

Evaluación de centralidades en la planeación territorial sustentable: Mexicali, México.

Evaluation of Centralities in Sustainable Territorial Planning: Mexicali, Mexico

Maestra Arq. Verónica Aguilar-Quintanar, Dr. Osvaldo Leyva Camacho

veronica.aguilar@uabc.edu.mx, oleyca@uabc.edu.mx

Universidad Autónoma de Baja California

Enviado 01/10/2018 – Aceptado 19/03/2019

“Aguilar-Quintanar, V.; Leyva Camacho, O. (Marzo 2019). Evaluación de centralidades en la planeación territorial sustentable: Mexicali, México. En Revista Proyección de estudios geográficos y de ordenamiento territorial N°25, Instituto CIFOT, Universidad Nacional de Cuyo, pp. 88-112”

Resumen

El uso eficiente del territorio es una prioridad actual a nivel mundial, una opción que se orienta a este fin es la planeación territorial sustentable que integra los principales componentes de la dinámica urbana con base en centralidades; concepto se refiere a las zonas de la ciudad de mayor importancia estratégica por su nivel de atracción en los desplazamientos urbanos. Sin embargo, en la mayor parte de ciudades mexicanas y algunas ciudades latinoamericanas el flujo de información de calidad para el desarrollo de planeaciones territoriales es prolongado, lo que dificulta los procesos de planeación dinámica; de ahí la importancia de este trabajo, cuyo objetivo es plantear una metodología que con información de fácil acceso permita la determinación y análisis de centralidades urbanas y facilite la realización de planeaciones territoriales en periodos más cortos. La metodología incluye la determinación de las centralidades urbanas actuales en Mexicali, México como caso de estudio. El análisis de las condiciones socioeconómicas, ambientales y urbano territoriales mediante el análisis de 36 indicadores. La clasificación de las centralidades en cuatro perfiles que indican el grado de desarrollo sustentable y el nivel de consolidación que fundamenten la implementación de políticas públicas y planeaciones territoriales sustentables.

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

Abstract

The efficient use of the territory is a current worldwide priority. An option oriented to this purpose is the sustainable territorial planning that integrates the main components of urban dynamics based on centralities. This concept refers to the areas of the city of greater strategic importance due to their level of attraction in urban displacements. However, in most Mexican cities and some Latin American cities, the flow of quality information for the development of territorial planning is prolonged, which complicates the dynamic planning processes. Hence the importance of this work, whose purpose is to propose a methodology that allows the determination and analysis of urban centralities, and facilitates the realization of territorial planning in shorter periods with easy access information. The methodology includes the following several steps: the determination of the current urban centralities in Mexicali, Mexico, as a case study; the analysis of socio-economic, environmental, and urban territorial conditions by the analysis of 36 indicators; and the classification of centralities into four profiles that indicate the degree of sustainable development and the level of consolidation that support the implementation of public policies and sustainable territorial planning.

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

Introducción.

Mexicali es una ciudad fronteriza ubicada al norponiente de México, la cual en los últimos 15 años experimentó un aumento en su superficie urbana por arriba del 45% (IMIP, 2014). Este proceso es consecuencia del incremento poblacional, del impulso de la industria maquiladora y el aumento de la demanda de vivienda (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI, 2010). Sin embargo, la ciudad no cuenta con instrumentos de planeación adaptados a las necesidades actuales.

El Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Mexicali (PDUCP) que es el instrumento de planeación vigente fue publicado en 2007 y a la fecha no tiene ninguna actualización. Esto se debe en gran medida a los tiempos prolongados en la generación de información que forma parte de los insumos para planes y programas municipales. Por otra parte, el PDUCP es un documento que aborda las diversas temáticas urbanas con un enfoque sectorial, no cuenta con mecanismos de evaluación y seguimiento que fundamenten actualizaciones y modificaciones; además en su planteamiento no incluye medidas favorables a la sustentabilidad urbana.

Al igual que Mexicali diversas ciudades del país y algunas de América latina no tienen planeaciones que resuelvan las circunstancias actuales y futuras; lo que ocasiona crecimientos urbanos sin control, asentamientos dispersos con una ocupación irregular del suelo, límites urbanos imprecisos, altas inversiones en infraestructura, degradación ambiental, sistemas de movilidad ineficientes e inequidad en el acceso oportunidades (Satterthwaite, 2016); es decir, entornos urbanos poco eficientes con alta demanda de recursos como en el caso de estudio. Como respuesta a la preocupación del incremento de superficie urbana con impactos negativos en la sustentabilidad, la planeación territorial sustentable adquirió mayor importancia como modelo de planeación, porque integra aspectos espaciales y de sustentabilidad.

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 y ambientales que garantizan el crecimiento económico, el uso eficiente de recursos y energías (Albuquerque y Pérez, 2012), así como la equidad en el acceso a destinos (Litman, 2019); además permiten mejorar la calidad de vida de los asentamientos existentes y favorecen el medio ambiente (Rode, 2014).

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; reduzcan los costos de operación municipal, tiempos y distancias de traslado (OCDE, 2015). Las ciudades deben ser dinámicas 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-habitat, 2015).

Pero es necesario que las planeaciones sectoriales encuentren sus puntos de interacción al ser estructuradas sobre el territorio para favorecer a través del ordenamiento espacial el impulso al desarrollo económico y social de sus habitantes (Sanchez, 2011) con el mínimo impacto al entorno natural (Massiris, 2006).

