



Facultad de Estudios Superiores

**Acatlán**



Alejandra Pacheco Díaz  
Contacto: alejandrapd\_24@hotmail.com  
Licenciatura en Economía  
Profesor: José Antonio Huitrón Mendoza

## La distribución del tamaño de las ciudades mediante la ley de Zipf(1990-2014)

### Resumen

En este apartado se hace un análisis empírico, demostrando la distribución de la Zona Metropolitana del Valle de México, teniendo una aproximación de que las ciudades siguen la ley de Zipf, con la utilización de una base de datos de población y censos económicos utilizando el Valor Agregado como variable para ubicar el centro económico de la ciudad, y así tener una aproximación de la distribución de la población por medio de anillos concéntricos. Definiendo las principales características de cada región que expliquen el fenómeno emergente.

**Palabras clave:** Distribución del tamaño de ciudades, ley de Zipf, análisis lisa, urbanización.

## Contenido

Capítulo 2. <i>La Zona Metropolitana del Valle de México: la distribución y su jerarquía de la ciudad</i> .....	3
2.1 Estructura de la distribución del tamaño de ciudades .....	4
2.2 El crecimiento de la población en México .....	5
2.3 La Zona Metropolitana del Valle de México: análisis histórico y características .....	7
2.4 La ZMVM: distribución y crecimiento.....	9
2.4.1 Medición del fenómeno de crecimiento y distribución del tamaño de la ciudad.....	9
2.4.2 Distribución del tamaño de la Zona Metropolitana del Valle de México: análisis empírico .....	11
Figura 2.1 Distribución del tamaño de ciudades de la ZMVM 1990-2014 .....	13
2.5 Análisis Exploratorio de Datos Espaciales.....	16
2.5.1 Identificación de patrones de concentración y centros económicos.....	17
2.5.2 Comprobación de la ley de Zipf en el análisis teórico - empírico de la distribución del tamaño de la ZMVM.....	26
2.6 Síntesis .....	29
Bibliografía.....	32

## **Capítulo 2. *La Zona Metropolitana del Valle de México: la distribución y su jerarquía de la ciudad***

## 2.1 Estructura de la distribución del tamaño de ciudades

El objetivo del presente documento consiste en realizar un estudio sobre las principales tendencias de la urbanización, desarrollo, distribución y crecimiento en la Zona Metropolitana del Valle de México ocurridas en la década de los noventa a la fecha. En la perspectiva teórica, el documento se sustenta en aportaciones de la ciencia regional en los temas de distribución del tamaño de ciudades. Desde el punto de vista instrumental, la información a utilizar consiste en datos de los censos generales de población y vivienda de 1990, 1995, 2000, 2005 y 2010, y los Censos Económicos de 1990, 2004 y 2009. Las unidades de estudio es la ZMVM delimitada a 16 delegaciones, 59 municipios y un municipio de Hidalgo a lo largo del periodo de estudio de 1990-2014.

La idea principal de este capítulo es realizar un análisis empírico que demuestre que la Zona Metropolitana del Valle de México sigue un patrón de distribución, en este caso la ley de Zipf, en el cual se muestre el tamaño de la población y como esta jerarquizada la ciudad, a partir de la identificación de un centro económico.

Posteriormente, se examina como está definida la jerarquización de la ZMVM para verificar el tamaño de la población, si estas realmente siguen una distribución de Zipf, verificando los datos de cada población para ver si es cierto que corresponde al número de población y al valor que se produce en ese espacio.

Con la utilización de herramientas estadísticas se hace un estudio de comprobación, realizando la evidencia empírica mediante un análisis lisa, para confirmar que los datos sean robustos y el centro económico este identificado correctamente, así como su periferia.

## 2.2 El crecimiento de la población en México

La Zona Metropolitana del Valle de México se ha mostrado un crecimiento poblacional y urbano acelerado, por lo cual se considera que es una gran metrópolis, ya que la población ha ido aumentando provocando que haya una expansión de territorio, es decir que la población se va desplazando hacia la periferia.

Por lo tanto el crecimiento de la ZMVM se puede explicar por los factores sociales, económicos, políticos y culturales, por lo tanto el proceso de metropolización depende del número de población que se lleva a cabo por el crecimiento demográfico y la migración de las personas, que se desplazan hacia un lugar central, en este caso la Ciudad de México, identificándose dos características que ayudan a ubicar un lugar central, dicha ubicación se puede observar por la aglomeración, es decir la existencia de mayor población en un solo lugar, obligando al desplazamiento hacia lugares con dispersión de población, es decir que no hay muchas personas habitando ese espacio, en este caso la periferia. (Escobar y Salvador,2009)

Con el paso del tiempo se ha tenido un gran impacto por la aglomeración de la población en el centro económico de la ciudad de México, siendo este un gran polo de atracción para las personas, lo cual causa la migración hacia el lugar central de la ciudad.

