

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

**FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES SOCIALES**

**MAESTRÍA Y DOCTORADO EN PLANEACIÓN
Y DESARROLLO SUSTENTABLE**



**EVALUACIÓN DE CENTRALIDADES Y EL DESARROLLO
TERRITORIAL SUSTENTABLE DE LA CIUDAD DE MEXICALI**

T E S I S

Que para obtener el grado de
DOCTOR EN PLANEACIÓN Y DESARROLLO SUSTENTABLE

Presenta

MARTHA VERÓNICA AGUILAR QUINTANAR

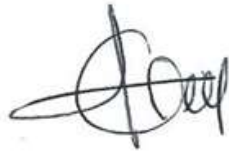
DIRECTOR DE TESIS
DR. OSVALDO LEYVA CAMACHO

MEXICALI, BAJA CALIFORNIA

AGOSTO DE 2019

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Declaro que la tesis que se presenta contiene material original que no ha sido presentado para la obtención de un grado académico o diploma en esta u otra institución de educación superior. Asimismo, declaro que hasta donde yo sé no contiene material previamente publicado o escrito por otra persona excepto donde se reconoce como tal a través de las citas.



Martha Verónica Aguilar Quintanar

Mexicali, Baja California a 1 de agosto de 2019.

A mi familia

Por todo el apoyo que me han brindado a lo largo de este reto, Efrén por estar conmigo cuando más lo necesito y ser mi soporte en los momentos difíciles; a Miguel, Daniel y Arleen por ser la alegría de mi vida, por tener paciencia y entender mis otras obligaciones.

Los quiero mucho.

*La tierra no es una herencia de nuestros padres,
sino un préstamo de nuestros hijos.*

Proverbio Indio

Agradecimientos

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por su apoyo en la realización de este proyecto de investigación que forma parte del Programa de Doctorado en Planeación y Desarrollo Sustentable; así como a la Universidad Autónoma de Baja California como institución responsable de mi formación académica.

Doy gracias a mi tutor Dr. Osvaldo Leyva Camacho por compartir su experiencia, por su apoyo y orientación durante el doctorado y en la realización de esta tesis; a mis maestros del Programa de Doctorado en Planeación y Desarrollo Sustentable por sus enseñanzas y apoyo incondicional.

Gracias a mis compañeros de generación por compartir conmigo sus opiniones, experiencias y muchos momentos agradables a lo largo de esta aventura.

También agradezco a todas aquellas personas que de alguna manera han contribuido en la culminación de esta meta.

RESUMEN

La expansión urbana y el uso eficiente del territorio son retos importantes para el desarrollo sustentable en un mundo cada vez más urbano. En ciudades mexicanas, así como en algunas latinoamericanas, la disponibilidad y calidad de la información oficial necesaria en la planeación territorial del desarrollo local es escasa, y de lenta elaboración. En este contexto, el estudio de las centralidades urbanas permite el diseño de una metodología que agiliza el diagnóstico y la generación de información útil en el manejo de políticas públicas de base en el territorio; orientada a consolidar la sustentabilidad del desarrollo urbano. El objetivo de esta tesis es el desarrollo de una metodología de evaluación del desarrollo territorial sustentable de la Ciudad de Mexicali a partir de las centralidades y las condiciones de accesibilidad al empleo en tres etapas: 1) determinación de centralidades en función de la red vial y la ubicación del empleo; 2) análisis de las condiciones urbano-territoriales y el grado de consolidación del espacio físico de las centralidades actuales y emergentes; y 3) la clasificación de centralidades en perfiles de sustentabilidad del desarrollo local, de acuerdo con las condiciones territoriales de consolidación y disponibilidad de espacio. Mexicali al igual que otras ciudades del país requieren planeaciones dinámicas que se adapten a las necesidades cambiantes, por lo que metodologías sencillas que permitan una evaluación y la toma de decisiones de manera oportuna, facilitan los procesos de planeación sustentable del territorio.

Palabras claves: Centralidades, planeación territorial sustentable, territorio y políticas públicas.

ABSTRACT

Urban sprawl and efficient use of the territory are important challenges for sustainable development in an increasingly urban world. In Mexican cities, as well as in some Latin American cities, the availability and quality of the official information for the territorial planning of local development is scarce, and of slow production. In this context, the study of urban centralities allows the design of methodologies that streamline the diagnosis and production of useful information for the management of territorial-based public policies to consolidate the sustainability of urban development. The objective of this thesis is to evaluate the development of a methodology for evaluating the sustainable territorial development of the City of Mexicali based on the centralities and the conditions of accessibility to employment, through a methodology in three stages; 1) Determination of centralities according to the road network and the location of employment; 2) analysis of the urban-territorial conditions and the degree of consolidation of the physical space of the current and emerging centralities; and 3) The classification of centralities in profiles of sustainability of local development, according to the territorial conditions of consolidation and availability of space. Mexicali like other cities in the country require dynamic planning that adapts to changing needs, that's why simple methodologies allow diagnosis, decision making in a timely manner and facilitate the Sustainable territory planning processes.

Keywords: Centralities, sustainable territorial planning, territory and public policies.

CONTENIDO

RESUMEN	I
ABSTRACT	II
CONTENIDO	III
LISTA DE FIGURAS	V
LISTA DE TABLAS	VI
INTRODUCCIÓN	
CAPÍTULO 1. DE LA SUSTENTABILIDAD A LA PLANEACIÓN TERRITORIAL SUSTENTABLE	3
1.1. NUEVOS MODELOS DE PLANEACIÓN URBANA	5
1.2. LA PLANEACIÓN Y EL DESARROLLO TERRITORIAL SUSTENTABLE EN MEXICALI	6
CAPÍTULO 2. CENTRALIDADES, UN NUEVO PARADIGMA EN LA PLANEACIÓN TERRITORIAL	10
2.1. HERRAMIENTAS EN EL ANÁLISIS DE CENTRALIDADES	17
2.2. INDICADORES DE DESARROLLO.....	19
CAPÍTULO 3. PROCESO DE ANÁLISIS DE CENTRALIDADES	2
3.1. IDENTIFICACIÓN DE CENTRALIDADES.....	3
3.2. DETERMINACIÓN Y ANÁLISIS DE PATRONES DE DISTRIBUCIÓN	24
3.3. ANÁLISIS DE DESARROLLO SUSTENTABLE Y ANÁLISIS URBANO-TERRITORIAL DE LAS CENTRALIDADES	25
3.3.1. INDICADORES SOCIALES	26
3.3.2. INDICADORES ECONÓMICOS	26
3.3.3. INDICADORES AMBIENTALES	29
3.3.4. INDICADORES URBANO-TERRITORIALES	29
3.4. ÍNDICE DE SUSTENTABILIDAD	31
3.5. CLASIFICACIÓN DE CENTRALIDADES POR NIVEL DE DESARROLLO SUSTENTABLE, CONDICIONES URBANO-TERRITORIALES Y DISPONIBILIDAD DE ESPACIO	31
3.6. CLASIFICACIÓN DE CENTRALIDADES EN PERFILES.....	31
CAPÍTULO 4. MODELO DE CIUDAD DE MEXICALI	33
4.1. CENTRALIDADES.....	33
4.2. PATRONES DE DISTRIBUCIÓN POR ACTIVIDAD	43
4.2.1. SUBSECTOR INDUSTRIA	43
4.2.2. SUBSECTOR SERVICIOS PÚBLICOS	46
4.2.3. SUBSECTOR SERVICIOS MÉDICOS	49
4.3. DESARROLLO SUSTENTABLE Y CONDICIONES URBANO TERRITORIALES DE LAS CENTRALIDADES DE MEXICALI	52
4.3.1. INDICADORES SOCIALES	52
4.3.2. INDICADORES ECONÓMICOS	54

4.3.3. INDICADORES AMBIENTALES	54
4.3.4. INDICADORES URBANO-TERRITORIALES	55
4.4. ÍNDICE DE SUSTENTABILIDAD EN LAS CENTRALIDADES DE MEXICALI.....	58
4.5. NIVEL DE DESARROLLO SUSTENTABLE, ESTADO DE CONSOLIDACIÓN Y DISPONIBILIDAD DE ESPACIO DE LAS CENTRALIDADES DE MEXICALI	61
4.6. CLASIFICACIÓN DE LAS CENTRALIDADES	62
CONCLUSIONES	64
REFERENCIAS	68

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Diferencias entre forma y estructura urbana	10
Figura 2	Elementos de la estructura urbana	11
Figura 3	Modelos de dinámica urbana desde el sistema de redes	14
Figura 4	Patrones de desarrollo	15
Figura 5	Modelos de ciudad	16
Figura 6	Representación de modelo para análisis de centralidad.....	17
Figura 7	Mapa de alcance 2010.....	34
Figura 8	Mapa de alcance 2016.....	34
Figura 9	Mapa de alcance 2019.....	34
Figura 10	Mapa de gravedad 2010.....	35
Figura 11	Mapa de gravedad 2016.....	35
Figura 12	Mapa de gravedad 2019	35
Figura 13	Mapa de centralidad intermedia 2010.....	37
Figura 14	Mapa de centralidad intermedia 2016.....	37
Figura 15	Mapa de centralidad intermedia 2019.....	37
Figura 16	Mapa de Cercanía 2010.....	38
Figura 17	Mapa de Cercanía 2016.....	38
Figura 18	Mapa de Cercanía 2019.....	38
Figura 19	Mapa de distancia recta 2010.....	39
Figura 20	Mapa de distancia recta 2016.....	39
Figura 21	Mapa de distancia recta 2019.....	39
Figura 22	Mapa de centralidad 2010.....	41
Figura 23	Mapa de centralidad 2016.....	41
Figura 24	Mapa de centralidad 2019.....	41
Figura 25	Centralidades de la Ciudad de Mexicali 2016.....	42
Figura 26	Reporte de Correlación espacial y estado de agregación para valores altos/bajos en subsector industria en 2010	44
Figura 27	Reporte de Correlación espacial y estado de agregación para valores altos/bajos en subsector industria en 2016	44
Figura 28	Reporte de Correlación espacial y estado de agregación para valores altos/bajos en subsector industria en 2019	44
Figura 29	Análisis de estado de agregación para subsector industria en 2010.....	45
Figura 30	Análisis de estado de agregación para subsector industria en 2016.....	45
Figura 31	Análisis de estado de agregación para subsector industria en 2019.....	45
Figura 32	Reporte de Correlación espacial y de agregación para valores altos/bajos en subsector servicios públicos en 2010.....	47
Figura 33	Reporte de Correlación espacial y de agregación para valores altos/bajos en subsector servicios públicos en 2016.....	47

Figura 34 Reporte de Correlación espacial y de agregación para valores altos/bajos en subsector servicios públicos en 2019.....	47
Figura 35 Análisis de estado de agregación para subsector servicios públicos en 2010	48
Figura 36 Análisis de estado de agregación para subsector servicios públicos en 2016	48
Figura 37 Análisis de estado de agregación para subsector servicios públicos en 2019	48
Figura 38 Reporte de Correlación espacial y reporte de agregación para valores altos/bajos para subsector servicios médicos 2010.....	50
Figura 39 Reporte de Correlación espacial y reporte de agregación para valores altos/bajos para subsector servicios médicos 2016.....	50
Figura 40 Reporte de Correlación espacial y reporte de agregación para valores altos/bajos para subsector servicios médicos 2019.....	50
Figura 41 Análisis de estado de agregación para subsector servicios médicos en 2010	51
Figura 42 Análisis de estado de agregación para subsector servicios médicos en 2016	51
Figura 43 Análisis de estado de agregación para subsector servicios médicos en 2019	51
Figura 44 Índice de sustentabilidad. Componente social	58
Figura 45 Índice de sustentabilidad. Componente económico	59
Figura 46 Índice de sustentabilidad. Componente ambiental.....	59
Figura 47 Índice de sustentabilidad. Componente urbano-territorial	60
Figura 48 Índice de sustentabilidad integral.....	60
Figura 49 Características de sustentabilidad y urbano-territoriales de las centralidades	61
Figura 50 Clasificación de las centralidades por perfiles	62

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Indicadores sociales	27
Tabla 2 Indicadores económicos	28
Tabla 3 Indicadores ambientales	30
Tabla 4 Indicadores urbano-territoriales.....	30
Tabla 5 Resultados de Indicadores Sociales.....	46
Tabla 6 Resultados de Indicadores Económicos	47
Tabla 7 Resultados de Indicadores Ambientales	48
Tabla 8 Resultados de Indicadores Urbano-Territoriales	49

INTRODUCCIÓN

El crecimiento urbano y la planeación territorial ineficiente actualmente representan unos de los mayores retos de los asentamientos urbanos en el mundo. Los vacíos urbanos, la falta de flexibilidad de los usos de suelo y la ocupación desordenada del territorio ante las nuevas demandas de competitividad urbana con las actuales estrategias de planeación contribuyen en gran medida a este problema. Para hacer uso eficiente tanto de recursos naturales de soporte, así como del territorio es necesario gestionar sistemas de planeación territorial que incluyan entre sus componentes de evaluación las dinámicas y las trayectorias de la producción urbana de los usos de suelo, los mecanismos de la concentración y de movilidad de la población en las ciudades.

Hoy en día, dentro de la literatura especializada, el término de planeación territorial sustentable se define como aquella planeación del territorio que aborda de manera integral a los elementos de la dinámica urbana en relación con las centralidades; incorpora a su análisis, aquellas zonas de la ciudad de más importancia estratégica con base en su nivel de atracción para satisfacción de necesidades, y a la concentración una mayor densidad de empleos, equipamientos y servicios.

En relación con lo anterior el cuestionamiento es: ¿Cómo influye la dinámica de centralidades en la sustentabilidad del territorio de la Ciudad de Mexicali?; como hipótesis se plantea que la dinámica de centralidades ocurrida en el periodo de 2010 a 2019 en la ciudad de Mexicali, si tiene una influencia pero limitada en la estructura urbana y la movilidad de su población, generando un aumento de traslados para satisfacción de necesidades, con mayor énfasis el desplazamiento al empleo, desfavoreciendo la calidad del ambiente urbano y el desarrollo territorial sustentable; por su puesto aún se tiene que investigar.

Sin embargo, en Mexicali como en la mayor parte de ciudades mexicanas y algunas latinoamericanas, la disponibilidad de información de calidad para el desarrollo de planeaciones territoriales es escasa, sus ciclos de generación en las dependencias oficiales son largos y el flujo es lento; de ahí la importancia de este trabajo que realiza un análisis de sustentabilidad territorial por medio de mediciones indirectas a través de indicadores; proceso que facilita el diagnostico urbano periódico con insumos de fácil acceso. Se utilizaron las centralidades como unidades territoriales básicas, ya que representan zonas de

relevancia urbana desde el punto de vista espacial en su función de elementos estructuradores y en la dinámica socioeconómica como puntos de atracción de flujos.

El objetivo de este trabajo de investigación es:

Evaluar el desarrollo territorial sustentable de la Ciudad de Mexicali a partir de las centralidades y las condiciones de accesibilidad al empleo.

Como objetivos secundarios se incluyen:

- Determinar distribución de las centralidades en la Ciudad de Mexicali en 2010, 2016 y 2019, realizando un comparativo de los tres años.
- Analizar patrones de agregación de actividad productiva que se relacionen de manera directa con las centralidades existentes
- Evaluar y clasificar las centralidades actuales de la Ciudad de Mexicali considerando indicadores de sustentabilidad urbana enfocados al desarrollo y la planeación
- Clasificar las centralidades por perfiles tomando en cuenta el desarrollo sustentable, así como las condiciones urbano-territoriales.

Este proceso permite realizar diagnósticos rápidos de las condiciones cambiantes de las centralidades con base en información que se puede obtener de manera sencilla de las principales dependencias de planeación locales y que sirve de fundamento de validez para planeaciones estratégicas dinámicas y sustentables del territorio tanto a mediano como a largo plazo.

La metodología de este trabajo fue estructurada en tres etapas principales. En la primera etapa se determinaron las centralidades urbanas en la Ciudad de Mexicali, México como caso de estudio en los años 2010, 2016 y 2019. Se consideró la red vial como ruta de movilidad y la ubicación del empleo como destino principal de desplazamiento. En una segunda etapa se realizó el análisis de las condiciones en las centralidades mediante el uso de 27 indicadores que consideraron factores socioeconómicos y ambientales en el contexto de la sustentabilidad urbana, también se determinaron las características urbano territoriales de las centralidades encontradas, así como su grado de consolidación a través de 9 indicadores que analizaron el espacio físico urbano; para finalizar se clasificaron las centralidades en cuatro perfiles que toman en cuenta el nivel de desarrollo sustentable y las condiciones urbano-territoriales tanto de consolidación como de disponibilidad de espacio, esta clasificación facilita y sustenta decisiones de planeación estratégica.



CAPÍTULO 1 De la sustentabilidad a la Planeación territorial sustentable

El hombre en el transcurso de la historia ha sido consciente del daño que ocasiona al entorno y en diversas ocasiones manifestó su interés por minimizar su perturbación en el equilibrio natural, tal como lo expresó George Perkins Marsh desde 1867 en su libro “Man and Nature”; a pesar de que se realizaron diferentes acciones de protección al ambiente en los años posteriores; es hasta después de la Segunda Guerra Mundial cuando esta inclinación se hizo público a través de organismos gubernamentales y no gubernamentales con un enfoque global (Adams, 2009, p. 34-37). En los siguientes años las agendas internacionales asentaron las bases de lo que se conocería posteriormente como sustentabilidad, sin embargo, los elementos involucrados en el camino hacia la sustentabilidad no eran claros y se han modificado de acuerdo con cada momento histórico y los nuevos conocimientos adquiridos. En la Cumbre de Río 1992 que se habla por primera vez de Desarrollo Sustentable y de la importancia del tema urbano. Se utiliza el término ciudad sustentable que se refiere a una urbe que permite a sus habitantes satisfacer sus necesidades y mejorar su bienestar sin degradar el medio ambiente o la vida de otras personas actuales y futuras.

Si bien inicialmente el enfoque de la sustentabilidad tenía un mayor interés en la protección a la naturaleza y no distinguía entre el crecimiento y el desarrollo (Foladori 2005), en las décadas siguientes se demostró que el camino hacia la sustentabilidad necesita abarcar todos los componentes que rigen la vida diaria de los seres vivos y en especial del ser humano que es el principal modificador del entorno. Colantonio (2007) la define en relación con la capacidad de sostenimiento de un sistema para funcionar a largo plazo e incorpora todas las actividades humanas; mientras que desarrollo sostenible es el proceso para avanzar hacia esta meta. El mismo autor delimita su enfoque social como las normas y procesos que permiten a las comunidades alcanzar la equidad, salud, satisfacción de necesidades, lograr felicidad, bienestar, calidad de vida aceptable en un medio ambiente favorable, por ello se plantea que la sustentabilidad de una comunidad involucra el acceso equitativo a empleo, vivienda y servicios, interacciones sociales, participación comunitaria, sentido de pertenencia, estabilidad de sus integrantes y seguridad (Bramley 2006).

La Organización de las Naciones Unidas (ONU 2014) expone que una ciudad con interés sustentable se requiere integrar cuatro elementos base: el desarrollo social, económico, la



gestión del medio ambiente y gobernanza urbana, pero no existe una vía definida; ya que cada ciudad debe ser capaz de adaptarse a sus características y requerimientos propios. En el presente trabajo se definirá sustentabilidad con base en las ideas de Colantonio (2007) y Bramley, et al (2006) como la capacidad de una comunidad para alcanzar la satisfacción de necesidades, equidad, salud, una calidad de vida aceptable y un medio ambiente favorable con un uso eficiente de recursos.

Wolman (1965) planteó los principios del metabolismo urbano, que define como los flujos de energía, insumos y desechos que participan en la dinámica urbana como una analogía a procesos naturales en ecosistemas funcionales; posteriormente estos principios se utilizaron como parte de las bases de la sustentabilidad urbana (Céspedes, 2018). En un entorno natural los procesos son autosuficientes y se dirigen de manera natural hacia la sustentabilidad, pero en el caso de muchas ciudades de hoy en día, los flujos de energía y consumo de materiales son lineales con una alta demanda de insumos para su funcionamiento, así como también grandes cantidades de desechos que llevan a ecosistemas urbanos hacia la no sustentabilidad a largo plazo. Para Ravetz (2001) las ciudades son espacios con flujos constantes que contribuyen a los problemas ambientales, por lo que es necesario modificar procesos para minimizar impactos y aprovechar las oportunidades que ofrecen las dinámicas urbanas actuales en función de la idea de futuro de sus comunidades.

Entre los principales factores que intervienen en el metabolismo urbano son las dinámicas de concentración de la población, la forma urbana, el inventario de edificaciones, la vegetación, el clima y la infraestructura, que considera los servicios de agua, luz y drenaje, así como la red de movilidad urbana (Barles, 2010). Para Hofstad (2012) las ciudades deben ser compactas, diversas y próximas con metabolismos eficientes en donde se pueden impulsar políticas de planeación y financiamiento del desarrollo local que estén orientadas a modelos de desarrollo urbano con altas densidades vinculadas a una estructura de movilidad eficiente con impulso a desplazamientos no motorizados (Kang 2015). Otros autores opinan que el carácter sustentable de una ciudad depende en gran medida de su sistema de movilidad, su interacción con los usos de suelo y las densidades urbanas (Bertaud, 2002); es decir elementos de la estructura urbana, que pueden integrarse en el concepto de centralidades (Rodrigue, 2013) que constituye la base de análisis del presente trabajo.



1.1 Nuevos modelos de planeación urbana

Los nuevos modelos de ciudad orientados hacia la producción de ciudades sustentables que de acuerdo a la European Environment Agency EEA (2010) deben estar encaminados a proteger la biodiversidad, la salud y los valores culturales de una ciudad, reducir el consumo de recursos naturales y espacio, contar con flujos urbanos eficientes y asegurar el acceso equitativo tanto a bienes como servicios por lo que se requiere de un sistema de planeación urbana integral que considere los diversos componentes que intervienen en la dinámica de una ciudad.

En el 2015 ONU hábitat propone la planeación urbana sustentable desde el enfoque de la planeación del territorio con énfasis en promover el desarrollo económico, social cultural y ambiental (ONU-Hábitat, 2015). El territorio de acuerdo con Cortes y Delgadillo (2014) es la extensión de superficie ocupada por grupos humanos que cuenta con un acervo cultural, social y político, que interactúan con el medio ambiente que les rodea, mientras que, para Ferrandis (2016) es una construcción sociológica que se desarrolla en un espacio biofísico creado de manera artificial por lo que requiere una planeación y adecuación constante. Benedetti (2011) lo define como un área donde se encuentra una población determinada que interactúa. Además, indica que este término ha retomado importancia desde la gestión para el desarrollo en las ciudades latinoamericanas.

Con base en los elementos que integran el territorio, se desarrolló el concepto de Planeación territorial sustentable que son las decisiones orientadas a realizar objetivos sociales, económicos, culturales y ambientales que garantizan el crecimiento económico, el uso eficiente de recursos y energías, así como la equidad en el acceso a empleo, equipamientos y servicios (Albuquerque y Pérez, 2013), que además permiten mejorar la calidad de vida de los asentamientos existentes al aumentar la accesibilidad a destinos deseados con una reducción tanto en las distancias como en los tiempos de traslado, que generan en consecuencia una eficiencia urbana (Litman, 2019) y una mejor calidad ambiental (Rode, 2014).

La planeación territorial sustentable considera el ordenamiento espacial de la ciudad tomando en cuenta el factor humano con sus implicaciones socioeconómicas e impactos ambientales (Palacio-Prieto, et al., 2004); para lo cual se requiere de estrategias y planeaciones integrales



que se orienten al carácter espacial de las ciudades; se deben incluir los elementos que impulsan el desarrollo, por lo cual ONU- Hábitat (2015) propone las directrices internacionales sobre planeación urbana y territorial. Entre estas directrices establece que la planeación territorial urbana debe considerar la mezcla de usos de suelo, la planeación en la ubicación y distribución de las actividades económicas para hacer asequible el empleo y los servicios; así como la creación de nodos urbanos para aumentar la proximidad, la conectividad y la competitividad urbana que permitan la inclusión social y espacial. También establece la necesidad de mejorar la red viaria, favorecer el desplazamiento peatonal y fomentar el uso del transporte público. Indica que se deben evitar las expansiones urbanas promoviendo estrategias de densificación y uso de vacíos urbanos. Las ciudades compactas permiten tener mejores servicios e infraestructura; además que se reducen las distancias y tiempos de traslado favoreciendo la calidad ambiental y la eficiencia energética. Este documento también considera el impulso al desarrollo económico y social.

En 2018 este mismo organismo presenta en documento “Leading Change: Delivering the New Urban Agenda through Urban and Territorial Planning”, en el cual se plantea una guía con estrategias que sirven de apoyo al desarrollo de planeaciones enfocadas al desarrollo territorial sustentable.

La política urbana nacional e internacional establece la necesidad de planear y reestructurar las ciudades a fin de crear modelos urbanos eficientes que disminuyan el consumo de recursos y territorio; así como los costos de operación municipal (OCDE, 2015). Las ciudades deben ser flexibles en su evolución (Järv, et al, 2018), generar valor en las zonas urbanas, ofrecer una conectividad adecuada y una mezcla de usos de suelo que disminuya la necesidad de traslados para satisfacción de necesidades (UN-hábitat, 2015). La planeación territorial sustentable es un proceso dinámico que requiere de objetivos sociales, ambientales, económicos y culturales claros que permitan alcanzar un nivel de desarrollo aceptable, esto a través de la aplicación de políticas y planes con base en el ordenamiento físico del territorio (UN-Hábitat, 2018).

1.2 La planeación y el desarrollo territorial sustentable en Mexicali

En nuestro país la planeación parte desde el nivel federal, su función principal es la conducción de acciones para promover el crecimiento económico y mejorar las condiciones



de la población. Esta planeación establece objetivos priorizados de acuerdo con las necesidades del país, plantea estrategias y acciones específicas para el cumplimiento de los objetivos propuestos; (Coquis, 2015). A partir de 1992 la encargada la elaboración del Plan Nacional de Desarrollo es la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, mientras que a la Secretaría de Desarrollo Social se le otorga la atribución de la elaboración de programas regionales y a la Secretaría de Gobernación la coordinación de los planes sectoriales que son emitidos por la coordinadora del sector correspondiente (Ley de Planeación, 2018).

El Plan Nacional de Desarrollo deben contener un diagnóstico de la situación actual, los ejes generales, objetivos, estrategias e indicadores de desempeño (Ley de Planeación, 2018); sin embargo, uno de los problemas que presenta este sistema de planeación es su emisión sexenal que corre paralela a los periodos del ejecutivo federal, por lo cual transcurren periodos prolongados para la producción de nuevas planeaciones a nivel nacional, de tal manera que la implementación de nuevos objetivos ante necesidades cambiantes no se produce de manera oportuna.

En el ámbito estatal el ejecutivo está obligado a emitir en un término máximo de 6 meses a partir de su toma de poder el Plan Estatal de Desarrollo; caso similar al municipal para el Plan Municipal de Desarrollo, en ambos casos su vigencia es la misma de los años de mandato de cada gobernador o presidente municipal según sea el caso (Ley de Planeación del Estado de Baja California, 2008); sin embargo, la emisión de otros instrumentos de planeación como el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población (PDUCP) dependen de las decisiones de los institutos de planeación locales, ya que no está legislado ni su duración ni los periodos de producción.

La planeación desde territorio consiste en la organización espacial de las actividades humanas coordinando los intereses sociales, económicos y ecológicos de una región (Kavaliauskas, 2008), una de las ventajas que ofrece la planeación a partir del territorio es el abordaje integral de temas que interactúan en el desarrollo, sin embargo, en opinión de Allmendinger (2009) y Faludi (2002) en la práctica diaria, la mayor parte de estrategias se orientan hacia el desarrollo económico, social o ambiental sin entender que la planeación física puede contribuir de manera importante



El uso ineficiente de los recursos y del territorio, en gran medida se debe a planeaciones sectoriales que no integran los principales temas urbanos (ONU-Hábitat, 2014). En la ciudad de Mexicali el principal instrumento de planeación vigente es el Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Mexicali 2025 (PDUUCP) un documento en el que las planeaciones se encuentran desvinculadas incluyendo los temas que se enfocan en la planeación territorial y que son de interés para la presente investigación. Por otra parte, aun cuando existen otros instrumentos de planeación que tienen como enfoque principal promover el desarrollo económico, humano, ambiental y territorial, estos solo plantean objetivos generales sin estrategias de aplicación prácticas, tal es el caso del Plan Municipal de Desarrollo de Mexicali (2017). En este documento se proponen estrategias y líneas de acción basadas en objetivos, sin embargo, no presenta un diagnóstico o análisis urbano que indique el fundamento de las estrategias planteadas; además tampoco cuenta con una metodología clara que permita evaluar el progreso en la aplicación de este instrumento, detectar nuevos problemas o necesidades de la ciudad que permitan el mantenimiento o implementación de nuevas estrategias y políticas que permitan avanzar en el desarrollo de la ciudad.

En los últimos años la Ciudad de Mexicali experimentó una rápida expansión con un crecimiento de la superficie urbana de un 37% de 1980 al 2000, mientras que del 2001 al 2008 se incrementó la superficie un 11% de acuerdo con el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Mexicali (PDUUCP), esto como consecuencia del crecimiento poblacional (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI, 2010) y el aumento de la demanda de vivienda (INEGI 2010), estas condiciones generan ciudades dispersas con uso ineficiente de recursos y territorio, altos costos de operación municipal, grandes trayectos de traslado y la consecuente contaminación ambiental (OCDE, 2015). La política urbana internacional y la federal nacional plantean la necesidad de planear y reestructurar las ciudades a fin de crear modelos urbanos eficientes con mezcla de usos de suelo, uso de vacíos urbanos y la reestructuración de los sistemas de movilidad como medidas hacia desarrollos urbanos sustentables (OCDE, 2015).

A fin de evaluar y dar seguimiento a las planeaciones urbanas, es indispensable que en su estructura se incluyan indicadores que permitan la evaluación de la funcionalidad, así como la determinación del grado de desarrollo de las ciudades. Estos indicadores deben ser



confiables, estar basados en información de fácil obtención, útiles en detectar y resolver problemas (Blanco, 2011); pero también deben ser capaces de evaluar las características, procesos y condiciones urbanas a periodos determinados que permitan implementar planeaciones y políticas de solución de manera oportuna (Ciegis, 2009). Es necesario que estos indicadores evalúen y detecten condiciones que permitan fomentar el crecimiento económico, la equidad social y condiciones ambientales favorables (Banco Mundial, 2017).

