

## Región Suroeste de México: Un Análisis Exploratorio de Datos Espaciales para la Identificación Económico-Funcional de Subsistemas Regionales

*Southwest Region of Mexico: an exploratory spatial data analysis for the economic-functional identification of regional subsystems*

Karina Garduño<sup>1</sup>

**Resumen:** México cuenta con una gran diversidad fisiográfica, lo cual puede representar ventajas o desventajas para la formación de asentamientos humanos y el desarrollo de las actividades económicas, por ello, es importante incorporar el enfoque de la dimensión espacial y temporal al estudio de las regiones, pues esto permitirá aproximarse a la dinámica económico-poblacional real de los sitios. Una de las regiones que requiere mayor atención es la Región Suroeste de México, que en términos económico-funcionales comprende casi en su totalidad a los municipios de Guerrero, Oaxaca y Chiapas, y que se caracteriza por presentar los mayores problemas de desigualdad en el país. Sin embargo, la gran extensión territorial impide estudiar a esta región de manera conjunta, por lo que es necesario identificar los subsistemas regionales al interior a partir de los patrones de concentración económica y su conexión con el sistema de transporte.

Por lo que el objetivo principal de esta investigación es la identificación de subsistemas regionales en la Región Suroeste de México. La metodología consiste en realizar -previa una delimitación regional- un análisis exploratorio espacial con índices de Moran y el Indicador Local de Asociación Espacial (LISA, por sus siglas en inglés) en los municipios de la región, por medio de software especializado como los Sistemas de Información Geográfica (SIG). El factor espacial en la economía permite asociar los patrones de concentración de distintas variables y la ubicación geográfica de los sitios; así los resultados del análisis exploratorio son un punto previo para la identificación de subsistemas regionales en el área de estudio. La falta de estudios de tipo exploratorio-espacial con variables económicas hacen de esta propuesta una investigación novedosa.

**Palabras Clave:** Autocorrelación Espacial, *Clusters* Espaciales, Región Suroeste de México, Subsistemas Regionales, Valor Agregado.

**Abstract:** Mexico has a great physiographic diversity, which can represent advantages or disadvantages for the formation of human settlements and the development of economic activities, therefore, it is important to incorporate the spatial and temporal dimension approach to the study of the regions, since this will allow us to get closer to the real economic-population dynamics of the sites. One of the regions that requires the most attention is the Southwest Region of Mexico, which in economic-functional terms comprises almost entirely the municipalities of Guerrero, Oaxaca and Chiapas, and which is characterized by presenting the greatest problems of inequality in the country. However, the large territorial extension prevents this region from being studied together, so it is necessary to identify the regional subsystems in the interior based on patterns of economic concentration and their connection to the transportation system.

Therefore, the main objective of this research is the identification of regional subsystems in the Southwest Region of Mexico. The methodology consists of carrying out -after a regional delimitation- a spatial exploratory analysis with Moran indexes and the Local Indicator of Space Association (LISA) in the municipalities of the region, using specialized software such as the

---

<sup>1</sup> Estudiante del Doctorado en Economía, y docente en la Facultad de Economía y en la Facultad de Estudios Superiores Acatlán de la Universidad Nacional Autónoma de México. [karis.garmay@gmail.com](mailto:karis.garmay@gmail.com)

Systems Geographic Information System (GIS). The spatial factor in the economy allows associating the concentration patterns of different variables and the geographical location of the sites; thus, the results of the exploratory analysis are a preliminary point for the identification of regional subsystems in the study area. The lack of exploratory-spatial studies with economic variables make this proposal a novel research

**Key words:** Spatial Autocorrelation, Space Clusters, Southwest Region of Mexico, Regional Subsystems, Value Added.

## Introducción

La importancia del estudio de las regiones económicas recae en que permite conocer la estructura territorial y la dinámica en su interior, a través del enfoque de la dimensión espacial y temporal. Es necesario considerar la heterogeneidad del espacio, tanto en sus características físicas como económicas y poblacionales.

México cuenta con una gran diversidad de formas fisiográficas que son un factor importante en la formación de regiones, pero también porque representan un condicionante para el desarrollo de las actividades económicas y los asentamientos poblacionales. Una de las regiones prioritarias en temas de urgencia como las desigualdades económicas es el suroeste del país, especialmente Oaxaca, Guerrero y Chiapas. En este estudio se considera la delimitación económico-funcional de la Región Suroeste de México, la cual tiene el desenvolvimiento económico más bajo del país, ya que apenas aporta el 2% del valor agregado, concentra el 5% del personal ocupado, el 3% de la producción bruta total y el 10% de las unidades económicas.<sup>2</sup>

Entonces, para construir una estrategia de desarrollo económico para el suroeste mexicano es de vital importancia conocer la estructura regional para poder diseñar programas de acción, propuestas de política regional y planeación territorial; por lo que el objetivo principal de la presente investigación es identificar cuáles son los subsistemas regionales que componen a la Región Suroeste de México, por medio de los principios fundamentales de la regionalización funcional y del análisis exploratorio de datos espaciales con los indicadores de Moran y LISA, tomando como variable representativa de la actividad económica el valor agregado en los sitios de la región.

---

<sup>2</sup> Estimaciones propias con base en datos del Censo Económico 2014 de INEGI.

### **Aspectos teóricos-metodológicos**

Para esta investigación, los aspectos teóricos abordan el enfoque de la dimensión espacial, tocando las teorías de la localización y la revisión de la literatura sigue la aplicación del análisis exploratorio de datos espaciales (AEDE) en trabajos internacionales y para el caso mexicano. Por otro lado, para el diseño de un esquema metodológico para la identificación de subsistemas, se revisan la metodología de regionalización funcional y los indicadores para el AEDE.

### ***El enfoque de la dimensión espacial***

La importancia del estudio de la economía urbana y regional recae en que su estudio no difiere del objeto de estudio de la economía (determinar las leyes de producción, distribución y consumo que dirigen el comportamiento económico) incorporando a su análisis el enfoque de la dimensión espacial y temporal; la primera, concibe a la economía como un conjunto de fenómenos en un espacio, mientras que la segunda hace referencia a los procesos económicos a través del tiempo.

Así, hay una necesidad de estudiar a la economía a través de un enfoque espacial, ya que “la actividad económica se manifiesta en el espacio geográfico conformando sitios económicos que concentran actividad económica y población, y se caracterizan, de acuerdo con el sector de actividad económica al que pertenecen, por su tamaño, forma y funcionamiento económico, así como por su localización, dirección y movilidad con respecto a sus mercados. Estas manifestaciones espaciales de la actividad económica corresponden a sus atributos o propiedades espaciales” (Asuad Sanén, 2014, p. 317).

Los patrones de concentración están determinados por sitios que en conjunto armonizan la actividad económica total de un espacio, donde cada sitio tiene un comportamiento económico particular y una localización, por lo que es esencial identificar las características del territorio de estudio: extensión, condiciones físicas, usos de suelo, conexiones con el sistema de transporte, etc. Por lo que, el enfoque de la dimensión espacial en la economía permite la concepción de una región económica, que se puede definir como “un subsistema del espacio económico que se caracteriza por su funcionamiento homogéneo, de tal forma que presenta una regularidad en su comportamiento. Los principales elementos de la región son el centro regional que es el área que concentra actividades y opera como principal

mercado que articula y subordina las decisiones económicas de su área de complemento o hinterland” (Ramírez Hernández, 2016, p. 65).

Aunque hay que señalar que, las actividades que se desarrollan en una determinada región no limitan sus interacciones con otros sitios fuera de esta, o bien, con otras regiones. Los patrones de concentración están comandados por centros regionales y su área de influencia, tal como se aborda en la estructura de centro-periferia, que señala la jerarquía de los sitios, donde las actividades más importantes se concentran en el centro y ejercen un efecto de intercambio (interacción) con los sitios que lo rodean, es decir la periferia. Los elementos sobre la concepción espacial y la concentración económica se remontan a las teorías de localización, con los argumentos desarrollados por Von Thunen (1826), Alfred Weber (1909), Walter Christaller (1933) y August Lösh (1945), que consideran la distancia, los costos de transporte, la producción, el intercambio y la competencia como los principales condicionantes para las decisiones de localización (Camagni, 2005).

El enfoque de la dimensión espacial y los puntos principales de las teorías de la localización permiten diseñar una propuesta de interpretación para comprender la importancia del espacio y el papel de la distancia entre los sitios de concentración y la conformación de regiones. Así, la formación de centros económicos se encuentra en función del agrupamiento de actividades similares, dando lugar a las economías de aglomeración; aunque también se pueden presentar actividades que no se integran y que guardan cierta distancia, supeditadas a distintos procesos dado el espacio.

De esta forma, la revisión del enfoque espacial de la economía es vital a la hora de realizar regionalizaciones. Los estudios sobre regionalización en México son diversos debido a que las metodologías empleadas pueden obedecer a distintos criterios. En términos de la regionalización funcional para el país resaltan los trabajos de Bassols Batalla (1979), quien construye regiones a partir de criterios funcionales, sin embargo, su delimitación macro está acotada a los límites estatales; también está el trabajo de Gutiérrez Casas (2008), que revisa los criterios para regionalizar funcionalmente y los aplica específicamente al estado de Chihuahua; el trabajo de Gasca Zamora (2009) revisa los conceptos de región, regionalización y regionalismo, las políticas regionales, el estudio de las regiones y la regionalización de México.