De acuerdo con Alcántara (2010) existen diversos agentes que intervienen en la estructura urbana; pero los temas directamente relacionados con la planeación territorial y que son de interés para la presente investigación son la movilidad urbana, los usos de suelo y las densidades urbanas, que en su conjunto se incorporan en el concepto de centralidad; que será el punto de partida para el análisis de las condiciones de sustentabilidad actual de la ciudad de Mexicali.

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). Son espacios de diferentes escalas con un rol definido en la ciudad que representan los principales puntos de atracción por lo que se producen gran cantidad de interacciones colectivas (Zhong, et al., 2015).

En estas zonas se concentra la mayor cantidad de empleos, equipamientos y servicios. Sin embargo, estas unidades espaciales para ser la base de planeaciones territoriales requieren de un análisis que permita determinar tanto su ubicación como las condiciones de sustentabilidad actual y la capacidad para desarrollo futuro.

Algunos trabajos sobre centralidades urbanas su análisis lo hacen desde el estudio de 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 oportunidades como destinos deseables (Litman, 2019); otro enfoque de análisis es al considerar la movilidad sustentable de las centralidades como el punto de relevancia

por medio de la evaluación de la red urbana de movilidad (Gil, 2014). Moraes, et al. (2013) proponen un índice de centralidad urbana compuesto que incluye en el análisis elementos sociodemográficos como son 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 e interés 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).

Esta investigación propone una metodología que determina las condiciones de sustentabilidad de las centralidades urbanas; así como su grado de consolidación y disponibilidad de superficie con base en información de fácil acceso que es emitida anualmente por el INEGI; de tal manera que no es necesario esperar por la generación de datos e insumos complejos para realizar diagnósticos urbanos, lo que permite acortar tiempos en realización de planeaciones locales.

El proceso de investigación se divide en tres etapas principales. La primera que consiste en la determinación de la ubicación y tamaño de las centralidades actuales en la Ciudad de Mexicali. En una segunda etapa se evalúan las condiciones de sustentabilidad de las centralidades actuales a través de 27 indicadores divididos en 3 subgrupos. Indicadores económicos, indicadores ambientales e indicadores sociales. En esta etapa también evalúan aspectos urbano-territoriales de las centralidades, por medio de 9 indicadores, lo cual da por resultado final el grado de consolidación de las centralidades; así como la disponibilidad de espacio para desarrollo en los siguientes años.

La selección de indicadores para caracterizar el territorio debe basarse en metodologías sencillas, que utilicen datos accesibles y confiables para su realización, deben poder representarse cartográficamente, además tener la capacidad de ser realizados periódicamente para ser monitoreados (Palacio-Prieto, et al., 2004).

Los indicadores sociales analizan los principales aspectos de la población en relación a datos estadísticos básicos que indiquen la dinámica poblacional como densidad y tasas de crecimiento; pero los que desempeñan un papel más importante en el 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 indicadores de proximidad a

las principales tipologías de equipamiento, indicadores de condición de la educación como tasa de analfabetismo, grado de escolaridad promedio y población mayor de 18 años con educación posbásica. También se incluyeron los indicadores de índice de vejez e índice de hacinamiento.

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

Los indicadores ambientales en la planeación territorial deben medir el efecto de las actividades antrópicas (Gómez, 2013); es necesario establecer componentes urbanos que representen condiciones de aire, agua y suelo; determinar las condiciones iniciales en que se encuentran, para así establecer 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 en el tema de suelo; 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.

Para los indicadores seleccionados también se consideraron elementos de interés para organismos internacionales como la ONU (2007), ONU-Habitat (2015) y el Banco Mundial (2018) en el desarrollo sustentable de una ciudad; es importante mencionar que estos indicadores también aportan información necesaria para la implementación de planeaciones y políticas públicas a nivel local.

Finalmente, como parte de la metodología las centralidades fueron clasificadas en cuatro perfiles que consideran el nivel de desarrollo sustentable, el grado de consolidación urbano territorial y la disponibilidad de espacio para proyectos futuros.

Material y métodos.

El trabajo de investigación se dividió en tres etapas. La primera fue la determinación y ubicación de las centralidades actuales en la ciudad de Mexicali. En la segunda etapa del proceso de investigación 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 determinar el grado de consolidación. Por último, se clasificaron las centralidades en perfiles que sugieren planeaciones estratégicas en las centralidades con base en los análisis previos.

Etapa preliminar o etapa 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 para la realización de esta investigación fueron el mapa base de la ciudad de Mexicali; se estableció como área de estudio el límite de la mancha urbana de acuerdo con el PDUCP de Mexicali. Otro insumo fue la ubicación puntual de empleo, se utilizó como fuente de información el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) generado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la red vial de la ciudad, datos poblacionales, económicos 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 de la ciudad de Mexicali realizado por oficina catastral Municipal.

Etapa 1 Identificación de centralidades

La ubicación de centralidades en la Ciudad de Mexicali se realizó por medio de la herramienta “centrality” a través del software Arcgis 10.2 (Sevtsuk, 2012), esta herramienta fue creada por Sevtsuk para estudiar configuraciones espaciales de las ciudades y relacionarlas con las condiciones sociales, económicas o ambientales existentes, este software opera con sistemas 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 fueron la ubicación de empleos.