CAPÍTULO 2 Centralidades, un nuevo paradigma en la planeación territorial

De acuerdo con el Royal Town Planning Institute (RTPI) la forma urbana la constituyen el tamaño, la densidad, las zonas edificadas y la configuración espacial de los asentamientos, es decir, la huella de la ciudad, por otra parte, la estructura urbana es el conjunto de relaciones e interacciones entre los componentes que determinan la dinámica de una ciudad (Rodrigue, 2013) (Figura 1). También influyen en la estructura los diferentes tipos de capital que incluye el financiero, industrial y comercial, el sistema económico y político, las políticas públicas, la industria de la construcción, los procesos migratorios, los usos de suelo, la movilidad y las densidades urbanas (Alcántara, 2010). En el presente trabajo los elementos de interés que se considerarán serán los relacionados con la planeación física, como son los usos de suelo, el sistema de movilidad y densidades; que son relevantes para determinar las centralidades existentes y el modelo de urbano actual (Figura 2).

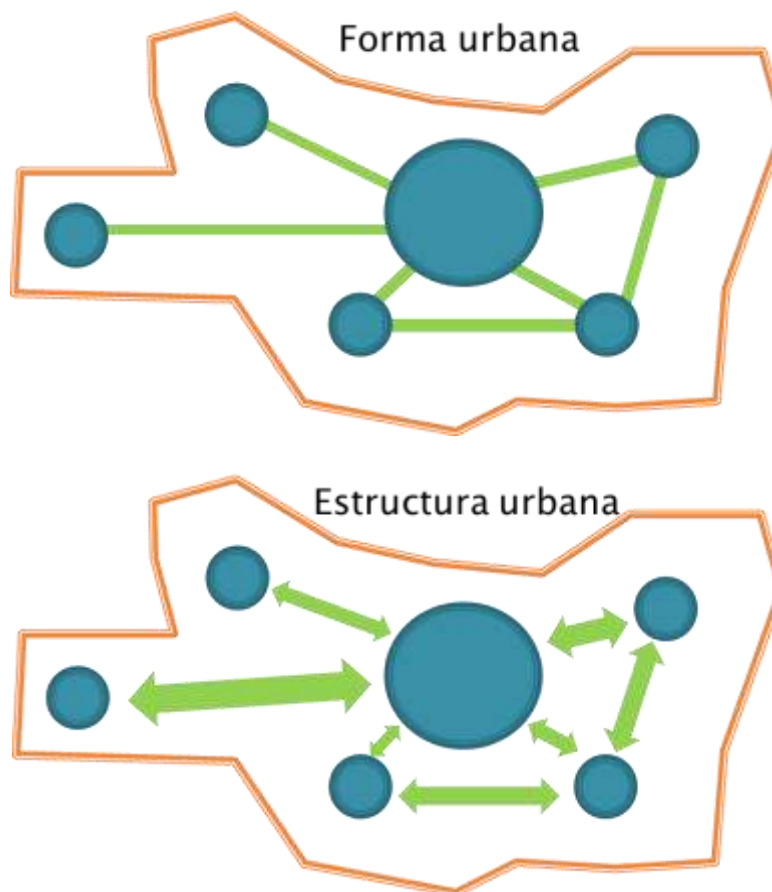


Figura 1. Diferencias entre forma y estructura urbana
Fuente: Elaboración propia (2018) con base en Rodrigue (2013).

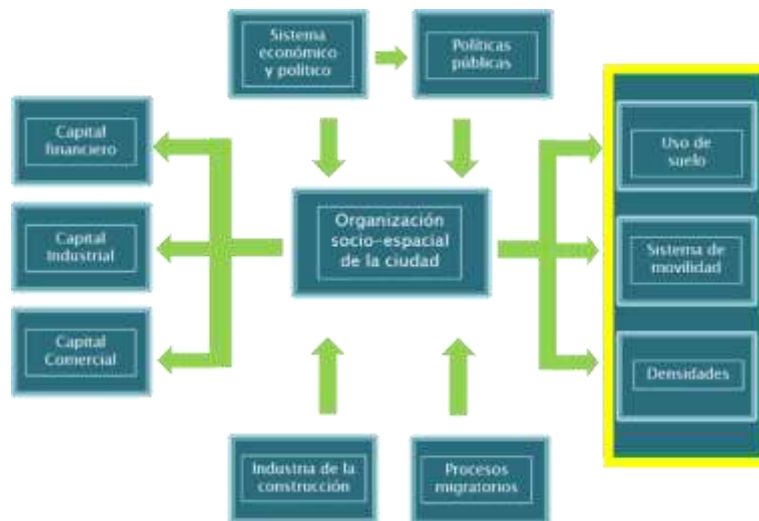


Figura 2. Elementos de la estructura urbana
Fuente: Elaboración propia (2018) con base en Alcántara (2010).

En países con alto desarrollo territorial sustentable las políticas urbanas tienen un enfoque integrado del uso del suelo y de la planificación de la movilidad; la red vial proporciona las condiciones para los patrones de movimiento y los usos de suelo la necesidad de desplazarse (Silva y Pinho 2008). Si bien la nueva política a nivel mundial aboga por ciudades con planeaciones integrales, esto implica conocer a fondo la relación que guardan la diversidad de usos de suelo, la movilidad y las densidades urbanas (Pitot, Yigitcantar, et al 2006); aunque lo cierto es que los procesos de planeación siguen estando desintegrados y no consideran todos los componentes. Por tal motivo, el nuevo paradigma de la planeación territorial está orientado a planeaciones basadas en centralidades que permitan aumentar el acceso a oportunidades (Cervero 2005, Litman 2019), ya que este enfoque involucra diversos elementos de la estructura urbana (Rodrigue, 2013). Considerar la distribución de centralidades como los puntos destino importantes en la dinámica de estructuración de la ciudad, permite manejar su distribución de manera estratégica para mejorar la accesibilidad y por tanto la sustentabilidad urbana (Inturri, 2013).

En este contexto, cobra relevancia el concepto de accesibilidad y su evaluación permite avanzar en la comprensión de los temas de equidad, transporte y eficiencia urbana, al entender que la estructura de movilidad debe proporcionar fácil acceso al empleo, la vivienda y los equipamientos (Ygincantar 2007), de tal forma que ofrezca mayores oportunidades de desarrollo a la población, se reduzca la necesidad de traslados (Rode 2014), es decir, planear ciudades con modelos urbanos y estructuras eficientes.

Entre los trabajos que analizan las centralidades urbanas, algunos evalúan los usos de suelo y el índice de diversidad (Zambon, et al, 2017) lo cual resulta de utilidad al determinar las condiciones de accesibilidad a oportunidades, entendiéndose como destinos deseables (Litman, 2019); otro enfoque de análisis es la evaluación de la red urbana de movilidad (Gil, 2014). Moraes, et al. (2013) proponen un índice de centralidad urbana compuesto que incorpora elementos sociodemográficos incluyendo el empleo, las densidades poblacionales y rangos de viaje.

Los estudios urbanos que consideran la escala de centralidad pueden tener diferentes enfoques que dependen del alcance de la investigación, sin embargo, desde el enfoque de la planeación territorial sustentable, es necesario incluir indicadores socioeconómicos, ambientales y territoriales que permitan mostrar las condiciones actuales de las centralidades, planear en función de la satisfacción de necesidades y aprovechar las oportunidades del desarrollo futuro (Guimaraes, 2003).

Se ha hablado de las centralidades, pero es necesario definir las para los intereses del presente trabajo; se definen como espacios multifuncionales de diferentes escalas que tienen generalmente un rol definido en la ciudad (Li, 2017). Son puntos de atracción que producen gran cantidad de interacciones colectivas, además, constituyen el destino principal de la mayor parte de desplazamientos urbanos (Zhong, Schläpfer, Müller, et al., 2015). Concentran empleos, equipamientos y servicios. Delgadillo (2012) relaciona la centralidad con la concentración de las principales funciones urbanas en las cuales participa un amplio porcentaje de los habitantes de la ciudad, sin embargo, también reconoce que la falta de una planeación adecuada al territorio puede generar problemas en dichas centralidades como el incremento de la renta del suelo por cambio en el uso, apropiación inadecuada del espacio público, afectación del patrimonio histórico cultural por conflictos en la propiedad o insuficiencia de infraestructura y servicios. Estas unidades espaciales pueden ser la base de planeaciones territoriales, pero requieren de un análisis que permita determinar tanto su ubicación como las condiciones actuales, la capacidad para desarrollo futuro y el control del mercado de suelo (Cosedo, et al, 2018).

Las centralidades deben ser identificadas y clasificarlas con base en tres factores principales; escala, nivel de consolidación y localización (Cuenin, 2010). La escala se divide de acuerdo



con su capacidad para atraer flujos, la cual se relaciona directamente con la existencia y tipo de equipamientos, empleos, así como otros sitios de interés. Se reconocen cuatro tipos de centralidades (Mena, 2008): la metropolitana que es la que atrae población de todos los sectores de la ciudad en relación con equipamientos de gran tamaño y la diversidad de empleo; son centralidades consolidadas que requieren de una integración obligada con el transporte público. La zonal atrae habitantes de la misma zona, agrupa equipamientos de tamaño intermedio con una oferta diversificada, requiere de una buena accesibilidad. La sectorial es generalmente periférica de poca atracción, pero con actividad especializada de interés particular para algunos sectores de la población. La centralidad de barrio se localiza en zonas predominantemente habitacionales, únicamente hay algunos servicios primarios y los desplazamientos suelen ser peatonales.

El grado de consolidación divide en centralidades consolidadas, que son aquellas bien constituidas con un grado de solidez alto, una conectividad de transporte bien establecida, densidades altas, cuentan con equipamientos y/o empleo de alto nivel y poseen una ubicación estratégica en la ciudad. También existen las no consolidadas que son aquellas que representan sitios de relevancia para proyectos en evolución o futuros, así como por representar nodos de importancia en su localización urbana, generalmente tienen densidades altas, pero requieren aún acciones de ordenamiento.

En cuanto a su localización las centralidades se dividen en urbanas y rurales de acuerdo con el uso de suelo dominante; es factible considerar un tercer tipo en este apartado, que incluya aquellas que se encuentran en zonas de transición.

Un cuarto parámetro para clasificar las centralidades es el grado de desarrollo que presentan y la capacidad de crecimiento a futuro.

La distribución y clasificación por grado de desarrollo sustentable puede determinar el modelo de una ciudad permitiendo la toma de decisiones y planeación a corto, mediano y largo plazo. Su presencia indica zonas de importancia urbana como atractores de flujos, mientras que la carencia de centralidades en un área de la ciudad señala la necesidad de crear nuevos polos de desarrollo que reduzcan traslados.



Rodrigue (2013) propone un esquema que representa la dinámica de interacción de los elementos de la estructura urbana, desde el punto de vista de un sistema de redes (Figura 3). Las centralidades son un proceso espacial resultado de la relación entre los flujos de movilidad que son generados por la población al trasladarse a los sitios donde se encuentran los destinos de interés (Cutini, 2001); por este motivo los usos de suelo constituyen los nodos de la red; los habitantes representan la densidad poblacional que condiciona la demanda y el sistema vial es la red a través de la cual se generan los desplazamientos.



Figura 3. Modelos de dinámica urbana desde el sistema de redes
Fuente: Rodrigue (2013).

Después ubicar y clasificar las características de las centralidades se requiere conocer los principales ejes de movilidad que permiten la interacción entre centralidades; así como la eficiencia de esta parte de la estructura urbana.

En opinión de Bertaud (2002) el estudio de la estructura urbana debe incluir tres elementos básicos, los patrones de desarrollo, la distribución de la población y el patrón de viajes, debido a que la estructura espacial es un reflejo del consumo de suelo, la ubicación de las actividades y la dinámica de desplazamientos producto de estas interacciones, mientras que para Zhong (2015) estos componentes integran o determinan la existencia y las características de las centralidades; y en este sentido los elementos mencionados afectan de manera directa

la eficiencia de los sistemas de movilidad, la duración de traslados y los consiguientes efectos ambientales, por ello es necesario determinar la relación que guardan entre ellos.

El patrón de desarrollo urbano establece una relación entre las actividades de la ciudad, formando conglomerados o dispersión de estas zonas, para Bertaud (2002) existe la distribución monocéntrica y la policéntrica, la primera es aquella donde hay un distrito central de negocios (Central Business District CBD) que representa una zona de conglomeración de las principales actividades laborales, de equipamiento y servicios, mientras que el segundo caso es cuando existen subcentros de población periféricos, pero sin núcleos dominantes. Meijers y Burger (2010) determinan los patrones de desarrollo que consideran la dimensión de centralidad de CBD y el grado de dispersión de las principales actividades dando lugar a cuatro variantes: centralizado monocéntrico, centralizado policéntrico, disperso monocéntrico y disperso policéntrico como puede observarse en la figura 4.

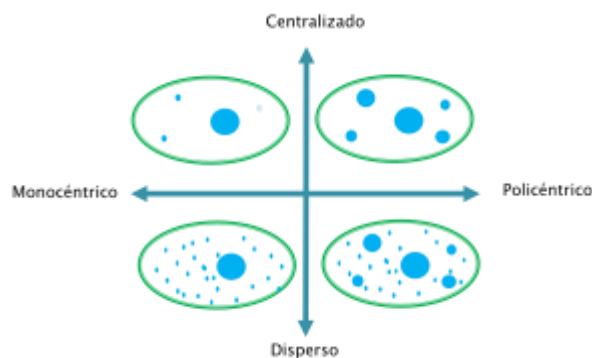


Figura 4. Patrones de desarrollo
Fuente: Elaboración propia (2018) con base en Meijers y Burger (2010).

La distribución de la población se determina a través de la densidad poblacional que es un parámetro relacionado con el consumo de suelo. Densidad es el número de elementos por unidad geográfica (Livert y Gainza 2014), pero es necesario determinar cómo se distribuyen estas densidades en la ciudad, que es lo que se conoce como gradiente de densidad.

Los dos elementos anteriores dan lugar a un modelo de ciudad con patrones de viaje característicos, la ciudad monocéntrica central tiene desplazamientos en dirección al centro por la mañana y hacia la periferia al final del día mientras que las ciudades policéntricas son múltiples formas de desplazamiento a los diversos subcentros tal como lo presenta Bertaud (2002) en sus esquemas que relacionan las tres dimensiones (Figura 5).

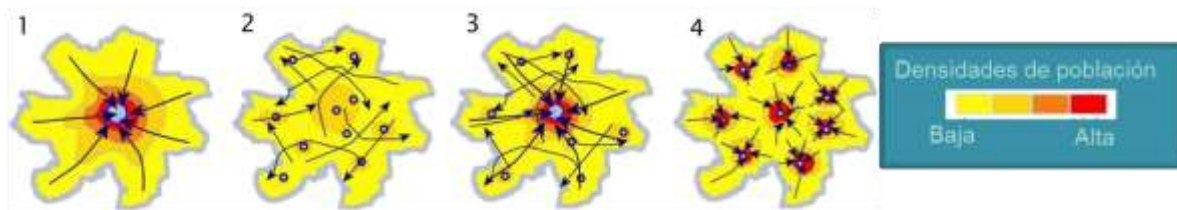


Figura 5. Modelos de ciudad
Fuente: Bertaud (2002).

La importancia de estos modelos de ciudad es que permiten establecer una relación entre densidades, modalidad dominante de desplazamientos, distancias y tiempo de traslado. El caso 1 corresponde al modelo monocéntrico con alta densidad poblacional en el que los empleos y principales actividades se concentran en el centro y sus movimientos son radiales de grandes distancias, domina el desplazamiento motorizado. El caso 2 es un modelo policéntrico sin un centro dominante, los patrones de movimiento no siguen una trayectoria definida. El modelo 3 cuenta con un centro dominante y subcentros periféricos de baja densidad, los desplazamientos son variables, algunos radiales al centro y otros transversales entre los diferentes subcentros; se combinan los desplazamientos motorizados con no motorizados. Por último, el tipo 4 es policéntrico con subcentros de alta densidad y actividad, los desplazamientos son de corta distancia y pueden realizarse desplazamientos no motorizados.

La tendencia actual del desarrollo de ciudades se asocia a la sustentabilidad territorial (ONU-Hábitat, 2015), el argumento es que si en la ciudad se requieren menores recorridos y se reduce el tiempo de los mismos, se genera menor gasto de combustible, disminuye la contaminación y mejora condición de salud (Rode 2014); además se utiliza de manera más eficiente la infraestructura y hay menos absorción del suelo agrícola periférico por ello son necesarios instrumentos que permitan valorar en forma conjunta los componentes de la dinámica urbana, ayuden a integrar los sistemas de transporte y la optimización del suelo intraurbano (Pitot, Yigitcandar, et al 2006).

Levinson (2013) define la eficiencia urbana como el mayor grado de productividad con el menor gasto, impactos y esfuerzo. También indican que la ciudad debe ofrecer equidad, una experiencia favorable y protección del entorno para considerarla una ciudad en vías de un desarrollo sustentable.

2.1 Herramientas en el análisis de centralidades

La clasificación de modelo de ciudad de Bertaud (2002) considera las centralidades como unidad básica de análisis, lo que permite analizar una parte de la estructura urbana desde el enfoque de sistemas complejos (Rodríguez, 2013); que se refiere a la interacción entre diferentes componentes que afectan el funcionamiento de un todo, pero que también depende de variables externas que modifican su comportamiento (Gallopín, 2003); de acuerdo con este autor la base de la planeación orientada hacia el desarrollo territorial sustentable debe abordar los temas urbanos desde el enfoque sistémico que permita entender la relación entre componentes a fin de lograr planeaciones integrales.

Los estudios enfocados en la determinación de centralidades urbanas utilizan diversas metodologías, Sevtsuk (2012) propone una metodología que realiza la ubicación de centralidades por medio del software ArcGIS 10.2 con el uso de una herramienta de su creación llamada “centrality” esta aplicación permite estudiar configuraciones espaciales de las ciudades y relacionarlas con las condiciones sociales, económicas o ambientales existentes; opera con el sistema de red y considera tres elementos básicos: los bordes que son las vías de movilidad, en este caso las calles, los nodos representados por las intersecciones entre bordes y los edificios que para la investigación actual se utilizó la ubicación de empleos (Figura 6).

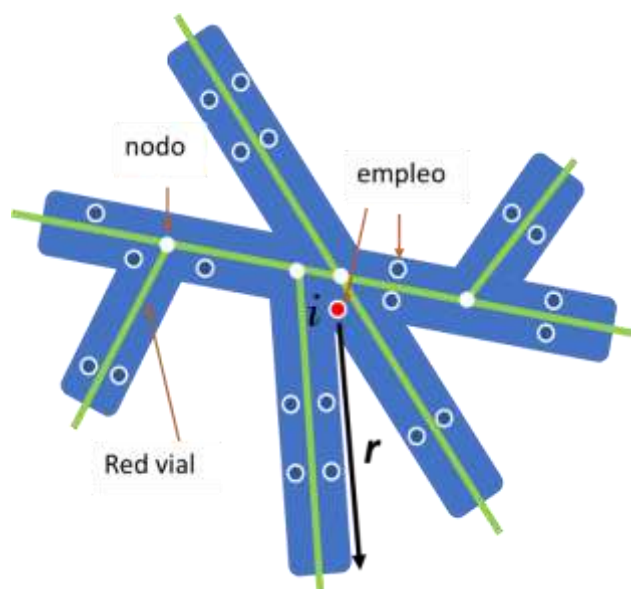


Figura 6. Representación de modelo para análisis de centralidad
Fuente: Elaboración propia con base en Sevtsuk (2012).

Los parámetros de análisis que tiene la herramienta Centrality son 5, el primero es Alcance (Reach) métrica que representa las oportunidades alcanzables a través de la red para todo tipo de desplazamiento (Sevtsuk, 2012). Considera el número de nodos a los cuales se puede acceder desde un punto determinado tomando en cuenta un radio r preestablecido, a cada punto de análisis es posible asignarle un peso específico que puede ser el número de empleos que proporciona dicha edificación ya que el empleo representa en nuestro país el destino más frecuente de los viajes urbanos de acuerdo con la encuesta origen-destino realizada en el 2017 por INEGI. El índice de alcance r para un edificio de interés i se calcula con la sumatoria de número de destinos j que se encuentran en todas direcciones en un recorrido por la red considerando un radio máximo r de acuerdo con la Ecuación 1.

$$\text{Alcance } [i]^r = \sum_{j \in G - \{i\}; d[i,j] \leq r} w[j]$$

Ecuación 1. Fórmula para parámetro de alcance.
Fuente : Bhat, Chandra, Hardy Susan et al. (2001)

Gravedad (Gravity) es la medida que indica la facilidad para alcanzar destinos considerando un valor de impedancia β que es una constante asignada a cada tipo de desplazamiento al cual Handy y Niemeier (1997) asignaron 0.00217 metros para el desplazamiento peatonal. Este índice se representa con la ecuación 2 (Sevtsuk, 2012) donde el índice de gravedad para un edificio i en una red G a un radio r determinado es el peso de los destinos j considerando la distancia geodésica $d[i,j]$ entre edificios i y j , donde β es un valor constante para considerar distancia en el desplazamiento peatonal.

$$\text{Gravedad } [i]^r = \sum_{j \in G - \{i\}; d[i,j] \leq r} \frac{w[j]}{e^{\beta \cdot d[i,j]}}$$

Ecuación 2. Fórmula para parámetro de gravedad.
Fuente: Sevtsuk, Andrés. (2012)

La Centralidad intermedia (Betweenness) es el número de veces que un nodo se encuentra entre un par de destinos determinado y de acuerdo con Freeman (1977) la fórmula para su cálculo es la siguiente:



$$\text{Centralidad intermedia } [i]^r = \sum_{j, k \in G - \{i\}; d[i, j] \leq r} \frac{w[j]}{njk[i]}$$

Ecuación 3. Fórmula para centralidad intermedia.
Fuente: Freeman, Linton. (2007).

Cercanía (Closeness) indica la distancia de cada punto con relación a todos los puntos de la red en un radio establecido, por tal motivo determina cuales elementos están más cercanos a un mayor número de edificios; se representan por el inverso del acumulativo de distancias entre un edificio y el resto de los edificios. Esta métrica no utiliza peso de valor en las edificaciones como en algunos ejemplos anteriores. La fórmula para el cálculo de la cercanía para un punto i a un radio r , donde $d[i, j]$ es el camino más corto entre los puntos i y j (Sevtsuk, 2012). La fórmula aplicada se observa en la ecuación 4.

$$\text{Cercanía } [i]^r = \frac{1}{\sum_{j \in G - \{i\}; d[i, j] \leq r} (d[i, j] \cdot w[j])}$$

Ecuación 4. Fórmula para parámetro de cercanía.
Fuente: Sevtsuk, Andrés. (2012).

Distancia recta (Straightness) es la ruta más corta desde un edificio i y el resto de edificios j dentro de un radio r ; $\delta[i, j]$ es la distancia más corta entre i y j , mientras que $d[i, j]$ es la distancia más corta a través de la red. Solo puede hacerse el cálculo de impedancia en longitud en este parámetro, la fórmula utilizada es la siguiente (Ecuación 5).

$$\text{Distancia recta } [i]^r = \sum_{j \in G - \{i\}; d[i, j] \leq r} \frac{\delta[i, j]}{d[i, j]} \cdot w[j]$$

Ecuación 5. Fórmula para distancia recta.
Fuente: Sevtsuk, Andrés. (2012).

2.2 Indicadores de desarrollo

Las centralidades aun cuando son espacios de relevancia urbana, no mantienen sus condiciones en forma permanente; pueden variar tanto en su ubicación como en sus características espaciales y de desarrollo en el transcurso del tiempo. Lo esperable es que reúnan lo necesario para favorecer satisfacer las necesidades de sus habitantes, sin embargo,



no se aplica la regla en todos los casos. Por tal motivo, requieren procesos de evaluación constante que fundamenten las políticas y planeaciones que consoliden estas zonas como centros de atracción de flujos.

En 2007 la ONU publicó la Guía que se orienta a la implementación de planeaciones y políticas públicas, en la que indica que una planeación integral fundamentada en la que se propongan acciones de beneficio público requiere un diagnóstico previo de las oportunidades para el desarrollo que considere aspectos económicos, sociales, ambientales y urbano-territoriales (ONU-Hábitat, 2015), pero es conveniente establecer periodos de evaluación e indicadores que determinen un avance o retroceso de las condiciones urbanas.

Los indicadores sociales en el enfoque de sustentabilidad se orientan hacia oportunidades equitativas de la población considerando el acceso y diversidad de equipamientos, el alcance de un mayor nivel educativo, pertenencia al sistema de salud y apoyo a grupos desprotegidos (ONU, 2007).

Los indicadores económicos permiten valorar el crecimiento y desarrollo de la ciudad al considerar la diversificación de fuentes de trabajo existente, la condición del desempleo, la tasa de participación laboral, la proporción de empleo por actividad productiva; datos que el Banco Mundial (2018) considera de importancia para determinar el grado de desarrollo.

Los aspectos ambientales consideran el uso eficiente de recursos y la protección del medio ambiente (European Environment Agency, 2017). Finalmente, el análisis urbano-territorial se enfoca en el estudio de condiciones que favorezcan la eficiencia en aprovechamiento del territorio como son la accesibilidad a empleo, equipamiento y servicios, mejora en la conectividad urbana, uso de vacíos urbanos y diversificación de usos de suelo (ONU, 2018).

CAPÍTULO 3 **Proceso de análisis de centralidades**

El trabajo de investigación se dividió en tres etapas. La primera fue la determinación y ubicación de las centralidades en el 2010, 2016 y 2019 en Mexicali con el fin de determinar los cambios que ocurrieron en este periodo de 9 años. También se analizó el patrón de distribución de actividades médicas, servicios públicos e industriales en la ciudad para establecer si existe una relación con estas zonas de importancia urbana.

En la segunda etapa del proceso se analizaron las condiciones de desarrollo de dichas centralidades a través de 27 indicadores de sustentabilidad que incluyen aspectos sociales, económicos y ambientales; así como un comparativo de sus dimensiones y de las principales características urbano-territoriales por medio de 9 indicadores para establecer el grado de consolidación. Por último, se clasificaron en perfiles que sugieren planeaciones estratégicas con base en los análisis previos.

En la etapa preliminar o preparativa se concentraron y procesaron las bases de datos en Sistema de Información Geográfica (SIG) utilizando la plataforma del software ArcGis 10.2 para escritorio con extensión Spatial Analyst. Los insumos principales utilizados para la realización de esta investigación fueron el mapa base de la ciudad de Mexicali, la ubicación puntual de empleo, se utilizó como fuente el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) 2016 generado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la red vial de Mexicali, información poblacional, económica y de vivienda del Censo de Población y vivienda 2010 realizado por INEGI, usos de suelo actuales de la zona de estudio y el plano catastral incluyendo las edificaciones elaborado por oficina catastral Municipal. Los pasos de la etapa preliminar incluyeron:

1. Establecer el mapa base de la ciudad con límites la zona de estudio de acuerdo con el área urbana propuesta en el PDUCP 2025 de Mexicali.
2. Preparar la capa de empleo para la Ciudad de Mexicali considerando el límite del área urbana propuesta tomando como base el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) de 2016 generado por el INEGI.
3. Elaborar la actualización de la red vial de la Ciudad de Mexicali con base en archivo shape desarrollado por INEGI y con apoyo de imagen satelital actualizada.

4. Integración del archivo de Censo de Población y vivienda 2010 de la Ciudad de Mexicali realizado por el INEGI utilizando como subunidades geográficas las manzanas urbanas para obtener datos de socioeconómicos necesarios en etapas posteriores de evaluación del desarrollo sustentable de las centralidades.
5. Elaboración e integración del archivo “shape” de usos de suelo actuales al SIG, esta actualización se realiza con base en imágenes satelitales.
6. Integración de archivo de catastro municipal a SIG

3.1 Identificación de centralidades

Esta etapa incluye la localización de las centralidades en los años 2010, 2016 y 2019 para analizar sus cambios de ubicación en la ciudad de Mexicali, además se determinó si existe un patrón de agregación en las actividades médicas, industriales y servicios públicos.

La etapa de identificación de centralidades incluye:

1. Análisis de concentración de empleo en la Ciudad de Mexicali en 2010, 2016 y 2019.
2. Identificación de centralidades en la Ciudad de Mexicali durante los años de interés por medio de la herramienta “centrality” a través del software Arcgis 10.2 (Sevtsuk, 2012). En esta aplicación se consideraron como bordes las vías de movilidad, en este caso las calles, los nodos representados por las intersecciones entre vialidades y los edificios están constituidos por la ubicación puntual de empleos.

Los parámetros de análisis fueron:

- Alcance (Reach), se consideró destino cada uno de los puntos de empleo del DENUe y se le agregó como peso específico el número de empleos ofertados por empresa.
 - Gravedad (Gravity), se conservó el valor de impedancia β de 0.00217 metros que proponen Handy y Niemeier (1997) para el desplazamiento peatonal.
 - Centralidad intermedia (Betweenness)
 - Cercanía (Closeness)
 - Distancia recta (Straightness)
3. El cálculo se realizó a través del software de ArcGis; primero se analizaron los cuatro parámetros por separado en cada uno de los años de estudio y posteriormente se



realizó el cálculo con la totalidad de parámetros para obtener las centralidades de la Ciudad de Mexicali de 2010, 2016 y 2019.

4. Generación de mapas temáticos que representen la ubicación de las centralidades en los dos años de estudio
5. Análisis de cambios en ubicación de centralidades en años estudiados.

3.2 Determinación y análisis de patrones de distribución

1. Se elaboró un análisis para determinar si las centralidades corresponden a agrupamientos de actividades productivas con representatividad estadística o son conglomerados al azar, en las que se incluyeron las actividades médicas, servicios públicos e industria haciendo un comparativo de los años 2010, 2016 y 2019. Los procesos fueron realizados con la herramienta “Spatial Statistics tool” del programa ArcGIS 10.2. Como primer paso se separaron cada uno de los subsectores de actividad en archivos individuales para realizar el proceso.
2. Análisis de patrones de distribución

Este análisis se realizó con la finalidad de determinar si las actividades se distribuyen de manera dispersa, aleatoria o si se concentran en una zona determinada. Se inicia con una hipótesis nula (H_0) en la que se considera que las unidades de empleo se distribuyen de manera aleatoria; se obtuvieron los valores de z y p para refutar o apoyar la hipótesis nula. El valor de p al ser muy pequeño indica que la hipótesis nula se rechaza, por otra parte, z indica las desviaciones estándar, si el valor es muy bajo y próximo a 0 no hay evidencia para rechazar la hipótesis nula y se considera un patrón de distribución aleatorio.

Se realizaron dos tipos de análisis:

- Índice de Morans

El parámetro determina la relación espacial y analiza el índice de distribución de los elementos de interés. Se realizó el estudio con la ubicación del empleo para cada una de las actividades productivas mencionadas. Se utilizó la Autocorrelación Espacial (I Morans) que se encuentra dentro del apartado análisis



espacial estadístico de ArcGis. Si el valor es positivo se considera como un patrón de agregación en los puntos analizados.

- Clustering alto/bajo (Getis-Ord General G)

La utilidad de este análisis es determinar si el patrón de agregación es de valores altos o bajos, si el valor de z es mayor a 0 se considera que la agregación es de valores altos, pero si es menor a 0 se considera de valores bajos.