Una propuesta más reciente es la trabajada por el Centro de Estudios de Desarrollo Regional y Urbano Sustentable (CEDRUS, 2013), cuya regionalización obedece a criterios económico-funcionales, toma como escala espacial básica al municipio, por lo que su delimitación no coincide con límites estatales. Por otro lado, la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU, 2015) desarrolló una propuesta metodológica para la regionalización funcional de México, la cual centra su análisis en el estudio de los sistemas urbano-rurales, dominado por las zonas metropolitanas y sus áreas de influencia.

### ***Breve revisión de la literatura en la aplicación del análisis exploratorio de datos espaciales (AEDE)***

Los estudios que utilizan el análisis exploratorio de datos espaciales han abordado los indicadores de Moran y LISA en distintas temáticas. Entre los esfuerzos internacionales, destaca la investigación de Celemín (2009) quien utiliza la autocorrelación espacial para los departamentos de la Provincia de Santa Cruz en Argentina, especialmente hace un análisis LISA para medir los niveles de autocorrelación y verificar cuánto contribuye cada unidad espacial a la formación de valor general.

Por su parte, Chasco Yrigoyen (2010) hace una revisión de herramientas como los Sistemas de Información Geográfica y para el análisis exploratorio de datos espaciales, la detección de tendencias espaciales, la formación de *clusters* y la identificación de puntos atípicos, tomando como caso de estudio algunas regiones de Europa; mientras que Barros Díaz y Aroca González (2014) utilizan el análisis exploratorio de datos espaciales para la construcción de *clusters* de envejecimiento en Cuba para el período 2003-2009.

Entre las aplicaciones para el caso mexicano, están los trabajos de Hernández-Hernández (2015) quien propone el análisis exploratorio de datos espaciales para el estudio de las elecciones de 2012 en México, para identificar la polarización política en el territorio y valorar el papel del espacio geográfico en los procesos electorales; mientras que Rodríguez-Licea, García-Salazar y Hernández-Martínez (2016) realizan un análisis de correlación espacial regional para la producción de carne en canal por especie en México durante el período 2000-2012 por medio del índice de Moran y LISA, a partir de los cuales identifican posibles conglomerados que permitan el impulso y la integración de las cadenas productivas asociadas.

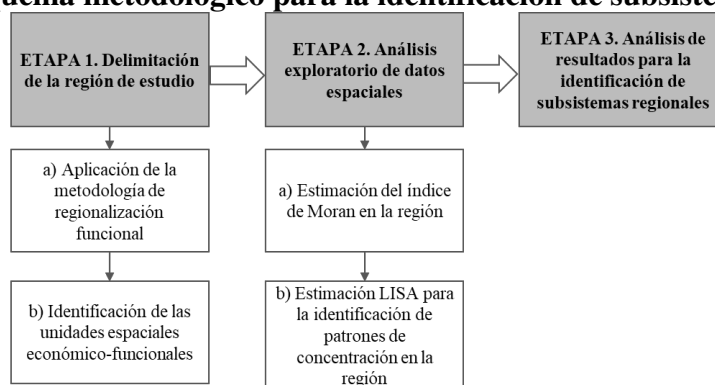
También, Rodríguez-Gómez y Cabrera-Pereyra (2017) realizan un análisis exploratorio territorial del crecimiento económico municipal en México en el período 1999-2009, así identifican patrones y dinámicas territoriales que posibilitan procesos de crecimiento o estancamiento en los municipios; por otro lado, Esqueda Walle (2018) utiliza los índices de Moran y de LISA para analizar la conglomeración del desarrollo local-municipal en Tamaulipas, cuyos resultados apuntan a una clasificación de municipios ganadores y perdedores dado un patrón de concentración espacial; así como también Garrocho, Campos-Alanis y Chávez-Soto (2018) llevan el análisis espacial al tema de los inmuebles dañados por el sismo del 19 de septiembre de 2017 en la Ciudad de México, con la finalidad de identificar patrones territoriales dada su significancia estadística, identificando zonas prioritarias.

Esta breve revisión de la literatura permite construir criterios de interpretación para los resultados obtenidos de la investigación.

### ***Metodología para la identificación de los subsistemas regionales***

El diseño de la metodología para la identificación de subsistemas regionales contempla tres etapas: en la primera se delimita la región de estudio, mediante una regionalización económico-funcional, a partir de la cual también se identifican las unidades espaciales económico-funcionales (UEEF); en la segunda etapa se aplica en la región de estudio el análisis exploratorio de datos espaciales por medio de los indicadores de Moran y LISA; y finalmente, en la tercera etapa, en función de los resultados es posible identificar cuáles son los posibles subsistemas regionales en el espacio de estudio. El siguiente esquema resume dicha metodología:

**Figura 1. Esquema metodológico para la identificación de subsistemas regionales**



Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta el desglose metodológico sobre la regionalización funcional y el análisis exploratorio de datos espaciales.

### Metodología de regionalización económico-funcional

La regionalización económico-funcional parte de una hipótesis de trabajo: dentro de un espacio geográfico de estudio existe una región económica, integrada por una serie de centros y subcentros económicos con sus respectivas áreas de influencia y conectados a través de un sistema de transporte.

La metodología de regionalización económico funcional consta de 6 etapas (Asuad Sanén, 2016):

- i. **Caracterización fisiográfica de la región:** es la primera etapa debido a que en ella se identifican los atributos físicos que pueden representar barreras naturales, o bien, ventajas o desventajas para la realización de las actividades económicas. Estos aspectos se asocian al clima, orografía, hidrografía, usos de suelo y vegetación, etc., con los que es posible conocer los recursos naturales de la región.
- ii. **Identificación de los nodos dominantes:** un nodo dominante es aquel que es importante en términos de concentración poblacional y económica. En primer lugar, se utiliza el criterio poblacional que hace alusión a la concentración de la población en ciertos sitios, generalmente ciudades y zonas metropolitanas.<sup>3</sup>

Mientras que el criterio económico se refiere a la concentración de variables como empleo, valor agregado, producción, etc. Es importante señalar que, una vez establecido el criterio poblacional, se aplica el criterio económico mediante índices de participación

---

<sup>3</sup> De acuerdo con INEGI (2020), una localidad urbana es aquella que cuenta con 2,500 habitantes o más, sin embargo, para este estudio se considera el criterio internacional, el cual señala que una ciudad cuenta con 15,000 habitantes o más. Para el caso de las zonas metropolitanas, el criterio internacional indica que una zona metropolitana cuenta con 100 mil habitantes o más; no obstante, para este estudio se consideran las zonas metropolitanas delimitadas por CONAPO-INEGI (2015), pues corresponden a criterios específicos del país. De esta forma, el lector debe comprender que en primer lugar se identifican las zonas metropolitanas establecidas por CONAPO-INEGI y después -con el resto de los sitios que no pertenecen a una zona metropolitana- se identifican las ciudades con el criterio poblacional internacional.

simple, donde solo se consideran a los sitios que en conjunto aglomeran alrededor del 80% de la actividad económica.<sup>4</sup>

- iii. **Identificación de los flujos principales:** después de la identificación de nodos dominantes, se deben estimar los flujos económicos entre ellos, estos pueden ser reales o estimados y muestran el grado de interacción entre los sitios.<sup>5</sup> Para su estimación se pueden utilizar coeficientes de asociación, o también se puede hacer uso del modelo gravitacional para aplicaciones económicas.
- iv. **Identificación de la vocación productiva de los nodos dominantes:** para su cálculo se utilizan índices de especialización relativa<sup>6</sup>, los cuales asocian la participación de una variable de estudio en una actividad económica respecto a un sitio y la participación de esa misma variable en el total de la actividad económica respecto a la región.
- v. **Determinación de los tamaños de influencia:** se identifican las áreas de impacto que ejerce cada nodo dominante sobre los sitios que lo rodean. Los tamaños de influencia van en función de las características territoriales y los patrones de concentración; para su estimación se utilizan índices de Reilly (Cotterleer, Stobbe, & van Kooten, 2008) y se hace uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG).
- vi. **Representación espacial:** una vez identificados los nodos dominantes y sus áreas de influencia, se puede realizar una delimitación del territorio mediante los SIG, con esto, concluye la regionalización económico-funcional.

Una vez que se ha delimitado la región de estudio, al interior de esta es posible aplicar nuevamente la metodología de regionalización económico-funcional, sin embargo, es necesario considerar que el nivel de escala espacial es distinto y posiblemente el desglose de actividad económica también lo sea, debido al problema de la información.

---

<sup>4</sup> Se utiliza el enfoque 80-20, que se basa en la distribución estadística de Pareto y cuya lectura del índice de participación es “alrededor del 80% de la variable X, se concentra en alrededor del 20% de la variable Y”, así, en esta aplicación se asume que la concentración del 80% de alguna variable económica se concentra en alrededor del 20% de los sitios/áreas de interés (Asuad Sanén, 2001).

<sup>5</sup> El principal problema del cálculo de los flujos económicos entre los sitios se relaciona con la información, ya que no hay información completa o disponible para todos los sitios de interés. Lo ideal es estimar flujos económicos reales, es decir, con información real existente, sin embargo, ante los problemas de disponibilidad o existencia de datos, se recurre a los flujos probabilísticos estimados.

<sup>6</sup> En la literatura se encuentran también como coeficientes de localización.



### Análisis de Moran y LISA

El análisis exploratorio de datos espaciales con los índices de Moran y el Indicador Local de Asociación Espacial (LISA) se basa en el concepto de dependencia espacial, que muestra que el comportamiento de los valores observados de un sitio depende de los valores observados en sitios vecinos (Anselin, 1995).