Los parámetros de análisis fueron Alcance (Reach), 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 a un radio r preestablecido, a cada punto de análisis se le asignó un peso específico en este caso fue el número de empleos; ya que el empleo en nuestro país es 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 fórmula de la Fig. N° 1 (Bhat, et al., 2001).

Fig. N° 1. Fórmula para parámetro de alcance

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

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 un valor constante asignado a cada tipo de desplazamiento al cual Handy y Niemeier (1997) han asignado el valor β de 0.00217 metros para el desplazamiento peatonal. Este índice se representa con la siguiente formula (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 (Fig. N° 2).

Fig. N° 2. Fórmula para parámetro de gravedad

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

Fuente: Sevtsuk, Andrés. (2012)

La Centralidad intermedia (Betweenness) es el número de veces que un nodo se encuentra entre un par de destinos determinado (Freeman, 2007), la fórmula para su cálculo es la siguiente:

Fig. N° 3. Fórmula para centralidad intermedia

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

Fuente: Freeman, Linton. (2007)

Cercanía (Closeness) indica la relación de cada punto con respecto al resto los puntos de la red en un radio determinado, por tal motivo establece cuales puntos están más cercanos a un mayor número de puntos representado por el inverso del acumulativo de distancias entre un edificio y el resto de los edificios de la r . Esta métrica no utiliza peso de valor en las edificaciones. 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 se observa en la Fig. N° 4 (Sevtsuk, 2012).

Fig. N° 4. Fórmula para parámetro de proximidad

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

Fuente: Sevtsuk, Andrés. (2012)

Distancia recta (Straightness) es la distancia más corta desde un edificio i y el resto de edificios j dentro de un radio r , donde $\delta[i, j]$ 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 distancia en este parámetro; Fig. 5.

Fig. N° 5. Fórmula para distancia recta

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

Fuente: Sevtsuk, Andrés. (2012).

La identificación y ubicación de centralidades se realizó con la herramienta centrality a través del software de ArcGis con apoyo de las herramientas antes descritas.

Etap 2 Análisis de centralidades y análisis urbano-territorial

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 indicadores sociales, 8 indicadores económicos y 4 indicadores ambientales (tabla anexo 1). Posteriormente por medio de 9 indicadores (tabla anexo 2) se analizaron las condiciones urbano-territoriales de las centralidades identificadas con el propósito de conocer conectividad entre ellas, con el resto de la ciudad, disponibilidad de espacio para nuevo desarrollo, relación con centro cívico de la ciudad y con los cruces fronterizos, también se analizó la diversidad de usos de suelo a su interior, así como el grado de compacidad. Finalmente se determinó el grado de consolidación y la disponibilidad de espacio para desarrollo futuro con las condiciones territoriales actuales.

Para evaluar los indicadores se utilizaron parámetros internacionales considerados como valores ideales de éxito en cada indicador y fueron clasificados en cuatro niveles, valores ideales, valores aceptables, valores inaceptables medios y valores

inaceptables bajos. Con base en esta clasificación se plantean cuatro posibles perfiles de centralidades, Centralidad tipo 1 es aquella con alto nivel de desarrollo sustentable y condiciones urbano-territoriales adecuadas, Centralidad tipo 2 tiene alto nivel de desarrollo y elementos urbano-territoriales por debajo de parámetros aceptables. El tipo 3 es una centralidad con bajo nivel de desarrollo sustentable, pero condiciones urbanas adecuadas; finalmente la centralidad tipo 4 es aquella con condiciones inadecuadas tanto de desarrollo como de condiciones urbano-territoriales.

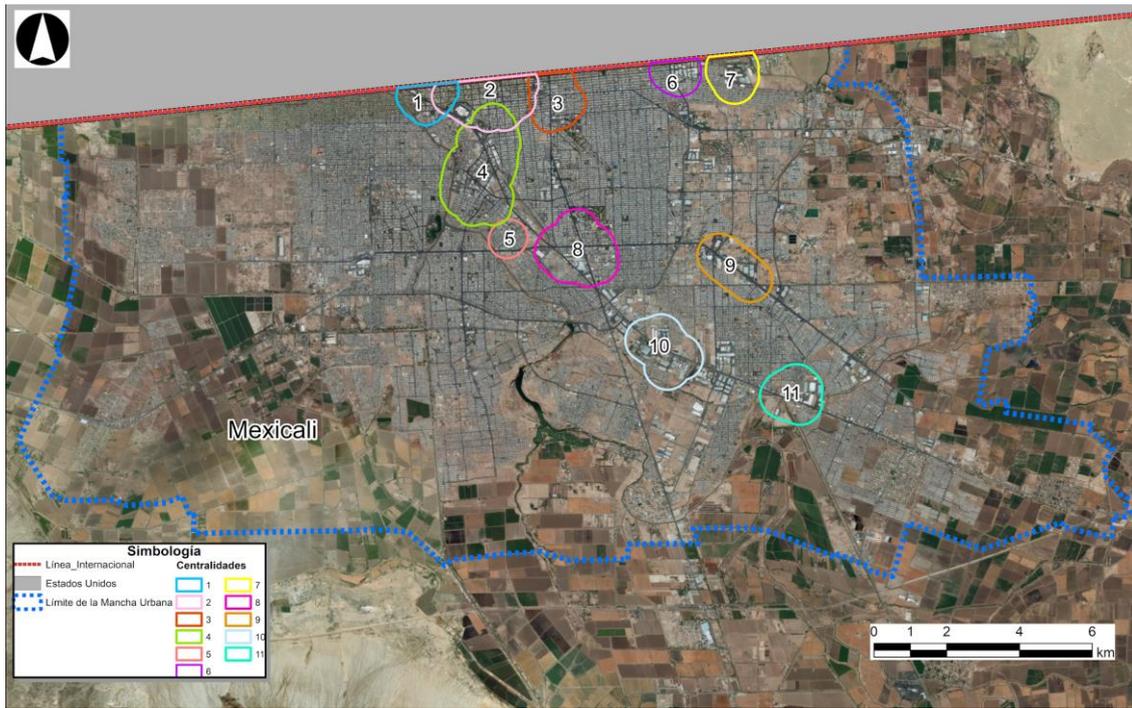
Como se mencionó con anterioridad la selección de indicadores es producto de varios factores, primero la necesidad de información que indique las condiciones de las centralidades en aspectos de desarrollo y sustentabilidad a su interior, pero también es necesario que ofrezcan información de utilidad a fin de implementar planeaciones y políticas públicas con base en aquellas que son de interés para la autoridad local.

