algunos elementos de información que pueden orientar esos esfuerzos por realizar.

Conclusión 3

La condición ambiental integral del espacio geográfico donde se ubica la ciudad de Mexicali, tiene que contemplar no sólo los elementos señalados en este trabajo, sino también otros elementos adicionales que no alcanza a cubrir este estudio; tal como son las fuentes fijas que propiamente están instaladas en la ciudad; las condiciones fisiográficas del mismo valle de Mexicali, en tanto las actividades agrícolas que ahí se desarrollan e impactan la emisión de polvos y por tanto a la población en general; así como otras actividades antropogénicas que este estudio, por su naturaleza no abordó.

Recomendación 1

En tanto el déficit de pavimento en Mexicali requeriría de 4,256 millones de pesos, se recomienda un “Programa Sexenal de Pavimento” con metas anuales y un programa de financiamiento multianual.

Recomendación 2

La base de datos construida permite jerarquizar programas de pavimentación por calle y colonia en función de atender al mayor número de habitantes posible, de los resultados de las altas concentraciones de partículas emitidas y de los análisis de carga vehicular que se tienen en la ciudad.

Recomendación 3

Según la encuesta vehicular aplicada, solo un 50 % de los vehículos cuenta con revisión de emisión de gases o el permiso ecológico. Se recomienda consolidar y ampliar el “programa de revisión ambiental vehicular”.

Recomendación 4

La información de enfermedades respiratorias concluyó que este tipo de enfermedades tienen un patrón espacial definido, esto es con lugares de alta concentración y espacios con dispersión. Se recomienda impulsar un “programa de georreferenciación” de los casos identificados, lo que permitirá un mejor seguimiento y manejo de estrategias de salud pública.

Recomendación 5

La red de monitoreo de calidad del aire de Mexicali, BC, tiene como limitante que no cubre la parte norte de la conformación urbana y tampoco parte importante del suroriente de la ciudad. Se recomienda revisar la necesidad de ampliar esta red urbana de monitoreo de calidad del aire, que con los problemas de cobertura espacial que exhibe actualmente no se puede representar la totalidad de la mancha urbana de la ciudad.

Recomendación 6

En tanto que con la imagen satelital se identificaron nuevos asentamientos urbanos no establecidos en la cartografía actual de la ciudad, se recomienda actualizar la cartografía urbana de colonias.

Recomendación 7

En cuanto a los costos de pavimentación, en el caso de cambios en los precios de cotización, se debe volver a calcular en la base de datos de pavimentación por colonias.

Recomendación 8

Con la experiencia de este trabajo y habiendo confirmado la validez y potencial de geo-referenciar los datos, se recomienda ampliamente continuar con la sistematización de esta información y de la misma manera, geo-referenciar encuestas futuras sobre caracterización vehicular.

Recomendación 9

Es necesario considerar la posibilidad de adquirir una serie de imágenes satelitales tomadas en diferentes horarios durante el día y diferentes condiciones estacionales, por ejemplo durante el invierno cuando se maximiza la emisión de partículas PM₁₀, para así construir de mejor manera el comportamiento vehicular y la evolución física de la ciudad.