La dependencia o autocorrelación espacial mide la relación funcional existente entre los valores que adopta una variable en un sitio y sus sitios vecinos. El índice de Moran (1948) es un estadístico que mide la autocorrelación espacial y se define formalmente como:

$$I = \frac{N}{\sum_i \sum_j w_{ij}} \frac{\sum_i \sum_j w_{ij} (X_i - \bar{X})(X_j - \bar{X})}{\sum_i (X_i - \bar{X})^2}$$

Donde:

$N$  = número de unidades espaciales con sitios  $i$  y  $j$

$i$  = unidad espacial de interés

$j$  = unidad espacial vecina de  $i$

$w_{ij}$  = matriz de pesos

$X$  = variable de interés y  $\bar{X}$  es su media

La matriz de pesos es el registro de los contactos o vecindades entre los sitios. Si se habla de sitios vecinos de contacto directo o inmediato, se trata de una vecindad de primer orden; si se habla de los vecinos de los vecinos, entonces se trata de una vecindad de segundo orden, y así sucesivamente.<sup>7</sup>

La aplicación del índice de Moran parte de las hipótesis de aleatoriedad espacial:

***Ho:*** Aleatoriedad espacial

***Ha:*** Existencia de una estructura espacial

Si se rechaza la hipótesis nula en favor de la alternativa, significa que los valores de una variable dentro de ciertos sitios que están cerca de otros tienden a ser similares (y a su vez, son más similares que aquellos que se encuentran a mayores distancias); así, si un valor es grande o pequeño, los valores registrados en las vecindades son similares. Estos valores similares se presentan con mayor frecuencia en localizaciones vecinas, a eso se le conoce

---

<sup>7</sup> Las vecindades toman valores binarios: 0 para sitios que no son vecinos del sitio de interés y 1 para sitios que sí lo son. De forma análoga a un tablero de ajedrez, las vecindades se pueden definir por tres tipos: vecindad de tipo reina, de tipo torre y de tipo alfil, las cuales se constituyen por los movimientos que estas piezas pueden ejercer durante el juego.

como autocorrelación espacial positiva; en contraste, ante la presencia de valores diferentes en localizaciones vecinas, entonces se tiene autocorrelación espacial negativa.

Este tipo de resultados se deriva en la formación de *clusters*, grupos de valores similares o de puntos calientes (*hot spots*) o fríos (*cold spots*); y se puede dar un efecto de contagio (*spillover*) que muestra que hay un desbordamiento en una región y esto causa su extensión a regiones vecinas, lo que apunta a un fenómeno de concentración en términos de la variable de interés en ciertos sitios o regiones. La generación de estos efectos se mide con el análisis del Indicador Local de Asociación Espacial, que muestra la existencia de patrones de agrupación local o *clusters* en función de una variable de estudio; este indicador se plantea formalmente como (Quintana Romero & Andrés-Rosales, 2014, p. 29):

$$l_i = \frac{z_i}{\sum_i z_i^2 / N_j} \sum w_{ij} z_j$$

Donde:

$z_i$  = variable de interés

$i$  = unidad espacial de interés

$j$  = unidad espacial vecina de  $i$

$N$  = conjunto de unidades espaciales vecinas de  $i$

$w_{ij}$  = matriz de pesos asociados

El análisis de estos indicadores puede aplicarse tanto a nivel global como a nivel local, dependiendo de los intereses de la investigación y la disponibilidad de datos. Para su estimación se puede utilizar software especializado como GeoDa.<sup>8</sup>

### **Delimitación del área de estudio**

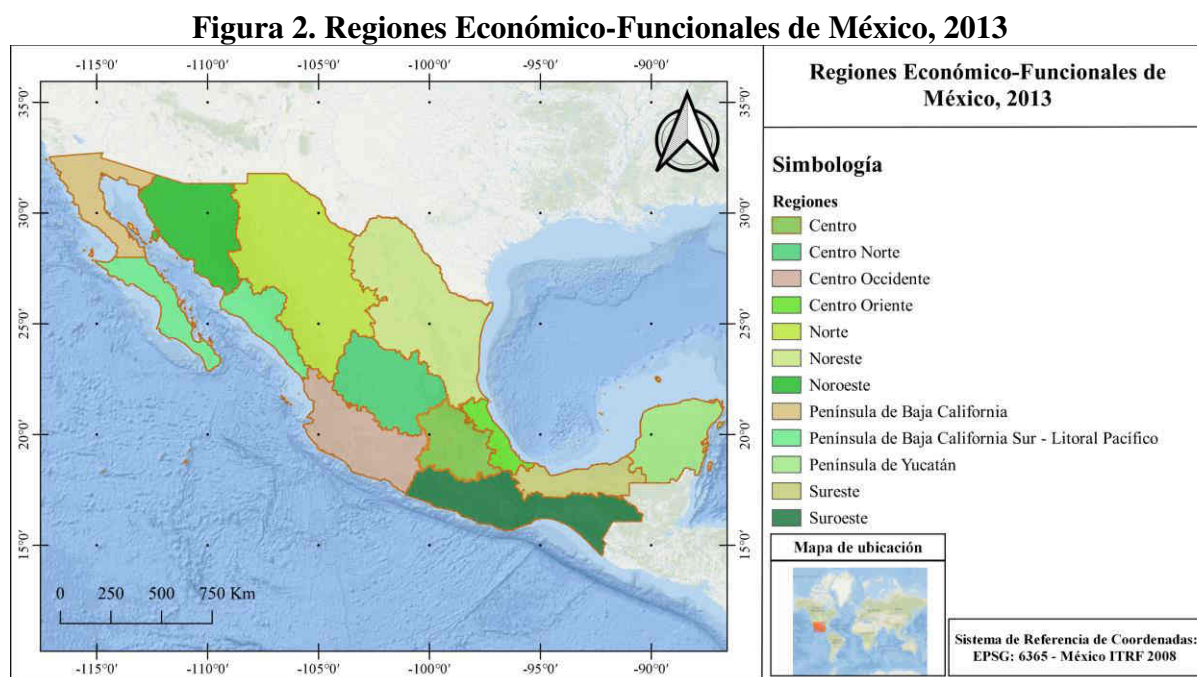
La identificación de sistemas subregionales parte de la aplicación de la metodología de regionalización funcional, para esta investigación se retoma la propuesta planteada por el CEDRUS (2013), misma que sigue la metodología descrita en el apartado 2.3.1 y en la que se dejan de lado los límites político-administrativos de las entidades federativas y se considera al municipio como la escala espacial básica, e identifica los nodos dominantes y

---

<sup>8</sup> *GeoDa* fue desarrollado en febrero de 2003 por el Dr. Luc Anselin y su equipo de trabajo. De acuerdo con la definición establecida en su página *web* “*GeoDa* es una herramienta de *software* libre y código abierto que sirve como introducción al análisis de datos espaciales. Está diseñado para facilitar nuevos conocimientos del análisis de datos mediante exploración y el modelado de patrones espaciales” (GeoDa Center, 2020; traducción propia).

sus áreas de influencia; los datos económicos utilizados para esta delimitación son del Censo Económico de 2014,<sup>9</sup> disponible en INEGI.

Esta regionalización presenta a 12 macrorregiones: Centro (RC), Centro Norte (RCN), Centro Occidente (RCOC), Centro Oriente (RCOR), Norte (RN), Noreste (RNE), Noroeste (RNO), Península de Baja California Norte (RPBCN), Península de Baja California Sur-Litoral Pacífico (RPBCS-LP), Península de Yucatán (RPY), Sureste (RSE) y Suroeste (RSO), tal como se muestra en el siguiente mapa:



Fuente: Elaboración propia con datos del Marco Geoestadístico Nacional (2010) y delimitación de CEDRUS (2013). Mapa diseñado en QGIS 3.10.5.

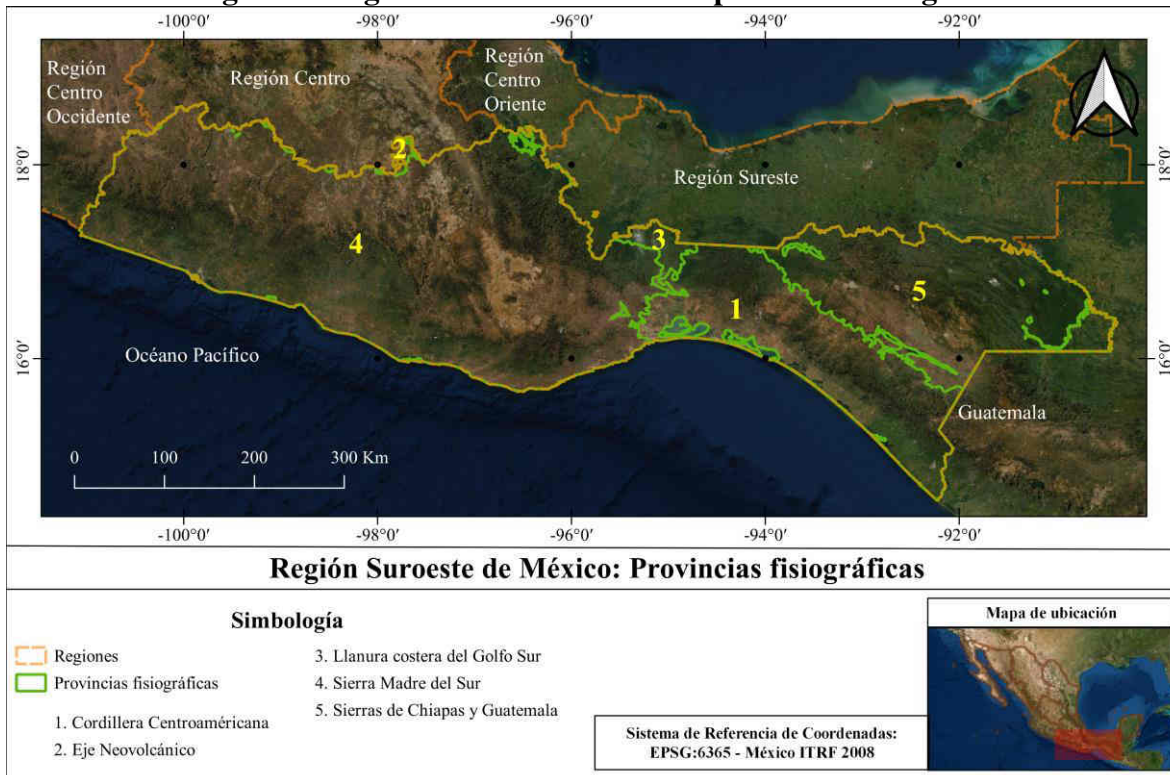
Así, se toma la Región Suroeste de México la cual está conformada por 730 municipios provenientes de Chiapas (102 municipios), Guerrero (67 municipios) y Oaxaca (561 municipios). Uno de los principales determinantes para la delimitación de esta región y para la identificación de los subsistemas regionales es su caracterización fisiográfica. Específicamente en esta región, la orografía está fragmentada por grandes relieves, en la mayor parte de su extensión se encuentra la Sierra Madre del Sur, la Cordillera