Resultados

Centralidades

Se identificaron 11 centralidades en la ciudad de Mexicali. Como puede apreciarse en la figura 6, todas las centralidades se ubican en el centro y hacia la parte oriente de la ciudad con un predominio hacia el norte. Es evidente que los sectores poniente y sur se encuentran desprovistos de centralidades que representen puntos de atracción y que reduzcan los flujos hacia el centro urbano, lo que implica mayores gastos y tiempo en desplazamiento hacia las fuentes de empleo, equipamientos y servicios. Puede observarse que la mayoría de las centralidades se ubican a lo largo de una vialidad primaria, la cual genera un eje principal y ordenador de la ciudad. Las nuevas planeaciones deberán considerar el impulso de nuevas centralidades en el poniente y sur de Mexicali para reducir recorridos e impulsar el desarrollo.

Fig. N° 6. Centralidades de la Ciudad de Mexicali.



Fuente: Elaboración propia. (2018).

Análisis centralidades

Indicadores Sociales

En relación con estos indicadores se encontró que la tasa de crecimiento poblacional disminuyó a 1.55% del 2010 al 2016 con respecto a los años anteriores que presentaban una tasa del 2.42%; 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 hacer 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; la determinación de algunos indicadores puede crear la necesidad de nuevos que no estaban contemplados en esta metodología.

La densidad de habitantes es baja en casi todas las centralidades, con excepción de la 6, donde hay una densidad de 56 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.

El grado de escolaridad promedio es bajo, con 8.71 años, también se observa la baja población que continua educación después de los 18 años y aun cuando la tasa de analfabetismo es aceptable; es necesario investigar las causas del abandono de estudios y fomentar la continuidad educativa; para determinar en qué rumbo es conveniente orientar la educación superior se deben realizar estudios posteriores que establezcan las principales necesidades de la ciudad en relación a la oferta de empleo existente.

Por otra parte, también se encontró que la proximidad a equipamiento educativo de educación básica es baja en gran parte de las centralidades, mientras que es óptima para la educación media superior, por lo que es necesario establecer la conveniencia y ubicación en la instalación de escuelas.

La proximidad a equipamiento de salud es óptima en todas las centralidades, pero aun es conveniente determinar si la población tiene derecho a la atención en estas instituciones.

Indicadores Económicos

Las centralidades en general presentan condiciones económicas aceptables, la tasa de desempleo más alta es en la centralidad 7 con 5.35% que es un valor bajo de acuerdo con parámetros internacionales. Se encontró una tasa de participación laboral promedio de 63.17%, 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.

Sin embargo, se puede observar 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 relación a la Población Económicamente Activa (PEA) lo que genera grandes gastos en salud y pensiones con bajo aporte económico por parte de la población trabajadora; este panorama puede ser complejo en los siguientes años, por lo que es necesario empezar a planear mecanismos que favorezcan esta situación.

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.

Indicadores Ambientales

La sustentabilidad ambiental en las centralidades presenta problemas; en primer lugar, es baja la superficie permeable en la mayor parte de centralidades, solo se encuentra en condiciones aceptables en las centralidades periféricas, las cuales aún cuentan con gran cantidad de terrenos baldíos o terrenos en condiciones naturales; el uso de estos terrenos para edificación en el futuro puede ocasionar que sean centralidades que tengan el mismo problema, por lo cual la planeación desempeña un papel importante. Es evidente la necesidad fomentar la presencia de áreas verdes en general en todas las centralidades para alcanzar valores ideales tanto de áreas verdes por habitante como de suelo permeable.

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 sistemas de transporte masivo, que pueden representar una necesidad a corto plazo.

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.