Por lo tanto la migración ha seguido un patrón de movilización , como efecto marcando una aceleración de transición demográfica desde 1976, provocando un crecimiento de manera horizontal, esto quiere decir que la zona metropolitana va en aumento de población , ya que con los años se le ha sumado importancia siendo una ciudad más atractiva donde el crecimiento demográfico hace a la ciudad más receptiva a la población migrante. (Isauro,2008)

Esto se refiere que la metropolización se va generando por la urbanización siendo una mancha urbana en un solo espacio creando un centro económico , al

cual se le puede decir que la zona metropolitana ha tenido una jerarquización de las regiones , esto es a causa de que la concentración de población en un solo centro en el cual se genera que sea un espacio con mayor producción por la existencia de mayor población especializada, convirtiendo a la ZMVM en una ciudad más optima es decir la hace más competitiva ante otras regiones por su vocación y el grado de especialización y eficacia.

“La expansión urbana que desde los años 30 se viene manifestando ha hecho que la nación cambie radicalmente, de ser dominante rural a principios del siglo xx, a ser dominante urbana a fines del mismo. La población urbana se multiplico por 8 por ciento de 1930 a 1990...” (Isauro,2009,p 213).

A lo que se hace referencia el crecimiento poblacional se relaciona con la evolución y el desarrollo económico de la zona, teniendo mayores áreas urbanas, esto se debe a que hay altas tasas de natalidad y como se ha mencionado con anterioridad un alta tasa de migración.

El crecimiento no solo depende de la aglomeración de la población, sino también de la actividades económicas, la ocupación, renta y la interdependencia de la producción, y el consumo que se genere en la ciudad (Camagni,2005).Se identifican dos periodos del crecimiento de la zona metropolitana: a) alta concentración de población y actividades económicas en un solo lugar, y b) inicio acelerado del proceso de centralización (expansión de la ciudad) (Unikel,1975).

Para concluir que la ZMVM con el paso del tiempo se ha presentado un aumento constante de población, a lo cual se considera que cada vez se va expandiendo hacia la periferia, en este caso a regiones conurbadas del Estado de México, creando que la zona metropolitana se haga más grande y sea la que tenga mayor eficiencia.

### 2.3 La Zona Metropolitana del Valle de México: análisis histórico y características

Actualmente la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) se encuentra delimitada por 59 municipios del Estado de México, 16 delegaciones del DF y un municipio de Hidalgo (Tizayuca) sumando en total 19, 239,910 habitantes. (Delimitación de las zonas metropolitanas de México, 2005).

La distribución hasta estos tiempos de la ZMVM dependen de los asentamientos humanos de las regiones, es decir la aglomeración de la población en una región central, tomando en cuenta la infraestructura, disponibilidad de recursos, accesibilidad a servicios, especialización, oferta de trabajo entre otros, esta características determinan la distribución y el tamaño de la ZMVM.

Las características ya mencionadas son trascendentes para la población para que conozcan el tipo de calidad de vida que tendrán en la región, esto ayuda a la toma de decisiones de desplazamiento de la población, es decir la migración hacia el lugar central, dejando atrás las ciudades rurales, es necesario mencionar que en la actualidad es difícil mantener el concepto de migración de rural a urbano, ya que la ciudad esta tan metropolitana que el tipo de migración es considerado de urbano-urbano, esto da pie a que se tenga que delimitar una distribución por tamaño de población.

Durante el siglo XX se empieza a hacer notorio un alto grado de urbanización, convirtiendo las pequeñas localidades en regiones medianas, en lo cual se hace evidente la existencia de una jerarquía urbana, donde al menos de cada 7 habitantes se trasladan al centro económico, buscando mejores y nuevas oportunidades, esto con la necesidad de buscar una estrategia de supervivencia familiar, con el interés de captar mayores ingresos que permitan un alto nivel de bienestar.

En el proceso de distribución y crecimiento de la ZMVM vale mencionar que se consideran 3 fases, de acuerdo con (Sobrino,2011) caracterizadas por la evolución y el desarrollo, la primer fase la considera de 1900 a 1940, la segunda fase de 1940 a 1980, en las cuales se denomina que la población ha ido en aumento por un alto grado de natalidad y tasas de mortalidad significativas, así como también un alto grado de urbanización, por tasas por encima de lo común, implicando que la distribución territorial se viera afectada la Zona Metropolitana del Valle de México , por la alta concentración de población.

El periodo a examinar es la tercera fase de acuerdo a (Sobrino,2011), se presenta que la ZMVM creció 4.5 veces, aproximadamente el 90% de la población se encontraba en esta zona (Garrocho,1980) se especifica por la población urbana que tiene un aumento de población constante en donde el área central formado por las delegaciones y municipios concentran mayor población y por lo tanto el grado de urbanización aumento de acuerdo al número de población.

Lo anterior se explica por el aumento de regiones en el cual se distribuye toda la población; de acuerdo con el censo de población y vivienda la ZMVM en la zona central se tiene un alto grado de densidad, teniendo 5,920 habitantes por kilómetro cuadrado, esto permite observar los diferentes rangos de la región mediante el tamaño de la localidad y el número de personas que se concentran en este espacio.