3. Determinación de la distancia adecuada para el análisis de autocorrelación

Este valor se determinó con la herramienta “calculate distance band from neighborhood count” que se encuentra dentro de la sección “utilities” en las herramientas de análisis espacial, este valor es necesario para realizar la autocorrelación incremental espacial.

4. Autocorrelación incremental espacial (Incremental Spatial autocorrelation)

En esta etapa se consideró como parámetro de distancia inicial el dato obtenido del proceso anterior. El incremento de distancia es la mitad del número utilizado. El producto de análisis es un archivo pdf que incluye el valor máximo al cual se produce la correlación espacial por actividad.

5. Análisis de agregación o desagregación (Anselin local Morans I)

Esta herramienta permite visualizar en un mapa el estado de agregación o desagregación de los elementos estudiados indicando aquellos que tienen valores bajos y altos. Este proceso se ubica igual que las anteriores en el apartado de herramientas de análisis espacial de ArcGIS.

3.3 Análisis de desarrollo sustentable y análisis urbano-territorial de las centralidades

La selección de indicadores para caracterizar el territorio debe basarse en metodologías sencillas, que utilicen datos accesibles y confiables, deben poder representarse cartográficamente, además tener la posibilidad de ser realizados periódicamente y ser monitoreados (Palacio-Prieto, et al., 2004). En el proceso de evaluación de las centralidades se determinó el nivel de desarrollo sustentable a través de 27 indicadores divididos en 3 grupos, 15 sociales, 8 económicos, 4 ambientales.



3.3.1 Indicadores sociales

Los indicadores sociales analizan los principales aspectos de la población con datos estadísticos básicos que indiquen la dinámica poblacional incluyendo densidades y tasas de crecimiento; pero los que desempeñan un papel más orientado al enfoque territorial sustentable son aquellos que permitan determinar las necesidades actuales y las demandas futuras en temas de empleo, educación, salud y vivienda (Palacio-Prieto, et al., 2004), por tal motivo se incluyeron: condición de proximidad a las diferentes tipologías de equipamiento, tasa de analfabetismo, grado de escolaridad promedio y población mayor de 18 años con educación posbásica. También se incluyeron el índice de vejez y de hacinamiento. En total se analizaron 15 indicadores en este apartado, los cuales que se encuentran en la Tabla 1.

3.3.2 Indicadores económicos

La población como de recurso territorial debe estudiarse considerando aspectos que permiten evaluar su capacidad productiva y la oportunidad de desarrollo en actividades económicas (Gómez, 2013); estos parámetros se incorporan en los indicadores de este rubro, que incluyen la tasa de desempleo, tasa de participación laboral y relación de dependencia. Por otra parte, los indicadores económicos también se incorporan los porcentajes de trabajadores por sector de actividades y la relación empresario/trabajador para el análisis de la estructura del empleo (Tabla 2).

Tabla. 1. Indicadores sociales.

Indicadores Sociales (S)										
Tema	Indicador	Clave	Concepto	Relevancia	Requerimientos	Cálculo	Unidades	Fuente	Ponderación	
Dinámica poblacional	Densidad de habitantes	S 01	Número de habitantes por hectárea	Indicador que muestra la organización territorial de la ciudad en relación al nivel de expansión urbana. Su análisis permite una planeación más ordenada en el uso del suelo.	Superficie urbana y Número de habitantes	Densidad de población = $\frac{\text{Número de habitantes}}{\text{Área urbana}}$	Habitantes / ha	Ayuntamiento de Málaga. (2009). <i>Indicadores de sostenibilidad urbana</i> . Recuperado de: http://www.programaseuropeos-malaga.com/subidas/archivos/arc_2324.pdf	Más de 100 51 a 100 26 a 50 Menor de 25	
	Tasa de crecimiento poblacional anual 2000-2009	S 02	Medida del aumento o disminución promedio de la población en un determinado periodo.	Reflejo de los principales componentes de la dinámica poblacional: nacimientos, defunciones y migraciones.	Población 2000 y 2009	$r = \left[\left(\frac{P_x}{P_0} \right)^{\frac{1}{x}} - 1 \right] \cdot 100$	Porcentaje	ONU. (2017). <i>World population prospects</i> . Recuperado de: https://esa.un.org/unpd/wpp/Download/Standard/Population/ INEGI. (2016). <i>Metodología de indicadores de la serie censal</i> . Recuperado de: http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpvsh/doc/metodologia_indicadores.pdf	Menor 1.19 1.20 a 1.49 1.50 a 1.99 Mayor de 2	
	Tasa de crecimiento poblacional anual 2010-2016	S 03	Medida del aumento o disminución promedio de la población en un determinado periodo.	Reflejo de los principales componentes de la dinámica poblacional: nacimientos, defunciones y migraciones.	Población 2016 y 2016		Porcentaje	ONU. (2017). <i>World population prospects</i> . Recuperado de: https://esa.un.org/unpd/wpp/Download/Standard/Population/ INEGI. (2016). <i>Metodología de indicadores de la serie censal</i> . Recuperado de: http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpvsh/doc/metodologia_indicadores.pdf	Menor 1.19 1.20 a 1.49 1.50 a 1.99 Mayor de 2	
Estructura demográfica	Índice de vejez	S 04	Relación entre adultos de 60 años y personas menores de 15 años.	El envejecimiento de la población se relaciona con una mejor calidad de vida y con el índice de fecundidad, la importancia de este indicador radica en la necesidad de implementar programas, equipamiento y servicios en	Población mayor de 60 años y población entre 15 y 64 años.	Índice de envejecimiento = $\frac{\text{Habitantes mayores de 60 años}}{\text{Habitantes menores de 15 años}} \cdot 100$	Porcentaje	INEGI (201). <i>Perfil sociodemográfico de adultos mayores</i> . Recuperado de: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvin-egj/productos/censos/poblacion/2010/perfil_socio/adultos/702825056643.pdf	20% Desviación > 2% Desviación > 4% Desviación > de 6%	
	Índice de hacinamiento	S 05	Promedio de habitantes por cuarto de dormitorio	Indica carencia de espacios en la vivienda o la necesidad de viviendas para nuevos hogares.	Número de habitantes por vivienda y número de dormitorios por vivienda	Índice de hacinamiento = $\frac{\text{Número de habitantes por vivienda}}{\text{número de cuartos dormitorio}}$	Porcentaje	CEPAL. (2018). <i>Viviendas en condición de hacinamiento</i> . Recuperado de: https://celade.cepal.org/redatam/PRYESP/SISPP/Weblga/viviendas_en_situacion_de_hacinamiento INEGI. (2016). <i>Metodología de indicadores de la serie censal</i> . Recuperado de: http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpvsh/doc/metodologia_indicadores.pdf	menos de 2.5 2.5 a 3 3 a 4.9 Mayor a 5	
	Viviendas con un solo integrante	S 06	Porcentaje de viviendas con un solo integrante	Cuando el porcentaje es muy elevado se relaciona con alteraciones en la dinámica poblacional y con el uso ineficiente del suelo urbano destinado a vivienda.	Número de viviendas con un integrante y número total de viviendas.	Porcentaje de viviendas con un solo integrante = $\frac{\text{Número de viviendas con un solo habitante}}{\text{total de viviendas}} \cdot 100$	Porcentaje	Zambon, I., Serra, P., Grigoriadis, E., et al (2017). <i>Emerging urban centrality: An entropy-based indicator of polycentric development and economic growth</i> . <i>Land Use Policy</i> , 68, 365-371.	Menor de 1% 2 a 4 % 5 a 10% 11 a 13%	
Educación	Población de más de 18 con educación mayor de posbásica	S 07	Porcentaje de población mayor de 18 años con educación posbásica	Se asocia al crecimiento económico de un país, a la facilidad personal para entrar al mercado laboral y a las oportunidades futuras para lograr condiciones de bienestar.	Población mayor de 18 años con educación posbásica y número total de habitantes.	Porcentaje de población mayor de 18 años con educación posbásica = $\frac{\text{Habitantes mayores de 18 años con educación posbásica}}{\text{Número total de habitantes}} \cdot 100$	Porcentaje	OECD (2018). <i>Population with tertiary education (indicator)</i> . doi: 10.1787/0b8f90e9-en	Mayor 85% 61 a 84 % 41 a 60 % Menor 40 %	
	Tasa de analfabetismo	S 08	Porcentaje población mayor de 15 años que no sabe leer en relación a población total.	Evalúa las condiciones del sistema educativo y se asocia a las oportunidades futuras para lograr condiciones de bienestar.	Población analfabeta mayor de 15 años y número total de habitantes.	Tasa de analfabetismo = $\frac{\text{Habitantes que no saben leer mayores de 15 años}}{\text{Número total de habitantes}} \cdot 100$	Porcentaje	UNESCO. (2017). <i>Informe de seguimiento de la educación en el mundo</i> . Recuperado de: http://unesdoc.unesco.org/images/0026/002610/2610165.pdf	Menor de 1% 1 a 2 % 2 a 4 % Mayor a 4%	
	Grado de escolaridad promedio	S 09	Grado promedio de estudios de personas de 15 y más años	Evalúa el nivel académico promedio de la población mayor de 15 años	Escolaridad de mayores de 15 años	Resultado de dividir el monto de grados escolares aprobados por las personas de 15 y más años entre las personas del mismo grupo de edad.	Años	UNESCO. (2017). <i>Informe de seguimiento de la educación en el mundo</i> . Recuperado de: http://unesdoc.unesco.org/images/0026/002610/2610165.pdf	mayor a 15 12 a 15 9 a 12 Menor 9	
Equidad	Población que cuenta con servicio de salud	S 10	Porcentaje de población que cuenta con servicio de salud del total de la población	Evalúa las condiciones del sistema educativo y se asocia a las oportunidades futuras para lograr condiciones de bienestar.	Población con servicio de salud y población total	% de Población con servicio de salud = $\frac{\text{Población con servicio de salud}}{\text{Población total}} \cdot 100$	Porcentaje	OECD. (2016). <i>OECD Reviews of Health Care Systems: Mexico 2016. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos</i> . Doi: http://dx.doi.org/10.1787/9789264230491-en .	Mayor a 95% 86 a 95% 76 a 85% Menor 75%	
	Proximidad a equipamiento de salud	S 11	Porcentaje de población que vive en el radio de influencia de servicios de salud. (Radio de 500 m)	Indicador de calidad de vida de los habitantes.	Ubicación de equipamiento de salud y número de habitantes.	Proximidad a equip. de salud = $\frac{\text{Habitantes en radio de influencia de servicio de salud}}{\text{Número total de habitantes}} \cdot 100$	Porcentaje	CAT-MED. (2018). <i>Plataform for sustainable urban models</i> . Recuperado de: http://www.catmed.eu/dic/es/61/proximidad-a-servicios-basicos	90 a 100% 80 a 89% 70 a 79% 60 a 69%	
	Proximidad a equipamiento educativo	S 12a	Porcentaje de población que vive en el radio de influencia de escuelas (Radio 300 m - educ. básica)	Indicador de calidad de vida de los habitantes.	Ubicación de equipamiento educativo y número de habitantes.	Proximidad a equip. educativo = $\frac{\text{Habitantes en radio de influencia de equip. educ.}}{\text{Número total de habitantes}} \cdot 100$	Porcentaje	CAT-MED. (2018). <i>Plataform for sustainable urban models</i> . Recuperado de: http://www.catmed.eu/dic/es/61/proximidad-a-servicios-basicos	90 a 100% 80 a 89% 70 a 79% 60 a 69%	
	Proximidad a equipamiento educativo	S 12a	Porcentaje de población que vive en el radio de influencia de escuelas (Radio 300 m - educ. básica)	Indicador de calidad de vida de los habitantes.	Ubicación de equipamiento educativo y número de habitantes.	Proximidad a equip. educativo = $\frac{\text{Habitantes en radio de influencia de equip. educ.}}{\text{Número total de habitantes}} \cdot 100$	Porcentaje	CAT-MED. (2018). <i>Plataform for sustainable urban models</i> . Recuperado de: http://www.catmed.eu/dic/es/61/proximidad-a-servicios-basicos	90 a 100% 80 a 89% 70 a 79% 60 a 69%	
	Proximidad a equipamiento educativo	S 12a	Porcentaje de población que vive en el radio de influencia de escuelas (Radio 300 m - educ. básica)	Indicador de calidad de vida de los habitantes.	Ubicación de equipamiento educativo y número de habitantes.	Proximidad a equip. educativo = $\frac{\text{Habitantes en radio de influencia de equip. educ.}}{\text{Número total de habitantes}} \cdot 100$	Porcentaje	CAT-MED. (2018). <i>Plataform for sustainable urban models</i> . Recuperado de: http://www.catmed.eu/dic/es/61/proximidad-a-servicios-basicos	90 a 100% 80 a 89% 70 a 79% 60 a 69%	
	Proximidad a equipamiento educativo	S 12a	Porcentaje de población que vive en el radio de influencia de escuelas (Radio 300 m - educ. básica)	Indicador de calidad de vida de los habitantes.	Ubicación de equipamiento educativo y número de habitantes.	Proximidad a equip. educativo = $\frac{\text{Habitantes en radio de influencia de equip. educ.}}{\text{Número total de habitantes}} \cdot 100$	Porcentaje	CAT-MED. (2018). <i>Plataform for sustainable urban models</i> . Recuperado de: http://www.catmed.eu/dic/es/61/proximidad-a-servicios-basicos	90 a 100% 80 a 89% 70 a 79% 60 a 69%	
	Proximidad a equipamiento de salud	S 13	Porcentaje de población que vive en el radio de influencia de servicios de salud. (Radio de 500 m)	Indicador de calidad de vida de los habitantes.	Ubicación de equipamiento de salud y número de habitantes.	Proximidad a equip. de salud = $\frac{\text{Habitantes en radio de influencia de servicio de salud}}{\text{Número total de habitantes}} \cdot 100$	Porcentaje	CAT-MED. (2018). <i>Plataform for sustainable urban models</i> . Recuperado de: http://www.catmed.eu/dic/es/61/proximidad-a-servicios-basicos	90 a 100% 80 a 89% 70 a 79% 60 a 69%	
	Proximidad a ruta de transporte público	S 14	Porcentaje de población que vive en el radio de influencia de escuelas (Radio 300 m - educ. básica)	La proximidad a una ruta de transporte permite minimizar el uso de vehículos privados.	Rutas de transporte público y número de habitantes.	Proximidad a ruta de transp. = $\frac{\text{Habitantes en radio de influencia de ruta de transp.}}{\text{Número total de habitantes}} \cdot 100$	Porcentaje	Ayuntamiento de Málaga. (2009). <i>Indicadores de sostenibilidad urbana</i> . Recuperado de: http://www.programaseuropeos-malaga.com/subidas/archivos/arc_2324.pdf	90 a 100% 80 a 89% 70 a 79% 60 a 69%	
	Vivienda con carencia de al menos 1 servicio básico	S 15	Porcentaje de viviendas con carencia de al menos 1 servicios	Indica calidad de vida de los habitantes.	Porcentaje de viviendas que no cuenta con todos los servicios y total de viviendas	Porcentaje de viviendas con carencia de al menos 1 servicios = $\frac{\text{Número de viviendas con carencia de todos los servicios}}{\text{total de viviendas}} \cdot 100$	Porcentaje	CONEVAL. (2013). <i>Carencia por servicios básicos en vivienda</i> . Recuperado de: http://blogconeval.gob.mx/wordpress/index.php/2013/07/23/que-es-el-acceso-a-los-servicios-basicos-en-la-vivienda/	0% Menor al 5% 6 a 10% Mayor a 10%	

Fuente: Elaboración propia con base en diversas fuentes indicadas en figura. (2018).



Tabla 2. Indicadores económicos.

Indicadores Económicos (E)									
Tema	Indicador	Clave	Concepto	Relevancia	Requerimientos	Cálculo	Unidades	Fuente	Ponderación
Empleo	Tasa de desempleo	E 01	Porcentaje de población económicamente activa sin empleo.	Indicador de nivel de desarrollo económico que indica el estado entre oferta y demanda laboral.	Población económicamente activa y población desempleada.	$Tasa\ de\ desempleo = \frac{Número\ de\ personas\ desempleadas}{Número\ de\ población\ económicamente\ activa} \cdot 100$	Porcentaje	International Labour Organization. (2018). <i>Unemployment rate</i> . Recuperado de: http://www.ilo.org/ilostat-files/Documents/description_UR_EN.pdf	Menos de 5 6 a 10 11 a 15 16 a 20
Crecimiento económico	Tasa de participación laboral	E 02	Porcentaje de la población en edad de trabajar.	Indica la proporción de mano de obra disponible en procesos productivos.	Población mayor de 15 años y Población total.	$Tasa\ de\ participación\ laboral = \frac{PEA}{Población\ mayor\ de\ 15\ años} \cdot 100$	Porcentaje	International Labour Organization. (2018). <i>Labour force participation rate</i> . Recuperado de: http://www.ilo.org/ilostat-files/Documents/description_LFPR_EN.pdf	Mayor a 65 60 a 65 55 a 59 50 a 54
	Porcentaje de Empresarios del total de trabajadores	E 03	Porcentaje de empresarios en relación a total de trabajadores.	Un mayor porcentaje es indicador de crecimiento económico, de acuerdo con el Banco Mundial las pequeñas empresas son las mayores aportadoras de PIB, además generalmente representan capital local.	Cantidad de empresarios y total de trabajadores.	$Porcentaje\ de\ Empresarios\ del\ total\ de\ trabajadores = \frac{Total\ de\ Empresarios}{total\ de\ trabajadores} \cdot 100$	Porcentaje	OECD (2018). <i>Self-employed with employees (indicator)</i> . doi: 10.1787/b7bf59b6-en	Mayor a 15% 10 al 15% 5 a 9% Menor a 5%
	Relación de dependencia	E 04	Relación entre adultos de 60 años y menores de 15 años con personas ocupadas.	Población que no aporta económicamente y su relación con la PO tiene implicaciones en el gasto gubernamental, en el sistema de pensiones y en el gasto de la salud, es decir en el crecimiento económico y bienestar social.	Población mayor de 60 años, población menor de 15 años y población ocupada.	$Relación\ de\ dependencia = \frac{Habitantes\ mayores\ de\ 60\ años + Menores\ de\ 15\ años}{Población\ ocupada} \cdot 100$	Porcentaje	OECD (2018). <i>Elderly population (indicator)</i> . doi: 10.1787/8d805ea1-en ONU. (2017). <i>World population prospects</i> . Recuperado de: https://esa.un.org/unpd/wpp/Download/Standard/Population/	Menor a 50 51 a 65 66 a 80 Mayor a 80
	Proximidad a cruces fronterizos	E 05	Distancia en km al centroide de centralidad a cruce fronterizo.	Una mayor cercanía a cruce fronterizo permite la facilidad para intercambios comerciales, movimiento de mercancías y personas a nivel internacional.	Ubicación de cruce fronterizo y centroide de la centralidad.	$Distancia\ cruce\ fronterizo = Distancia\ euclidiana\ de\ cruce\ fronterizo\ al\ centroide\ de\ la\ centralidad.$	km	Smallbone, D. (Ed). (2012). <i>Cross-Border Entrepreneurship and Economic Development in Europe's Border</i> . Estados Unidos: Edward Elgar Publishing.	Menor a 3 km 3 a 5 km 5 a 10 km Mayor a 10 km
Estructura económica del empleo	Trabajadores en actividades sector primario (10%)	E 06	Porcentaje de Trabajadores de sector primario en relación al total de trabajadores.	La distribución de trabajadores por sector ayuda a identificar los cambios en la distribución del empleo y las etapas de desarrollo. Aumento en sector primario indica menor nivel de desarrollo.	Trabajadores del sector primario y trabajadores totales.	$Porcentaje\ de\ trabajadores\ en\ sector\ primario = \frac{Trabajadores\ del\ sector\ primario}{trabajadores\ totales} \cdot 100$	Porcentaje	International Labour Organization. (2018). <i>Employment by economic activity</i> . Recuperado de: http://www.ilo.org/ilostat-files/Documents/description_ECO_EN.pdf	Variación< al 2% 2 a 5% 6 a 10% 11 a 15%
	Trabajadores en actividades sector secundario (40%)	E 07	Porcentaje de Trabajadores de sector secundario en relación al total de trabajadores.	La distribución de trabajadores por sector ayuda a identificar los cambios en la distribución del empleo y las etapas de desarrollo. Aumento en sector secundario indica nivel intermedio de desarrollo.	Trabajadores del sector secundario y trabajadores totales.	$Porcentaje\ de\ trabajadores\ en\ sector\ secundario = \frac{Trabajadores\ del\ sector\ secundario}{trabajadores\ totales} \cdot 100$	Porcentaje	International Labour Organization. (2018). <i>Employment by economic activity</i> . Recuperado de: http://www.ilo.org/ilostat-files/Documents/description_ECO_EN.pdf	Variación< al 2% 2 a 5% 6 a 10% 11 a 15%
	Trabajadores en actividades sector terciario (50%)	E 08	Porcentaje de Trabajadores de sector terciario en relación al total de trabajadores.	La distribución de trabajadores por sector ayuda a identificar los cambios en la distribución del empleo y las etapas de desarrollo. Aumento en sector terciario indica mayor nivel de desarrollo.	Trabajadores del sector terciario y trabajadores totales.	$Porcentaje\ de\ trabajadores\ en\ sector\ terciario = \frac{Trabajadores\ del\ sector\ terciario}{trabajadores\ totales} \cdot 100$	Porcentaje	International Labour Organization. (2018). <i>Employment by economic activity</i> . Recuperado de: http://www.ilo.org/ilostat-files/Documents/description_ECO_EN.pdf	Variación< al 2% 2 a 5% 6 a 10% 11 a 15%

Fuente: Elaboración propia con base en diversas fuentes indicadas en figura. (2018).

3.3.3 Indicadores ambientales

Los indicadores ambientales en la planeación territorial deben medir el efecto de las actividades antrópicas (Gómez, 2013); es necesario establecer componentes urbanos que representen el estado de aire, agua y suelo; determinar las condiciones iniciales en que se encuentran, para así realizar acciones que reduzcan los impactos humanos. En este grupo de indicadores se seleccionaron la superficie de área verde por habitante y el porcentaje de superficie permeable; también se evaluaron las emisiones de CO₂ generadas por el traslado al empleo que constituye la causa principal de desplazamientos en la ciudad. Por último, el porcentaje viviendas con acceso a agua potable (Tabla 3).

3.3.4 Indicadores urbano-territoriales

Por medio de 9 indicadores (Tabla 4) se analizaron las características urbano-territoriales de las centralidades identificadas con el propósito de conocer conectividad entre ellas y con el resto de la ciudad, relación con centro cívico de Mexicali y con los cruces fronterizos, también se analizó la diversidad de usos de suelo a su interior, así como el grado de compacidad, de consolidación y la disponibilidad de espacio para desarrollo futuro.

Los indicadores seleccionados también se consideran elementos de interés para la ONU (2007), ONU-Hábitat (2015) y el Banco Mundial (2018) ya que indican el desarrollo sustentable de una ciudad; es relevante mencionar que aportan información necesaria en la implementación de planeaciones y políticas públicas a nivel local (Tabla4).

Para evaluar los indicadores se utilizaron parámetros internacionales considerados como valores ideales de éxito en cada indicador y fueron clasificados en cuatro niveles asociados a colores tipo semáforo para facilitar su identificación, se clasificaron en valores ideales (gris), aceptables (verde), inaceptables medios (amarillo) e inaceptables bajos (rojo).

Tabla 3. Indicadores ambientales.

Indicadores Ambientales (A)									
Tema	Indicador	Clave	Concepto	Relevancia	Requerimientos	Cálculo	Unidades	Fuente	Ponderación
Espacios verdes	Área verde por habitante	A 01	Superficie de área verde por habitante	Es un indicador de calidad de vida de los habitantes y contribuye positivamente en la mitigación de calor y contaminación ambiental	Superficie de áreas verdes y Número de habitantes	Área verde por habitante = Superficie de área verde / habitantes	m ² / habitante	ONU. (2015). Espacio público. <i>Hábitat III</i> . UN-Hábitat, Quito.	Más de 16 10 a 15 5 a 9 Menor de 5
	Porcentaje de superficie permeable (cubierta natural)	A 02	Porcentaje de superficie permeable contra suelo total.	Permite el desarrollo de vegetación favoreciendo el microclima y el confort urbano.	Superficie permeable y superficie total.	Porcentaje de superficie permeable = (Superficie permeable / Superficie total) * 100	Porcentaje	Agencia Ecológica Urbana de Barcelona. (2008). <i>Plan Especial de Indicadores de Sostenibilidad Ambiental de la Actividad Urbanística de Sevilla</i> . Recuperado de: http://www.ecourbano.es/imag/00%20DOCUMENTO%20ENTERO.pdf	Mayor a 30% 20 a 30% 15 a 19% Menor de 10%
Contaminación	Emisiones de CO ₂ generadas por el traslado al empleo.	A 03	Mide el volumen de emisores de CO ₂	Altas emisiones de CO ₂ tienen un impacto negativo en las condiciones ambientales.	Número de traslados al empleo y Cálculo de emisiones de CO ₂ por viaje promedio	Cálculo a través de Software Stella	toneladas de CO ₂ /habitante/año	CAT-MED. (2018). <i>Platform for sustainable urban models</i> . Recuperado de: http://www.catmed.eu/dic/es/55/emisiones-de-co2	<1 tCO ₂ /h/a < 2 tCO ₂ /h/a < 5 tCO ₂ /h/a > 5 tCO ₂ /h/a
Agua	Porcentaje de viviendas con acceso a agua potable	A 04	Población con acceso a agua potable del total de población.	Elemento esencial para la vida que indica calidad de vida de la población y disponibilidad del recurso.	Total de viviendas por acceso a agua potable y total de viviendas	Porcentaje de Viviendas con acceso a agua potable = (Viviendas con acceso a agua potable / total de viviendas) * 100	Porcentaje	OMS. (2015). <i>Informe 2015 del PCM sobre el acceso a agua potable y saneamiento: datos esenciales</i> . Recuperado de: http://www.who.int/water_sanitation_health/monitoring/jmp-2015-key-facts/es/	100% Mayor al 90% 80 a 90% Menor a 80%

Fuente: Elaboración propia con base en diversas fuentes indicadas en figura. (2018).

Tabla 4. Indicadores urbano-territoriales.

Indicadores Urbano/Territoriales (U/T)									
Tema	Indicador	Clave	Concepto	Relevancia	Requerimientos	Cálculo	Unidades	Fuente	Ponderación
Territorio y topografía	Distancia en km a centro de la ciudad	U / T 01	Distancia en km al centro de la ciudad.	A mayor distancia del centro cívico de la ciudad disminuye la accesibilidad para la realización de servicios públicos municipales.	Ubicación de centro cívico de la ciudad y centroide de la centralidad.	Distancia al centro cívico de la ciudad = Distancia euclidiana del centro cívico al centroide de la centralidad.	km	Acharya S., Sen S., Punia M., Reddy S. (Eds). (2017). <i>Marginalization in Globalizing Delhi: Issues of Land, Livelihoods and Health</i> . India: Springer.	Menor a 2 km 2 a 5 km 5 a 10 km Mayor 10 km
	Pendientes topográficas	U / T 02	Condiciones de perfiles topográficos.	Las condiciones del perfil topográfico pueden favorecer la edificación, pero también la erosión, escurrimientos y condiciones de peligro.	Cálculo de grados de pendientes	Cálculo de grados o porcentaje de pendientes	grados	Demek, J. (Ed.). 1972. <i>Manual of detailed geomorphological mapping, International Geographical Union, Commission on Geomorphological Survey and Mapping</i> . Prague: Czechoslovak Academy of Sciences. Lugo Hubp, J.I., 1988, <i>Elementos de geomorfología aplicada (Métodos cartográficos)</i> . México: Instituto de Geografía, UNAM.	<3% o <2° 3-12% o 2°-5° 12-30% o 5°-15° >30% o >15°
	Superficie en km ²	U / T 03	Superficie en km ²	Centralidades de gran tamaño pueden corresponder a centralidades consolidadas y se combinan con otros factores.	Superficie en km ²	Superficie en km ² de la centralidad.	km ²	Van der Hoeven F. (Ed.). (2006). <i>Urban Transformations and Sustainability</i> . Netherlands: TU Delft.	Mayor 5 km ² 3 a 5 km ² 2 a 3 km ² Menor 2 km ²
Suelo urbano	Espacio disponible	U / T 04	Porcentaje de superficie de terrenos baldíos del total de superficie.	Indica el porcentaje de espacio disponible para uso permitiendo a la centralidad continuar su consolidación.	Superficie con uso de suelo como terreno baldío y superficie total.	Espacio disponible = (Total de superficie de terrenos baldíos / Superficie total) * 100	Porcentaje	Lee, S., Hwang, S., Lee, D. (2015). Urban Voids: As a Chance for Sustainable Urban Design. <i>8th Conference of the International Forum on Urbanism</i> . 474-489. Doi: doi:10.3390/ifu0-D007.	Mayor al 20% 10 a 20% 5 a 9% Menor al 5%
	Diversidad de usos	U / T 05	Cuantificación de la variedad de elementos	El aumento en la diversidad refleja una variedad de usos y funciones que indican mayor cercanía con destinos y desplazamientos más cortos.	Superficie por usos de suelo	Índice de Shannon-Wiener $H' = -\sum_{i=1}^n (p_i \ln p_i)$ Índice de Pielou $J' = \frac{H'}{H_{max}}$	Adimensional	Agencia Ecológica Urbana de Barcelona. (2008). <i>Plan Especial de Indicadores de Sostenibilidad Ambiental de la Actividad Urbanística de Sevilla</i> . Recuperado de: http://www.ecourbano.es/imag/00%20DOCUMENTO%20ENTERO.pdf	Mayor de 3 >1.5 y <3 >1 y <1.5 Menor de 1
	Compacidad	U / T 06	Relación entre el espacio utilizable en edificaciones (volumen) y el espacio ocupado en la superficie	La compacidad se relaciona con la optimización en el uso de suelo y con la proximidad en el acceso a destinos.	Información catastral que incluya superficie de predios, área edificada y número de niveles de edificación.	Compacidad urbana (absoluta) = $\frac{\sum \text{Volumen Edificado}}{\sum \text{Área urbana}}$	m ³ /m ²	CAT-MED. (2018). <i>Platform for sustainable urban models</i> . Recuperado de: http://www.catmed.eu/dic/es/48/compacidad-urbana	>10 m ³ /m ² 5-10 m ³ /m ² 3-4 m ³ /m ² <3 m ³ /m ²
	Densidad de viviendas	U / T 07	Número de viviendas por hectárea	Indicador que muestra la organización territorial de la ciudad en relación al nivel de expansión urbana. Su análisis permite una planeación más ordenada en el uso del suelo.	Superficie urbana y Número de viviendas.	Densidad de viviendas = Número de viviendas / Área urbana	Viviendas / ha	Agencia Ecológica Urbana de Barcelona. (2008). <i>Plan Especial de Indicadores de Sostenibilidad Ambiental de la Actividad Urbanística de Sevilla</i> . Recuperado de: http://www.ecourbano.es/imag/00%20DOCUMENTO%20ENTERO.pdf	Más de 80 60 a 80 40 a 59 Menor de 40
Conectividad urbana	Número de vialidades primarias en la centralidad	U / T 08	Número de vialidades primarias presentes en centralidad.	La presencia de vialidades primarias favorece la conectividad vial de la zona a través de vías de mayor flujo.	Mapa de vialidades primarias	Número de vialidades primarias en la centralidad	Número	Rodrigue, Jean-Paul, Comtois, Claude y Slack, Brian (2013). <i>The Geography of Transport Systems</i> . Estados Unidos: Routledge.	Mayor a 4 3 a 4 1 a 2 Ninguno
	Número de nodos primarios en la centralidad.	U / T 09	Número de nodos primarios en la centralidad.	La presencia de nodos primarios favorece la conectividad permitiendo enlaces a otras vialidades de importancia.	Mapa que incluya vialidades primarias	Número de nodos primarios en la centralidad.	Número	Rodrigue, Jean-Paul, Comtois, Claude y Slack, Brian (2013). <i>The Geography of Transport Systems</i> . Estados Unidos: Routledge.	Mayor a 3 2 a 3 1 Ninguno

Fuente: Elaboración propia con base en diversas fuentes indicadas en figura. (2018).