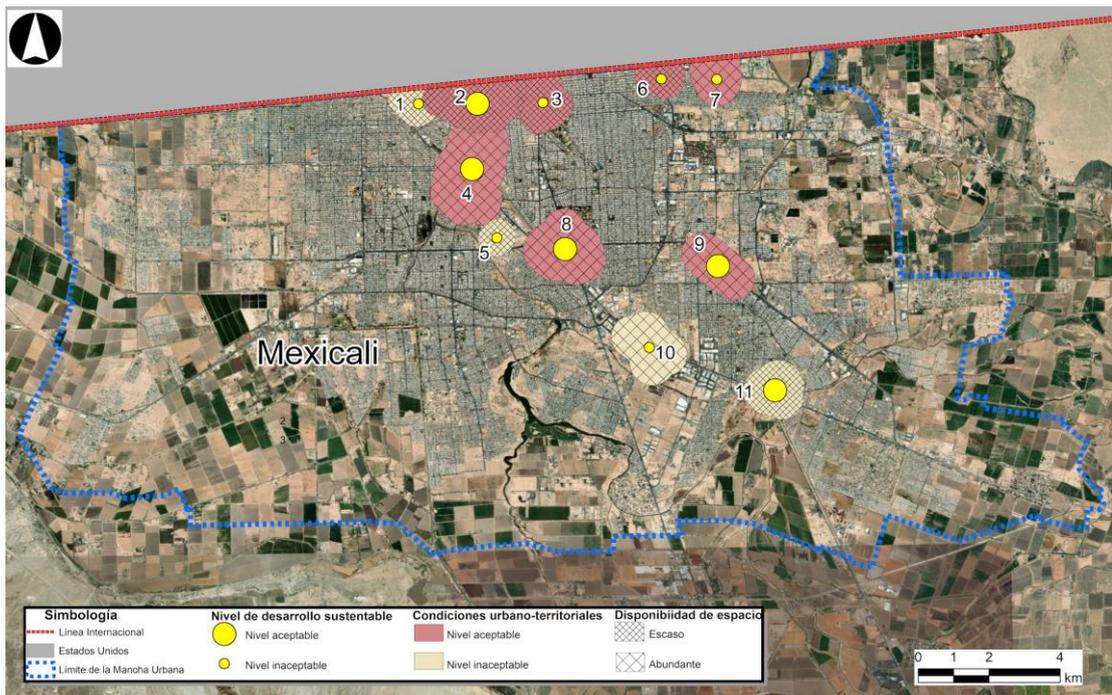
La densidad de viviendas en general es baja en todas las centralidades, la mayor densidad presente es en la centralidad 6 con 20 viviendas/ha. La compacidad también es baja con un promedio de 0.97 m³/m². Esto indica que se requiere un uso más intensivo del territorio y en algunas centralidades el uso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

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.

La centralidad 1 tuvo un gran desarrollo en los años 70's; en estos años el impulso económico y de vivienda se orientó a esta zona por la cercanía con el centro administrativo, sin embargo, debido a políticas de apoyo migratorio a Estados Unidos, esta área paulatinamente fue despoblándose y dejó de tener relevancia en la ciudad; centralidades en la que se debe tomar la decisión entre mantenerlas aplicando las estrategias y políticas necesarias o dejarlas que desaparezcan, requieren de nuevas investigaciones que permitan el análisis de otros factores más relacionados con el factor humano.

En la Fig. N° 7 se puede observar que las centralidades con 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. 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.

Fig. N° 7. Características de sustentabilidad y urbano-territoriales de las centralidades.



Fuente: Elaboración propia. (2018).

Clasificación de 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 más importante de la ciudad. En el caso de las centralidades 4, 8 y 9 se cuenta con espacio suficiente para planeaciones en los siguientes años.

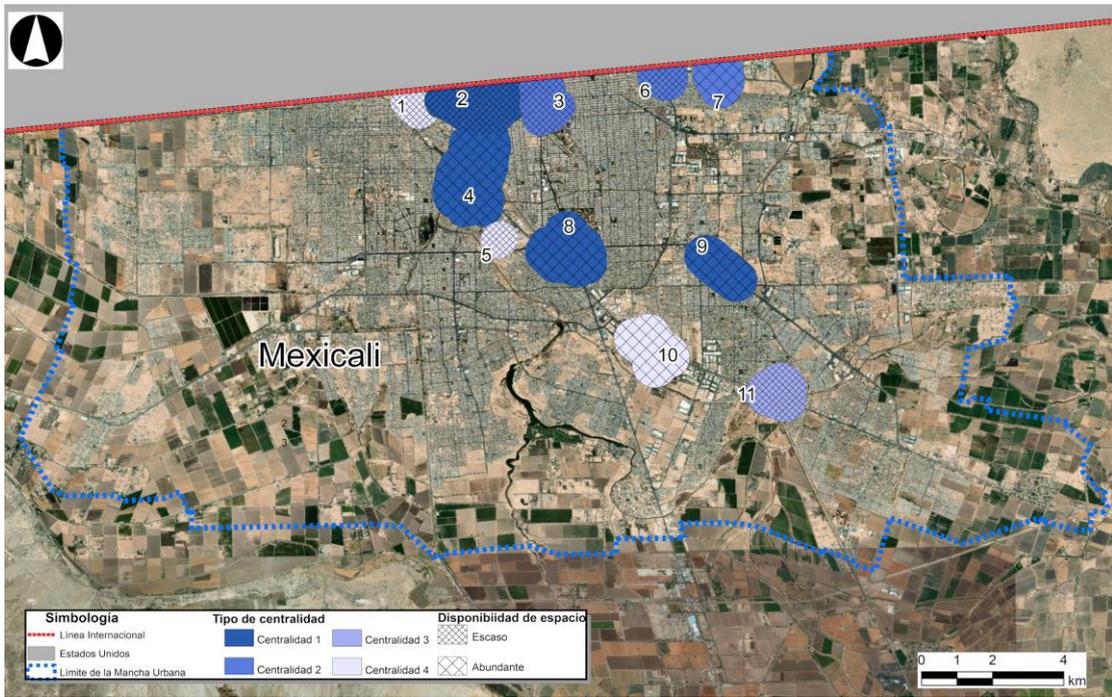
Las centralidades tipo 1 al momento del estudio tienen condiciones aceptables en los aspectos analizados, sin embargo, las situaciones cambiantes de las condiciones urbanas y de la población pueden modificar esta situación, razón por la cual este tipo de análisis deben realizarse de manera periódica 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.