Índice de cuadros, tablas y figuras





Índice de cuadros, tablas y figuras

Cuadro 1. Superficie en calles y su cobertura de pavimentación en Mexicali, B. C.....	27
Cuadro 2.- Costos de pavimentación de calles con asfalto.....	29
Cuadro 3. Superficie de calles y su cobertura de pavimentación (por AGEB's) en Mexicali, B. C.	49
Cuadro 4. Productos derivados de detección y caracterización vehicular.	87
Cuadro 5. Productos obtenidos con la aplicación de la encuesta.	117
Cuadro 6. Identificación del número de vehículos por su marca.	119
Cuadro 7. Identificación del número de vehículos por su modelo.	120
Cuadro 8. Promedio de kilometraje recorrido por vehículo, en función de su procedencia.	121
Cuadro 9. Número de vehículos, en función de su origen de fábrica.....	121
Cuadro 10. Uso y tiempo de circulación de los vehículos.....	121
Cuadro 11. Tipo de combustible utilizado por los vehículos.	121
Cuadro 12. Número de cilindros de los motores de los vehículos encuestados.	122
Cuadro 13. Número de vehículos en los que se lleva a cabo una verificación ecológica.	122
Cuadro 14. Número de vehículos que cuentan con convertidor catalítico.	122
Cuadro 15. Gasto por semana en combustible.....	122
Cuadro 16. Productos de este Componente, relacionados con la salud.	131
Cuadro 17. IRA y su agente causal.	133
Cuadro 18. % atribuible a factores de riesgo ambientales para enfermedades seleccionadas.	134
Cuadro 19. Estaciones de monitoreo de calidad del aire, Mexicali, B. C.	146
Tabla 1. Estadísticas por polígonos de Colonias de Mexicali, B. C. (marzo, 2014).....	30
Tabla 2. Estadísticas de pavimentación por AGEB's en Mexicali, B. C.	50
Tabla 3. Costos de pavimentación por colonia en Mexicali, B. C. (marzo, 2014).	59
Tabla 4. Tabla generadora de costos de pavimentación con asfalto.....	78
Tabla 5. Conteo de carga vehicular por colonia y densidad de vehículos/km ²	90
Tabla 6. Identificación y ubicación de las estaciones de gasolina en donde se aplicó la encuesta.	116
Tabla 7. Enfermedades respiratorias e infecciosas en Mexicali, B. C. (2013).....	137
Figura 1. Frontera México – Estados Unidos. Ciudades fronterizas.	15
Figura 2. Localización de la ciudad de Mexicali, Baja California.	18
Figura 3. Proyección de población para la Ciudad de Mexicali, Baja California.	19
Figura 4. Algoritmo propuesto para la clasificación de pavimentación de vialidades.....	23
Figura 5. Cobertura de imagen Pleiades 1-A de Mexicali, B. C. Noviembre del 2012.....	24
Figura 6. Condiciones de pavimentación por colonia y por calle. Noviembre del 2012.....	25
Figura 7. Diversidad del estatus de pavimentación en Mexicali, B. C.....	26
Figura 8. Superficie pavimentada y sin pavimentar en Mexicali, B. C.	47