<sup>9</sup> El lector debe saber que la información presentada en los Censos Económicos de INEGI refleja la actividad registrada de un año anterior, de ahí la importancia de no hablar de 2014 sino de 2013 como año de referencia para el caso del Censo Económico de 2014.

Centroamericana, una pequeña parte del Eje Neovolcánico y de la Llanura costera del Golfo Sur, y las sierras de Chiapas y Guatemala (véase figura 3).

Este tipo de relieves condicionan el comportamiento económico y los asentamientos poblacionales, en la figura 4 se puede apreciar la distribución de las localidades urbanas y su conexión con el sistema de transporte a lo largo de la región, las mayores concentraciones hacen alusión a las Zonas Metropolitanas (ZM) de Acapulco, de Oaxaca, de Tehuantepec, de Tuxtla y la Ciudad de San Cristóbal de las Casas. La localización de estas concentraciones permite conocer -visualmente- las posibles áreas de influencia de mayor dominancia, no obstante, existen otro tipo de concentraciones que revisten el sistema de transporte y que dan evidencia de la posible formación de subsistemas regionales.

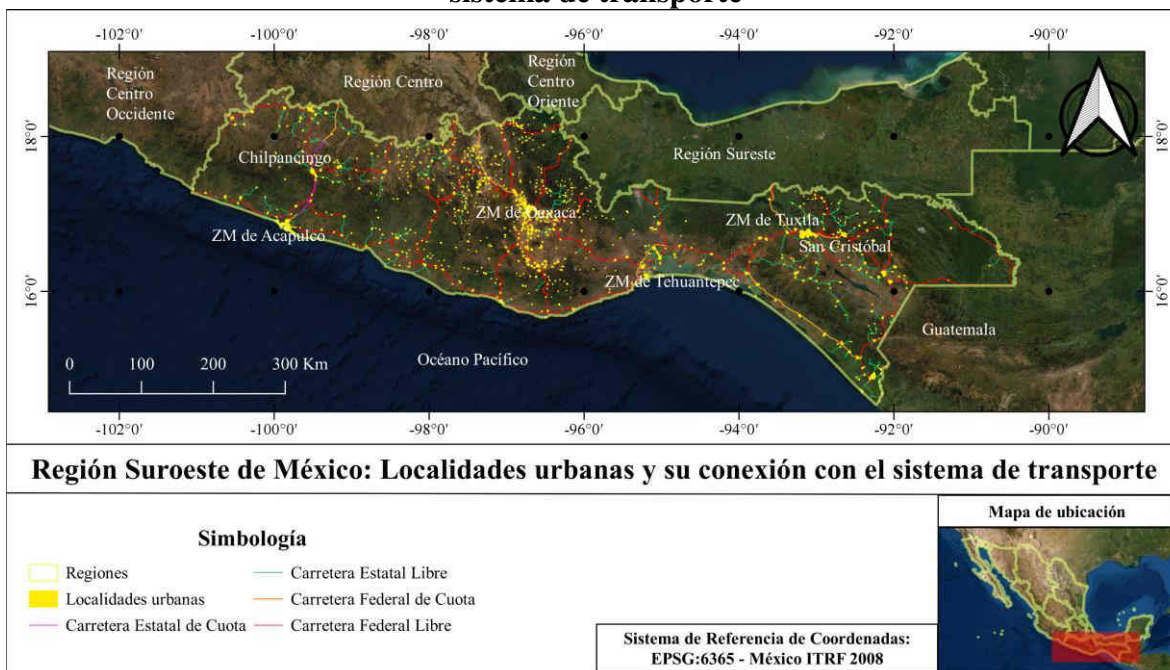
**Figura 3. Región Suroeste de México: provincias fisiográficas**



\* “Provincias fisiográficas” es la capa más reciente, generada por INEGI en 2012.

Fuente: Elaboración propia con datos del Marco Geoestadístico Nacional (2010) y datos de Recursos Naturales, Fisiografía, INEGI (2012). Mapa diseñado en QGIS 3.10.5.

**Figura 4. Región Suroeste de México: localidades urbanas y su conexión con el sistema de transporte**



Fuente: Elaboración propia con datos del Marco Geoestadístico Nacional (2010). Mapa diseñado en QGIS 3.10.5.

Hasta el punto anterior, se tiene cubierta la primera etapa de la regionalización funcional, pues se ha revisado la caracterización fisiográfica de la región y la concentración de localidades urbanas y su conexión a través del sistema de transporte. Considerando esto, la aplicación de la metodología de regionalización funcional al interior de la Región Suroeste identifica como nodos dominantes -en orden de importancia a las Zonas Metropolitanas de Tuxtla, de Tehuantepec, de Oaxaca, y las ciudades de Tapachula, Chilpancingo de los Bravo, Iguala de la Independencia, San Cristóbal de las Casas, Comitán de Domínguez, Ocosingo, Chilapa de Álvarez, Las Margaritas y Chilón.

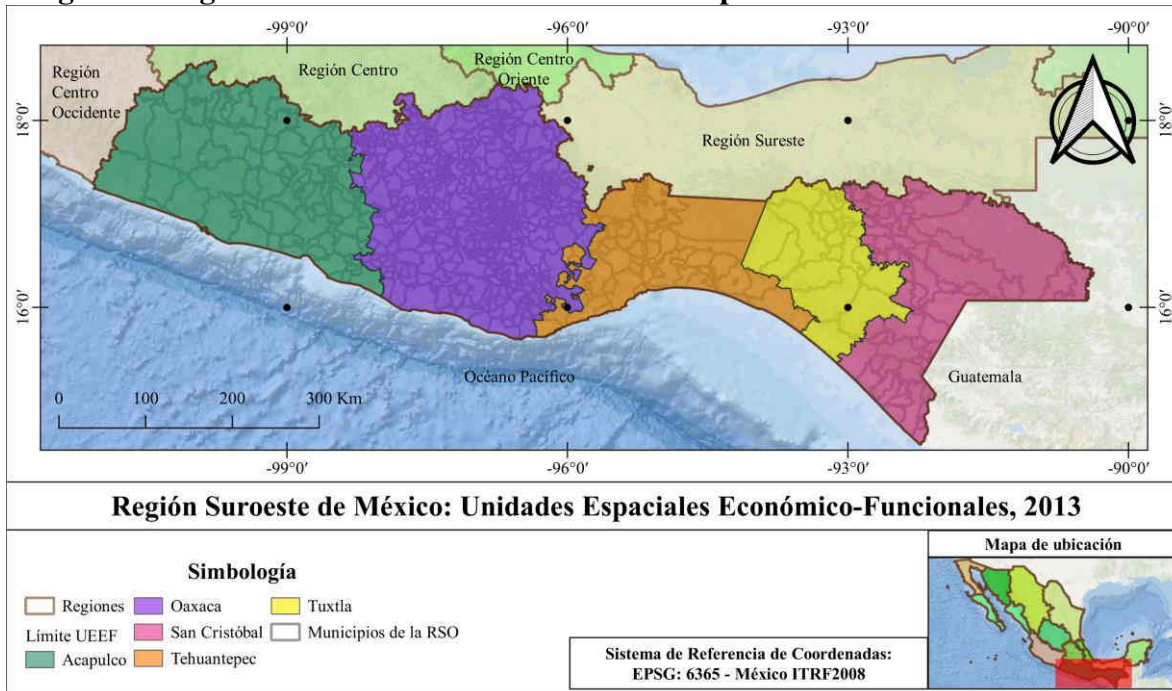
Se toman como variables económicas principales el valor agregado censal bruto (VA), el personal ocupado (PO), la producción bruta total (PBT) y las unidades económicas (UE) como representativas de la actividad económica, los nodos dominantes concentran alrededor del 69% del VA, el 55% del PO, el 83% de la PBT y 46% de las UE; todo respecto al total de la Región Suroeste.<sup>10</sup> Cabe señalar que los nodos con mayor concentración económica son las Zonas Metropolitanas y la ciudad de San Cristóbal de las Casas, por lo que se estimó su área de influencia y se llegó a la delimitación de 5 Unidades

<sup>10</sup> Estimaciones propias con datos del Censo Económico 2014, de INEGI.