En el perfil 2 se encuentran las centralidades 3, 6 y 7 que se caracterizan por un buen nivel de desarrollo sustentable, pero condiciones urbano-territoriales deficientes, las dos primeras de este tipo tienen una superficie limitada para implementar modificaciones espaciales, requieren una reestructuración que fomente la conectividad y la consolidación de estas centralidades. La centralidad 7 también requiere una modificación en su estructura, pero cuenta con una superficie disponible para proyectos y planeación.

La centralidad 11 es la única que pertenece al tipo 3, 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.

Las centralidades 1, 5 y 10 no tienen un nivel de desarrollo aceptable ni las condiciones urbano-territoriales son adecuadas, por tanto, se clasifican en el perfil de centralidad 4. Las primeras dos tienen superficie limitada para desarrollo con una ocupación por arriba del 90%, mientras que la última cuenta con una superficie extensa disponible para implementar nuevos proyectos que contribuyan con su desarrollo. La clasificación de centralidades se muestra en la Fig. N° 8.

Fig. N° 8. Clasificación de centralidades



Fuente: Elaboración propia. (2018)

Conclusiones

La Ciudad de Mexicali tuvo un crecimiento importante en los últimos años, especialmente hacia el oriente y sur de la ciudad; en otras direcciones el crecimiento fue mínimo. Sin embargo, las condiciones de desarrollo fueron diferentes en las zonas de crecimiento; mientras que hacia el oriente se realizaron proyectos comerciales, industriales y habitacionales con un gran interés por la inversión privada y un apoyo municipal para el desarrollo de equipamientos públicos; hacia el sur solo se impulsaron proyectos de vivienda, de tal manera que actualmente la primer zona presenta una oferta de empleo, equipamiento, comercios y servicios que minimiza la necesidad de desplazamientos hacia otras zonas de la ciudad. Por otra parte, los habitantes del resto de la ciudad tienen que desplazarse grandes distancias al centro urbano para satisfacer sus necesidades diarias.

La distribución de centralidades es un reflejo de esta situación, 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 importante mencionar 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 distribución de centralidades es una forma

rápida y sencilla de identificar qué puntos de la ciudad necesitan ser impulsados en su desarrollo a fin de mejorar el acceso a oportunidades para sus habitantes.

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 para la ciudad; es un importante 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 centralidades de este tipo, 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 para facilitar la conectividad, la mezcla de usos de suelo o la densificación a su interior que ayuden en la consolidación y eficiencia. Hay 3 centralidades de este tipo ubicadas una a centro de la ciudad y 2 al nororiente; estas centralidades aun se encuentran en proceso de consolidación por lo que la disponibilidad de espacio en dos de ellas resulta muy conveniente para planeación de proyectos, mientras que en aquella con poco espacio disponible será necesaria la reestructuración.

La centralidad tipo 3 tiene un bajo nivel de desarrollo, sin embargo, las condiciones urbano-territoriales son adecuadas, se considera una centralidad en proceso de consolidación que requiere de la implementación de políticas públicas para fortalecer la sustentabilidad y promover el desarrollo de sus habitantes. Solo la centralidad 11 pertenece a este tipo, se ubica en una zona de reciente creación en la ciudad con bajo

interés privado para proyectos que impulsen su desarrollo; pero cuenta con poca disponibilidad de espacio, por lo que será necesaria una planeación que reestructure las condiciones actuales y la implementación de políticas públicas con énfasis en aspectos ambientales y sociales, que es donde presenta mayores problemas.

Finalmente, la centralidad 4 no tiene condiciones favorables de desarrollo sustentable ni un nivel adecuado urbano-territorial. Si esta centralidad es importante para la ciudad 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 como los elementos ordenadores del territorio.

Durante el desarrollo de esta 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 para atender problemas de manera oportuna y anticipar situaciones futuras. Por lo que contar metodologías para realizar diagnósticos rápidos y sencillos de las condiciones urbanas resulta indispensable. Sin embargo, esto requiere de una actualización periódica de los diagnósticos urbanos y 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 la Ciudad de Mexicali por lo que la metodología propuesta que se basa en el análisis de centralidades da a 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 análisis de indicadores relacionados con la sustentabilidad permite conocer características de las

centralidades y de su población en un momento determinado; así como la comparación en diferentes periodos ante los cambios constantes de las condiciones en la ciudad. Es conveniente mencionar que los insumos para esta metodología se obtienen de fuentes nacionales que emiten información de manera regular.