Figura 9. Condiciones de pavimentación por calle y AGEB en Mexicali, B. C. (2014).....	49
Figura 10. Rangos de costos de pavimentación con asfalto (\$ 477.88 pesos / m2).	77
Figura 11. Algoritmo para la segmentación y detección de vehículos para la ciudad de Mexicali, B. C. ..	85
Figura 12. Algoritmo propuesto para la detección de vehículos sobre vialidades.	86
Figura 13. Total de vehículos detectados en Mexicali, B. C. (Nov. 21, 2012. 18:35 hrs.)	88
Figura 14. Carga vehicular sobre las colonias de Mexicali, B. C.	89
Figura 15. Densidad de carga vehicular (por superficie de colonias) en Mexicali, B. C.	90
Figura 16. Tendencia espacial de la distribución de la carga vehicular de Mexicali, B. C.	106
Figura 17. Total de vehículos sobre vialidades no pavimentadas en Mexicali, B. C.	107
Figura 18. Densidad de vehículos por colonia en Mexicali, B. C.	108
Figura 19. Densidad de carga vehicular vs avenidas principales.	109
Figura 20. Distribución de 20 estaciones de gasolina en Mexicali, B. C. Selección espacial de la muestra. Fuente: elaborado por Luís E. Cervera Gómez, con cartografía vectorial del INEGI (2010) y mapa de estaciones de gasolina (IMIP, 2014).	115
Figura 21. Distribución espacial de los modelos de vehículos encuestados.....	123
Figura 22. Distribución espacial del gasto promedio de combustible.	124
Figura 23. Distribución espacial del tiempo de circulación de los vehículos.	125
Figura 24. Distribución espacial del kilometraje diario recorrido.....	126
Figura 25. Distribución de unidades de salud	136
Figura 26. Población de 0 a 5 años, vulnerable a ERA's e IRA's. 2010.	139
Figura 27. Población de 70 años y más, vulnerable a ERA's e IRA's. 2010.....	140
Figura 28. Porcentaje de hijos fallecidos en mujeres de 12 años y más. 2010.....	141
Figura 29. Infecciones respiratorias agudas 2013.....	142
Figura 30. Asma y estado asmático 2013.....	143
Figura 31. Totales de asma e infecciones respiratorias agudas 2013.....	144
Figura 32. Infecciones respiratorias agudas y asma 2013.....	145
Figura 33. Estaciones de la red de monitoreo de la calidad del aire en Mexicali, B. C. Fuente: Google Earth y archivo KML del Centro de Protección al Ambiente.....	146
Figura 34. Promedio mensual de PM ₁₀ . 2013	147
Figura 35. Calidad del aire. Comportamiento espacial promedio. Meses enero-febrero 2013.	148
Figura 36. Calidad del aire. Comportamiento espacial promedio. Meses marzo-abril 2013.....	149
Figura 37. Calidad del aire. Comportamiento espacial promedio. Meses mayo-junio 2013.....	150
Figura 38. Calidad del aire. Comportamiento espacial promedio. Meses julio-agosto 2013.	151
Figura 39. Calidad del aire. Comportamiento espacial promedio. Meses septiembre-octubre 2013...	152
Figura 40. Calidad del aire. Comportamiento espacial promedio. Meses noviembre-diciembre 2013.	153
Figura 41. Calidad del aire. Promedio anual de emisiones de PM ₁₀ . 2013.	154
Figura 42. Correlación espacial entre la calidad del aire y la cobertura de pavimentación.	155

Referencias bibliográficas

Referencias bibliográficas

- ⊕ BECC-NADBank, 2008. Border Environment Cooperation Commission Air Quality and Street Paving Project in Nuevo Laredo, Tamaulipas. Board Document BD 2008-43; BECC Certification Document. December 16.
- ⊕ Canada Center for Remote Sensing (2008). Optical Imaging Systems Information Extraction from High Resolution Satellite Images. Available in http://nrcan.gc.ca/optic/high/infoext_e.php
- ⊕ COCEF, 2003. Programa Integral de Pavimentación y Calidad del Aire del Estado de Baja California. Documento disponible en: http://www.cocef.org/aproyectos/excomBajaCalifornia2003_04esp.htm
- ⊕ Consejo Nacional de Población (CONAPO). De la población en México 2010-2030. <http://www.conapo.gob.mx/00cifras/pry/localidad.xls>
- ⊕ Eastern Research Group (2009)
- ⊕ Ferreira Guerrero, Elizabeth, et al. (2013), Infecciones respiratorias agudas en niños y signos de alarma identificados por padres y cuidadores en México, Salud Pública MÉX 2013; Vol. 55(sup 2), p. 307-313
- ⊕ Gao and L. Wu. **NETWORKS IN URBAN AREAS FROM IKONOS IMAGERY BASED ON SPATIAL REASONING**. School of Geography and Environmental Science, University of Auckland, Auckland, New Zeland. jg.gao@auckland.ac.nz
- ⊕ Guindon, B., 1997. Computers-Based Aerial Image Understanding: A Review and Assessment of its Application to Planimetric Information Extractation from Very High Resolution Satellite Images. Canadian Journal of Remote Sensing, Vol. 23, p.p. 38-47.
- ⊕ Hernández et al (2000). Relación entre consultas a urgencias por enfermedad respiratoria y contaminación atmosférica en Ciudad Juárez, Chihuahua. Salud Pública de México/ Vol. 42, no. 4, julio-agosto 2000.
- ⊕ Herold, et al (2008). Spectrometry and hyperspectral Remote Sensing of Urban Road Infrastructure. 29 pp. Disponible en: <http://satjournal.tcom.ohiou.edu/pdf/herold.pdf>
- ⊕ IMPLAN-Mexicali, 2014. Cartografía Vectorial de Colonias de Mexicali, B. C.