Tomando en cuenta la migración interna, la ciudad se hace más atractiva para inversionistas, ya que visualizan la región de manera productiva, por lo tanto la ZM tienen un desempeño de competitividad y eficiencia por el cual la ZMVM debe de mantener un estructura de crecimiento y distribución.

“las actividades económicas al interior de la región se organizan jerárquicamente según su distribución en la ciudad de mayor tamaño, lo que habla más de efectos difusores centrípetos desde el nodo central hacia su corona regional de localidades, y menos del aprovechamiento de economías particulares en cada localidad” (Sobrino,2006 p.14).



## 2.4 La ZMVM: distribución y crecimiento

En este apartado se hace un estudio para conocer si la ZMVM, cuenta con un tipo de estructura, es decir una distribución de la población por tamaño de localidades del año de 1990 a la fecha; además de visualizar si las regiones cuentan con una jerarquía por nivel de importancia, siguiendo la distribución de la ley de Zipf, como se menciona en el capítulo uno, por medio de la utilización de un esquema centro-periferia, diferenciados por rangos de importancia, validando la existencia de un centro económico del cual dependa la periferia.

La Zona Metropolitana del Valle de México es considerado un gran ciudad “Metrópolis”, un espacio temporal con asentamientos humanos, tomando en cuenta el crecimiento natural, como, la tasa de natalidad y mortalidad ya que son distintas en cada tiempo, es decir que se depende del número de nacimientos y defunciones en determinado tiempo, provocando un efecto emergente en el cual se define si existe una alta concentración de población.

La conformación de la región se define por la toma de decisiones de la población , donde a partir de las diversas características demográficas, poblacionales y culturales, la personas analizan los motivos que tienen para residir en cierta localidad y/o región, y los beneficios que obtendría al decidir permanecer en ese lugar.

### 2.4.1 Medición del fenómeno de crecimiento y distribución del tamaño de la ciudad

Para comenzar, en la última década se ha reconocido la necesidad de examinar la distribución del tamaño de ciudades y si estas están jerarquizadas, mediante la utilización de una regla rango-tamaño (distribución de Zipf) , analizar el tamaño de las ciudades, ayuda a conocer la magnitud de la población en una región, tener conocimiento de los efectos del crecimiento, cual es la jerarquía de la ciudad y primacía del sistema urbano nacional o la concentración de población en solo algunos lugares centrales (Garrocho,1751).

El enfoque principal es describir la distribución de frecuencias de los centros urbanos en la ZMVM, la cual permite que se distinga la dimensión geográfica y poblacional de la zona. Por lo tanto se debe resolver la problemática de la concentración y la dispersión de la población a partir de la localización de un centro urbano.

En este sentido la medición de este fenómeno es primordial para conocer como está distribuida la ZMVM en la cual se concuerda con los supuestos de jerarquía, que deben tomar en cuenta que se sigue un esquema de centro periferia, donde se supone la existencia de un centro urbano que es económicamente mejor, permitiendo una mejor calidad de vida.

Este fenómeno se debe tomar en cuenta la jerarquización por nivel de importancia que toman los diferentes asentamientos humanos, por otro lado es relevante considerar la distribución por tamaño en un sentido económico, así como sus características y el comportamiento de la ZM y su población.

El presente estudio poblacional y económico se basa en la metodología de la teoría de los lugares centrales, siguiendo el supuesto de que la población prefiere concentrarse en un lugar central, ya que tienen fácil acceso a bienes y servicios, existiendo por lo tanto un región más productiva, en donde satisfacen las necesidades de consumo, entendiendo que la población y las empresas siguen una metodología de oferta y demanda (Christaller,1967).

Continuamos con la metodología para el análisis de la distribución por tamaño de la ciudad, enfocándonos en el espacio temporal siendo la Zona Metropolitana del Valle, analizando el estudio a nivel municipal de los años de 1990 a 2014, delimitado por 16 delegaciones, 59 municipios del Estado de México y un municipio del estado de Hidalgo.

Para realizar dicho análisis es necesario crear una base de datos que nos ayude con la identificación de los asentamientos humanos en toda la ZM , para lo cual se examinan los Censos de Población y Vivienda y los Censos Económicos, tomando en cuenta las variables de la población y el Valor Agregado

(INEGI,2015); y como variables para la verificación de la concentración se utiliza la Población Ocupada Total; las variables anteriormente mencionadas tienen la finalidad de conocer el número de habitantes de cada localidad así como el valor que produce cada una de ellas.

El objetivo del análisis teórico-empírico tiene como finalidad hacer una evaluación de cómo es que se desempeña cada delegación o municipio, teniendo un mayor acercamiento a la realidad de la distribución de la población de la ZMVM, ubicándolos por tamaño y desde una perspectiva económica, asimismo jerarquizar la ciudad por nivel de importancia según sus características como los servicios, nivel de empleo y productividad, pero sin dejar atrás los supuestos que permiten que el estudio tengan una mejor solidez.