En esta ciudad y en algunas otras del país es necesario acortar el tiempo de producción de las planeaciones, es indispensable entender que existe una relación entre los diferentes componentes urbanos y como interactúan. La planeación del territorio que considere la sustentabilidad mejora las dinámicas urbanas; pero también fomenta el desarrollo de sus habitantes. Una planeación que se adapte de manera periódica a los cambios ayuda reducir y prevenir los conflictos de manera oportuna, esto permite orientar más fácilmente la planeación hacia la sustentabilidad y el uso eficiente del territorio.

Referencias.

ALBURQUERQUE, F., PEREZ, S. (2013). El desarrollo territorial; enfoque; contenidos y políticas. Programa ConectaDEL. BID/FOMIN. Alcántara, E. (2010). Análisis de movilidad urbana. Espacio, medio ambiente y equidad. Bogotá, Colombia: Corporación Andina de Fomento.

ALCÁNTARA, E. (2010). Análisis de movilidad urbana. Espacio, medio ambiente y equidad. Bogotá, Colombia: Corporación Andina de Fomento.

BANCO MUNDIAL. (2018). Desarrollo urbano. Recuperado de: <http://www.bancomundial.org/es/results/2013/04/14/urban-development-results-profile>

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.

BHAT, C., HANDY, S., KOCKELMAN, K., ET AL. (2001). Assessment of accessibility measures (Reporte FHWA/TX-01/4938-3). Texas: Center for Transportation Research.

CORTES, 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_CONCEPTUAL ES.pdf](http://www.sedatu.gob.mx/sraweb/datastore/spc/2014/Libro_Politica_Territorial_en_Mexico_ALCANCES_OT_PLANEACION_DESARROLLO_ELEMENTOS_CONCEPTUAL_ES.pdf)

CUTINI, V. (2001). Centrality and Land Use: Three Case Studies on the Configurational Hypothesis. Cybergeog: European Journal of Geography DOI: 10.4000/cybergeog.3936

FERRANDIS, A., NOGUERA, J. (2016). Planeamiento territorial sostenible: un reto para el futuro de nuestras sociedades; criterios aplicados. *Cadernos Metrópole*, 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.

GIL, J. (2014). Analyzing the Configuration of Multimodal Urban Networks. *Geographical Analysis*, 46,368-391.

GÓMEZ D. (2013). Ordenación territorial. España: Ediciones Mundi-Prensa.

GÓMEZ D., GÓMEZ T., GÓMEZ M. (2013). Salud, ambiente y territorio. Una visión integrada en un mundo globalizado. *Estoa. Revista de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca*, 2, 7-19.

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.

INSTITUTO MUNICIPAL DE INVESTIGACIÓN Y PLANEACIÓN URBANA DE MEXICALI, IMIP. (2014). Programa Ordenamiento de la Zona Metropolitana de Mexicali.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA INEGI (2010), XII Censo General de Población y Vivienda, México.

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.

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>

MASSIRIS, A. (2006). *Políticas Latinoamericanas de ordenamiento territorial: Realidad y desafíos*. Colombia: UPTC (Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia).

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-HABITAT (2015). *Directrices Internacionales sobre Planificación Urbana y Territorial*. Nairobi: Programme des Nations Unies pour les établissements humains.

PALACIO-PRIETO, J., SANCHEZ-SALAZAR, M., CASADO-IZQUIERDO, J., et al. (2004). Indicadores para la Caracterización y Ordenamiento del Territorio. México: Universidad Autónoma de México.

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>

SÁNCHEZ, E. (2011). El "desarrollo territorial sostenible". Concepto y exigencias para el derecho público y la práctica de las administraciones Práctica urbanística: Revista mensual de urbanismo, 100, 9-23.

SATTERTHWAITE, D. (2016). A new urban agenda? Environment & Urbanization. International Institute for Environment and Development (IIED), 28, 1,3-12.

SEVTSUK, A., MEKONNEN, M. (2012). Urban network analysis. Revue internationale de geomatique, 2, 287-305.

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., SCHLÄPFER, M., MÜLLER ARISONA, S., et al. (2015). "Revealing centrality in the Spatial structure of cities from human activity patterns". Urban Studies Journal, 54, 2, 437 - 455.

Anexos.