3.4 Índice de sustentabilidad

Para la integración de un índice de sustentabilidad se asignó una ponderación a los valores que se plantearon en el apartado anterior, al valor aceptable (verde) se le asignó una ponderación de 0, que se establece como el nivel base de sustentabilidad; es decir, el mínimo esperable. El valor ideal (gris) es un estado que supera las expectativas o un alcance mayor a las metas, por tal motivo se le asignó el valor de +1; por el contrario, el inaceptable medio (amarillo) está por debajo de lo esperado y se le asigna -1; finalmente, a los valores inaceptables bajos (rojo) se les otorga un -2. De acuerdo con esta escala de ponderación si el valor de la sumatoria se mantiene en 0 se considera aceptable, un número positivo indica mayor sustentabilidad, por otra parte, un número negativo es indicativo de condiciones desfavorables en relación con la sustentabilidad. Este proceso se realizó con los resultados obtenidos en los 3 años estudiados y en cada una de la centralidad; se evaluó la sustentabilidad en cada uno de los rubros propuestos (social, económico, ambiental y urbano-territorial) y se determinó un índice de sustentabilidad integral para cada centralidad en los 3 años.

3.5 Clasificación de centralidades por nivel de desarrollo sustentable, condiciones urbano-territoriales y disponibilidad de espacio de las centralidades

Las centralidades fueron clasificadas de acuerdo con tres parámetros, el primero se relaciona con el nivel de desarrollo sustentable que presentan en mayor parte de los indicadores económicos, ambientales y sociales, dividiéndolas en centralidades con condiciones de sustentabilidad aceptables o inaceptables. El segundo parámetro de clasificación fue características urbano-territoriales, que las dividieron en condiciones aceptables e inaceptables con relación a los resultados obtenidos en este rubro de indicadores. Finalmente se separaron en centralidades con o sin espacio disponible. Estas clasificaciones constituyen la base para dividir las en los perfiles que se describen a continuación. El proceso se realizó únicamente con los resultados del 2019.

3.6 Clasificación de centralidades en perfiles

La clasificación propuesta se realizó únicamente en el año 2019, la finalidad es establecer una forma sencilla de identificar las centralidades por tipo de acuerdo con el nivel de

desarrollo sustentable y la oportunidad para planeaciones futuras desde enfoque espacial; se plantean cuatro posibles perfiles:

1. Centralidad tipo 1 - Es aquella con alto nivel de desarrollo sustentable y condiciones urbano-territoriales adecuadas
2. Centralidad tipo 2 - Tiene alto nivel de desarrollo y elementos urbano-territoriales por debajo de parámetros aceptables.
3. Centralidad tipo 3 - Centralidad con bajo nivel de desarrollo sustentable, pero condiciones urbanas adecuadas.
4. Centralidad tipo 4 - Es aquella con bajo nivel de desarrollo y condiciones urbano-territoriales inadecuadas.

CAPÍTULO 4 Modelo de ciudad de Mexicali

4.1 Centralidades

Se generaron 18 mapas en total, tres para cada uno de los parámetros de las herramientas de ArcGis en cada año evaluado y 3 finales de centralidad.

En los mapas de alcance se determinó si existen agrupamientos o zonas de empleo. En 2010 (Figura 7) se observan cuatro conglomerados principales de empleo, dos hacia la parte norte y central de la ciudad, otro hacia el sur de los anteriores y el último el noreste de la ciudad. Se pueden observar otros conglomerados de menor importancia en la parte central de la ciudad, así como en la porción sureste de la avenida López Mateos que corresponde al corredor industrial. En el mapa de 2016 (Figura 8) puede apreciarse que los conglomerados al norte de la ciudad continuaron su crecimiento y se unieron formando un conglomerado de gran tamaño. El resto de los agrupamientos de empleo periféricos se mantuvieron y solo presentan un discreto crecimiento.

En el 2019 (Figura 9) las centralidades de la parte central norte se consolidan y se compactan. Así como la que encuentra en el cruce la avenida Lázaro Cardias con el Blvd. Benito Juárez. El corredor industrial de la avenida López Mateos al sureste de la ciudad mantiene las dos centralidades de los años analizados con anterioridad, a los cuales se agrega una nueva centralidad.

En los mapas de gravedad se evaluó la facilidad para alcanzar los destinos, en este caso se consideró el desplazamiento peatonal con el factor de impedancia β , en las figuras 10 a la 12 se observa el comparativo de 2010, 2016 y 2019; las agrupaciones de empleo detectadas en los mapas de alcance presentan una facilidad adecuada para el desplazamiento peatonal; esto debido a que la red vial a través de la cual se encuentra conectada la ciudad es funcional y con una cobertura adecuada hacia los centros de empleo. En el 2019 la condición de gravedad aun cuando se encuentra en valores aceptables, se reduce en general en todas las centralidades.

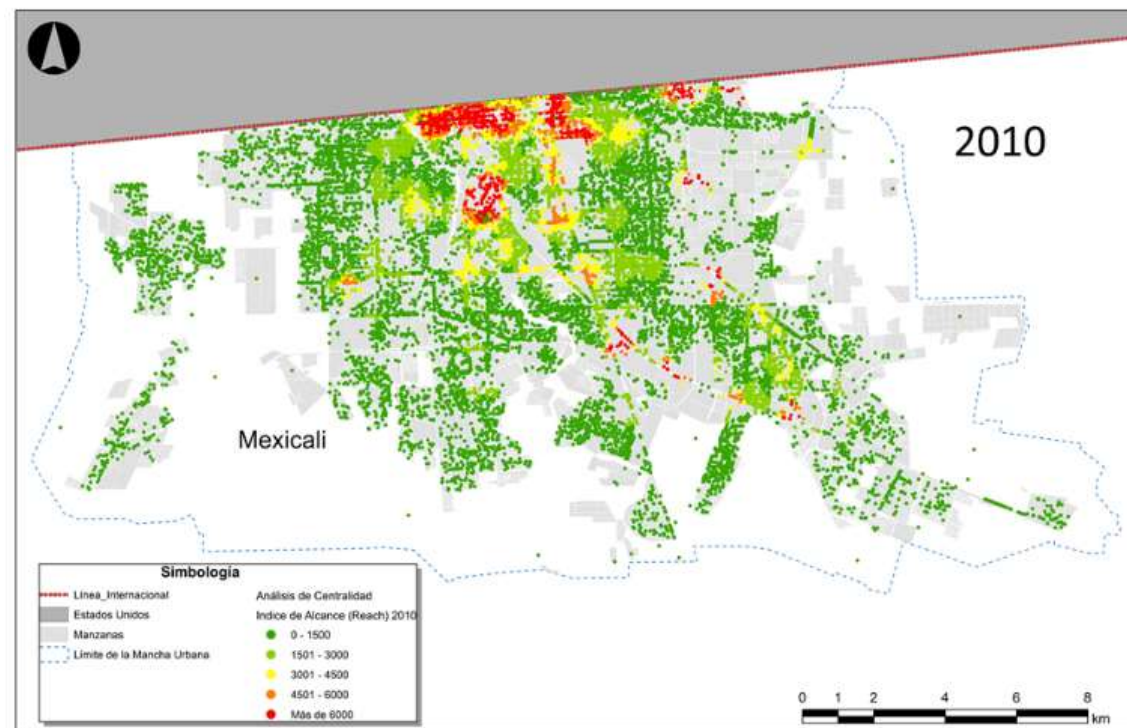


Figura 7. Mapa de alcance 2010.
Fuente: Elaboración propia (2017).

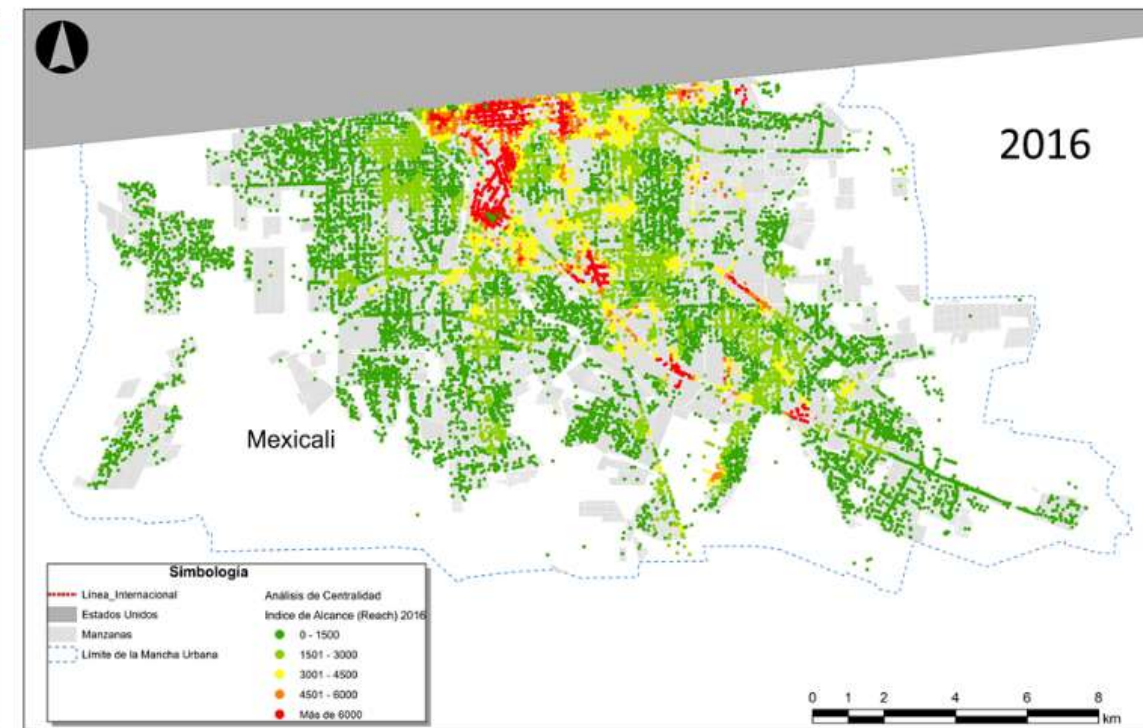


Figura 8. Mapa de alcance 2016.
Fuente: Elaboración propia (2017).

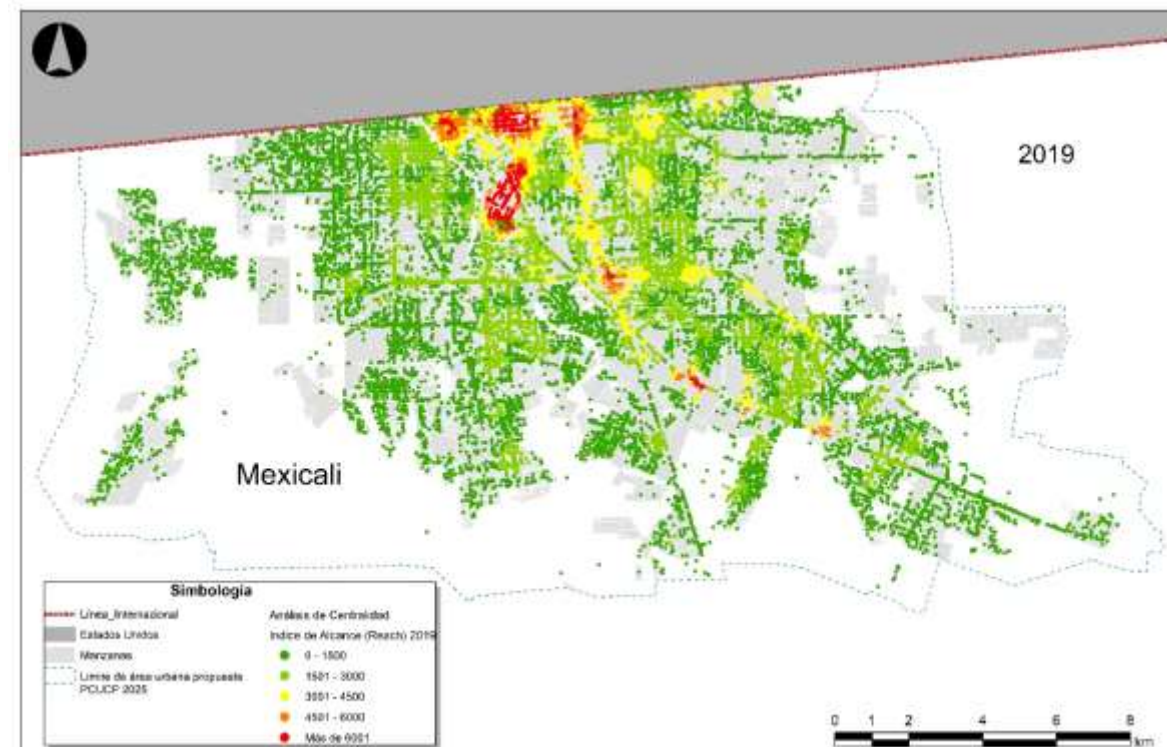


Figura 9. Mapa de alcance 2019.
Fuente: Elaboración propia (2019).

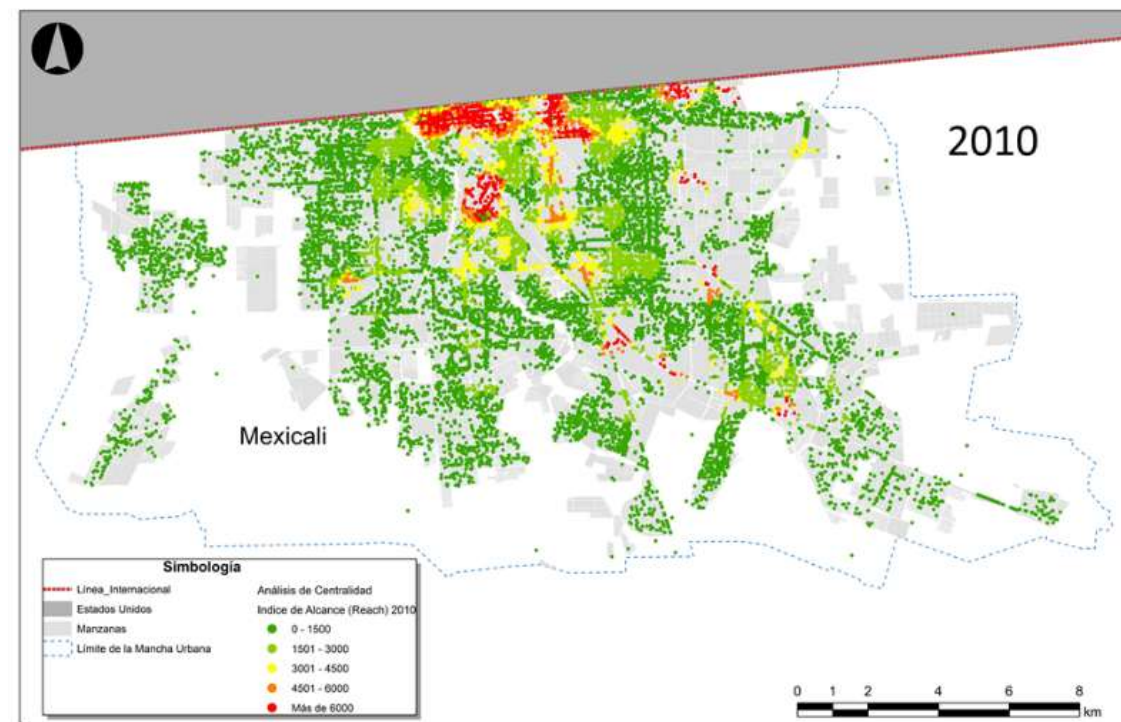


Figura 10. Mapa de gravedad 2010.
Fuente: Elaboración propia (2017).

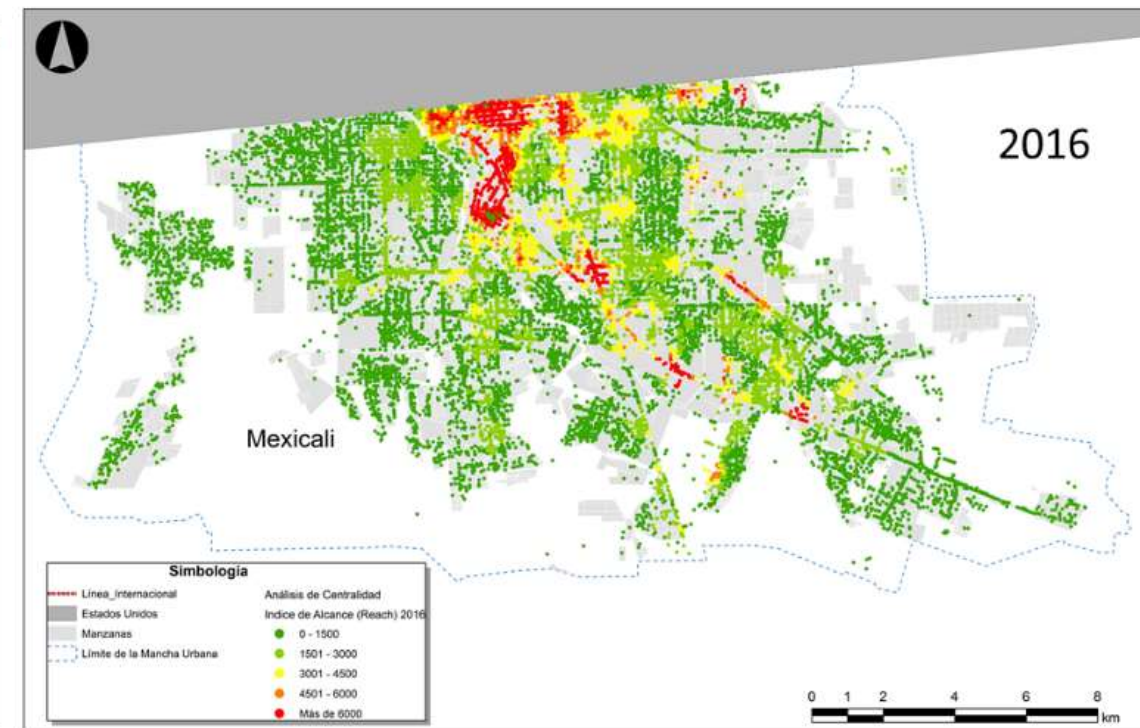


Figura 11. Mapa de gravedad 2016.
Fuente: Elaboración propia (2017).

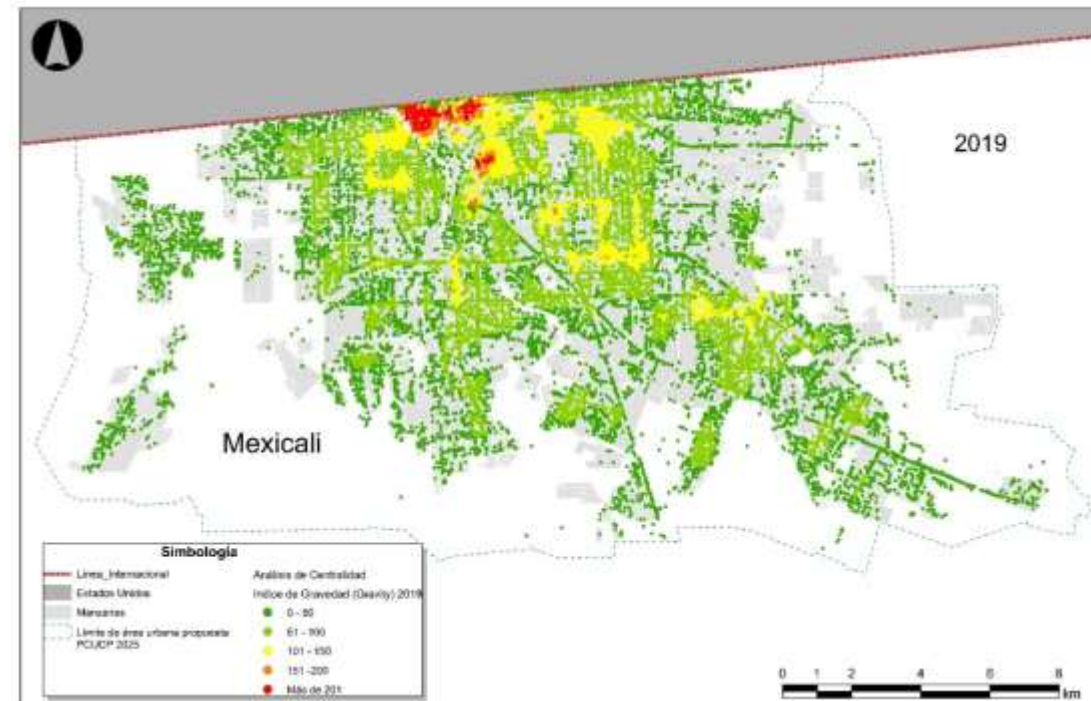


Figura 12. Mapa de gravedad 2019.
Fuente: Elaboración propia (2019).

En el análisis para centralidad intermedia se observa que en la agrupación norte de empleo solo algunos puntos se encuentran en contacto o encadenamientos, sin embargo, en el resto de los conglomerados no se presentan estos agrupamientos de actividad (Figura 13 y 14) en 2010 y 2016. El resto de la ciudad también presenta valores bajos en este parámetro. Sin embargo, en 2019 (figura15) además de consolidarse la agrupación norte, también se forman pequeñas concentraciones a lo largo de la avenida Lázaro Cárdenas, uno al norponiente de la ciudad y algunos otros dispersos en el oriente de la mancha urbana.

El valor del índice de cercanía en general resultó muy bajo en la ciudad en los 3 años, esto debido a la gran dispersión urbana y a que el empleo de manera irregular por toda la superficie. Este parámetro se evalúa con la totalidad de puntos sin considerar si existen zonas de agrupamiento (Figura 16 a 18).

El parámetro de distancia recta o rectitud (straightness) ayudó a determinar que la agrupación norte tiene menores distancias entre puntos de empleo que el resto de la ciudad, se debe recordar que este valor considera longitud euclidiana a diferencia de los anteriores que evalúan sobre la red. En 2016 (Figura 20) con relación a 2010 (Figura 19) aumentaron los puntos de empleo de tal manera que se redujeron la distancias. En el 2019 (Figura 21) es más notorio este incremento, especialmente en el tercio central norte de la ciudad, así como en el corredor industrial sureste.

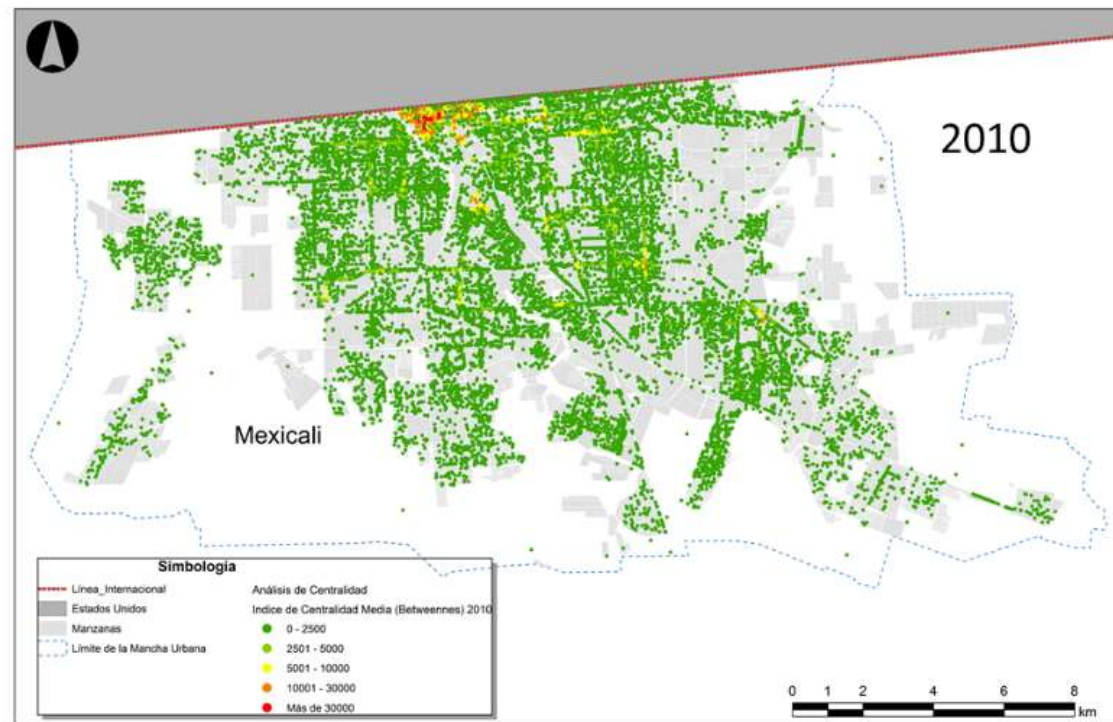


Figura 13. Mapa de centralidad intermedia 2010.
Fuente: Elaboración propia (2017).

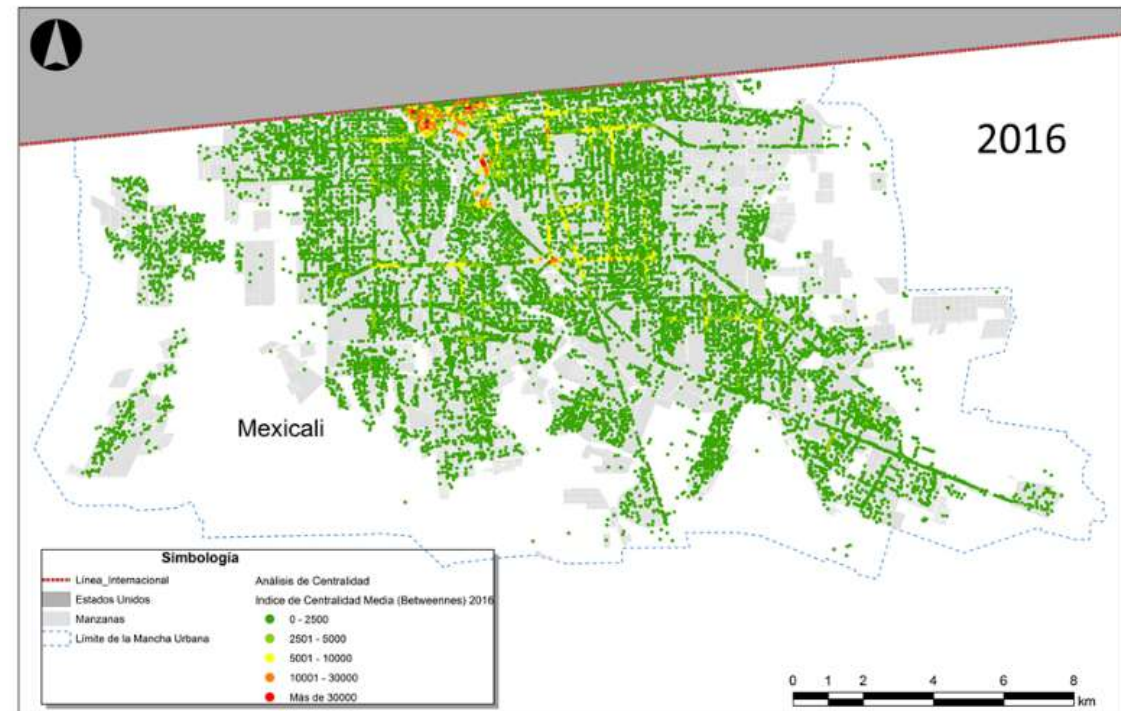


Figura 14. Mapa de centralidad intermedia 2016.
Fuente: Elaboración propia (2017).

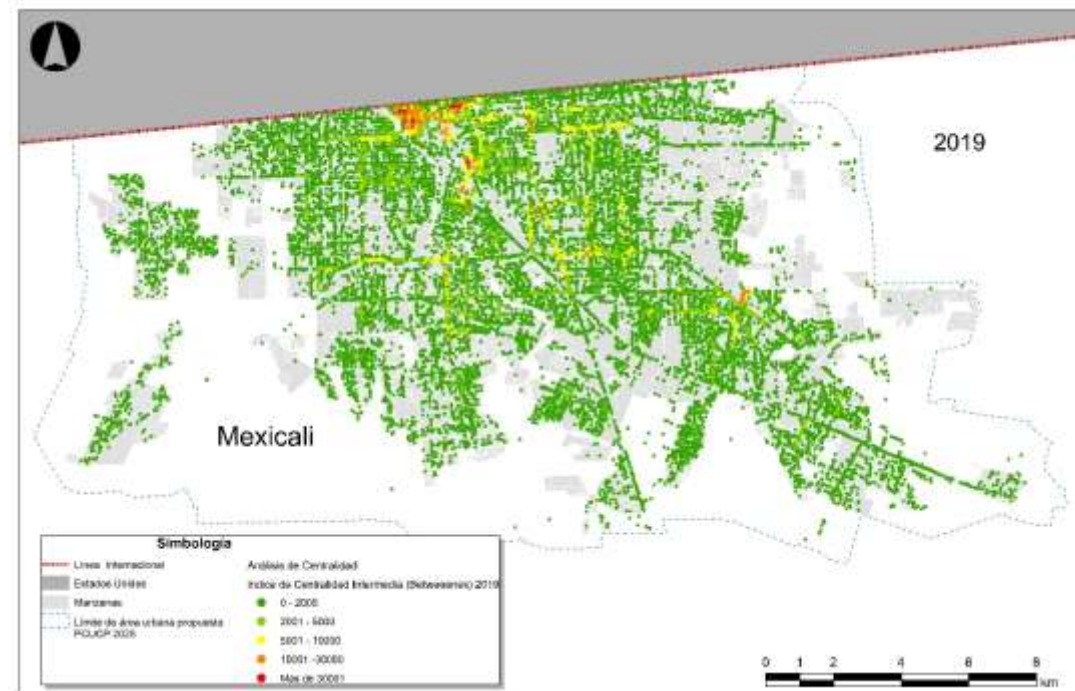


Figura 15. Mapa de gravedad 2019.
Fuente: Elaboración propia (2019).