A manera de conclusión los datos y los supuestos de porque tener una jerarquía, podemos continuar con un análisis empírico del fenómeno que permitirá mostrar la distribución y el tamaño de la ciudad, asimismo validar los supuestos y la distribución de Zipf para la Zona Metropolitana del Valle de México.

#### **2.4.2 Distribución del tamaño de la Zona Metropolitana del Valle de México: análisis empírico**

La ciudad ha tenido una evolución con el paso del tiempo, esto es debido a que la población ha ido expandiendo con el tiempo , por lo tanto se demuestra cómo se ha ido concentrando la población en un área urbana durante un periodo establecido de(1990-2014) para la Zona Metropolitana del Valle de México.

Con el fin de conocer como es la dinámica poblacional que define la distribución del tamaño de la ZM, siendo fundamental establecer los parámetros de cada rango y ver como se jerarquiza la ciudad, es decir la estructura que se sigue mediante la importancia de cada región, generando una metrópolis.

Consecuentemente la estructura de la ciudad conlleva a una jerarquía de la población ya que es relevante mantener una cierta distribución tanto de la población como de los servicios básicos para que sobrelleve a un desarrollo urbano y económico eficiente.

Se debe tener en cuenta una estructura espacial de la ZMVM, donde se muestren cambios en la dinámica de la población, ya que debe ser significativo jerarquizar la ciudad, siguiendo un patrón que permita la interacción entre regiones y la población para que exista un equilibrio en el consumo, la oferta y demanda de servicios y productos, así como también la productividad de la ciudad .

La ley de Zipf es principal para el análisis de la distribución porque ayuda a observar el comportamiento de la población, entendiendo que la ciudad tiene una estructura la cual se debe cumplir para que esta no sea un caos, tomando en cuenta la participación y sus atributos de la zona metropolitana de cada región.

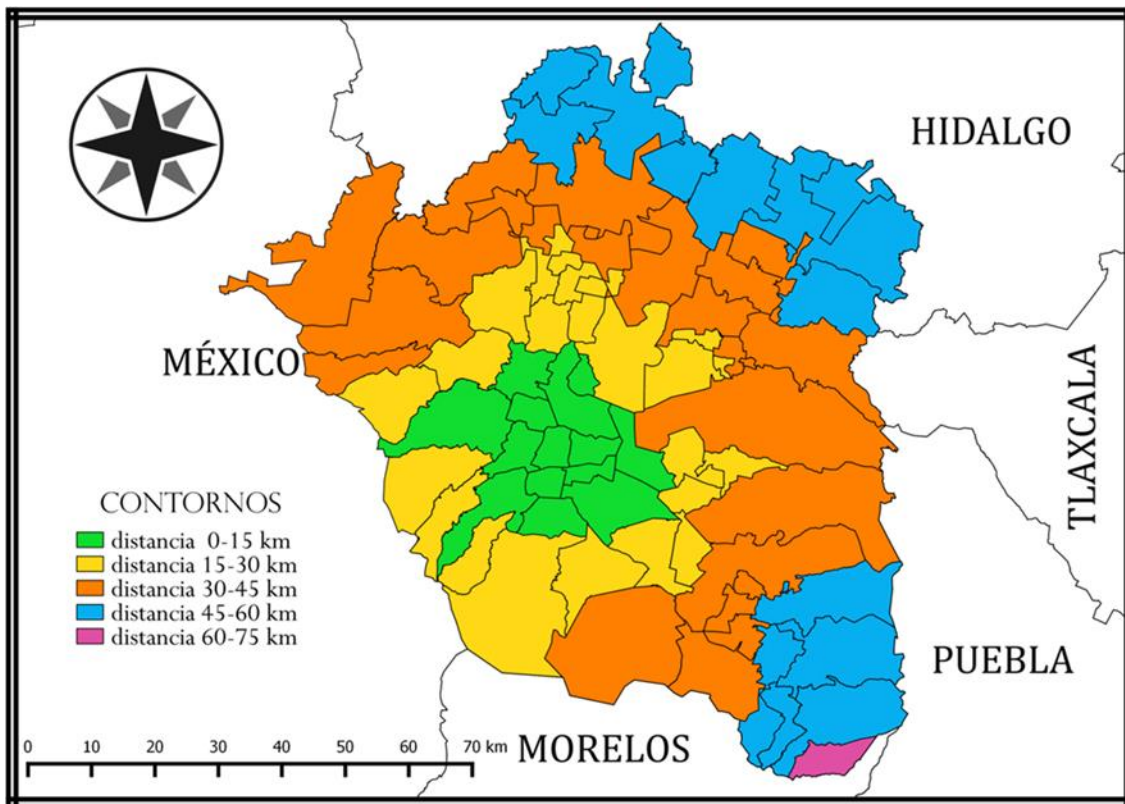
Los atributos que se consideran para determinar la productividad y eficiencia de la ciudad son los siguientes: infraestructura, viviendas, lugares de trabajo, equipamiento, espacios abiertos como centros comerciales, museos, entre otros. Así como también servicios básicos como el suelo, energía eléctrica, agua, drenaje, lugares de trabajo, transporte y servicios públicos, sin dejar de lado el comercio; lo mencionado anteriormente tienen suma relevancia en las implicaciones porque ayuda a la explicación del porque se deben de jerarquizar las ciudades.