Espaciales Económico-Funcionales (UEEF), mismas que llevan el nombre de su nodo dominante; la conformación de las UEEF se muestra en el siguiente mapa:

**Figura 5. Región Suroeste de México: Unidades Espaciales Económico-Funcionales**



Fuente: Elaboración propia con datos del Marco Geoestadístico Nacional (2010) y metodología de regionalización de CEDRUS (2013). Mapa diseñado en QGIS 3.10.5.

Sin embargo, aún con la identificación de las UEEF, el análisis queda muy agregado, pues como se puede apreciar en el mapa 3, más allá de los nodos dominantes, existen concentraciones urbanas de distintos tamaños, por lo que, para aproximarse de una mejor manera a la dinámica real de estas es preciso la identificación de subsistemas regionales, lo que resulta oportuno a la hora de atender cuestiones asociadas a la formulación de políticas y programas de apoyo. La identificación de los subsistemas regionales económico-funcionales se presenta a continuación mediante el análisis exploratorio de datos espaciales.

### **Análisis espacial en el área de estudio**

Aunque en el apartado metodológico se explica qué es el índice de Moran, vale la pena señalar que un valor positivo de este estadístico de forma preliminar indica la existencia de valores altos o bajos en sitios cuyos vecinos poseen la misma característica; de forma similar, un valor negativo implica que sitios donde hay valores altos (o bajos) tienen vecinos con valores bajos (o altos, en el caso de que el sitio de interés tenga un valor bajo).

De tal forma que, existen dos tipos de autocorrelación espacial: positiva, con valores de tipo alto-alto y bajo-bajo; y negativa, con valores de tipo alto-bajo y bajo-alto (Hernández-Hernández, 2015, p. 192).

Para este caso, la escala espacial básica es el municipio y se utiliza el valor agregado como variable representativa de la actividad económica en los sitios, el cual es tomado directamente del Censo Económico de 2014 de INEGI<sup>11</sup> y para procesar los datos y realizar las estimaciones se hace uso del *software GeoDa 1.12* (versión 2018). Para probar la existencia o no de la dependencia espacial entre los sitios en términos de la variable de estudio, se construye una matriz de pesos de tipo “reina” y se consideran las vecindades de primer orden (véase apartado metodológico).

La identificación de los subsistemas regionales para la Región Suroeste depende de las siguientes hipótesis de trabajo respecto al índice de Moran (IM):

- Ho:  $IM = 0 \rightarrow$  El coeficiente de autocorrelación espacial es igual a cero, lo que señala que no hay un patrón de concentración espacial; por lo que se esperaría un patrón de dispersión en términos de la variable de estudio para los sitios de interés.
- Ha:  $IM \neq 0 \rightarrow$  El coeficiente de autocorrelación espacial es distinto de cero, lo que señala la existencia de un patrón de concentración espacial; por lo que se puede afirmar que los valores en la variable de estudio no se distribuyen de manera aleatoria en los sitios de interés.

Los resultados del IM con valor agregado para las UEEF y para la Región Suroeste se pueden apreciar en la siguiente tabla:

**Tabla 1. Índice de Moran con valor agregado en las UEEF de la Región Suroeste de México, 2013**

Acapulco	Oaxaca	Tehuantepec	Tuxtla	San Cristóbal	Región SO
0.0798327	0.0537607	-0.0136939	-0.028862	-0.0685731	0.0413797

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del análisis de autocorrelación espacial en GeoDa 1.12.

De acuerdo con la regla de decisión, ningún coeficiente es igual a cero, por lo que se rechaza la hipótesis nula en favor de la hipótesis alternativa. A nivel general, la Región Suroeste y las UEEF de Acapulco y Oaxaca presentan coeficientes positivos, es decir autocorrelación espacial positiva, por lo que se esperaría la existencia de formación de

<sup>11</sup> Se utiliza el Censo Económico de 2014 de INEGI, debido a que el Censo Económico de 2019 aún no cuenta con información disponible a nivel municipal.

*clusters* en los sitios que las conforman; en contraste con las UEEF de Tehuantepec y Tuxtla, con coeficientes negativos, o bien, autocorrelación espacial negativa, por lo que se esperaría la existencia de *outliers* al interior de estas.

Es importante considerar que el IM es un indicador de autocorrelación espacial global, por lo que es necesario llevar a cabo la estimación del LISA, con él se identifican para cada UEEF la conformación de *clusters* en términos de valor agregado al interior de ellas y pueden ser de 4 tipos:

- Alto-Alto: son sitios que aglomeran valores altos de valor agregado y cuyos vecinos presentan la misma característica.
- Bajo-Bajo: son sitios que aglomeran valores bajos de valor agregado y cuyos vecinos presentan la misma característica.
- Bajo-Alto: son sitios que aglomeran valores bajos de valor agregado, pero que sus vecinos presentan valores altos.
- Alto-Bajo: son sitios que aglomeran valores altos de valor agregado, pero que sus vecinos presentan valores bajos.

Los resultados de la estimación LISA en las UEEF se presentan a continuación.

#### **a) UEEF Acapulco**

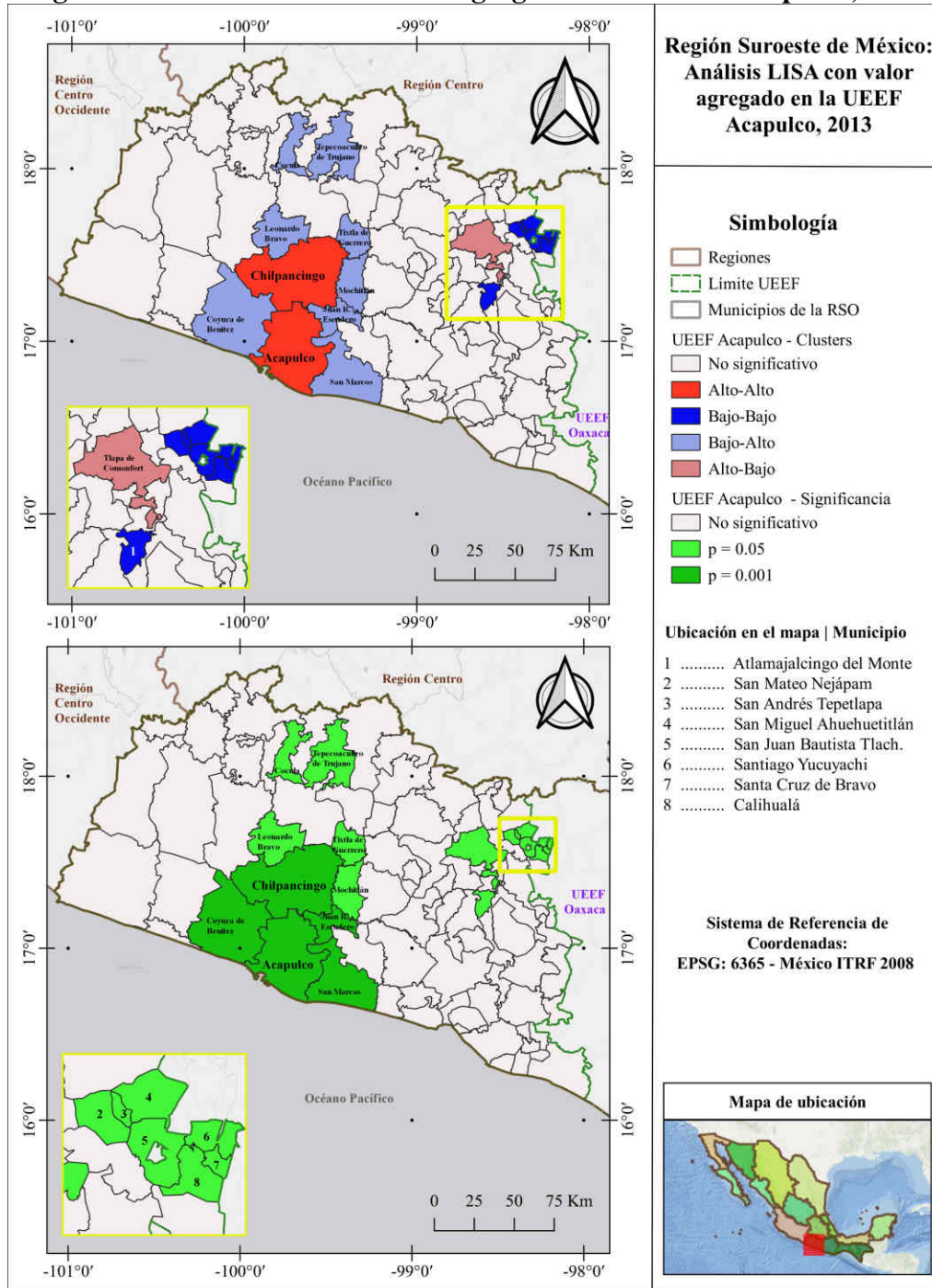
La UEEF Acapulco cuenta con 85 municipios. El análisis LISA muestra la existencia de *clusters* espaciales de tipo “Alto-Alto” para los sitios de Acapulco y Chilpancingo (con un nivel de confianza del 99%), en estos sitios se presenta una situación importante, pues son sitios que aglomeran altos valores en términos de la variable VA. La formación de *clusters* de tipo “Bajo-Alto” (a nivel de confianza del 95% y del 99%) se da en los sitios aledaños al *cluster* antes descrito, conformado por los sitios de San Marcos, Juan R. Escudero, Mochitlán, Tixtla de Guerrero (al este de Acapulco y Chilpancingo), así como Coyuca de Benítez y Leonardo Bravo (al oeste de Acapulco y Chilpancingo); hacia el norte de la UEEF se encuentra otra concentración en los sitios de Cocula y de Tepecoacuilco de Trujano.