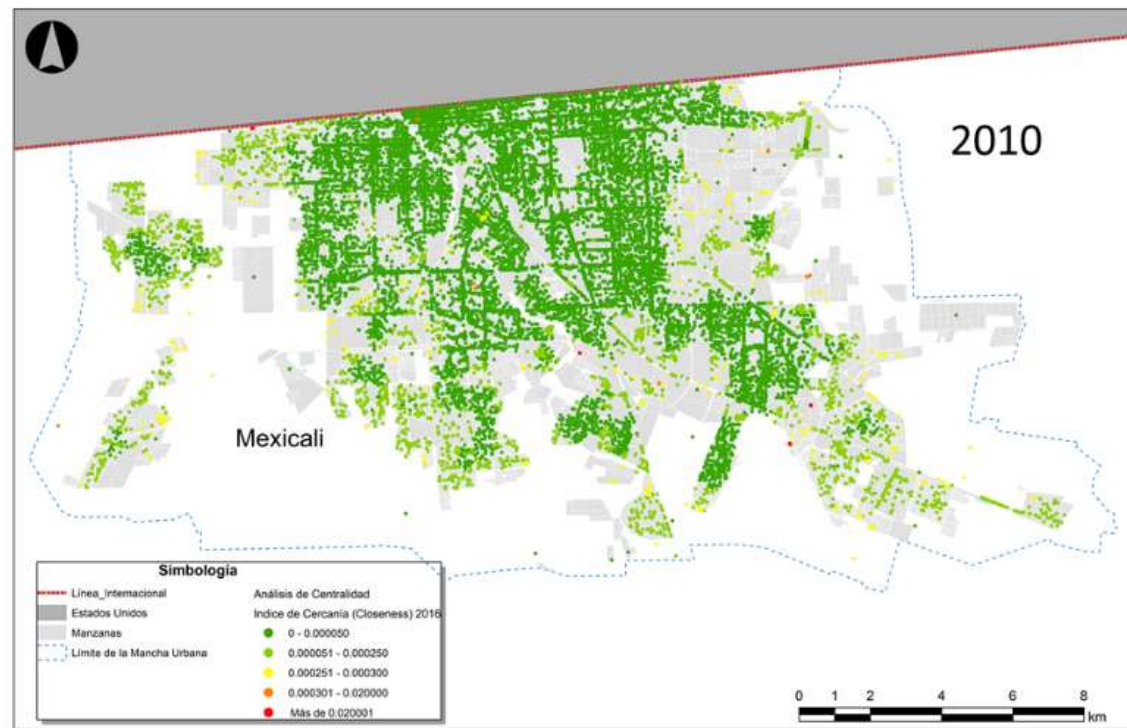


Figura 16. Mapa de cercanía 2010.
Fuente: Elaboración propia (2017).

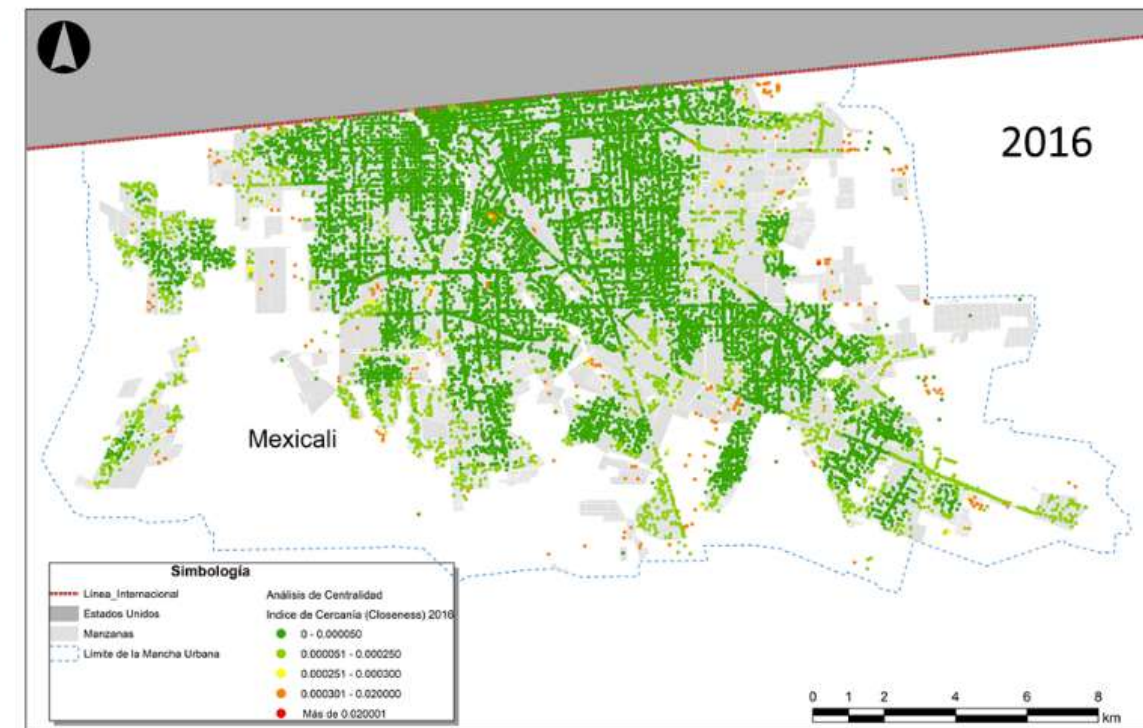


Figura 17. Mapa de cercanía 2016.
Fuente: Elaboración propia (2017).

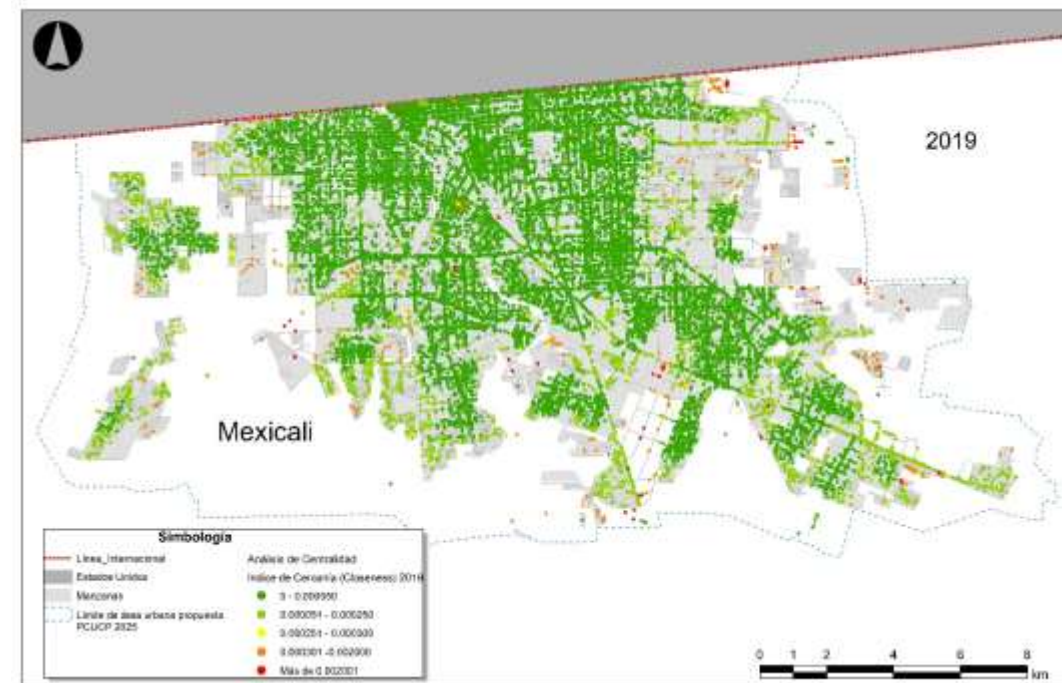


Figura 18. Mapa de cercanía 2019.
Fuente: Elaboración propia (2019).

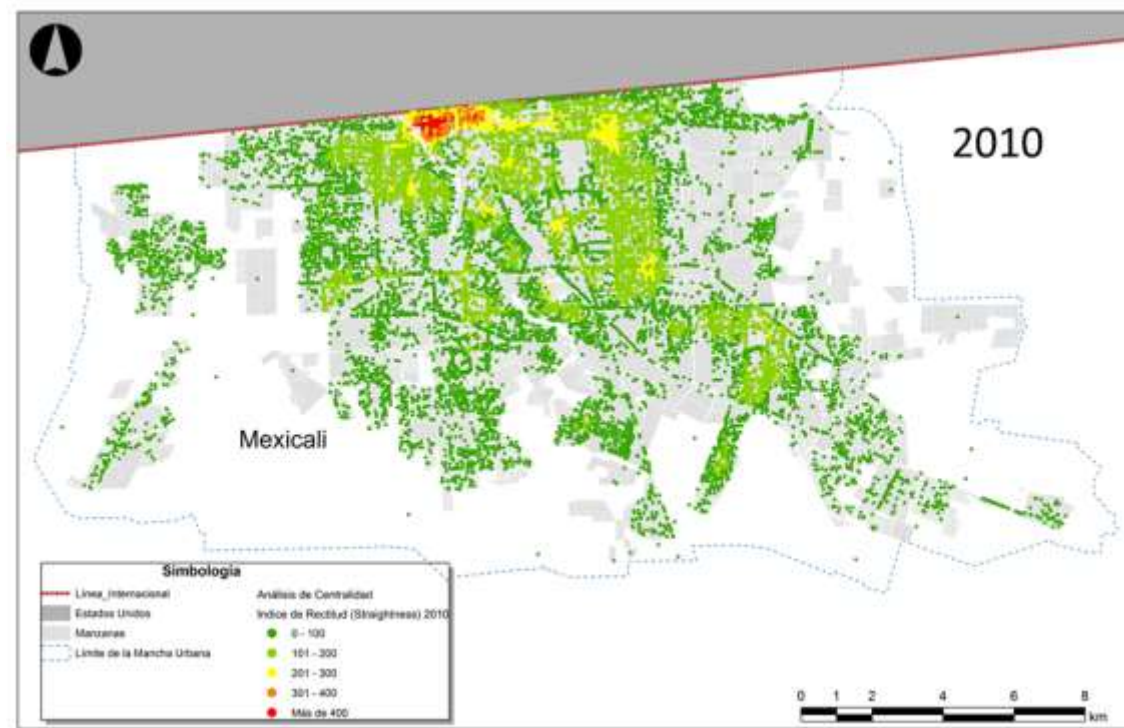


Figura 19. Mapa de distancia recta o rectitud 2010.
Fuente: Elaboración propia (2017).

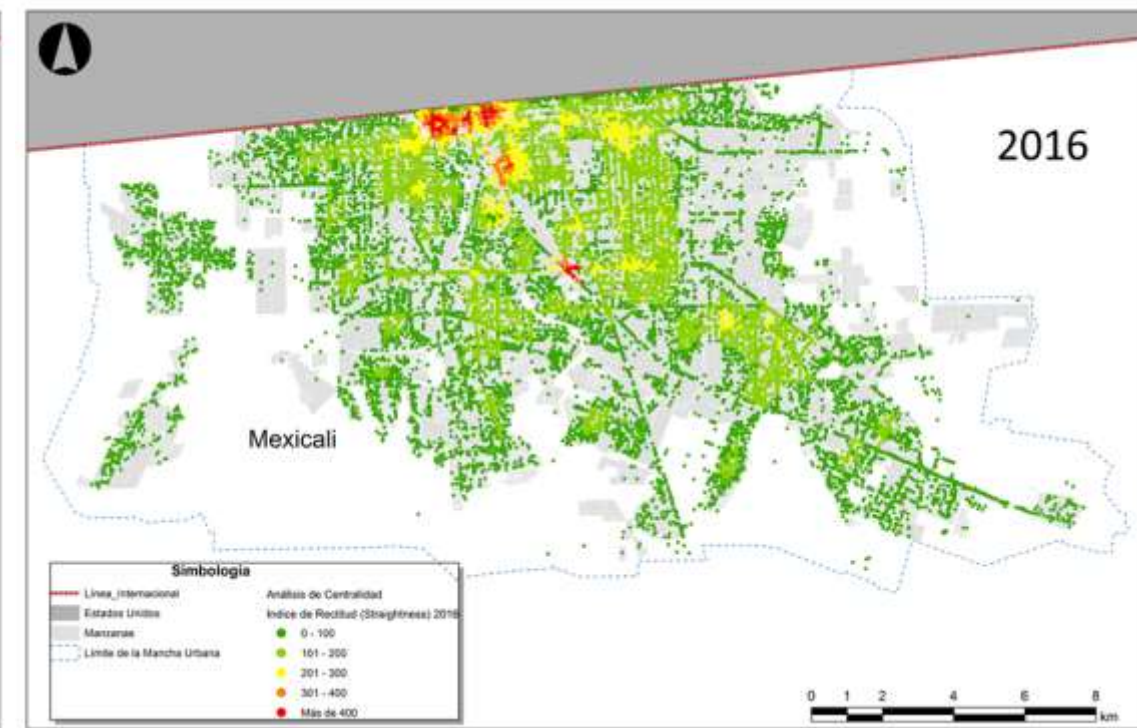


Figura 20. Mapa de distancia recta o rectitud 2016.
Fuente: Elaboración propia (2017).

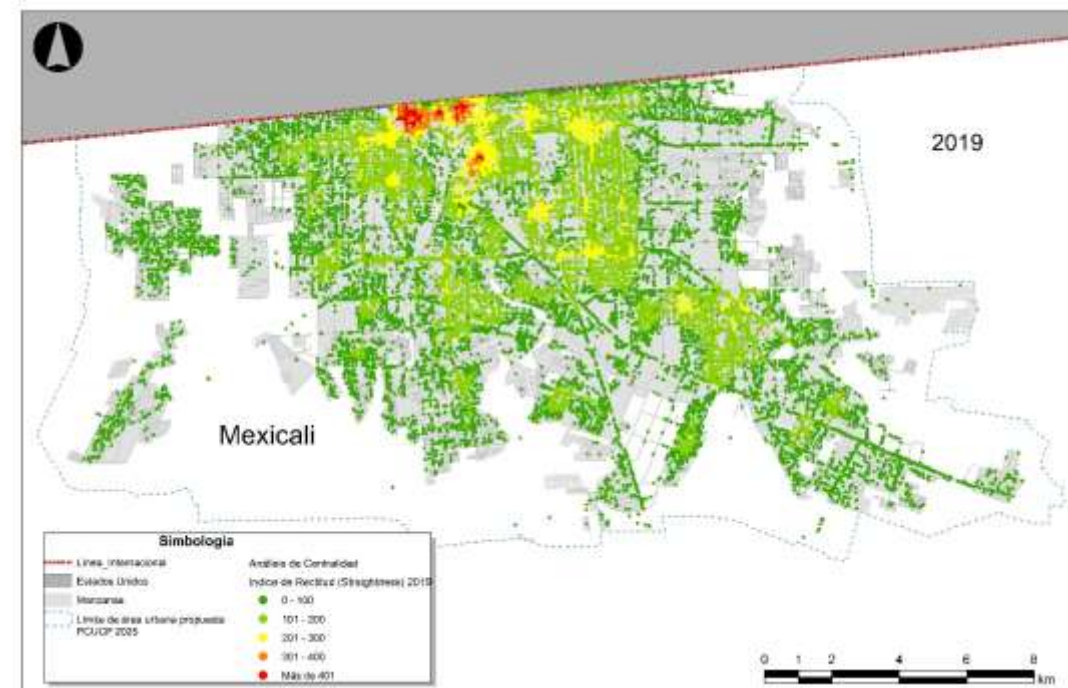


Figura 21. Mapa de distancia recta o rectitud 2019.
Fuente: Elaboración propia (2019).

Finalmente, en los mapas de centralidades se realizó un análisis integral de todos los parámetros. En la imagen se corrobora que en el año 2010 (Figura 22) existían dos grandes centralidades hacia el centro y norte de Mexicali, uno corresponde al primero y segundo cuadro de la ciudad, mientras que la segunda centralidad coincide con el centro cívico, donde se ubican los principales empleos de servicios públicos tanto municipales como estatales, se procesaron los datos para corroborar si estas centralidades corresponden a un conglomerado de actividad.

Al norte del Blvd. Justo Sierra se encuentra una centralidad de pequeño tamaño que corresponde a una zona comercial. Otras dos centralidades de menor importancia se encuentran hacia el sur oriente del Blvd. López Mateos y al nororiente de la ciudad; estas áreas corresponden a parques industriales que iniciaban su desarrollo, por tal motivo también se realizó un análisis para determinar si corresponde a un agrupamiento industrial.

A partir del año 2013 la zona norte y centro de la ciudad se impulsó el corredor médico por lo que es necesario determinar si una de las centralidades norte corresponde a un agrupamiento de actividad médica estadísticamente representativa.

En 2016 (Figura 23) aumentan de tamaño y se consolidan cuatro centralidades al centro y norte de la mancha urbana, que corresponden a nuevas áreas comerciales al corredor médico y al centro cívico; aparece una nueva centralidad en el cruce de los tres ejes más importantes, la Ave. Lázaro Cárdenas, el Blvd. López Mateos y el Blvd. Benito Juárez, zona con impulso comercial; también se consolida la centralidad industrial nororiente, así como aquellas que se encuentran en el Blvd López Mateos que también corresponden a zonas industriales.

En el 2019 (Figura 24) se puede observar que las centralidades del centro y norte se compactaron y presentan una mayor consolidación, El resto de las centralidades se mantienen y mejoran su delimitación. Además, aparecen nuevos conglomerados en el oriente de la ciudad que aún no alcanzan el nivel de centralidad pero que deberán ser observados en el futuro. Finalmente, en el transcurso de 2010 a 2019 no se observan centralidades hacia el poniente y sur de Mexicali, situación que debe ser evaluada para promover la formación de núcleos de actividad en este sector de la ciudad.

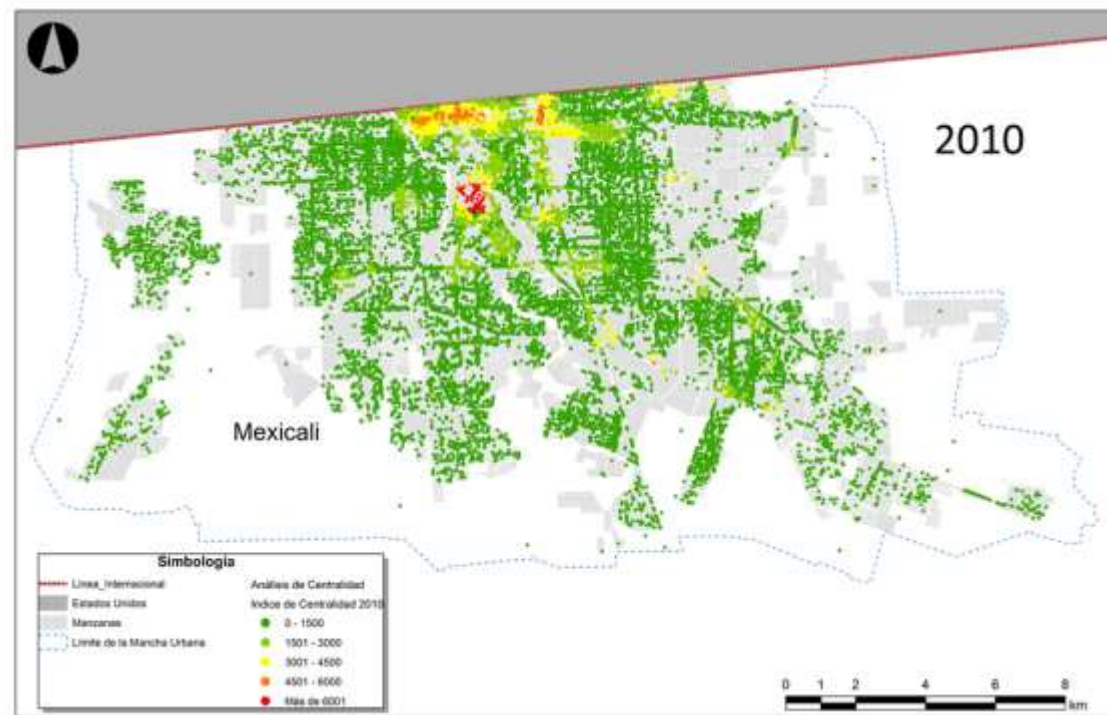


Figura 22. Mapa de Centralidad 2010.
Fuente: Elaboración propia (2017).

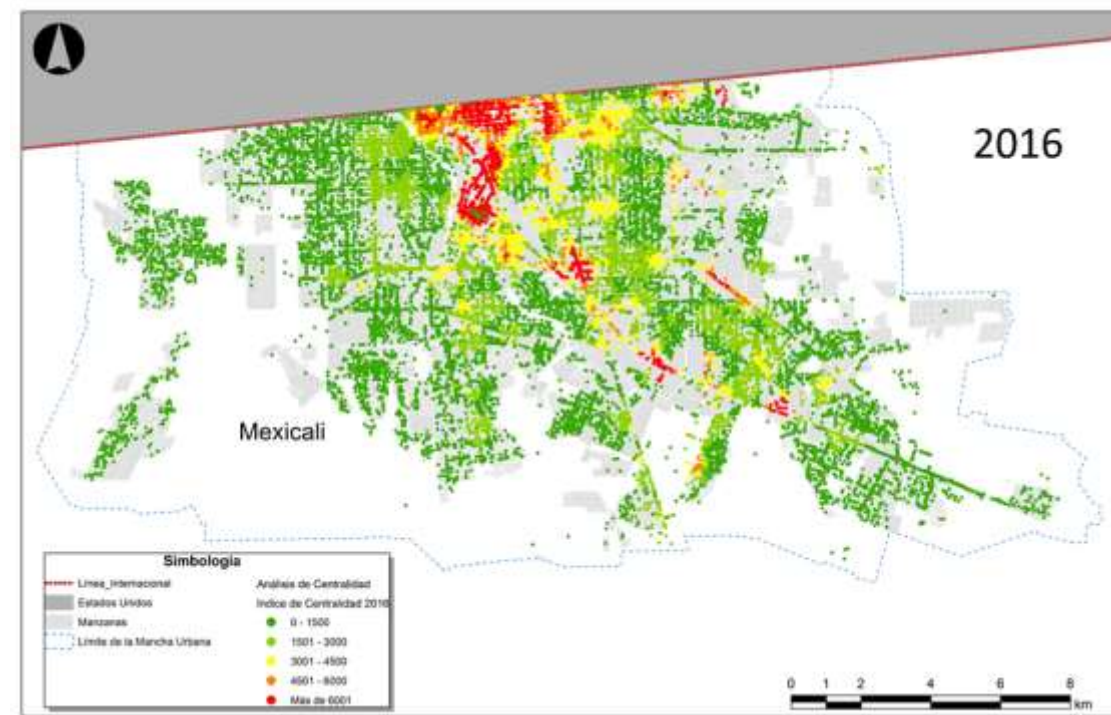


Figura 23. Mapa de Centralidad 2016.
Fuente: Elaboración propia (2017).

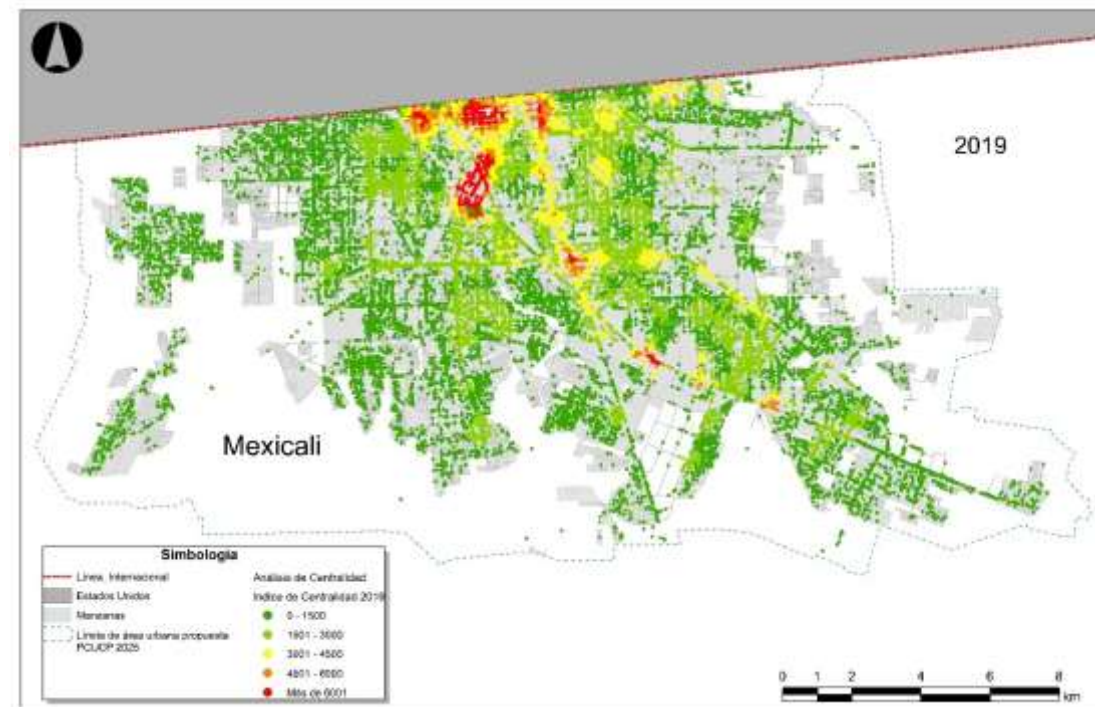


Figura 24. Mapa de Centralidad 2019.
Fuente: Elaboración propia (2019).

Se identificaron en el 2019 en Mexicali 12 centralidades, como puede apreciarse en la figura 25; todas las centralidades se ubican hacia la parte oriente de la ciudad con un predominio hacia el norte. Es evidente que el sector poniente se encuentra desprovisto de centralidades que representen puntos de atracción y que reduzcan los flujos hacia el centro urbano, lo que representa mayores gastos y tiempo en desplazamiento hacia las fuentes de empleo desde estas zonas. Puede observarse que la mayoría se ubican a lo largo de una vialidad primaria, la cual genera un eje principal y ordenador de la ciudad que corresponde a el Blvd. López Mateos.

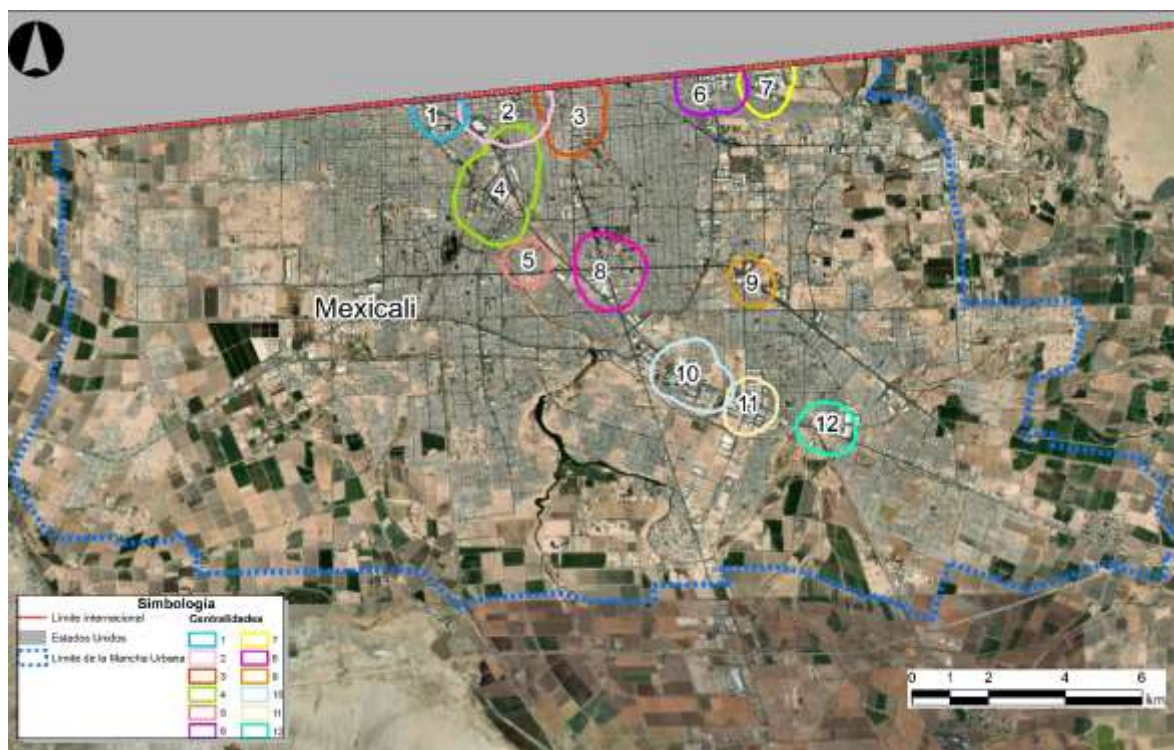


Figura 25. Centralidades de la Ciudad de Mexicali 2016.
Fuente: Elaboración propia (2019).

4.2 Patrones de distribución por actividad

En el análisis de patrones de distribución de actividades se presentan a continuación los resultados para actividades industriales, servicios públicos y actividades médicas.

4.2.1 Subsector de industria

En el análisis del 2010 el valor encontrado en I de Morans de 0.73 indica que se trata de un patrón agregado, con una z de 6.57 y una p menor de 0 (Figura 26). El valor de Clustering alto/bajo determinó una z de 5.89, lo que indica una agregación de valores altos y un valor de p menor a 0 (Figura 26). Por tanto, existe un conglomerado de actividad industrial estadísticamente representativo con altos valores de agregación.

En el análisis. de 2016 el valor de I de Morans es de 0.28 indica que se trata de un patrón agregado, con una z de 4.14 y una p menor de 0 (Figura 27). En el valor de Clustering alto/bajo se encontró una z de 5.52, lo que indica una agregación de valores altos (Figura 27).

En 2019 (Figura 33) el valor de I de Morans es de 0.73 que indica un patrón agregado, con una z de 8.85 y una p menor de 0 (Figura 28). En el valor de Clustering alto/bajo se encontró una z de 6.56, lo que indica una agregación de valores altos (Figura 28). En los tres años el patrón de agregación es estadísticamente significativo para la actividad industrial con un incremento gradual al 2019.

El mapa de análisis para el estado de agregación del subsector industrial en el 2010 indica que existe un patrón de agregación de valores altos en la zona sureste y noreste de la ciudad, que corresponde a la zona en la cual se agrupan los principales parques industriales (Figura 29). En el 2016 (Figura 30) se pueden observar estas mismas zonas, pero con mayor cantidad de puntos de agregación; al 2019 (Figura 31) es notorio el reforzamiento de puntos agregados, la zona sureste actualmente es un corredor industrial consolidado al igual que la zona nororiente. Se pueden apreciar en el sur y al nororiente nuevos conglomerados industriales aún en proceso.