Lo anterior permite que se identifiquen los lugares que son más desarrollados impidiendo una evolución de la ciudad, para evitar la descentralización con diversos patrones de dispersión, provocando que no haya un metropolismo, induciendo a una pérdida de población ocupacional, reprimiendo una alta productividad, perjudicando al crecimiento demográfico y económico.

## Figura 2.1 Distribución del tamaño de ciudades de la ZMVM 1990-2014

Para ilustrar el comportamiento de la ZMVM se plasma la información del número total de habitantes de toda la región en un mapa con el propósito de identificar la zona central y sus suburbios como también la distribución de la población en el cual se representa mediante círculos concéntricos.

**Figura 1 Distribución del tamaño de ciudades de la ZMVM 1990-2014**



Fuente: Elaboración propia con base en los Censos de Población y Vivienda.

Se concuerda con los supuestos de organización de centro-periferia como sugiere (Sobrino, 2007), ya que se concuerda con el tipo de estructura urbana de la ZMVM mostrando la intensidad de ocupación de la ciudad en las delegaciones y municipios de la ZM.

La organización de la ZMVM está compuesta por círculos concéntricos eligiendo principalmente un punto de partida, en este caso la localidad de la

delegación Cuauhtémoc, que es la que presenta un mayor número de población y de participación económica.

La metodología utilizada para la definición de rangos es definida generalmente por una distancia de 10km, pero por cuestiones externas al fenómeno, las distancias para la ZMVM son de 15km por rango, esto se debe a las diferentes peculiaridades de la ciudad como una geografía irregular que limita a que se tenga un mismo diseño para todo el territorio, siendo un espacio heterogéneo con distintas características.

La organización para el análisis del centro-periferia como sugiere (Sobrino,2007), es del siguiente orden:

- i. Distrito central y de negocios: se identifica como el corazón de la ciudad, y funciona como nodo de la vida comercial, cultural, social y cívica de la metrópoli.
- ii. Zona de transición : se conjuga con el centro de la ciudad
- iii. Área suburbana: se identifica la concentración de actividades industriales, parques industriales y comerciales.
- iv. Franja rural-urbana: conocida como “periurbana o ruraurbana”, son un conjunto de localidades que aún no han sido integradas físicamente a las zonas centrales.

Por lo tanto se argumenta que la zona central de la ZMVM es el corazón de la zona, el cual se considera como el centro económico conformado por las delegaciones de Azcapotzalco, Coyoacán, Gustavo A. Madero, Iztacalco, Iztapalapa, Álvaro Obregón, Benito Juárez, Cuauhtémoc, Miguel Hidalgo, Venustiano Carranza, y los municipios de Naucalpan, Tlalnepantla y Nezahualcóyotl; con este resultado se comprueba la teoría de (Christaller,1997) que especifica que hay una tendencia a que la población se concentra en torno a un lugar central.(Ver Figura 2.1)

Consiguientemente las principales características del centro, por el cual existe una aglomeración es la oferta residencial de localizarse en una zona que tiene

mayor acceso a los servicios, pero es relevante hacer referencia que la población que decide localizarse en esta zona cuenta con una estabilidad económica y social, donde las personas están mayormente especializadas.

El centro es también distinguido porque a mayor densidad mayor tamaño de la ciudad y por lo tanto un aumento servicios que satisfagan las necesidades de la población, como los servicios públicos, escuelas, hospitales, comercios, cultura, educación, amenidades entre otros; De igual manera se toma en cuenta el tamaño de las familias ya que estas consideran los beneficios de localizarse en un lugar central.

El primer contorno está conformado por municipios que rodean el centro económico, la población ubicada en esta región cuentan con cierta especialización ya que está ligada a la zona central y tienen más posibilidades de interacción y desplazamiento para conseguir un lugar de empleo para obtener un aumento en salarios o bien esa área es de apoyo y se localizan sobre todo unidades administrativas y servicios de primer nivel de la ciudad central.

El segundo contorno se concentran parques industriales y centros comerciales grandes, o bien industrias y personal especializados en mano de obra y servicios baratos, se depende aun así de la zona central para la distribución de mercancía, otra característica es la creación de nuevas viviendas para toda aquella población que no cuente con una vivienda propia o la renta es más accesible, ya que suelen ser más baratos, funcionando como un a implementación para la re estructuración de la población.

El contorno tres y cuatro ya es considerado como la periferia de la zona central, situando a la población con menores ingresos y con especialización agropecuario, localizando también a empresas mercantiles, por lo general no se tienen mucha interacción con la zona central ya que su área de trabajo esta hacia su periferia.

Se puede finalizar expresando que la distribución y jerarquía de la ciudad es un tema relevante, admitiendo que la zona central es el más trascendental, ya que

conforme se va estructurando la población el entorno va perdiendo importancia por los servicios que van en disminución.