Al este de la UEEF, se encuentra Tlapa de Comonfort, una concentración que propicia un *cluster* de tipo “Alto-Bajo” (a un nivel de confianza del 95%); su contraparte se encuentra en la formación de un *cluster* de tipo “Bajo-Bajo” al noreste de la UEEF con los sitios de Calihualá, San Andrés Tepetlapa, San Francisco Tlapacingo, San Juan Bautista



Tlachichilco, San Mateo Ahuhuetitlán, Santa Cruz de Bravo y Santiago Yucuyachi; así como Atlamajacingo del Monte (situado al sur de Tlapa de Comonfort). La figura 6 muestra los resultados.

**Figura 6. Análisis LISA con valor agregado en la UEEF Acapulco, 2013**



Fuente: Elaboración propia con datos del Marco Geostatístico Nacional (2010) y del Censo Económico (2014) de INEGI. Metodología de regionalización de CEDRUS (2013). Análisis en GeoDa 1.12. Mapa diseñado en QGIS 3.10.5.

En conclusión, para esta UEEF hay indicios de la generación de tres subsistemas regionales: Acapulco-Chilpancingo, Tlapa de Comonfort y Calihualá-San Andrés.

#### **b) UEEF Oaxaca**

La UEEF Oaxaca cuenta con 488 municipios. El análisis LISA muestra la composición de *clusters* de tipo “Alto-Alto” en los sitios Villa de Tututepec, San Pedro Mixtepec y la ZM de Oaxaca<sup>12</sup> (con un nivel de confianza del 95%). También se dan *clusters* de tipo “Alto-Bajo” en Asunción Nochixtlán, San Juan Bautista Cuicatlán y la Heroica Ciudad de Huajuapán de León (con un nivel de confianza del 99% y 99.9%) hacia el noroeste de la UEEF.

Como contraparte a estos sitios están los *clusters* de tipo “Bajo-Alto” en los sitios Coatecas Altas, Monjas, San Nicolás, San Sebastián Coatlán, San Simón Almolongas, Santa Catarina Cuixtla, Santos Reyes Nopala, Santo Tomás Tamazulapan y Yogana (al sur de la ZM de Oaxaca; con un 95% de confianza); otro agrupamiento con estas características se encuentra al noroeste de la UEEF Oaxaca, en los sitios Asunción Cuyotepeji, San Jerónimo Silacayoapilla, San Marcos Arteaga, San Miguel Amatitlán, San Pedro y San Pablo Tequixtepec, Santa María Camotlán, Santiago Ayuquillilla, Santiago Cacaloxtotec, Santiago Huajolotitlán, Santiago Miltepec y Zapotitlán Palmas (con un nivel de confianza del 95%).

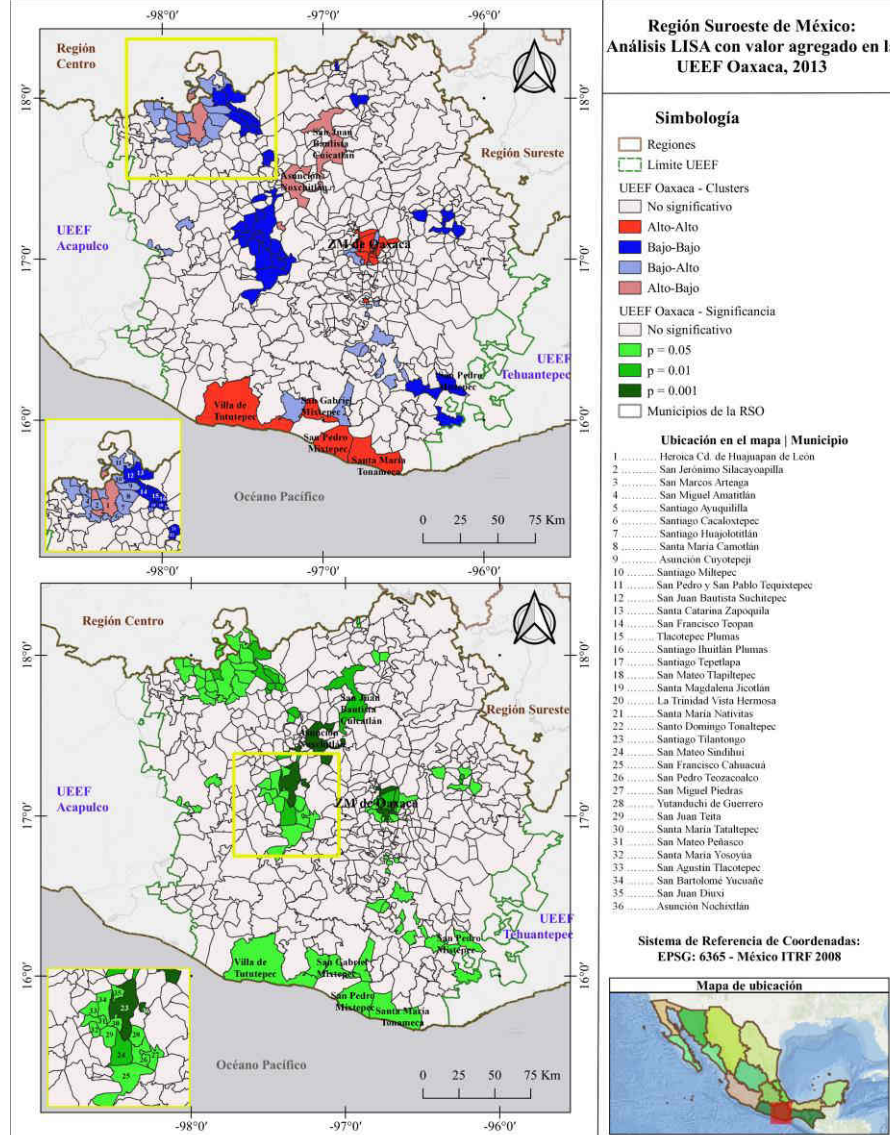
Y los *clusters* de tipo “Bajo-Bajo” se encuentran en San Agustín Tlacotepec, San Bartolomé Yucuañe, San Francisco Cahuacuá, San Juan Diuxi, San Juan Teita, San Mateo Peñasco, San Mateo Sindihui, San Miguel Piedras, San Pedros Teozacoalco, Santa María Tataltepec, Santa María Yosoyúa, Santiago Tilantongo y Yutanduchi de Guerrero (con un nivel de confianza del 99%).

La figura 7 muestra los resultados.

---

<sup>12</sup> Aunque en el caso de la ZM de Oaxaca, al tratarse de un nodo de gran importancia, más que de un *cluster* se puede hablar de la existencia de un *outlier*.

**Figura 7. Análisis LISA con valor agregado en la UEEF Oaxaca, 2013**



Fuente: Elaboración propia con datos del Marco Geostatístico Nacional (2010) y del Censo Económico (2014) de INEGI. Metodología de regionalización de CEDRUS (2013). Análisis en GeoDa 1.12. Mapa diseñado en QGIS 3.10.5.

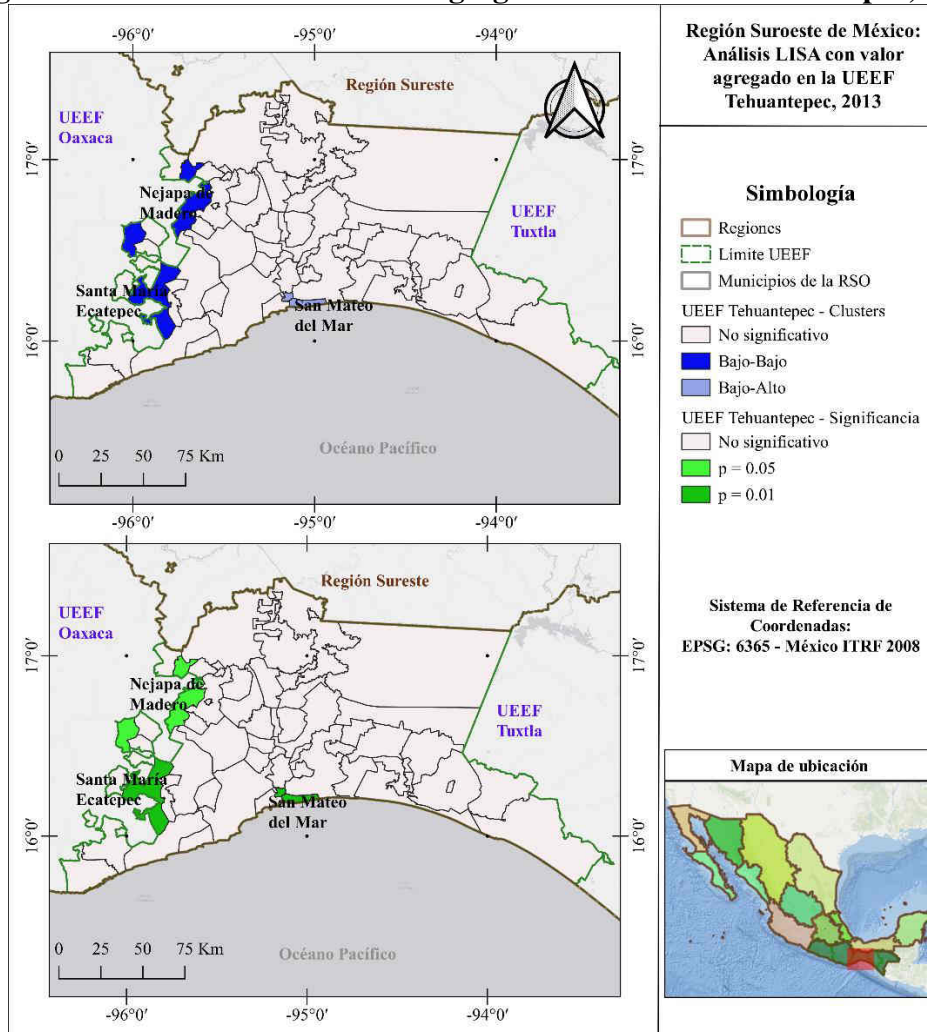
Por lo que, en esta UEEF hay indicios de la formación de cuatro subsistemas importantes: en la ZM de Oaxaca, en la zona costera con los sitios Villa de Tututepec-San Pedro Mixtepec y en la zona noroeste en Asunción Nochixtlán-San Juan Bautista Cuicatlán y la Heroica Ciudad de Huajuapán de León.