- ⊕ INE (2011). Estudio de emisiones y características vehiculares en ciudades mexicanas. Fase IV: medición de emisiones en cinco ciudades y análisis de resultados globales Informe final. Documento disponible en:
http://www.inecc.gob.mx/descargas/calair/2010_rep_fuentes_vehiculares.pdf
- ⊕ INECC. The Sustainable Transport and Emissions Service (2008). Informe final del estudio de emisiones y características vehiculares en ciudades mexicanas de la Frontera Norte: Tijuana y Mexicali. Documento en línea:
www.inecc.gob.mx/descargas/calair/2007_inf_emis_act_vehicular
- ⊕ INEGI (2010). XVII Censo de Población y Vivienda. IRIS-SCINCE, Baja California.
- ⊕ INSP (2012), Encuesta Nacional de Salud y Nutrición: infecciones respiratorias agudas en niños, página en Internet consultada el 14 de junio de 2014, dirección electrónica:
http://ensanut.insp.mx/doctos/analiticos/IRA_ninos.pdf
- ⊕ Jensen J. R., and Cowen, D.C. 1999. Remote sensing of Urban/suburban infrastructure and socio-economic attributes, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 65(5):611-622.
- ⊕ LASPAU 2005-2007. *Toxicological Evaluation of PM_{2.5} and PM₁₀ in the City of Mexicali and its Correlation with Soil Content*. A Study to evaluate and direct control measures. Final Report. Universidad Autónoma de Baja California (Mexicali), INE, Facultad de Ciencias - UNAM, Instituto de Física-UNAM, Centro de Ciencias de la Atmósfera-UNAM y el Instituto Nacional de Cancerología.
- ⊕ Lizárraga Bustamante, Gilberto M., 2006, Comunidad saludable: reflexión desde las enfermedades diarreicas en menores de cinco años en colonias marginales de Ciudad Juárez, Chihuahua. Tesis de maestría en Administración Integral del Ambiente, El Colegio de la Frontera Norte, Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada, pp. 173
- ⊕ Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-1993. "Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto a las partículas menores de 10 micras (pm10). valor permisible para la concentración de partículas menores de 10 micras (pm10) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población".
- ⊕ PNUMA, INE, SEMARNAT (2004), "Geo México: perspectivas del medio ambiente", PNUMA, INE, SEMARNAT. México.

- ⊕ Quatrochi, D.A. and Weng, Q. 2007. Urban Remote Sensing. CRC Press. Taylor& Francis Group. 412 pp.
- ⊕ Santos, José (2001), “La medición de la salud de los niños” en J.R. de la Fuente (Coord.), La medición de la salud a través de indicadores, México, UNAM, Siglo XXI, pp. 31-57.
- ⊕ Secretaría de Salud (2007), Plan Nacional de Salud 2007-2012, México, p. 188
- ⊕ Secretaría de Salud (2014), Infecciones Respiratorias Agudas, Preguntas frecuentes y respuestas, página en Internet consultada el 20 de febrero de 2014, dirección electrónica: www.salud.gob.mx/unidades/conava/iras/faqiras.htm
- ⊕ SEMARNAT, Secretaría de Protección al Ambiente del Gobierno del Estado de Baja California. (2011). Programa para mejorar la calidad del aire en Mexicali (2011-2020).
- ⊕ Silvia Álvarez, 26-02-2009. Solicitan paciencia por pavimentación. El Mañana. <http://www.elmanana.com.mx> consultado el 3 de junio del 2009.
- ⊕ Usher, J.M. (2000). Remote Sensing applications in transportation modeling, Remote Technology Centers Final Report, <http://www.rstc.msstate.edu/publications/proposal1999-2001.html>
- ⊕ Western Research Institute (2003). Pavement Construction and Maintenance Applications for Remote Sensing. June 2, 25 pp.