## 2.5 Análisis Exploratorio de Datos Espaciales

La econometría espacial es creada para tener una estimación y resolución de problemas regionales de los fenómenos económicos espaciales, es decir en un espacio determinado en el tiempo, para la experimentación de fenómenos emergentes.

“En los últimos cuarenta años, la economía regional y urbana ha experimentado un fuerte desarrollo metodológico basado en la necesidad de trabajar con la naturaleza de los datos de corte transversal, cuando se utiliza este tipo de datos suelen aparecerlos denominados efectos especiales: heterogeneidad y la dependencia espacial” (Moreno y Vayá,).

En realidad el uso de la econometría espacial lo introducimos para desarrollar un análisis exploratorio de datos espaciales ESDA (por sus siglas en ingles), con el objetivo de evaluar los cambios en el tiempo de la distribución del tamaño de ciudades mediante la ley de Zipf para la Zona Metropolitana del Valle de México así como su función económica, con el objetivo de identificar el centro económico.

El índice de Moran permite identificar el problema de auto correlación y observar donde se concentran altos y/o bajos valores de población y económicos; se fundamenta que la primera ley geográfica de Tobler (1970) “todo está relacionado con todo, pero las cosas cercanas están más relacionadas que las cosas distantes”, esto nos da a entender que existe un mayor funcionamiento cuando se jerarquiza la ciudad, ya que se decide el nivel de importancia de las regiones y la interacción que existe entre estas.



### 2.5.1 Identificación de patrones de concentración y centros económicos

Para conocer las características se desarrolla un análisis exploratorio de datos, que permita verificar la teoría de la existencia de un centro económico para la ZMVM la cual es de mayor importancia respecto con la periferia, asimismo conocer la dimensión de la ZMVM, y confirmando la existencia de un centro económico, mediante el análisis LISA (Indicadores locales de asociación espacial) que ayuda a representar el grado de correlación del indicador de una unidad territorial con los indicadores de sus vecinos, este varía entre -1 y +1; identificando los valores altos y bajos que se agrupan espacialmente que se representan en 5 conglomerados espaciales, que son los siguientes:

- i. Alto-alto: unidad territorial con un valor por encima del promedio, rodeada por áreas vecinas que se encuentran sobre la media (hot spots).
- ii. Bajo-alto: unidad territorial con un valor de análisis bajo, rodeada de vecino con valores sobre la media.
- iii. Bajo-bajo: unidad territorial con un valor de análisis inferior al promedio rodeada por vecinos que está por debajo de la media (cold spots).
- iv. Alto-bajo: unidad territorial con valor de análisis alto, rodeado por áreas vecinas con valores bajo la media.

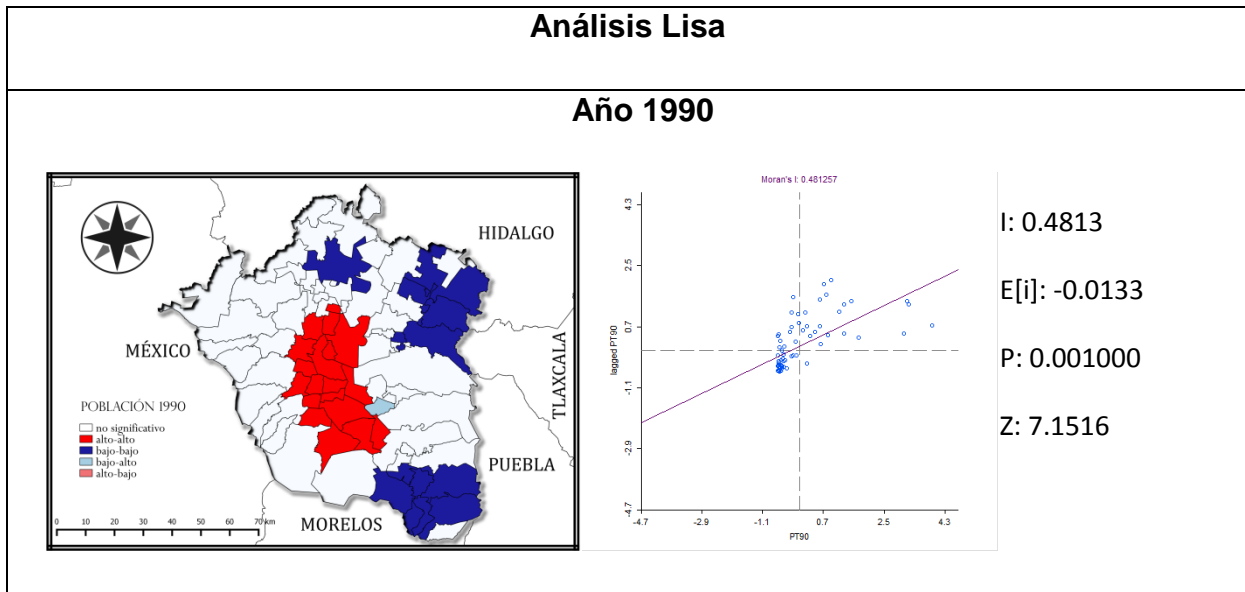
Con respecto a este trabajo se utilizara los indicadores locales de asociación local (LISA) representado que se basa en la estadística de Moran ,en donde se pueda apreciar la distribución de Zipf, mostrando si hay conglomeración de la población, probando la existencia de un centro económico ya sea con altos o bajos niveles, así como también la significancia de las zonas.