**c) UEEF Tehuantepec**

En la UEEF Tehuantepec hay 57 municipios. Aquí no se registra conformación de *clusters* de tipo “Alto-Alto”, ni de “Alto-Bajo”. Sin embargo, resalta la concentración de San Mateo

del Mar al sur de la UEEF como tipo “Bajo-Alto” (con un nivel de confianza del 99%). Mientras que al oeste (en colindancia con la UEEF Oaxaca) se registra un *cluster* de tipo “Bajo-Bajo” con los sitios Nejapa de Madero, San Lucas Camotlán y Santa María Ecatepec (con un nivel de confianza del 95% y 99%), tal como se observa en la figura 8.

**Figura 8. Análisis LISA con valor agregado en la UEEF Tehuantepec, 2013**



Fuente: Elaboración propia con datos del Marco Geostatístico Nacional (2010) y del Censo Económico (2014) de INEGI. Metodología de regionalización de CEDRUS (2013). Análisis en GeoDa 1.12. Mapa diseñado en QGIS 3.10.5.

De esta manera, más allá del nodo dominante, se distingue un subsistema regional en Nejapa de Madero y Santa María Ecatepec.

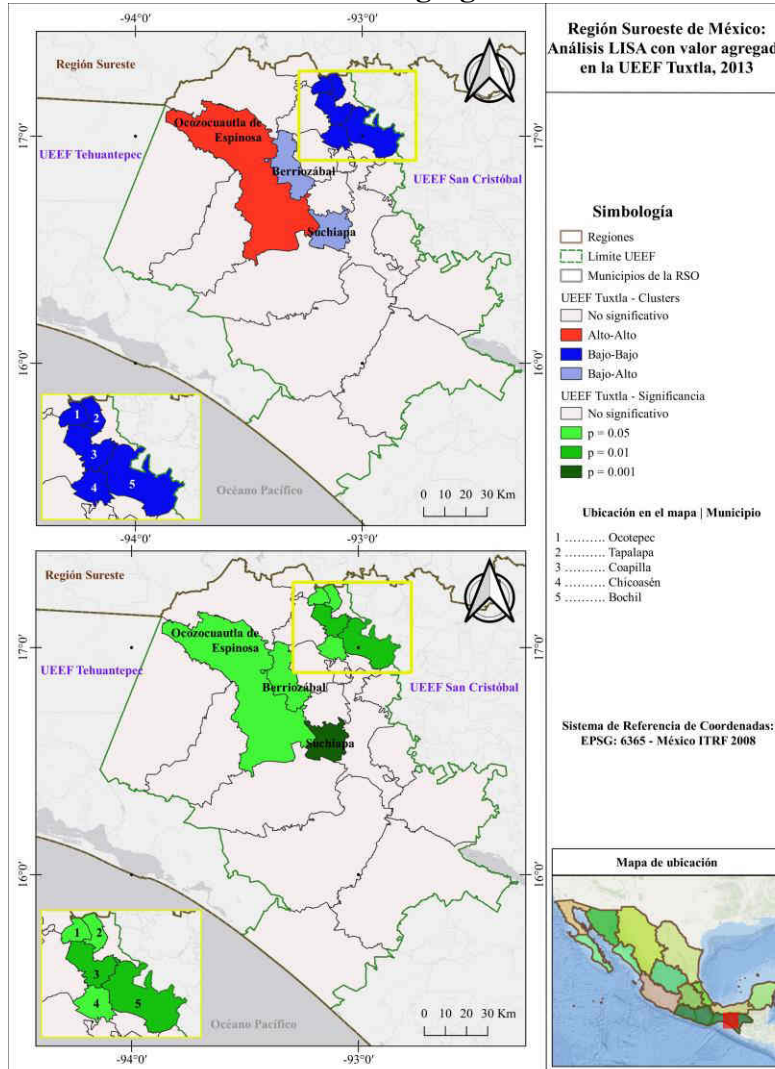
#### d) UEEF Tuxtla

En la UEEF Tuxtla hay 26 municipios. El sitio que más resalta por tener una concentración de tipo “Alto-Alto” es Ocozocoautla de Espinosa (con un nivel de confianza del 95%); dos



de sus vecinos de primer contacto, Berriozábal y Suchiapa son concentraciones de tipo “Bajo-Alto” (con un nivel de confianza de 95% y 99.9% respectivamente). Mientras que hacia la parte norte se forma un *cluster* de tipo “Bajo-Bajo” con los sitios de Bochil, Coapilla, Chocoasén, Ocoatepec y Tapalapa (con niveles de confianza del 95% y 99%), los resultados se muestran en la figura 9.

**Figura 9. Análisis LISA con valor agregado en la UEEF Tuxtla, 2013**



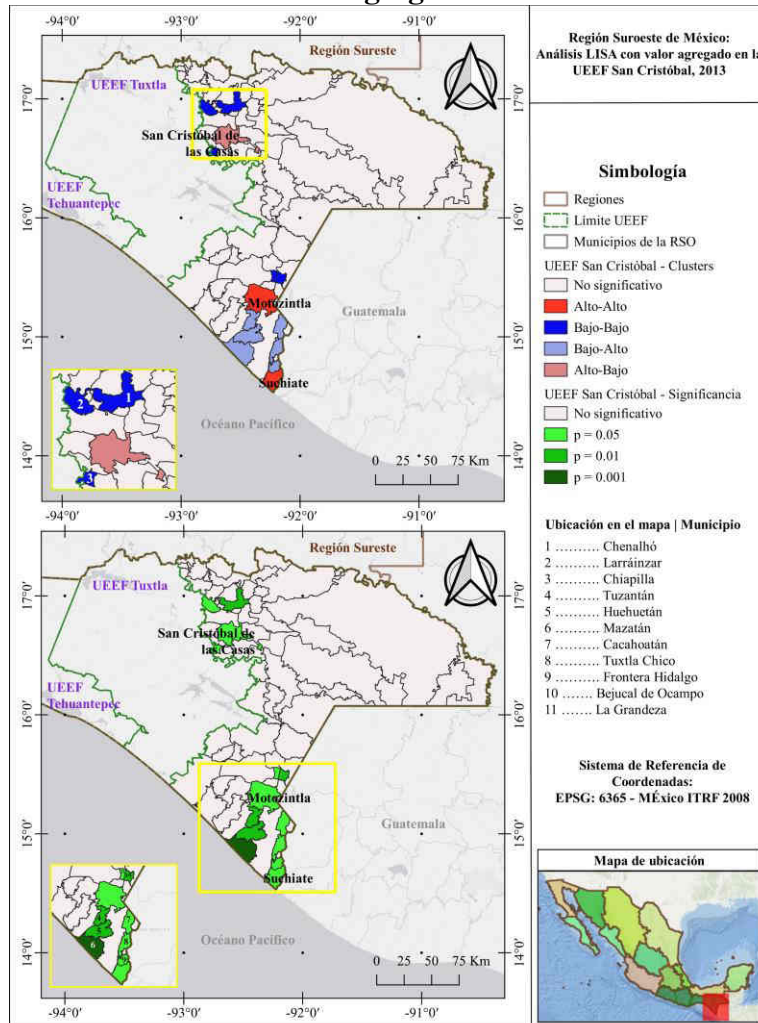
Fuente: Elaboración propia con datos del Marco Geoestadístico Nacional (2010) y del Censo Económico (2014) de INEGI. Metodología de regionalización de CEDRUS (2013). Análisis en GeoDa 1.12. Mapa diseñado en QGIS 3.10.5.

De acuerdo con los resultados para Tuxtla, se puede inferir que existen dos subsistemas regionales liderados por Ocozocoautla y por el conjunto de sitios resultantes del *cluster* de tipo “Bajo-Bajo”.