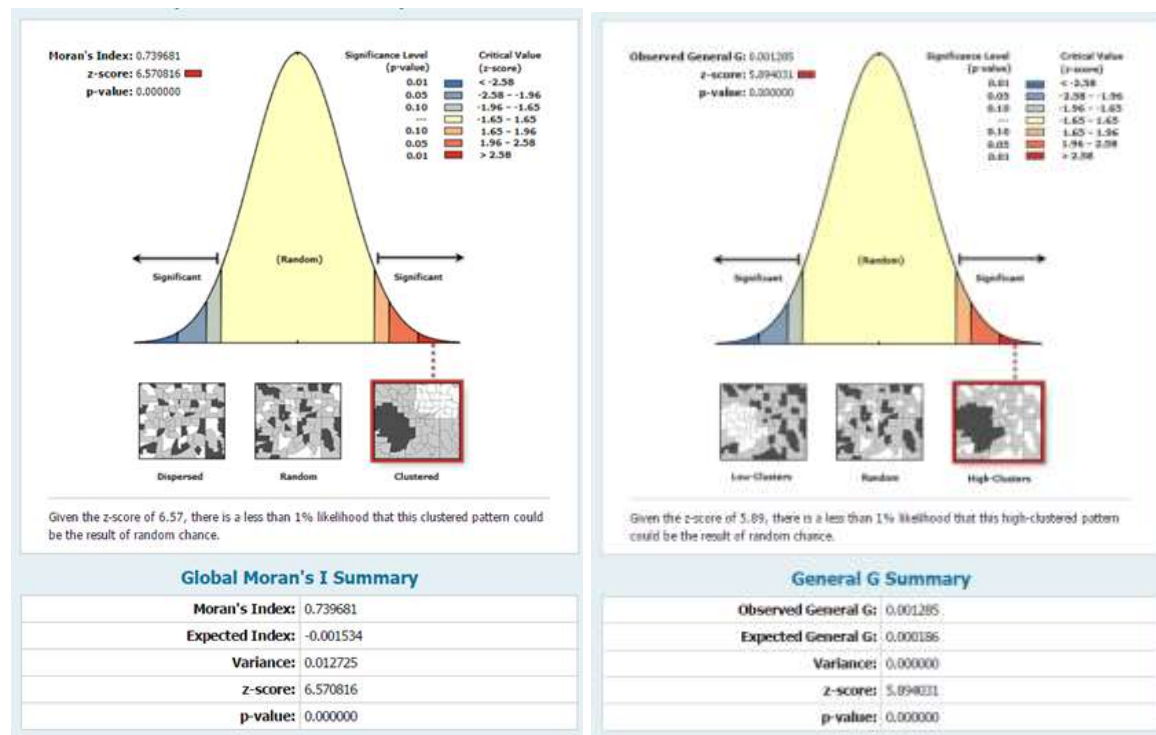


Figura 26. Reporte de Correlación espacial y estado de agregación para valores altos/bajos en subsector industria en 2010. Fuente: Elaboración propia (2017).

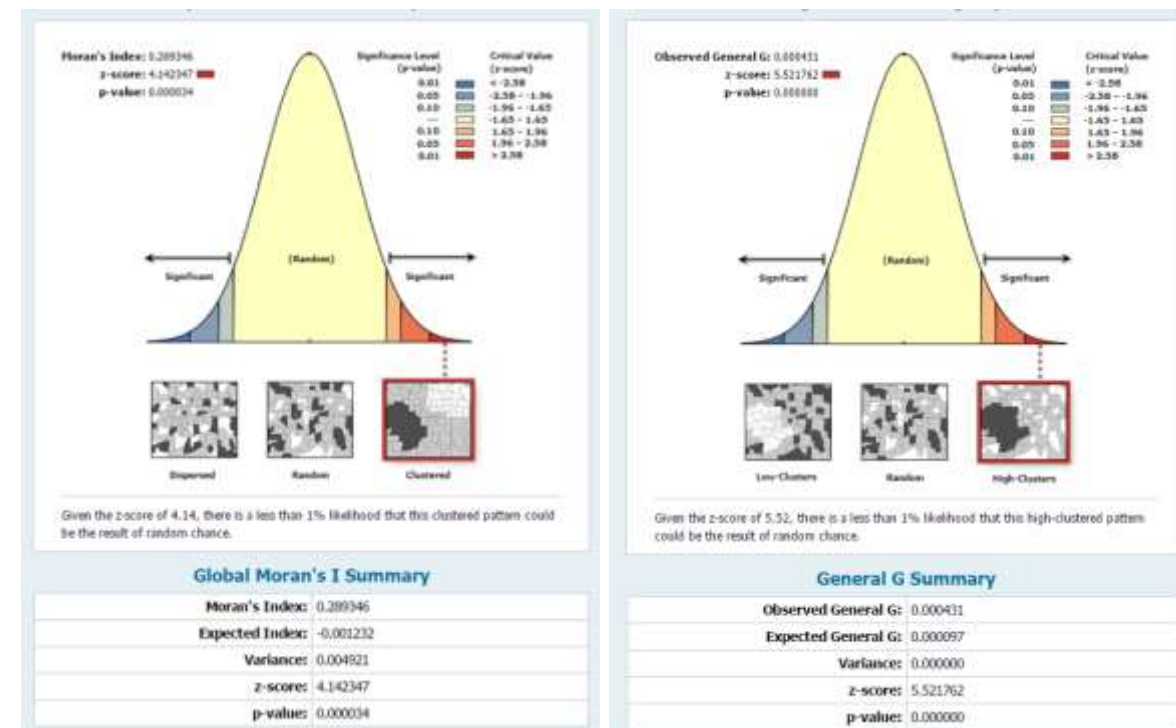


Figura 27. Reporte de Correlación espacial y estado de agregación para valores altos/bajos en subsector industria en 2016. Fuente: Elaboración propia (2017).

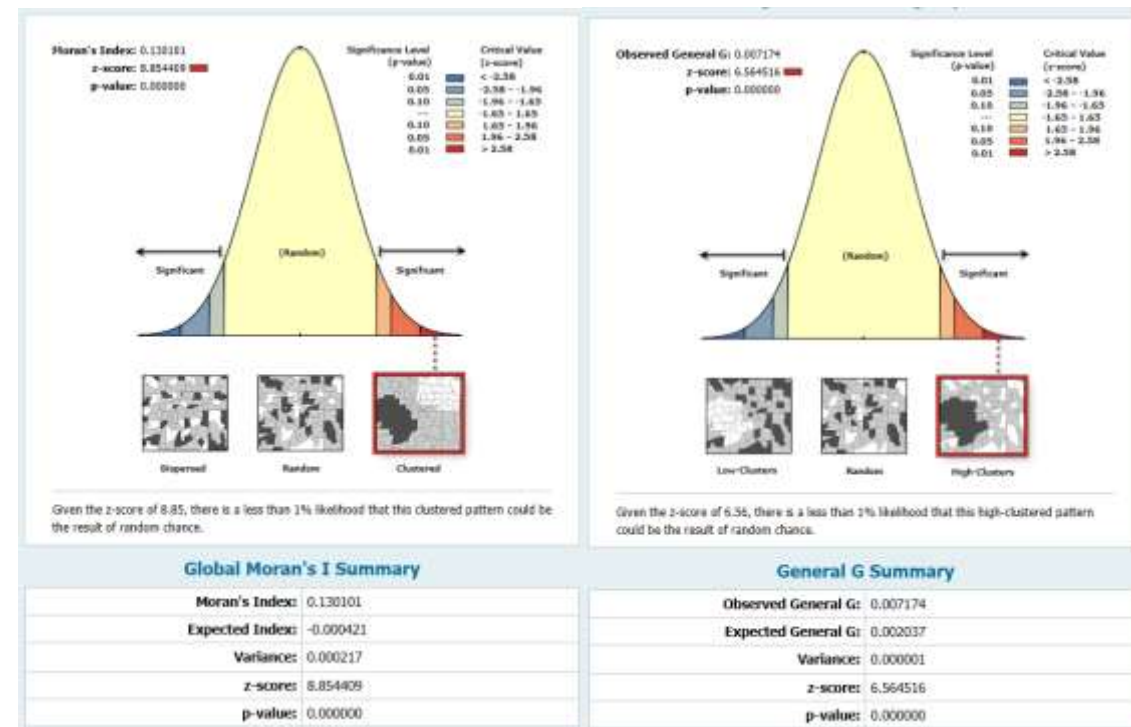


Figura 28. Reporte de Correlación espacial y estado de agregación para valores altos/bajos en subsector industria en 2019. Fuente: Elaboración propia (2019).



Figura 29. Análisis de estado de agregación para subsector industria en 2010.
Fuente: Elaboración propia (2017).

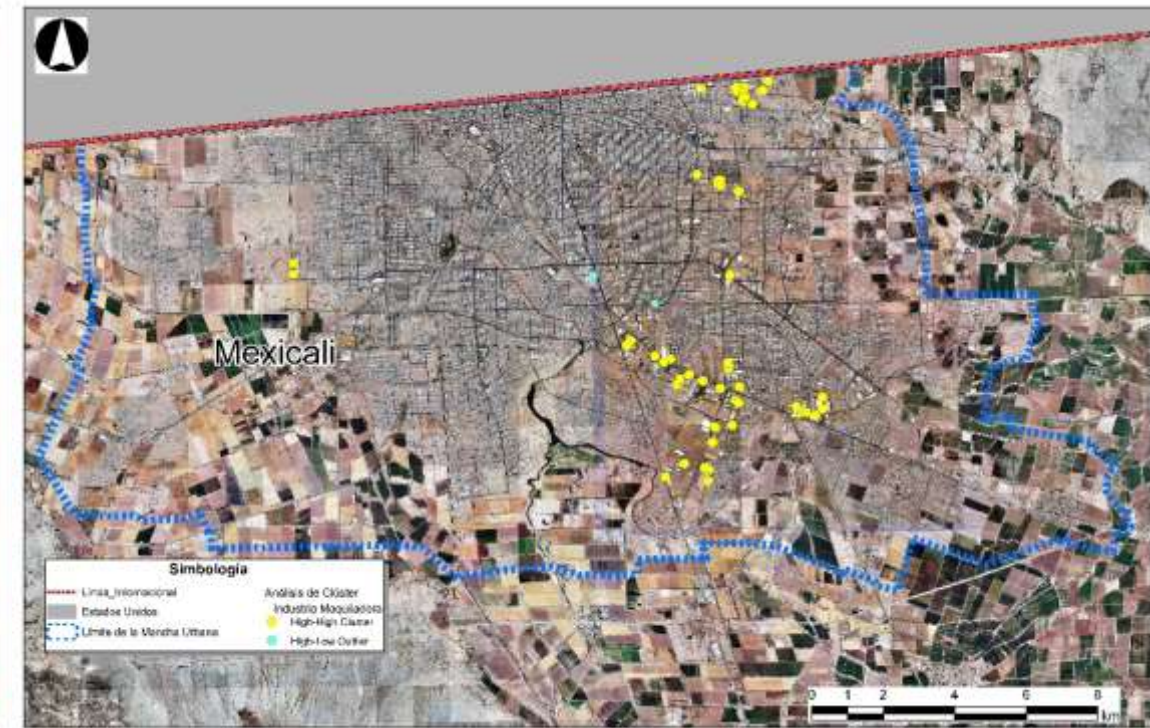


Figura 30. Análisis de agregación para subsector industria 2016.
Fuente: Elaboración propia (2017).

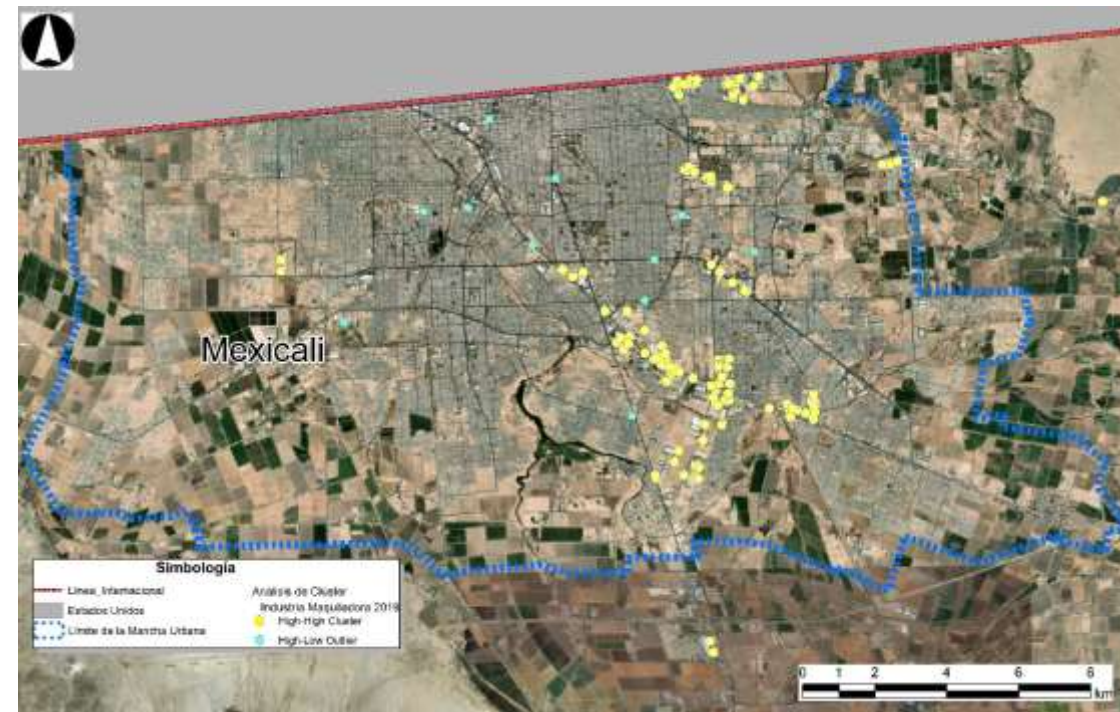


Figura 31 Análisis de agregación para subsector industria 2019.
Fuente: Elaboración propia (2019).

4.2.2 Subsector de servicios públicos

El valor encontrado en este subsector en el año 2010 para el Índice de Morans es de 0.05, mientras que la z dio un valor de 0.71 y la p de 0.47 (figura 32) lo que indica un patrón aleatorio que se corrobora con el valor de Clustering alto/bajo donde se encontró una z de 0.74 (figura 32) y aun cuando en el mapa de la figura 40 se ve una agrupación de actividad esta tiene características aleatorias.

En el análisis de I de Morans para este año 2016 a diferencia de 2010 se ve un patrón de agregación con un Índice de 0.24, una z de 4.54 y una p cercana a 0. En el análisis de Clustering alto/bajo el valor de z de 4.65 indica que esta agregación es de valores altos (Figura 33). En el mapa se observan menos puntos de conglomerados, sin embargo, siguen patrones de agregación de alto valor y se observan algunos nuevos de bajo valor (Figura 33).

En el 2019 a diferencia de 2010 se ve un patrón de agregación con un Índice de 0.48, una z de 8.79 y una p cercana a 0. En el análisis de Clustering alto/bajo el valor de z de 6.56 indica que esta agregación es de valores altos y con la progresión de años aumentó la significancia estadística (Figura 34).

En los mapas que representan los estados de agregación se puede observar en 2010 (Figura 35) que existe un conglomerado de puntos en la zona del centro cívico el cual en el proceso anterior se determinó que corresponde a un patrón aleatorio; esta misma zona en 2016 (Figura 36) aun cuando se reduce el número de puntos, presenta un patrón de agregación estadístico que continua hasta 2019, además, se observan otros nuevos puntos dispersos tanto de alto como de bajo valor (Figura 37).

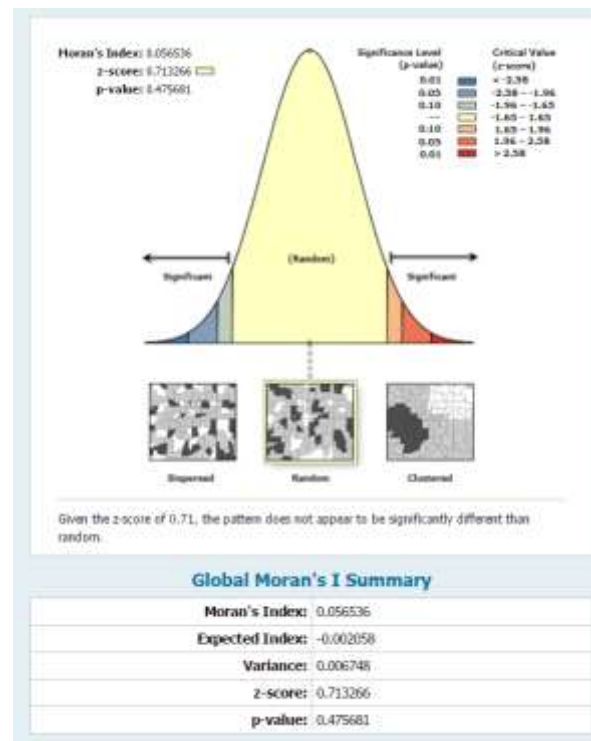


Figura 32. Reporte de Correlación espacial y de agregación para valores altos/bajos en subsector servicios públicos en 2010. Fuente: Elaboración propia (2017).

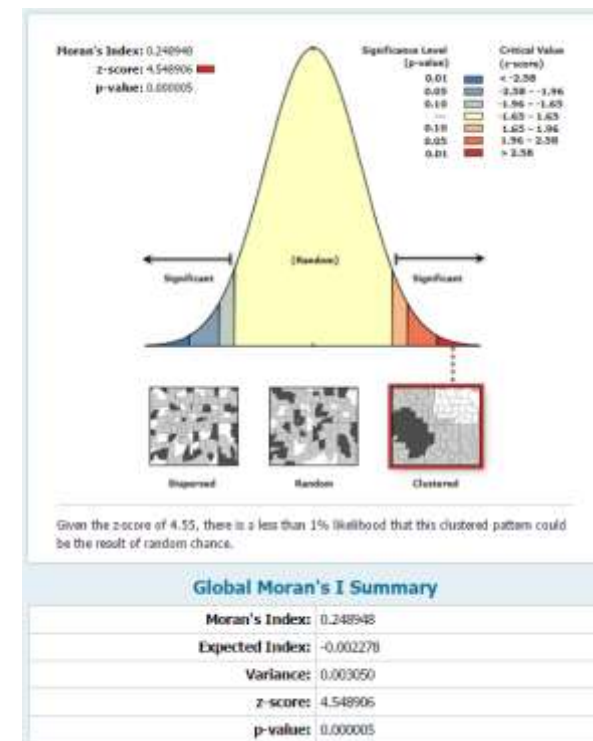
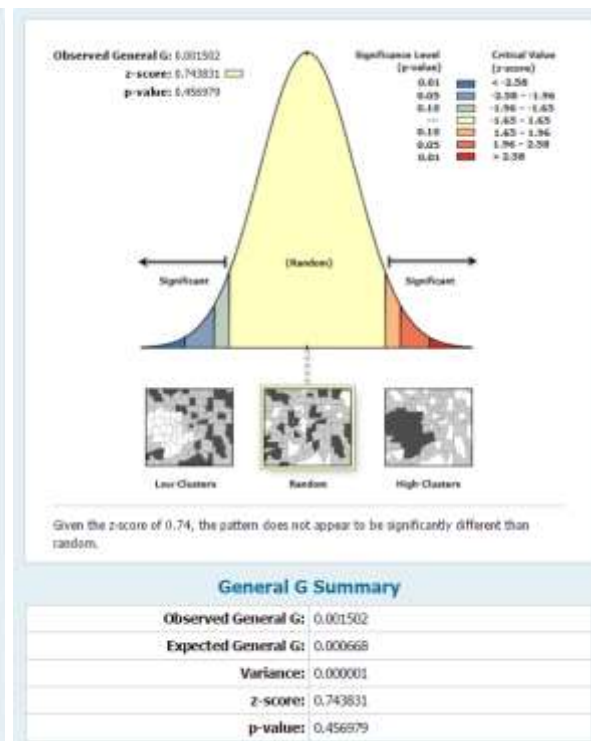


Figura 33. Reporte de Correlación espacial y reporte de agregación para valores altos/bajos para subsector servicios públicos 2016. Fuente: Elaboración propia (2017).

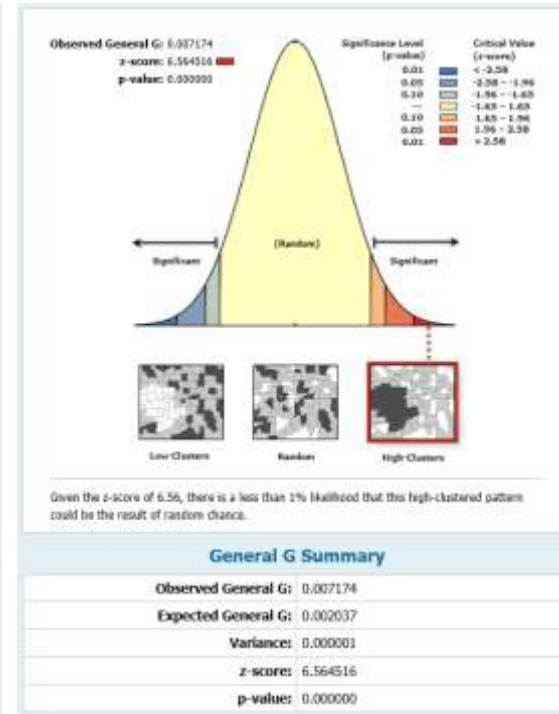
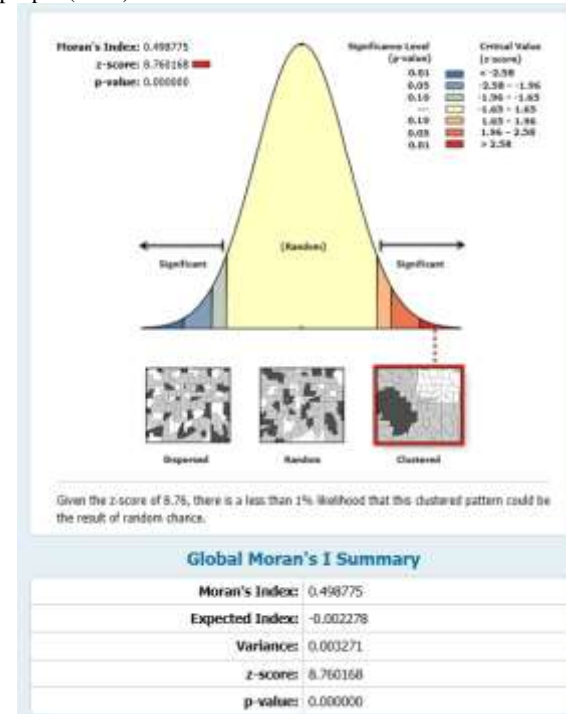


Figura 34. Reporte de Correlación espacial y reporte de agregación para valores altos/bajos para subsector servicios públicos 2019. Fuente: Elaboración propia (2019).

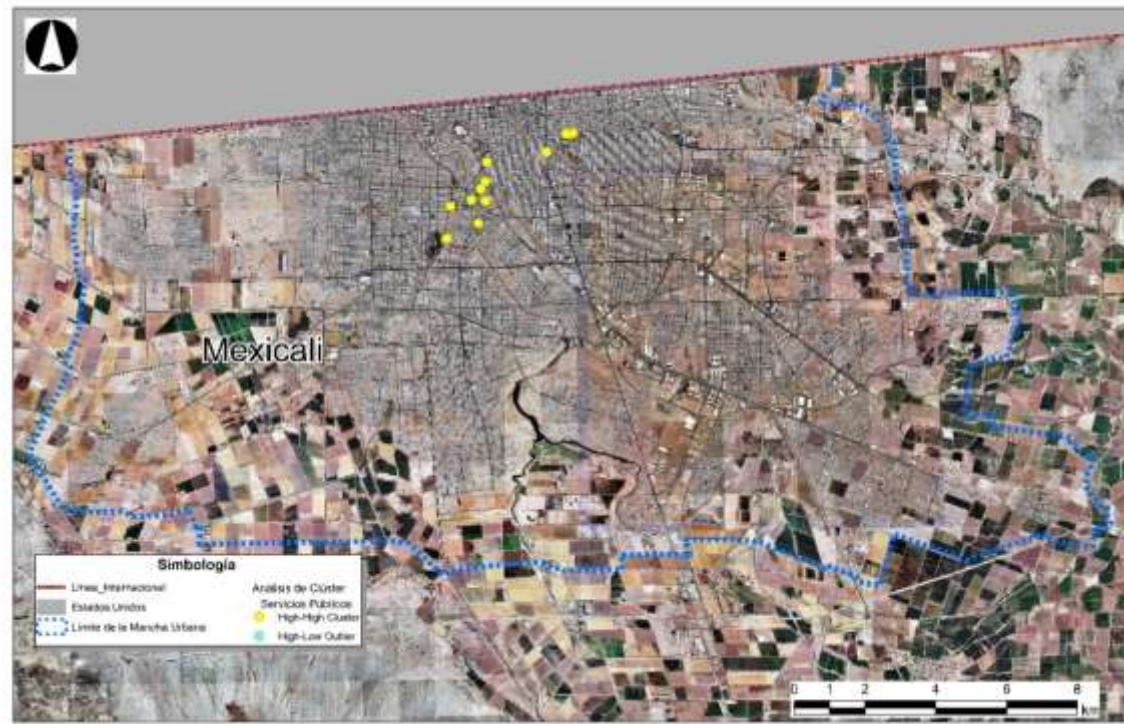


Figura 35 Análisis de estado de agregación para subsector servicios públicos en 2010.
Fuente: Elaboración propia (2017).



Figura 36. Análisis de estado de agregación para subsector servicios públicos en 2016.
Fuente: Elaboración propia (2017).

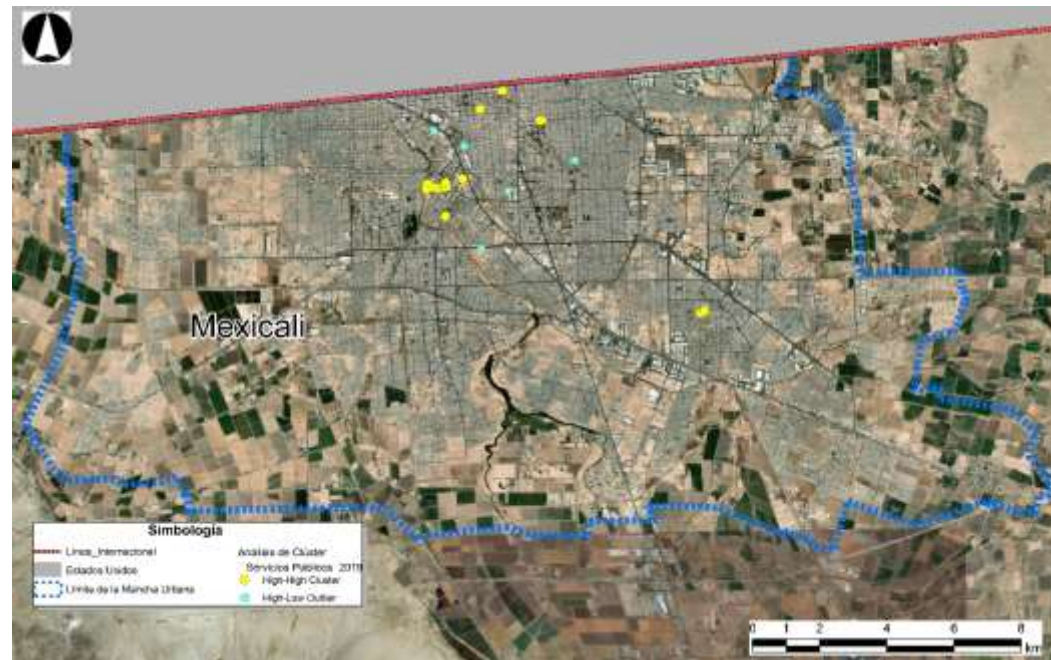


Figura 37. Análisis de estado de agregación para subsector servicios públicos en 2019.
Fuente: Elaboración propia (2019).

4.2.3 Subsector de servicios médicos

El valor encontrado para el Índice de Morans en el análisis del subsector de servicios médicos es de 0.007 con una z de 0.37 y una p de 0.70 lo que indica un patrón aleatorio que se corrobora con el Clustering alto/bajo en el cual se encontró una z de -0.55 (Figura 38)

El análisis de 2016 muestra un valor de z de 0.48 que indica que se mantiene el patrón aleatorio en los servicios médico y un Índice de Morans de 0.008, lo cual se corrobora en el valor de z negativo de -0.70 en el análisis de clustering (Figura 39).

En 2019 el Índice de Morans es de 0.009, una z de 0.69 y una p de 0.49 lo que indica que se mantiene el patrón aleatorio con el Clustering alto/bajo con un valor para z de -1.33 (Figura 40).

En los mapas que representan los análisis se pueden observar puntos que corresponden a los hospitales de la zona del centro cívico, sin embargo, estos conglomerados carecen de relevancia estadística, situación que se mantiene hasta 2019 (Figura 41 a 43). Es necesario hacer notar que el corredor medico propuesto en 2013 no ha logrado consolidarse en 6 años, en la zona existe una mezcla de usos que impide se relacionen los servicios médicos entre sí, también es indispensable establecer encadenamientos de actividad en servicios y comercios complementarios a la salud.

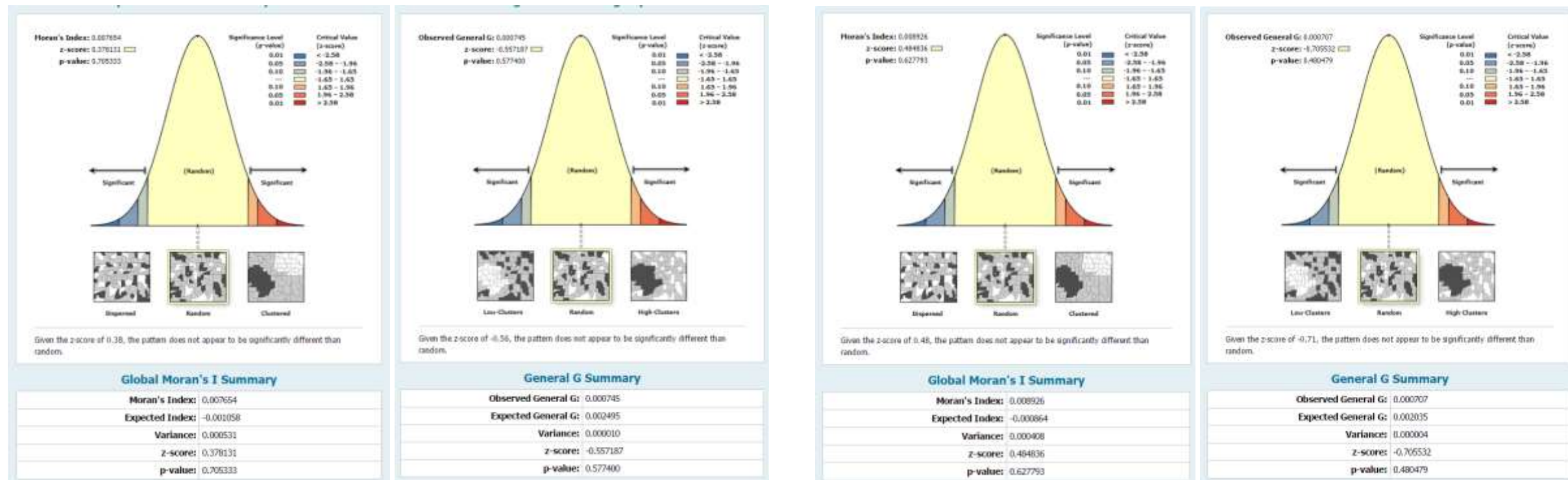


Figura 38. Reporte de Correlación espacial y reporte de agregación para valores altos/bajos para subsector servicios médicos 2010. Fuente: Elaboración propia (2017).
 Figura 39. Reporte de Correlación espacial y reporte de agregación para valores altos/bajos para subsector servicios médicos 2016. Fuente: Elaboración propia (2017).