En este procedimiento, los mapas y gráficas de dispersión mostraran como ya se ha mencionado antes la conglomeración o dispersión de la población, así como la significancia y la clasificación de los lugares, es decir la agrupación. LISA. La funcionalidad del análisis así como la autocorrelación, se hace mediante la

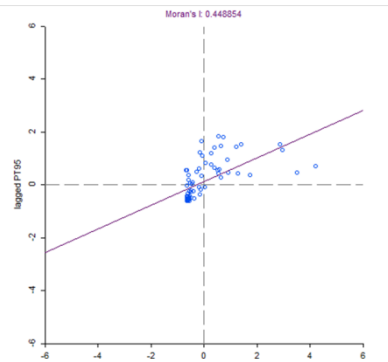
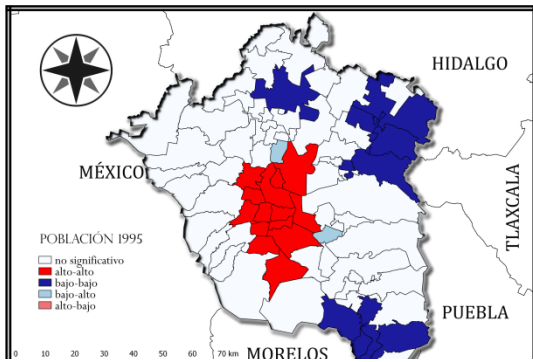
construcción de una **matriz de pesos espaciales**, con el fin de determinar la distancia o la contigüidad.

Para calcular si hay una correlación se estimara por medio de una Matriz de vecindad de tipo reina de orden 1, se define por una gama de tonalidades en este caso el color rojo significa una alta concentración y los azules baja concentración para saber si hay significancia o no, para la validación del procedimiento de la identificación del centro económico, evaluando mediante una randomización de 999 permutaciones, el cual nos permite obtener el índice de Moran, la  $E(I)$  esperada, p pseudo valor y  $z^{***}$  para demostrar que el estudio es cierto, y esta lo más aproximado a la realidad.

**Figura 2 Análisis de indicadores locales de asociación espacial de la población (1990-2014)**



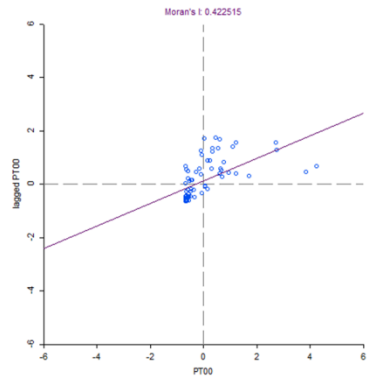
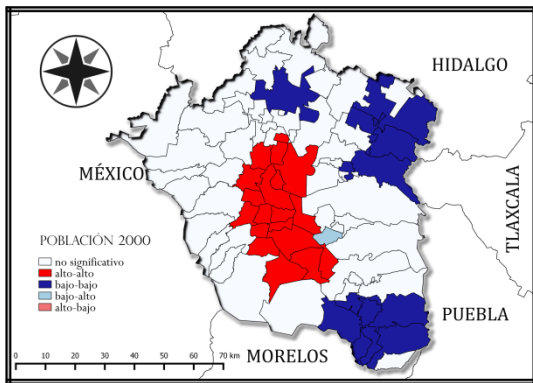
### Año 1995



I: 0.4489  
 E[i]: -0.0133  
 P: 0.001000  
 Z: 6.7025

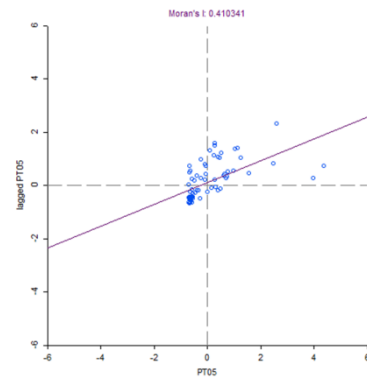
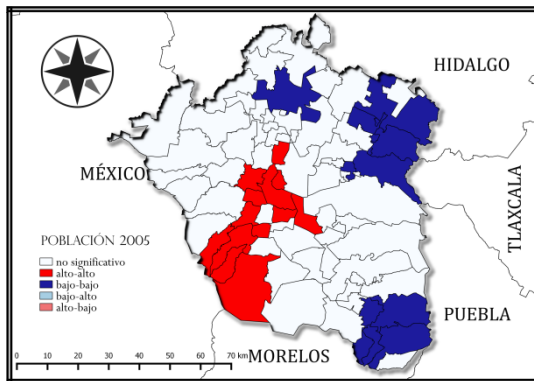
Figura 4.1 Continuación del análisis de indicadores locales de asociación espacial