**e) UEEF San Cristóbal**

La UEEF San Cristóbal se compone por 74 municipios. Los resultados arrojan un *cluster* de tipo “Alto-Alto” con los sitios de Motozintla y Suchiate (con un nivel de confianza del 95%). Algunos de los sitios que se encuentran entre estos, conforman *clusters* de tipo “Bajo-Alto”: Cacahoatán, Frontera Hidalgo, Huehuetán, Mazatán, Tuxtla Chico y Tuzatán (con un rango de confianza del 95% y 99%). Al norte de la UEEF, la Ciudad de San Cristóbal de las Casas conforma una concentración con valores de tipo “Alto-Bajo” (con un nivel de confianza del 95%). Mientras que algunos de los sitios que lo rodean resultan ser de tipo “Bajo-Bajo” como Chenalhó, Chiapilla y Larráinzar (con un rango de confianza del 95% y 99%). La figura 10 da cuenta de los resultados.

**Figura 10. Análisis LISA con valor agregado en la UEEF San Cristóbal, 2013**



Fuente: Elaboración propia con datos del Marco Geoestadístico Nacional (2010) y del Censo Económico (2014) de INEGI. Metodología de regionalización de CEDRUS (2013). Análisis en GeoDa 1.12. Mapa diseñado en QGIS 3.10.5.

En esta UEEF es evidente la formación de dos subsistemas: en el norte con San Cristóbal de las Casas (que además es el nodo dominante de la UEEF) y al sur con Motozintla-Suchiate.

### **Conclusiones**

A lo largo de la investigación se ha recalcado la importancia del enfoque de la economía urbana y regional, ya que incorpora la dimensión espacial y temporal. En este sentido, es necesario el estudio de las regiones en el país pues eso permite conocer las características principales de los sitios y es una forma de aproximarse a la dinámica real en términos económicos, sociales, ambientales, etc.

Para regionalizar el territorio existen diversas metodologías, pero es recomendable que la delimitación de regiones esté en función de las características físicas y de la dinámica económico-poblacional de los sitios, pues eso revela cuál es su nivel de integración, cuáles son los nodos económicos que dominan el patrón de concentración y sus respectivas áreas de influencia, así como su funcionamiento a través de los flujos e interacciones que se dan a nivel inter e intra regional.

La metodología de regionalización económico-funcional se puede utilizar a distintas escalas espaciales, sin embargo, existen problemas asociados a la disponibilidad de información, ya que no siempre existen o son públicos los datos a cierto nivel de desagregación. Aunque vale la pena mencionar que, esta metodología no siempre se lleva a cabo completamente, debido a que en la mayoría de los estudios se prefiere por practicidad utilizar delimitaciones en términos político-administrativos.

Para este estudio, se retomó la propuesta de regionalización de CEDRUS, y se toma la delimitación de la Región Suroeste de México, en la que se identificaron cinco Unidades Espaciales Económico-Funcionales, las cuales se obtuvieron a partir de la identificación de los nodos dominantes y sus respectivas áreas de influencia. La delimitación de las UEEF en la RSO es un vistazo preliminar a la conformación de sistemas regionales, no obstante, el análisis es aún muy agregado, por lo que se aplica el análisis exploratorio de datos espaciales para la identificación de subsistemas, se tomó como variable representativa de la actividad económica el valor agregado.

Respecto a la hipótesis de trabajo, los índices de Moran aplicados para las UEEF de la RSO resultaron ser distintos de cero, por lo que se rechaza la hipótesis de aleatoriedad espacial en favor de la hipótesis alternativa, que resalta la existencia de autocorrelación espacial a lo largo de la región. Por otra parte, con el análisis LISA se logró visualizar la formación de *clusters* y de *outliers*, como evidencia clave para la identificación de subsistemas regionales: para la UEEF Acapulco, se identifican tres subsistemas clave en Acapulco-Chilpancingo, Tlapa de Comonfort y Calihualá-San Andrés; en la UEEF Oaxaca, se visualizan cuatro subsistemas principales en la ZM de Oaxaca, en la zona costera con Villa de Tututepec-San Pedro Mixtepec y en la zona noroeste con Asunción y la Heroica Ciudad de Huajuapán de León; en la UEEF de Tehuantepec solo se distingue el subsistema en Nejapa de Madero y Santa María Ecatepec; en la UEEF Tuxtla se identifican dos subsistemas, uno en Ocozacoautla y otro en el conjunto de municipios resultantes del cluster de tipo “Bajo-Bajo”; y en la UEEF San Cristóbal de las Casas, se distinguen dos subsistemas, uno liderado por el nodo principal y otro en el sur con Motozintla-Suchiate.

Finalmente resta decir que, los resultados dan evidencia de la formación de subsistemas regionales al interior de las RSO, por lo que es posible replicar esta metodología en otras regiones para conocer su estructura y el patrón de concentración que predomina en ellas. Además, se abre una nueva agenda de trabajo, en la que a partir del análisis exploratorio de datos espaciales para la identificación de subsistemas regionales se logren delimitar de manera formal estos, siguiendo los principios de la funcionalidad económica y poblacional del territorio, su utilidad se realiza a la hora de examinar ejes de política regional e implementación de distintos programas y/o proyectos, como por ejemplo, los megaproyectos de infraestructura que atraviesan grandes territorios y en los que hay que se debe poner especial énfasis en los subsistemas regionales que los atañen para atender las demandas poblacionales.

### **Fuentes**

- Anselin, L. (abril de 1995). Local Indicators of Spatial Association - LISA. *Geographical Analysis*, 27(2), 93-114.
- Asuad Sanén, N. E. (2001). *Economía regional y urbana. Introducción a las teorías, técnicas y metodologías básicas*. Puebla, México: Colegio de Puebla.
- (2014). *Pensamiento Económico y Espacio* (Vol. Primero). México: Facultad de Economía, UNAM.



- (2016). *Desarrollo regional y urbano: Tópicos selectos* (Vol. Segundo). México, México: Facultad de Economía, UNAM.
- Barros Díaz, O., & Aroca Gonzzález, P. (julio-diciembre de 2014). Econometría espacial y el análisis sociodemográfico. Aplicación en la formación de agrupaciones espaciales de envejecimiento en Cuba, período 2003-2009. *Novedades en población*(20), 1-10.
- Bassols Batalla, Ä. (1979). *Geografía, subdesarrollo y regionalización. México y el Tercer Mundo*. México: Editorial Nuestro Tiempo.
- Camagni, R. (2005). *Economía Urbana*. (A. Bosch, Ed., & V. Galleto, Trad.) España: Universidad Autónoma de Barcelona.
- Celemín, J. P. (2009). Autocorrelación espacial e indicadores locales de asociación espacial. Importancia, estructura y aplicación. *Revista Universitaria de Geografía*, 18, 11-31.
- Chasco Yrigoyen, C. (2010). Detección de clusters y otras estructuras regionales y urbanas con técnicas de econometría espacial. *Ciudad y Territorio Estudios Territoriales*, XLII, 497-512.
- Cotterleer, G., Stobbe, T., & van Kooten, G. C. (2008). Expert Opinion versus Transaction Evidence: Using the Reilly Index to Measure Open Space premium in the Urban-Rural Fringe. *Resource Economics & Policy Analysis Research Group (REPA)*, 1-41.
- Esqueda Walle, R. (2018). Disparidades en el desarrollo regional en Tamaulipas, México. *Revista de Economía Institucional*, 20(38), 235-262.
- Garrocho, C., Campos-Alanis, J., & Chávez-Soto, T. (2018). Análisis espacial de los inmuebles dañados por el sismo 19S-2017 en la Ciudad de México. *Salud pública de México*, 60(suplemento 1), 531-540.
- Gasca Zamora, J. (2009). *Geografía Regional: la región, la regionalización y el desarrollo regional en México*. México: Instituto de Geografía - UNAM.
- Gutiérrez Casas, L. E. (2008). *Potencial de desarrollo y desequilibrio regional en Chihuahua*. México: Editorial SOLAR-Instituto Chihuahuense de la Cultura.
- Hernández-Hernández, V. (enero de 2015). Análisis geoespacial de las elecciones presidenciales en México, 2012. *EURE*, 41(122), 185-207.
- Quintana Romero, L., & Andrés-Rosales, R. (2014). Econometría Espacial y sus aplicaciones. En L. Quintana Romero, & R. Andrés-Rosales, *Técnicas Modernas de Análisis Regional* (págs. 21-44). México: Plaza y Valdés.
- Ramírez Hernández, R. (2016). *Crecimiento urbano policéntrico y expansión de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México y sus impactos en el desarrollo urbano 1990-2040. Aplicación de un modelo de simulación para prospectiva territorial. Tesis doctoral de economía*. Ciudad de México, México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Rodríguez-Gámez, L. I., & Cabrera-Pereyra, J. A. (2017). Análisis espacial de las dinámicas de crecimiento económico en México (1999-2009). *Economía, Sociedad y Territorio*, XVII(55), 709-741.
- Rodríguez-Licea, G., García-Salazar, J., & Hernández-Martínez, j. (2016). Identificación de conglomerados para impulsar las cadenas productivas de carne en México. *Agronomía Mesoamericana*, 27(2), 353-365.
- SEDATU, CONAPO, & INEGI. (2018). *Delimitación de las Zonas Metropolitanas de México 2015*. México.

### **Sitios Web**

Centro de Estudios de Desarrollo Regional y Urbano Sustentable (CEDRUS). Disponible en: <https://cedrus-unam.blogspot.com/>

Consejo Nacional de Población (CONAPO). Disponible en: <https://www.gob.mx/conapo>

GeoDa Center. Disponible en: <https://geodacenter.github.io/>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/>

QGIS. Disponible en: <https://qgis.org/en/site/>

Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU). Disponible en: <https://www.gob.mx/sedatu>