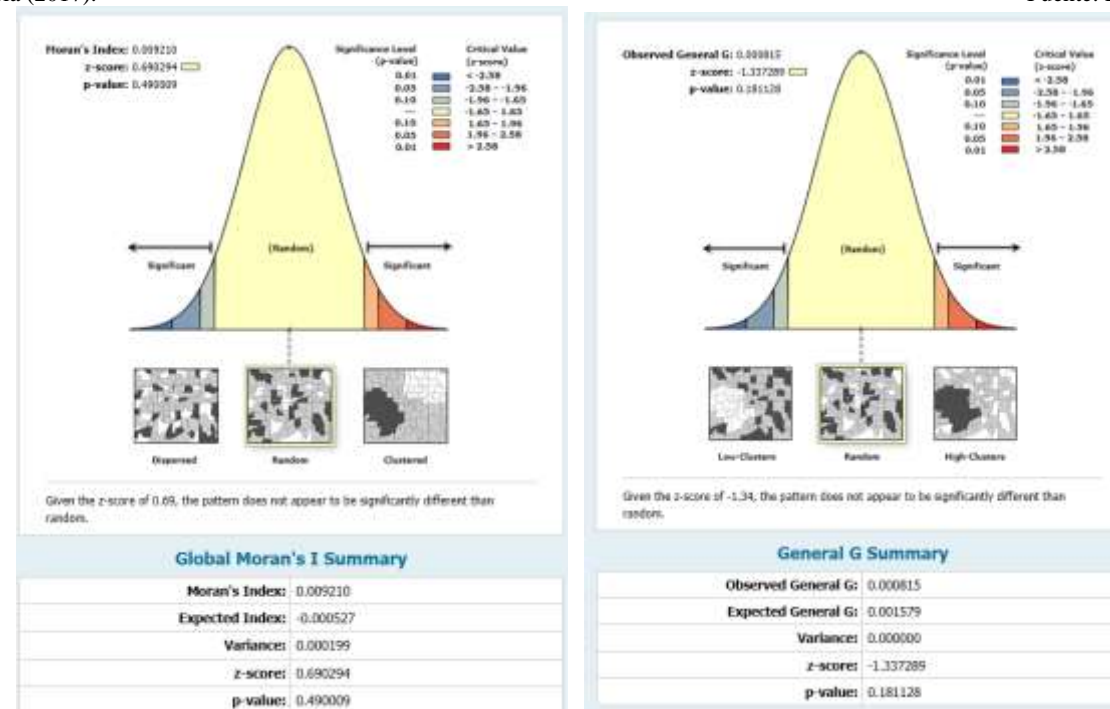


Figura 40. Reporte de Correlación espacial y reporte de agregación para valores altos/bajos para subsector servicios médicos 2019. Fuente: Elaboración propia (2019).



Figura 41. Análisis de estado de agregación para subsector servicios médicos en 2010.
Fuente: Elaboración propia (2017).



Figura 42. Análisis de estado de agregación para subsector servicios médicos en 2016.
Fuente: Elaboración propia (2017).



Figura 43. Análisis de estado de agregación para subsector servicios médicos en 2019.
Fuente: Elaboración propia (2019).

4.3 Desarrollo sustentable y condiciones urbano-territorial de las centralidades de Mexicali

4.3.1 Indicadores Sociales

En relación con estos indicadores (Tabla 5) se encontró que la tasa de crecimiento poblacional disminuyó a 1.5% del 2010 al 2016 con respecto a los años anteriores que presentaban una tasa del 2.42%; en 2019 se encuentra en 1.15%, la ciudad presenta una desaceleración que es benéfica en términos de consumo de suelo, sin embargo, se deben investigar más a fondo las causas y realizar comparativos de la relación de dependencia para planear a futuras necesidades de una población de mayor edad contra una fuerza productiva que se puede reducir drásticamente; en índice de vejez muestra esta situación, la mayor parte de centralidades tiene una desproporción entre adultos mayores y menores de 15 años, algunas aun muestran proporciones adecuadas, pero corresponden a los fraccionamientos de nueva creación, en donde las familias habitantes aun se encuentran en la etapa de expansión.

La densidad de habitantes es baja en casi todas las centralidades, con excepción de la 6 y 12, donde hay una densidad entre 40 y 65 habitantes/ ha, no existe hacinamiento en la vivienda y en general no hay viviendas ocupadas por un solo integrante, sin embargo, al considerar la compacidad urbana encontrada en los indicadores urbano/territoriales es evidente que se requiere un uso más intensivo del territorio especialmente en relación con el uso habitacional; además, en centralidades con poco espacio disponible esta puede ser una solución para la reestructuración a fin de evitar expansiones territoriales innecesarias.

En el tema de proximidad el equipamiento educativo de educación básica es adecuado en gran parte de las centralidades excepto en la centralidad 6 y 10 lo que indica se requieren equipamientos de este tipo para evitar traslados y saturación a otras zonas. La educación media superior también es adecuada en la mayoría de las centralidades; sin embargo, el grado de escolaridad promedio es bajo, así como la educación posbasica en mayores de 18 años; de acuerdo con lo encontrado es necesario establecer la conveniencia y ubicación en la instalación de escuelas y fomentar la continuidad en la educación, en la tabla 5 se pueden observar los resultados por centralidades y años de análisis.

La proximidad a equipamiento de salud es óptima en todas las centralidades, pero el derecho a atención institucional es bajo.

Tabla 5. Resultados de Indicadores Sociales.

Indicador	Centralidades																											Ponderación									
	1			2			3			4			5			6			7			8			9				10			11			12		
	2010	2016	2019	2010	2016	2019	2010	2016	2019	2010	2016	2019	2010	2016	2019	2010	2016	2019	2010	2016	2019	2010	2016	2019	2010	2016	2019		2010	2016	2019	2010	2016	2019	2010	2016	2019
Densidad de habitantes	39.44	31.88	18.88	34.68	38.16	33.73	39.51	33.53	35.95	28.17	31.32	33.10		38.31	36.51	33.04	61.60	65.10	32.49	42.18	42.85	27.36	41.88	31.97	31.70	34.46	32.63	10.44	14.16	17.96			4.25	17.09	44.88	40.11	Más de 100 51 a 100 26 a 50 Menor de 25 Menor 1.19 1.20 a 1.49 1.50 a 1.99 Mayor de 2
Tasa de crecimiento poblacional anual 2000-2009	2.43	2.42	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43		2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	Menor 1.19 1.20 a 1.49 1.50 a 1.99 Mayor de 2
Tasa de crecimiento poblacional anual 2010-2016	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52		1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	Menor 1.19 1.20 a 1.49 1.50 a 1.99 Mayor de 2	
Índice de vejez	17.24	65.75	56.30	25.98	22.57	20.94	65.37	71.81	72.81	76.98	71.31	78.28		77.75	79.60	43.18	44.09	44.84	45.35	46.00	46.4	66.32	62.66	65.36	14.81	22.21	16.04	15.66	21.65	20.01			70.90	15.63	15.51	15.59	20% Desviación > 2% Desviación > 4% Desviación > 6%
Índice de hacinamiento	0.65	0.57	0.58	0.54	0.53	0.50	0.52	0.54	0.54	0.56	0.56	0.57		0.69	0.68	0.65	0.61	0.66	0.66	0.77	0.77	0.60	0.57	0.58	0.64	0.70	0.66	0.82	0.83	0.87			0.57	0.30	0.74	0.75	menos de 2.5 2.5 a 3 3 a 4.9 Mayor de 5
Viviendas con un solo integrante	0.07	1.10	1.15	0.12	0.08	0.06	0.05	0.08	0.08	0.04	0.03	0.03		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Menor de 1% 2 a 4 % 5 a 10% 11 a 13%
Población de más de 18 con educación mayor de pos básica	33.35	36.38	33.95	65.16	65.97	68.32	69.59	71.70	73.60	63.25	63.90	63.13		45.00	49.36	54.46	58.69	51.22	34.47	31.01	31.32	66.19	68.05	67.37	74.78	68.05	75.38	26.85	38.20	26.77			47.10	40.41	40.77	38.20	Mayor 85% 61 a 84 % 41 a 60 % Menor 40 %
Tasa de analfabetismo	1.22	1.67	2.17	0.19	0.10	0.06	0.07	0.06	0.00	0.62	0.52	0.48		0.73	1.52	0.99	0.72	1.42	2.60	1.59	1.81	0.19	0.21	0.20	0.10	0.16	0.11	1.46	1.55	1.86			0.00	0.78	0.46	0.72	Menor de 1% 1 a 2 % 2 a 4 % Mayor a 4%
Grado de escolaridad promedio	6.31	6.88	6.39	9.34	9.34	9.40	11.14	11.07	11.05	7.93	8.38	8.77		8.47	8.40	9.19	9.23	9.06	8.00	7.90	7.97	10.49	10.60	10.46	9.70	10.30	10.07	6.79	7.39	7.39			8.08	7.48	7.53	7.48	12 a 13 9 a 12 Menor 9 Mayor a 95%
Población que cuenta con servicio de salud	78.37	64.68	66.78	86.47	87.39	88.45	81.68	80.85	81.83	76.18	76.49	76.48		75.94	73.26	78.80	79.38	78.27	76.00	77.19	76.72	82.45	85.98	81.72	83.08	79.71	83.57	75.08	74.74	74.22			82.84	80.75	80.90	80.79	86 a 95% 76 a 85% Menor 70%
Proximidad a equipamiento de salud	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	90 a 100% 80 a 89% 70 a 79% 60 a 69%
Proximidad a equipamiento educativo PREESCOLAR	100	100	100	100	100	100	100	100	100	71.72	74.29	80.79		100	100	78.28	82.12	100	100	100	100	100	90.40	100	33	69.97	67.44	0.00	54.56	95.94			100	98.00	98.90	100	90 a 100% 80 a 89% 70 a 79% 60 a 69%
Proximidad a equipamiento educativo PRIMARIA	77.02	88.78	88.51	90.07	91.40	97.58	89.25	100	94.01	89.74	90.82	91.89		87.54	100	87.13	87.54	88.35	98.05	100	100	74.64	78.53	82.84	86.74	77.06	87.33	86.07	82.18	86.68			87.88	100	93.51	97.57	90 a 100% 80 a 89% 70 a 79% 60 a 69%
Proximidad a equipamiento educativo SECUNDARIA	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99.24	100	100		100	100	84.96	91.73	82.33	93.94	77.97	76.80	100	100	100	100	100	100	83.67	82.75	69.72			100	85.14	81.46	81.58	90 a 100% 80 a 89% 70 a 79% 60 a 69%
Proximidad a equipamiento educativo PREPARATORIA	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		100	100	100	100	100	66.27	67.81	100	100	100	100	100	100	100	23.43	30.00	37.82			100	93.67	100	100	90 a 100% 80 a 89% 70 a 79% 60 a 69%
Proximidad a equipamiento recreativo	88.08	94.31	98.69	81.80	82.70	81.27	83.74	87.32	84.43	88.38	88.34	88.13		50.84	47.38	51.23	61.35	98.05	100	100	97	90.24	96.61	88.55	100	100	100	8.03	34.68	27.03			100	100	99.21	100	90 a 100% 80 a 89% 70 a 79% 60 a 69%
Proximidad a ruta de transporte público	100	100	100	100	100	100	100	100	100	97	97	97		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	90 a 100% 80 a 89% 70 a 79% 60 a 69%
Vivienda con carencia de al menos 1 servicio	18.44	36.34	37.43	32.41	34.43	34.28	27.46	27.78	28.53	24.88	24.38	24.44		18.53	18.44	20.44	21.89	18.20	18.83	14.75	14.76	23.30	27.29	25.87	30.85	30.86	23.80	18.19	22.44	20.98			34.07	27.89	30.94	28.18	0% Menor al 5% 6 a 10% Mayor a 11%

Fuente: Elaboración propia (2019).



4.3.2 Indicadores Económicos

Las centralidades en general presentan condiciones económicas aceptables en relación al empleo, la tasa de desempleo más alta es en la centralidad 7 con 5.01% al 2019 que es un valor bajo de acuerdo con parámetros internacionales (Tabla 6).

Se encontró una tasa de participación laboral promedio de 61.54%, en 2019 que con el dato anterior indica que el panorama de empleo en la ciudad es aceptable en estos momentos, será conveniente la vigilancia para que esta situación se mantenga, al considerar que en la relación de dependencia que existe un predominio de la población en los extremos de la vida de hasta el doble de habitantes con respecto a la Población Económicamente Activa (PEA) lo que genera grandes gastos en salud y pensiones con bajo aporte económico por parte del sector trabajador; este puede ser un escenario complejo en los siguientes años, por lo que es recomendable implementar mecanismos que reduzcan los impactos a largo plazo.

El porcentaje de empresarios en relación a lo trabajadores del del 4%, dato que se relaciona con la cantidad de industria maquiladora que se desarrolla en la ciudad, es necesario el apoyo e impulso a pequeñas y medianas empresas (PYMES).

En cuanto a la distribución de actividades predominan las actividades del sector terciario en todas las centralidades. Una de las ventajas competitivas de la ciudad es su condición de ciudad fronteriza, lo cual facilita los intercambios comerciales con Estados Unidos; esta condición es evidente en la proximidad a los cruces fronterizos que es aceptable en la mayor parte de las centralidades, condición que es aprovechada por la industria maquiladora.

4.3.3 Indicadores Ambientales

La sustentabilidad ambiental presenta algunos problemas; en primer lugar, es baja la superficie permeable en la mayor parte de centralidades, solo se encuentran en condiciones aceptables las periferias urbanas por tener gran cantidad de terrenos baldíos o en estado natural; el uso de estas áreas para edificación en el futuro puede ocasionar que estos lugares enfrenten el mismo problema, por lo cual la planeación desempeña un papel relevante en el uso eficiente del suelo. Es evidente la necesidad fomentar la presencia de áreas verdes en general en todas las centralidades para alcanzar valores ideales por habitante (Tabla 7). Las

emisiones contaminantes son altas en todas las centralidades, esto se debe en gran parte a que Mexicali es una ciudad que privilegia el desplazamiento vehicular con poco impulso al desplazamiento no motorizado o al uso del transporte público. La ciudad no cuenta con

La disponibilidad de agua potable al interior de la vivienda es fundamental para la realización de las actividades básicas, se puede observar que la totalidad de centralidades presentan esta deficiencia; que se complementa con otro indicador social que hace evidente la falta de al menos 1 servicio básico en el hogar.

4.3.4 Indicadores Urbano-Territoriales

Las centralidades que requieren atención en las condiciones urbano-territoriales son la 1, 5 10 y 11; sus principales problemas son la baja densidad de vivienda, la compacidad, la baja mezcla de usos de suelo, el número de vialidades primarias y nodos viales a su interior, sin embargo, se encontró que el resto de las centralidades aun cuando sus condiciones son satisfactorias, también existen algunos problemas.

La densidad de viviendas en general es baja en todas las centralidades, la mayor densidad presente es en la centralidad 6 con 20 viviendas/ha. La compacidad también es baja con un promedio de 0.97 m³/m². Esto indica que se requiere un uso más intensivo del territorio y en algunas centralidades el uso de vacíos urbanos a fin de evitar expansiones en busca de terreno para nuevos proyectos inmobiliarios (Tabla 8).

Por otra parte, la mezcla de usos de suelo en la mayor parte es inaceptable, existe un claro predominio de un uso en casi todas las centralidades. Estos espacios deben ser capaces de satisfacer las necesidades básicas de desplazamiento de los habitantes, por lo cual favorecer usos mixtos permitirá reducir los traslados. Es conveniente considerar que algunas centralidades debido a la baja superficie disponible requieran de reestructuración del territorio. En caso de contar con terreno suficiente se debe planear el uso futuro, tomar en cuenta las necesidades actuales y considerar las situaciones que se presentan en otras centralidades para identificar problemas de manera oportuna.

Tabla 8. Resultados de Indicadores Urbano-Territoriales

Indicador	Centralidades																											Ponderación												
	1			2			3			4			5			6			7			8			9				10			11			12					
	2010	2016	2019	2010	2016	2019	2010	2016	2019	2010	2016	2019	2010	2016	2019	2010	2016	2019	2010	2016	2019	2010	2016	2019	2010	2016	2019		2010	2016	2019	2010	2016	2019	2010	2016	2019			
Distancia en km a centro de la ciudad	2.5	2.65	2.68	2.35	2.4	2.4	3.41	3.3	3.18	0.38	0.58	0.55				1.74	1.78	6.4	6.4	6.52	7.8	7.8	7.85	3.68	3.4	3.54	7.05	7.55	7.12	7.19	6.97	6.91				8.58	10.5	10.34	10.85	Menor a 2 km 2 a 5 km 5 a 10 km Mayor 10 km
Pendientes topográficas	0.27*	0.27*	0.27*	0.01*	0.01*	0.01*	0.00*	0.00*	0.00*	0.25*	0.25*	0.25*				0.16*	0.16*	0.00*	0.00*	0.00*	0.18*	0.18*	0.18*	0.00*	0.00*	0.00*	0.33*	0.33*	0.33*	0.04*	0.04*	0.04*				0.17*	0.17*	0.17*	0.17*	<3% o <2° 3-12% o 2°-5° 12-30% o 5°-15° >30% o >15°
Superficie en km²	2.66	1.48	1.24	3.85	3.43	2.8	4.41	2.09	2.7	4.56	5.55	5.01				0.88	1.17	1.75	1.2	1.88	0.98	1.64	1.53	1.64	3.61	2.91	1.32	2.49	1.19	1.83	3.02	2.93				1.8	1.84	2.22	1.87	Mayor 5 km² 3 a 5 km² 2 a 3 km² menos 2 km²
Espacio disponible	5.50	1.18	7.27	2.95	1.52	1.84	0.00	0.17	0.25	9.79	8.13	6.45				2.45	12.26	2.70	1.81	2.09	38.00	19.25	17.54	18.50	6.46	4.47	22.20	21.32	20.93	17.89	9.95	14.79				0.66	39.00	2.61	26.70	Mayor al 20% 10 a 20% 5 a 9% Menor al 3%
Diversidad de usos	1.49	1.486	1.363	1.57	1.572	1.492	0.44	1.155	1.162	1.67	1.659	1.61				1.477	1.474	1.18	1.145	1.089	1.27	1.22	1.209	1.64	1.49	1.52	1.63	1.784	1.607	0.88	1.272	1.215				0.088	1.42	1.627	1.552	Mayor de 3 >1.5 y <3 >1 y <1.5 Menor de 1
Compacidad	0.70	1.28	1.33	1.01	1.13	2.04	0.95	1.17	0.91	1.10	0.91	1.00				0.90	0.71	0.78	1.11	0.73	1.32	0.75	0.82	2.52	1.14	1.53	1.04	0.58	1.18	0.96	0.58	0.06				0.24	1.00	0.84	0.85	>10 m²/m² 5-10 m²/m² 2-4 m²/m² <2 m²/m²
Densidad de viviendas	9.12	9.32	8.38	10.83	10.57	16.41	15.32	12.68	13.07	10.89	11.53	11.64				12.77	11.42	18.08	18.68	18.32	10.82	12.32	12.13	11.20	11.55	11.69	11.83	11.49	11.10	3.22	4.15	5.02				1.50	13.54	15.98	15.32	Más de 80 60 a 80 40 a 59 Menos de 40
Número de vialidades primarias en la centralidad	5	5	5	4	4	4	4	4	4	6	6	6				2	2	2	2	2	1	1	1	3	4	4	2	2	2	1	1	1				2	1	1	1	Mayor a 4 3 a 4 1 a 2 Ninguna
Número de nodos primarios en la centralidad.	3	3	3	1	1	0	3	3	3	4	4	4				1	1	1	1	1	0	0	0	1	3	3	1	1	1	0	0	0				1	0	0	0	Mayor a 3 2 a 3 1 Ninguno

Fuente: Elaboración propia (2019).



4.4 Índice de sustentabilidad en las centralidades de Mexicali

El índice de sustentabilidad determinó que todas las centralidades tienen niveles bajos de sustentabilidad, las sumatorias se encuentran por abajo del 0, valor que representa el estado mínimo deseable de sustentabilidad. En los indicadores sociales la centralidad que presenta un mejor nivel es la 2, mientras que la 10 tiene el peor escenario, en la figura 44 se puede apreciar una mejoría en las condiciones de 2010 al 2019, sin embargo, aun se debe trabajar con los factores que determinan este componente, los valores en general se encuentran muy negativos, es decir escaso nivel de sustentabilidad.

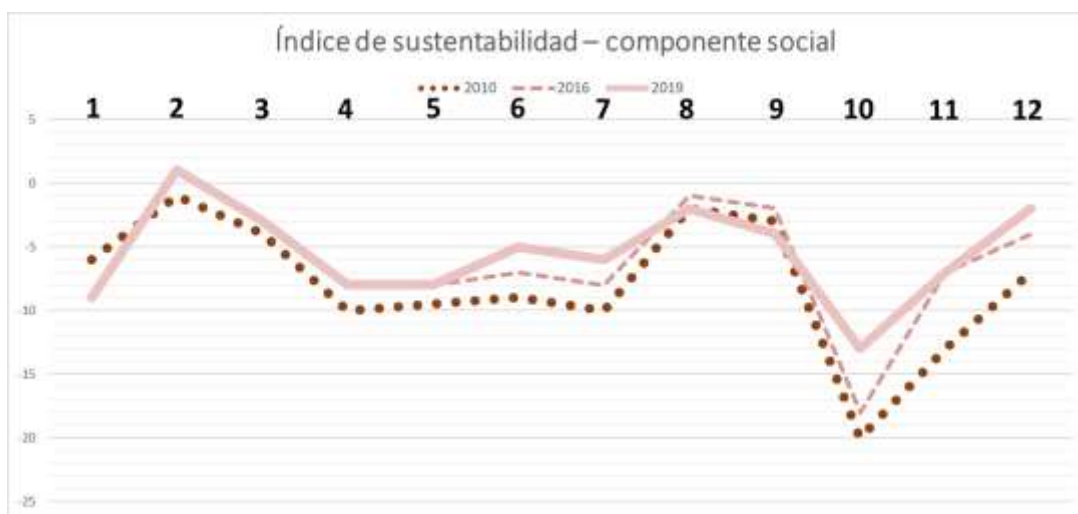


Figura 44. Índice de sustentabilidad – componente social de la Ciudad de Mexicali.
Fuente: Elaboración propia (2019).

El componente económico también tiene valores negativos, sin embargo se encuentran mas cercano a 0 con excepción de las centralidades 3 y 11, el caso de esta última, debe evaluarse a corto plazo, al tratarse de un área de reciente surgimiento y no contar con parámetros reales de comparación, el resto de centralidades tienen un comportamiento variable en el 2019; la 1 y 6 tienen un mejor estado a los años anteriores, la 2, 3, 4, 7, 9 y 10 han empeorado sus condiciones con respecto al 2016, mientras que la 5, 8 y 12 se han mantenido constantes con relación a este año. En un balance general el componente económico presenta menores condiciones de sustentabilidad al compararlo con el 2016 (Figura 45).

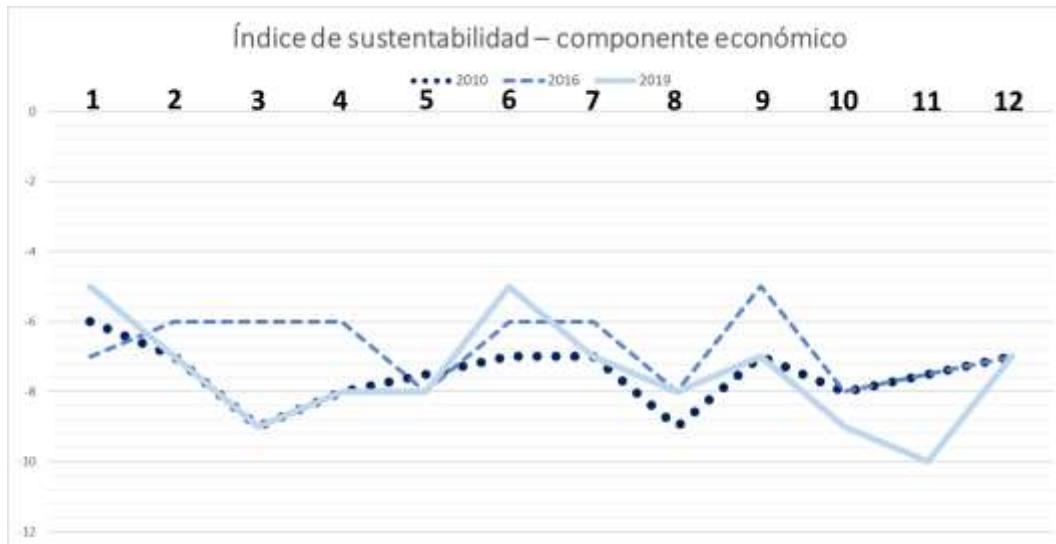


Figura 45. Índice de sustentabilidad – componente económico de la Ciudad de Mexicali.
Fuente: Elaboración propia (2019).

En figura 46 puede apreciarse que las condiciones ambientales han empeorado de manera relevante, esto se debe principalmente al aumento de emisiones de CO₂ y a la reducción tanto de superficie permeable como de áreas verdes por habitante.

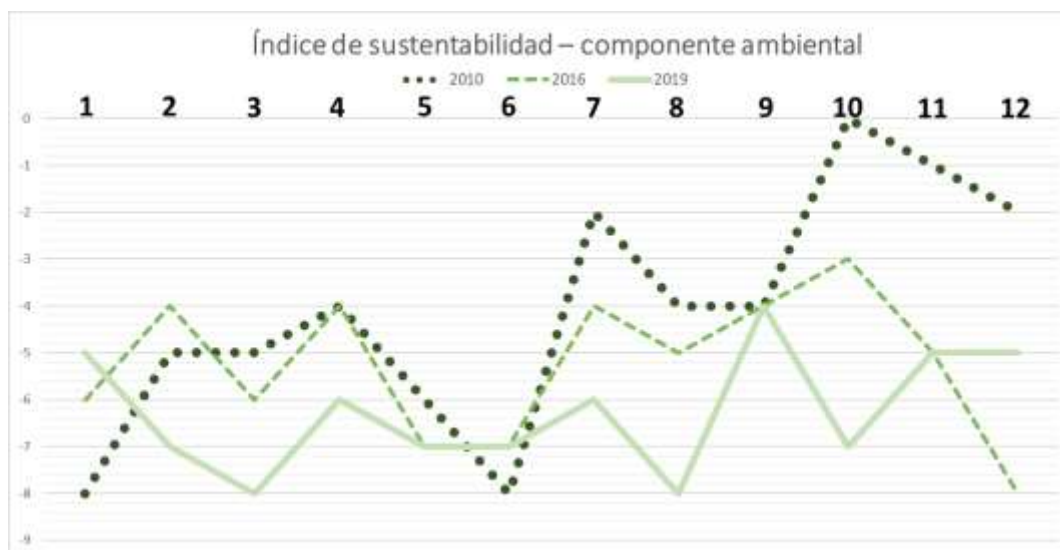


Figura 46. Índice de sustentabilidad – componente ambiental de la Ciudad de Mexicali.
Fuente: Elaboración propia (2019).

El componente urbano-territorial es el que se mantiene con menores variaciones en los 9 años de estudio, en general tiene valores negativos, con excepción de la centralidad 4, que desde 2010 presenta condiciones de sustentabilidad aceptables. Lo que puede destacarse es la falta de acciones en el transcurso de este tiempo para mejorar las condiciones urbanas (Figura 47).

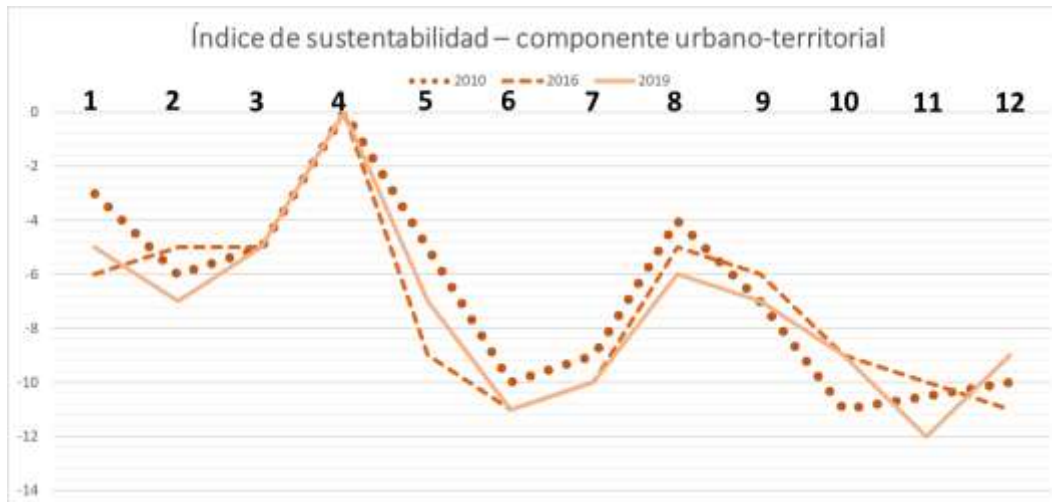


Figura 47. Índice de sustentabilidad – componente urbano-territorial de la Ciudad de Mexicali.
Fuente: Elaboración propia (2019).

El índice integral de sustentabilidad tiene valores negativos en todas las centralidades en todos los años; se observa que presenta un comportamiento es similar en el periodo de estudio. Sin embargo, de 2010 a 2016 mejoraron ligeramente las condiciones en la mayoría de las centralidades con excepción de la 12; mientras que en 2019 se observa que el nivel de sustentabilidad se afectó negativamente, los componentes que intervienen en esta alteración son el ambiental y el económico (Figura 48).