Anexo 1: Tabla de Indicadores de desarrollo sustentable

Indicadores Sociales (S)		
Tema	Indicador	Cálculo
Dinámica poblacional	Densidad de habitantes	Densidad de población = Número de habitantes / Área urbana
	Tasa de crecimiento poblacional anual 2000-2009	$r = \left[\left(\frac{P_x}{P_0} \right)^{\frac{1}{t}} - 1 \right] * 100$ <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> <p>Donde:</p> <p>r = Tasa de crecimiento</p> <p>Px = Población en el año x (final)</p> <p>P0 = Población en el año 0 (inicial)</p> <p>t = Tiempo transcurrido entre el momento de referencia de la población inicial y la población final</p> </div>
	Tasa de crecimiento poblacional anual 2010-2016	
Estructura demográfica	Índice de vejez	Índice de envejecimiento = (Habitantes mayores de 60 años / Habitantes menores de 15 años) • 100
	Índice de hacinamiento	Índice de hacinamiento = Número de habitantes por vivienda/número de cuartos dormitorio
	Viviendas con un solo integrante	Porcentaje de viviendas con un solo integrante=(Número de viviendas con un solo habitante/total de viviendas) • 100
Educación	Población de más de 18 con educación mayor de posbasica	Porcentaje de población mayor de 18 años con educación posbasica = (Habitantes mayores de 18 años con educación posbasica / Número total de habitantes) • 100
	Tasa de analfabetismo	Tasa de analfabetismo = (Habitantes que no saben leer mayores de 15 años / Número total de habitantes) • 100
	Grado de escolaridad promedio	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.
Equidad	Población que cuenta con servicio de salud	% de Población con servicio de salud = Población con servicio de salud / Población total) * 100
	Proximidad a equipamiento de salud	Proximidad a equip. de salud=(Habitantes en radio de influencia de servicio de salud / Número total de habitantes) • 100
	Proximidad a equipamiento educativo	Proximidad a equip. educativo = (Habitantes en radio de influencia de equip. educ. / Número total de habitantes) • 100
	Proximidad a equipamiento educativo	Proximidad a equip. educativo = (Habitantes en radio de influencia de equip. educ. / Número total de habitantes) • 100
	Proximidad a equipamiento educativo	Proximidad a equip. educativo = (Habitantes en radio de influencia de equip. educ. / Número total de habitantes) • 100
	Proximidad a equipamiento educativo	Proximidad a equip. educativo = (Habitantes en radio de influencia de equip. educ. / Número total de habitantes) • 100
	Proximidad a equipamiento de salud	Proximidad a equip. de salud=(Habitantes en radio de influencia de servicio de salud / Número total de habitantes) • 100
	Proximidad a ruta de transporte público	Proximidad a ruta de transp. = (Habitantes en radio de influencia de ruta de transp. / Número total de habitantes) • 100
	Vivienda con carencia de al menos 1 servicio basico	Porcentaje de viviendas con carencia de al menos 1 servicios=(Numero de viviendas con carencia de todos los servicios/total de viviendas) • 100

Indicadores Económicos (E)		
Tema	Indicador	Cálculo
Empleo	Tasa de desempleo	Tasa de desempleo = (Número de personas desempleadas / Número de población económicamente activa) • 100
Crecimiento económico	Tasa de participación laboral	Tasa de participación laboral = (PEA / Población mayor de 15 años) • 100
	Porcentaje de Empresarios del total de trabajadores	Porcentaje de Empresarios del total de trabajadores=(Total de Empresarios / total de trabajadores) • 100
	Relación de dependencia	Relación de dependencia = (Habitantes mayores de 60 años+Menores de 15 años / Población ocupada) • 100
	Proximidad a cruces fronterizos	Distancia cruce fronterizo = Distancia euclidiana de cruce fronterizo al centroide de la centralidad.
Estructura económica del empleo	Trabajadores en actividades sector primario (10%)	Porcentaje de trabajadores en sector primario=(Trabajadores del sector primario/trabajadores totales) • 100
	Trabajadores en actividades sector secundario (40%)	Porcentaje de trabajadores en sector secundario=(Trabajadores del sector secundario/trabajadores totales) • 100
	Trabajadores en actividades sector terciario (50%)	Porcentaje de trabajadores en sector terciario=(Trabajadores del sector terciario/trabajadores totales) • 100
Indicadores Ambientales (A)		
Tema	Indicador	Cálculo
Espacios verdes	Área verde por habitante	Área verde por habitante = Superficie de área verde / habitantes
	Porcentaje de superficie permeable (cubierta natural)	Porcentaje de superficie permeable = (Superficie permeable / Superficie total) • 100
Contaminación	Emisiones de CO ₂ generadas por el traslado al empleo.	Calculo a través de Software Stella
Agua	Porcentaje de viviendas con acceso a agua potable	Porcentaje de Viviendas con acceso a agua potable = (Viviendas con acceso a agua potable / total de viviendas) • 100

Fuente: Elaboración propia (2018).

Anexo 2: Tabla de Indicadores de urbano territoriales

Indicadores Urbano/Territoriales (U/T)		
Tema	Indicador	Cálculo
Territorio y topografía	Distancia en km a centro de la ciudad	Distancia al centro cívico de la ciudad = Distancia euclidiana del centro cívico al centroide de la centralidad.
	Pendientes topográficas	Calculo de grados o porcentaje de pendientes
	Superficie en km ²	Superficie en km ² de la centralidad.
Suelo urbano	Espacio disponible	Espacio disponible = (Total de superficie de terrenos baldíos / Superficie total) • 100
	Diversidad de usos	$H' = - \sum_{i=1}^k (p_i \times \log_2 p_i)$ Índice de Shannon-Wiener
		$J' = \frac{H'}{\log_2 S}$ Índice de Pielou
	Compacidad	Compacidad urbana (absoluta) = Σ Volumen Edificado / Σ Área urbana
	Densidad de viviendas	Densidad de viviendas = Número de viviendas / Área urbana
Conectividad urbana	Número de vialidades primarias en la centralidad	Número de vialidades primarias en la centralidad
	Número de nodos primarios en la centralidad.	Número de nodos primarios en la centralidad.

Fuente: Elaboración propia (2018).