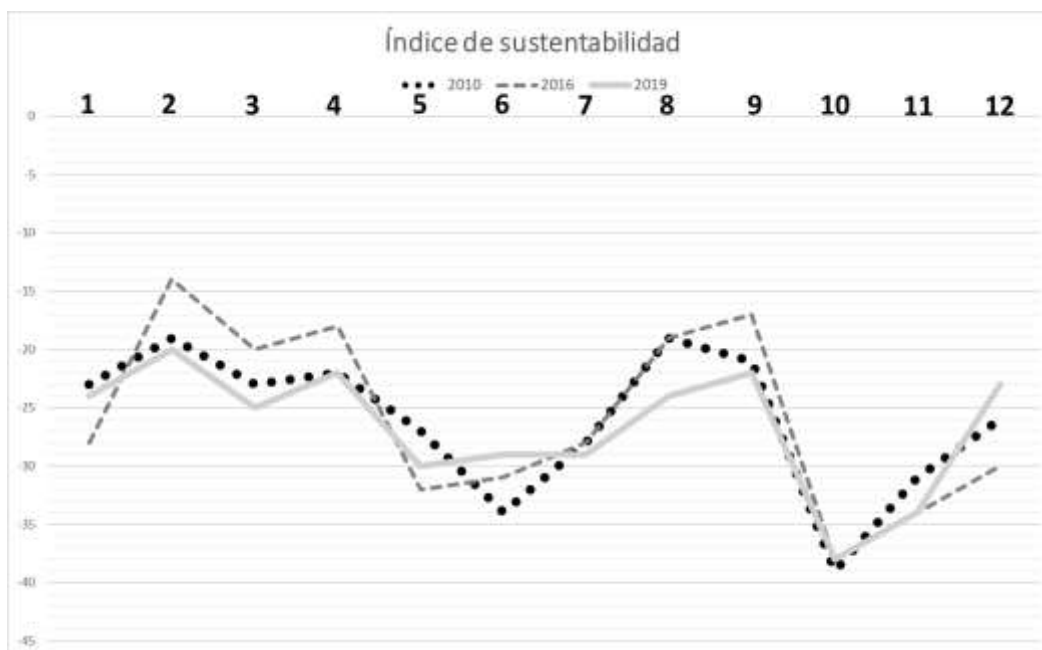


Figura 48. Índice de sustentabilidad integral de la Ciudad de Mexicali.
Fuente: Elaboración propia (2019).

4.5 Nivel de desarrollo sustentable, estado de consolidación y disponibilidad de espacio de las centralidades de Mexicali

La clasificación de centralidades por nivel de desarrollo sustentable determinó que las centralidades 2, 4, 8, 9 y 12 tienen un nivel de desarrollo sustentable aceptable; mientras que las centralidades 1, 3, 5, 6, 7, 10 y 11 muestran deficiencias que permitan el desarrollo sustentable (Figura 49).

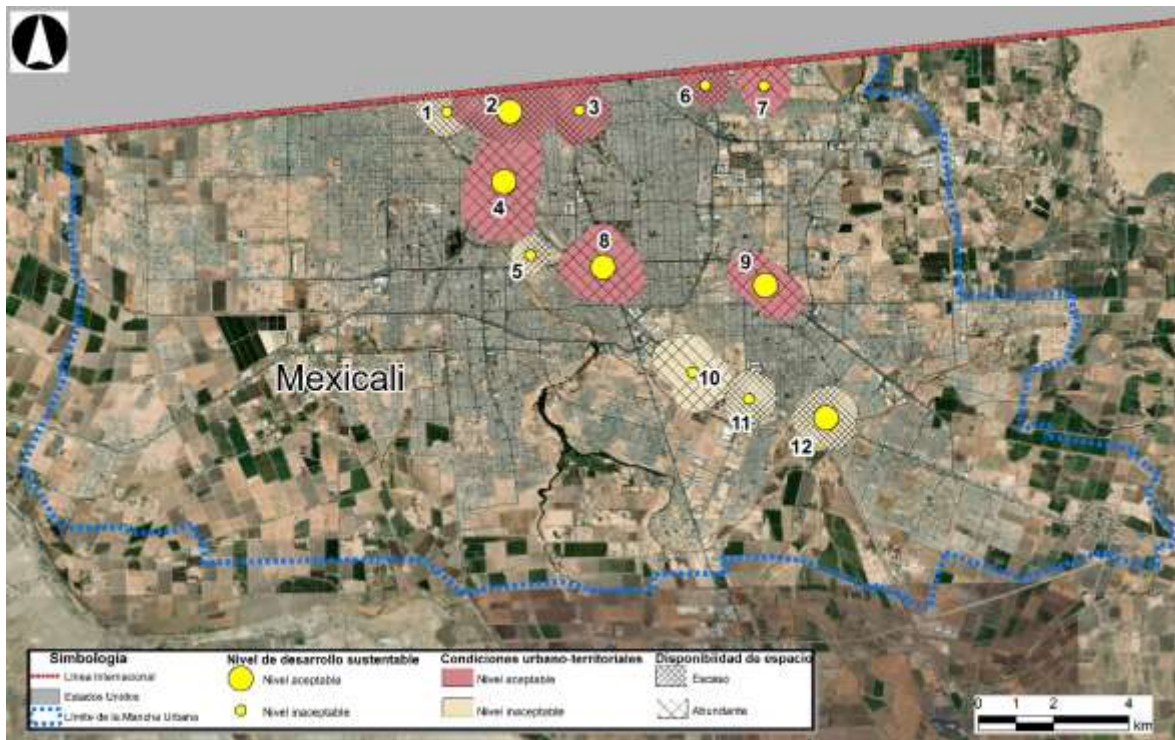


Figura 49. Características de sustentabilidad y urbano-territoriales de las centralidades.
Fuente: Elaboración propia (2019).

Las condiciones urbano-territoriales son adecuadas en las centralidades 2, 3, 4, 6, 7, 8 y 9, pero en las centralidades 1, 5, 10, 11 y 12 presentan problemas, además de lo mencionado en relación con la compactación y la densidad de viviendas que son problemas generales de todas las centralidades, los problemas que más las afectan en el ámbito urbano es la falta de conectividad con otras centralidades y con el resto de la ciudad.

En la Figura 49 se puede observar que las centralidades que cuentan con espacio disponible para planeaciones futuras son la 4, 7, 8, 9 y 10. Las centralidades que tienen mejores condiciones de desarrollo sustentable y urbano territoriales se ubican hacia el centro y norte de la mancha urbana, zona donde se ubica actualmente el centro cívico de la ciudad; lugar

donde se concentra la mayor parte de dependencias gubernamentales. Las centralidades periféricas aún están en desarrollo y en proceso de consolidación, necesitan planeaciones que permitan continuar con este desarrollo y aplicar las acciones que sean indispensables para su consolidación.

4.6 Clasificación de las centralidades

En la clasificación de centralidades se encontró que las centralidades 2, 4, 8 y 9 pertenecen a la centralidad tipo 1 ya que el nivel de desarrollo sustentable y las condiciones territoriales son aceptables de acuerdo con los parámetros internacionales. La centralidad 2 no cuenta con superficie suficiente para implementar nuevos proyectos, por tanto, de ser necesario espacio para planeaciones futuras se requiere de una reestructuración del territorio. Esta centralidad representa la zona más antigua de la ciudad y donde se encuentran los principales edificios históricos; así como oficinas gubernamentales; es la centralidad de mayor relevancia en la ciudad. En el caso de las centralidades 4, 8 y 9 se cuenta con espacio suficiente para planeaciones en los siguientes años; condición favorable para mantener esta clasificación (Figura 50).

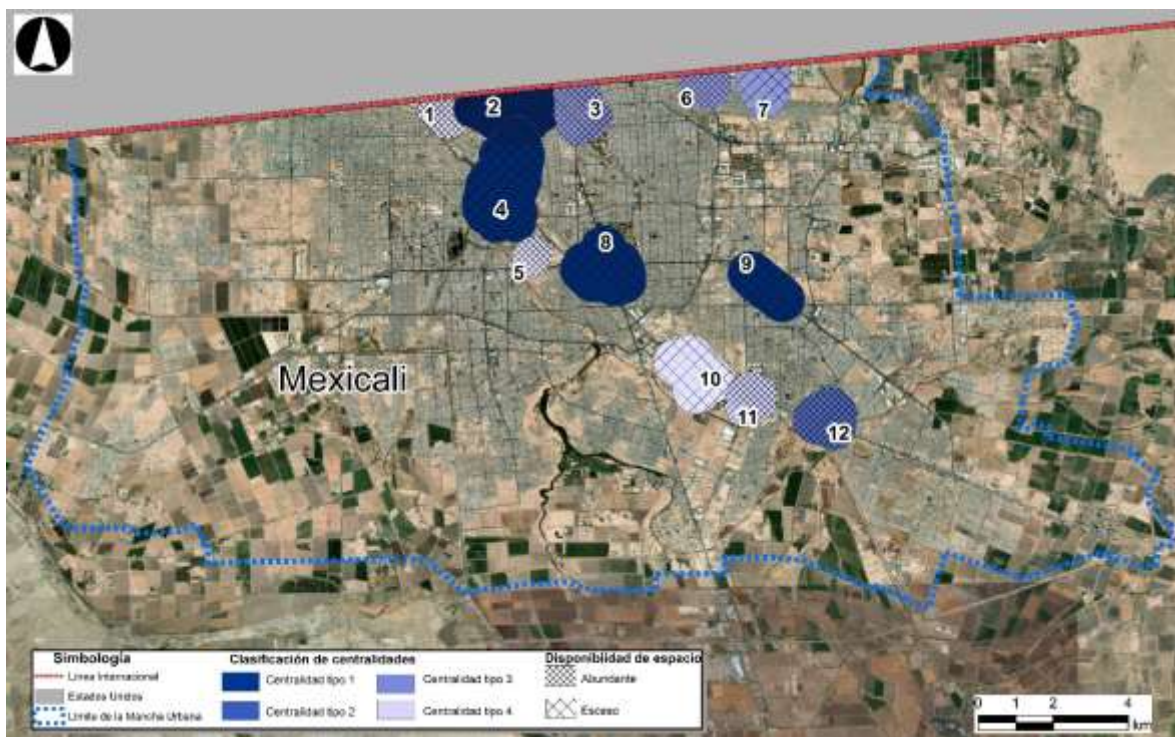


Figura 50. Clasificación de las centralidades por perfiles.
Fuente: Elaboración propia (2019).

Las centralidades tipo 1 al momento del estudio tienen condiciones aceptables en los aspectos analizados, sin embargo, las situaciones cambiantes de los fenómenos urbanos y de la población pueden modificar esta situación, razón por la cual este tipo de análisis deben realizarse de manera periódica para detectar de manera oportuna situaciones que generen problemas aun en estas centralidades; además el enfoque de la planeación debe ser la proyección a futuro.

La centralidad 12 es la única que pertenece al tipo 2, se encuentra ocupada casi en su totalidad por lo que la superficie disponible es baja; esta centralidad constituye un subcentro urbano de importancia en la actualidad, el cual posee además de gran cantidad de fuentes de empleo, oficinas gubernamentales, equipamientos y servicios para satisfacer la demanda periférica, por tal motivo las características de esta centralidad en particular difieren de las centralidades periféricas tradicionales. Es indispensable mantener y fortalecer esta centralidad fortaleciendo su calidad espacial.

En el perfil 3 se encuentran las centralidades 3, 6 y 7 que se caracterizan por un bajo nivel de desarrollo sustentable, pero condiciones urbano-territoriales adecuadas. Estos espacios necesitan implementación de políticas públicas orientadas a sus problemas específicos. Las dos primeras de este tipo tienen una superficie limitada para implementar modificaciones espaciales, si en estudios más detallados se determina la necesidad de proyectos constructivos será necesaria una reestructuración que fomente el desarrollo y la consolidación. La centralidad 7 cuenta con una superficie disponible para proyectos y planeación.

Las centralidades 1, 5, 10 y 11 no tienen un nivel de desarrollo aceptable ni condiciones urbano-territoriales son adecuadas, por tanto, se clasifican en el perfil de centralidad 4. Solo la 10 tiene una superficie disponible del 14%, en resto se observa una ocupación por arriba del 90%. Las centralidades de este grupo necesitan un análisis más detallado para determinar si se debe fomentar su desarrollo y consolidación o no son centralidades necesarias para las necesidades urbanas futuras.

CONCLUSIONES

Mexicali de 2016 a 2019 tuvo un crecimiento relevante, especialmente hacia el este y sur; en otras direcciones fue mínimo. Sin embargo, las condiciones de desarrollo fueron diferentes en estas zonas. En el sector oriente se realizaron proyectos comerciales, industriales y habitacionales con un gran interés por la inversión privada y un apoyo municipal en la implementación de equipamientos. Mientras que en el oeste y sur solo se impulsó la edificación de vivienda; de tal manera que actualmente la primer zona presenta una amplia oferta de trabajo, equipamiento, comercios y servicios que minimiza la necesidad de desplazamientos urbanos. Por el contrario, los habitantes del sur y poniente de la ciudad tienen que desplazarse grandes distancias al centro urbano para satisfacer sus necesidades diarias principalmente en dirección a las fuentes de empleo. Por otra parte, en el área central se encuentran concentradas las principales oficinas gubernamentales, servicios financieros y equipamientos de atención regional que constituyen un alto porcentaje de los destinos en el deslazamiento diario de la población.

La distribución de centralidades es un reflejo de las situaciones mencionadas; se puede observar en mapas presentados en secciones anteriores la concentración de centralidades hacia el centro y oriente contra la carencia de estas en el resto de la ciudad; es necesario comentar que esta distribución no es resultado de procesos de planeación, fue consecuencia de los intereses de la inversión privada y del tipo de proyectos realizados en cada zona. El análisis de centralidades es una forma rápida y sencilla de identificar las áreas urbanas que necesitan ser impulsadas en su desarrollo a fin de mejorar el acceso a oportunidades para sus habitantes y así reducir los traslados.

La variación en la dinámica de centralidades en el periodo de 2010 al 2019 si tiene influencia, pero limitada en la estructura urbana y en la movilidad de su población. Las centralidades constituyen los principales destinos en la ciudad, son elementos que consolidan la estructura espacial y es donde se concentra el empleo, equipamientos y servicios; de tal manera que las zonas que carecen de centralidades requieren mayores distancias de traslado para la satisfacción de necesidades específicas como el empleo, sin embargo, algunas otras como las escolares, comercio y servicios logran satisfacerse con oferta instalada. La

sustentabilidad urbana se basa en el uso eficiente de recursos y territorio, de tal forma que la presencia de centralidades con una distribución equilibrada en la ciudad optimiza el aprovechamiento del suelo; siempre y cuando, exista una mezcla de usos adecuada. La existencia de estos espacios también reduce costos ambientales y de recursos al disminuir la necesidad de desplazamientos urbanos.

La clasificación de las centralidades en las 4 categorías propuestas facilita la identificación de aquellas que se encuentran en condiciones aceptables y aquellas que requieren de una atención inmediata. En el caso de requerir atención, la evaluación con la estrategia de semáforo ayuda a discernir de manera sencilla los temas en los que hay problemas a fin de poder actuar directamente. La determinación de disponibilidad de espacio junto con la clasificación orienta hacia la conducta a seguir con las centralidades, ya que de contar con espacio disponible se pueden impulsar los proyectos que sean necesarios; por otra parte, si el espacio es escaso se debe considerar la reestructuración al interior de la centralidad priorizando necesidades.

La Centralidad tipo 1 al conjugar un buen nivel de desarrollo sustentable y de estructura urbano territorial se considera como una centralidad de relevancia en la ciudad; es un atractor de flujos que ofrece condiciones favorables en los aspectos sociales, económicos y ambientales en sus habitantes; además, fomenta la eficiencia urbana. Este tipo de centralidad solo requiere mantenimiento de políticas públicas asignadas y vigilancia periódica para detectar oportunamente nuevas necesidades que requieran planeaciones y políticas adicionales. En Mexicali hay 4 de esta categoría, las cuales se ubican en el centro urbano; la zona más antigua de la ciudad y son las concentraciones más importantes de empleos y equipamientos, son centralidades consolidadas y 3 de ellas aun cuentan con espacio disponible para proyectos futuros.

En el caso de la centralidad tipo 2 aun cuando presenta un buen nivel de desarrollo sustentable requiere modificaciones en las condiciones urbano-territoriales con el propósito facilitar la conectividad, la mezcla de usos de suelo o la densificación a su interior que ayuden en la consolidación y eficiencia. Solo la centralidad 12 pertenece a esta categoría, por su ubicación en la periferia urbana es indispensable preservarla, mantener el nivel de desarrollo y

favorecer las características espaciales, principalmente las de conectividad. El contar con una diversidad de usos reduce la necesidad de traslados desde esta zona hasta el centro urbano.

La centralidad tipo 3 tiene un bajo nivel de desarrollo, sin embargo, las condiciones urbano-territoriales son adecuadas, requieren de la implementación de políticas públicas que fortalezcan la sustentabilidad y el desarrollo de sus habitantes. Hay 3 centralidades de esta categoría ubicadas una a centro de la ciudad y 2 al nororiente; estas zonas aún se encuentran en proceso de consolidación por lo que la disponibilidad de superficie en dos de ellas resulta muy conveniente para planeación de proyectos, mientras que en aquella con poco espacio disponible será necesaria la reestructuración e intensificación en el uso del territorio.

Finalmente, el tipo 4 no tiene condiciones favorables de desarrollo sustentable ni un nivel adecuado urbano-territorial. Si esta centralidad es relevante en la dinámica urbana pueden implementarse planeaciones y políticas para su consolidación, además de una reestructuración espacial; si, por el contrario, se considera no necesaria, pierde su importancia y está condenada a desaparecer a corto plazo.

La planeación territorial sustentable ofrece ventajas sobre otras modalidades de planeación ya que ordena el territorio a favor de las dinámicas de movilidad urbana, toma en cuenta los usos de suelo; así como las necesidades de desplazamiento de la población. Además, el enfoque de sustentabilidad fomenta el desarrollo social y económico de los individuos; pero con el objetivo de optimizar recursos con el menor impacto al medio ambiente. Las centralidades al ser los puntos más importantes de la ciudad resultan convenientes como unidad básica de análisis; ya que facilitan el diagnóstico socioeconómico, ambiental y urbano-territorial, además pueden ser útiles elementos ordenadores del espaciales.

Durante el desarrollo de la investigación se pudo observar que algunos indicadores requieren el complemento de información que no fue considerada; afortunadamente la metodología es flexible a esta necesidad y permite al investigador aumentar o variar los indicadores de acuerdo con el propósito del estudio.

Los procesos de planeación deben ser dinámicos, que se adapten al cambio constante de las necesidades de la ciudad y sus pobladores. Deben realizarse de manera regular a fin de

atender problemas oportunamente y anticipar situaciones futuras. Por lo que contar con metodologías para realizar diagnósticos rápidos y sencillos de las condiciones urbanas resulta indispensable. Sin embargo, esto requiere de una actualización periódica de las bases de datos utilizadas como insumos para las planeaciones, las cuales no se producen regularmente por los institutos de planeación locales.

En la actualidad esto es un problema en Mexicali de tal manera que la metodología propuesta que se basa en el análisis de centralidades permite conocer la ubicación de estas zonas en la ciudad, identifica en donde se requieren y la necesidad de fortalecer el desarrollo de las existentes. Además, el estudio con indicadores relacionados con la sustentabilidad ofrece información sobre las características al interior de las centralidades y de su población en un momento determinado; así como la comparación en diferentes periodos ante los cambios constantes de la dinámica urbana. Es conveniente mencionar que los insumos para esta metodología se obtienen de fuentes nacionales que emiten datos de forma regular.

En esta ciudad así como en algunas otras del país es necesario acortar el tiempo de producción de las planeaciones y es indispensable entender que existe una relación entre los diferentes componentes de la dinámica urbana, por lo cual, utilizar en estos procesos las centralidades como elemento estructurador especial que incorpora flujos, densidades y usos de suelo facilita el ordenamiento territorial y la optimización de recursos; además al incluir indicadores de estudio proporciona el diagnóstico de condiciones sociales, económicas y ambientales para detectar, reducir y prevenir los conflictos de oportunamente, esto permite orientar la planeación hacia la sustentabilidad y el uso eficiente del territorio..

REFERENCIAS

- Adams, W. (2009). *Green development. Environment and sustainability in a developing world*. New York: Routledge.
- Albuquerque, F., Pérez, S. (2013). El desarrollo territorial; enfoque; contenidos y políticas. Programa Conecta DEL. BID/FOMIN.
- Alcántara, E. (2010). *Análisis de movilidad urbana. Espacio, medio ambiente y equidad*. Bogotá, Colombia: Corporación Andina de Fomento.
- Allmendinger, P. (2009) *Planning theor.* Basingstoke, United Kingdom: Palgrave MacMillan
- Banco Mundial. (2017). Desarrollo sostenible. Recuperado de: <http://www.bancomundial.org/es/topic/sustainabledevelopment/overview>
- Banco Mundial. (2018). Desarrollo urbano. Recuperado de: <http://www.bancomundial.org/es/results/2013/04/14/urban-development-results-profile>
- Barles, S. (2010). Society, energy and materials: the contribution of urban metabolism studies to sustainable urban development issues. *Journal of Environmental Planning and Management*, 53 (4), 439–455.
- Benedetti, A. (2011). Territorio, lugar, paisaje. Prácticas y conceptos básicos en geografía. Buenos Aires Editorial de la Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Buenos Aires.
- Bertaud, A. (2002). The spatial organization of cities: Deliberate outcome or unforeseen consequence? World Development Report 2003. Dynamic Development in a Sustainable World.
- Blanco, H., Wautiez, F., Llaveró A. Riveros, C. (2001). Indicadores regionales de desarrollo sustentable en Chile: ¿Hasta qué punto son útiles y necesarios? *Revista Latinoamericana de Estudios Urbanos Regionales (EURE)*, 27 (81), 85-95. <https://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612001008100005>
- Bramley, G., Dempsey, N., Power, S. and Brown, C., (2006) What is ‘Social Sustainability’ and How do our Existing Urban Forms Perform in Nurturing it? Paper presented at the ‘Sustainable Communities and Green Futures’ Conference, Bartlett School of Planning, University College London, London.
- Céspedes, J., Morales-Pinzón, T. (2018). Urban metabolism and sustainability: Precedents, genesis and research perspectives. *Resources, Conservation and Recycling*, 131, 216-224.

- Cervero, R. (2005). Accessible Cities and Regions for Sustainable Transport and Urbanism in 21st Century. UC Berkeley Center for Future Urban Transport. Consultado en: http://www.reconnectingamerica.org/assets/Uploads/2005_uch_its_vwp.pdf
- Ciegis, R., Ramanauskiene, J., Startiene G. (2009). Theoretical Reasoning of the Use of Indicators and Indices for Sustainable Development Assessment. *Inzinerine Ekonomika-Engineering Economics*, 63 (4), 33-44.
- Colantonio, A. (2007). *Measuring Social Sustainability: Best Practice for Urban Renewal in the EU*. Oxford: Oxford Bookes University.
- Comisión Nacional de Vivienda CONAVI (2010). Guía para la redensificación habitacional en la ciudad interior. México: Gobierno Federal.
- Coquis, F. (2015). *Sistema Nacional de Planeación*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Cortés, H., Delgadillo J. (2014). Alcances del ordenamiento territorial en la planeación del desarrollo. elementos conceptuales. Recuperado de: http://www.sedatu.gob.mx/sraweb/datastore/spc/2014/Libro_Politica_Territorial_en_Mexico_ALCANCES_OT_PLANEACION_DESARROLLO_ELEMENTOS_CONCEPTUALES.pdf
- Cosedo, J., Naranjo, J., Castanho R., Cabezas, J. (2018). Land Valuation Sustainable Model of Urban Planning Development: A Case Study in Badajoz. *Sustainability*. DOI:10.3390/su10051450
- Cuenin, F., Silva, M. (2010). Identificación y Fortalecimiento de Centralidades Urbanas. New York: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Cutini, V. (2001). *Centrality and Land Use: Three Case Studies on the Configurational Hypothesis*. Cybergeog: European Journal of Geography DOI: 10.4000/cybergeog.3936
- Delgadillo, V. (2012). Hábitat, centralidad y patrimonio en la ciudad de México. En Coulomb, R., Esquivel, M., Ponce, G. (Eds.), *Hábitat y centralidad en México: un desafío sustentable* (pp. 179-220). México, D.F.: Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública.
- European Environment Agency EEA. (2010). *The European environment state and outlook 2010, urban environment*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Faludi, A. (ed.) (2002). *European Spatial planning*. Cambridge: Lincoln Institute Land Policy.
- Ferrandis, A., Noguera, J. (2016). Planeamiento territorial sostenible: un reto para el futuro de nuestras sociedades; criterios aplicados. *Cadernos Metròpole*, 18(37), 743-763. <https://dx.doi.org/10.1590/2236-9996.2016-3706>

- Freeman, L. (1977). A Set of measures of centrality based on betweenness. *Sociometry*, 40, 35-41.
- Foladori, G. y Pierri, N. (2005). *¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable*. México: Universidad Autónoma de Zacatecas.
- Gallopín G. (2006). Los Indicadores de desarrollo sostenible: Aspectos Conceptuales y metodológicos. Seminario de expertos sobre indicadores de sostenibilidad en la formulación y seguimiento de políticas. FODEPAL. Santiago, Chile.
- Gil, J. (2014). Analyzing the Configuration of Multimodal Urban Networks. *Geographical Analysis*, 46, 368-391.
- Guimaraes, R. (2003). Tierra de sombras: Desafíos de la sustentabilidad y del Desarrollo territorial ante la globalización. Santiago de Chile: CEPAL.
- Handy S., Niemeier A.D. (1997). Measuring Accessibility: an exploration of issues and alternatives. *Environment and Planning A*, 29, 1175-1194.
- Hofstad, H. (2012). Compact city development: High ideals and emerging practices. *European Journal of Spatial Development*, 49, 1-23.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI (2010), XII Censo General de Población y Vivienda, México.
- Inturri, G. (2013). Accessibility and Centrality for Sustainable Mobility: Regional Planning Case Study. *Journal of Urban Planning and Development*. 139, 115-132.
- Järv, O., Tenkanen, H., Salonen, M., et al. (2018). Dynamic cities: Location-based accessibility modelling as a function of time. *Applied Geography*, 95, 101–110.
- Kang, C. (2015). The effects of spacial accessibility and centrality to land use on walking in Seoul, Korea. *Cities*, 46, 94-103.
- Kavaliauskas, P. (2007). A sustainable landscape planning system and landscape ecology. *Ekologija*, 53, 4-9.
- Levinson, D. (2013). *Network Structure and City Size*. PLoS ONE 7(1): e29721. doi: 10.1371/journal.pone.0029721
- Ley de Planeación del Estado de Baja California § (2008).
- Ley de Planeación. Diario Oficial de la Federación § (2018).
- LI, J., Qian, J., Liu Y. (2017). A novel analysis method of geographical centrality base on space of flows.

- Livert F., Gainza X. (2014). Understanding Density in an Uneven City, Santiago de Chile: Implications for Social and Environmental Sustainability. *Sustainability*, 6, 5876-5897.
- Litman, T. (2019). Evaluating accessibility for transportation planning. Measuring People's Ability to Reach Desired Goods and Activities. Victoria transport policy Institute. Recuperado de <http://www.vtpi.org/access.pdf>
- Meijers, Evert y Burger, Martijn (2010). Spatial structure and productivity in US metropolitan areas. *Environment and Planning A*, 42(6), pp. 1383-1402.
- Mena, A. (2008). Las nuevas centralidades urbanas del Distrito Metropolitano de Quito. Recuperado de: <http://www.cepeige.org/Revista/CENTRALIDADES%20URBANAS%20DMQ.pdf>
- Moraes, R., Nadalin, V., Monasterio, L. et al (2013). Urban Centrality: A simple Index. *Geographical Analysis*, 45,77-79.
- OECD (2015). OECD Urban Policy Reviews: Mexico 2015: Transforming Urban Policy and Housing Finance. OECD Urban Policy Reviews. Doi:10.1787/9789264227293-en.
- ONU (2007). Guías de Orientación de Políticas Públicas. Recuperado: https://esa.un.org/techcoop/documents/socialpolicy_spanish.pdf
- ONU-Hábitat (2014). Planeamiento urbano para autoridades locales. Colombia: Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (ONU-Hábitat)
- ONU-Hábitat (2015). Directrices Internacionales sobre Planificación Urbana y Territorial. Nairobi : Programme des Nations Unies pour les établissements humains.
- Palacio-Prieto, J., Sánchez-Salazar, M., Casado-Izquierdo, J., et al. (2004). Indicadores para la Caracterización y Ordenamiento del Territorio. México: Universidad Autónoma de México.
- Programa de Desarrollo del Centro de Población de Mexicali 2025 (PDUCP). Periódico Oficial del Estado de Baja California Tomo CXIV No.10 § (2007).
- Plan Municipal de Desarrollo de Mexicali 2017-2019. Diario Oficial de la Federación (2017).
- Pitot, M., Yigitcandar, T., et al. (2006). Land Use & Public Transport Accessibility Index (LUPTAI) Tool-The development and pilot application of LUPTAI for the Gold Coast. *Social Research in Transport (SORT) Clearinghouse*, 123, 1-18.
- Ravetz, J. (2001). *City Region 2020: Integrated planning for sustainable environment*. Capítulo 4 pp.49-59, London: Earthscan.

- Rode P., Floater G., et al (2014). Accessibility in cities: transport and urban form. The new climate economy. Recuperado de: <https://files.lsecities.net/files/2014/11/LSE-Cities-2014-Transport-and-Urban-Form-03.pdf>
- Rodrigue, Jean-Paul, Comtois, Claude y Slack, Brian (2013). *The Geography of Transport Systems*. Routledge. New York.
- Sevtsuk, A., Mekonnen, M. (2012). Urban network analysis. *Revue internationale de geomatique*, 2, 287-305.
- Silva C., Pinho P. (2008). Structural accessibility for urban policy: The case of Greater Oporto. Conferencia presentada en CITTA 1st Annual Conference on Planning Research, mayo, Oporto.
- UN-Habitat (2018). *Leading Change: Delivering the New Urban Agenda through Urban and Territorial Planning*. Kuala Lumpur: United Nations Human Settlements Programme.
- Wolman, A. (1965). The metabolism of cities. *Scientific American*, 213(3), 179—190.
- Ygitcantar, T., Sipe N., et al. (2007). A GIS-bases land use and public transport accessibility indexing model. *Australian Planner*, 44, 3.
- Zambon, I., Serra, P., Grigoriadis, E., et al (2017). Emerging urban centrality: An entropy-based indicator of polycentric development and economic growth. *Land Use Policy*, 68, 365-371.
- Zhong, C., Schaläpfer, M., Müller S., et al. (2015). Revealing centrality in the spatial structure of cities from human