### Año 2000



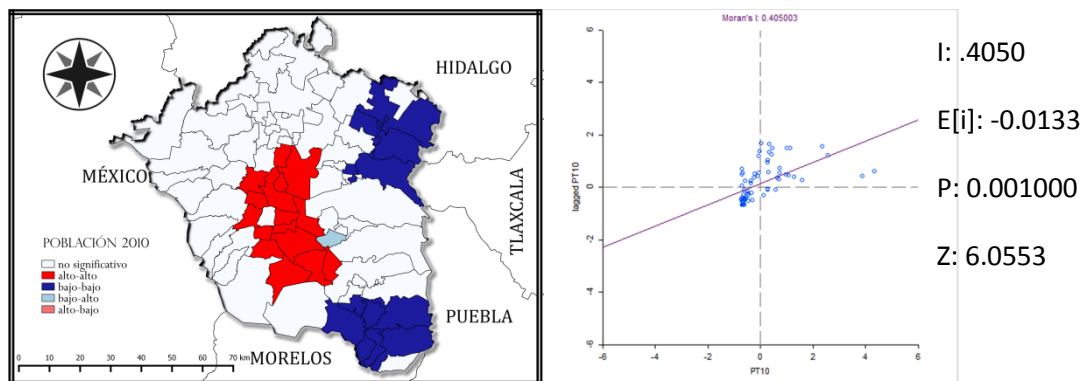
I: 0.4225  
 E[i]: -0.0133  
 P: 0.001000  
 Z: 6.0923

### Año 2005



I: 0.4103  
 E[i]: -0.0133  
 P: 0.001000  
 Z: 5.8031

## Año 2010



Fuente: Elaboración propia con base en los Censos de Población y Vivienda (INEGI,2015)

La representación gráfica y el diagrama de Moran local muestran la dinámica de la población de la ZMVM desde 1990 a 2014, por medio del diagrama de dispersión; como se ha hecho referencia con anterioridad, se divide en 4 cuadrantes, donde se muestran los municipios y delegaciones, por tamaño de población.

En el primer cuadrante se encuentran valores de la población por encima del promedio, rodeados de municipios y delegaciones, es decir que tienen mayor aglomeración de población, en el segundo cuadrante se encuentran los que tienen valores por debajo del promedio, es decir poca población pero están rodeados de zonas con alta población; en el tercer cuadrante se encuentran los municipios que no cuentan con tanta población pero al igual están rodeados de zonas que no tienen valores bajos, por lo tanto se señala en el estudio que los valores presentados son observaciones significativas estadísticamente; por último en el cuarto cuadrante agrupa a los valores encima del promedio pero que están rodeados de bajos, por lo tanto los municipios de alta población están rodeados de municipios con bajos valores significativos.

En este primer análisis de la población, se puede distinguir que la teoría del lugar central puede confirmarse, ya que efectivamente se localiza un centro económico de mayor importancia que otras regiones por lo tanto, los resultados

nos dan la perspectiva de que hay correlación espacial positiva, al igual que el **Índice de Moran** es positivo, esto se puede entender, porque en el primer cuadrante y tercero es donde encuentra la mayor parte de la población; en caso contrario que se localizaran en el segundo y cuarto se tendría una correlación negativa.

En la figura se pueden apreciar en tonalidad roja los municipios y delegaciones que tienen valores más altos de población y que se define como contorno central y en tonalidad azules se encuentran los municipios con menor población, a estos valores se les considera periferia.

Se identifica en 1990 una agrupación por 9 delegaciones y 4 municipios, a los que corresponde: Azcapotzalco, Benito Juárez, Coyoacán, Cuauhtémoc, Gustavo A. Madero, Iztapalapa, Miguel Hidalgo, Venustiano Carranza, Iztacalco, Ecatepec, Nezahualcóyotl, Tlaxiaco y Tlalpantla; conformando el lugar central de la ZMVM.

Para el año de 1995 el centro está agrupado por la mayoría de las delegaciones del Distrito Federal y dos municipios de México, en comparación con el año de 1990, el centro se vuelve a distribuir ya que se pierde población en algunos municipios. Tal es el mismo caso para el 2000, donde solo hay un ligero desplazamiento hacia Coacalco, convirtiéndolo parte del centro.

Se puede percibir una re-distribución de la población en el 2005; por lo tanto hay cambios respecto al centro, ya sea por concentración o dispersión de población; es importante mencionar como se observó (Figura 2) en el análisis de distribución del tamaño de ciudades y validación de Zipf, hay un desplazamiento hacia la periferia, en este caso podemos ver que así como unos pierden población otros ganan, por lo tanto se incluyen a la zona central a Coacalco, Cuajimalpa, Magdalena Contreras, Tlalpan y Álvaro Obregón.

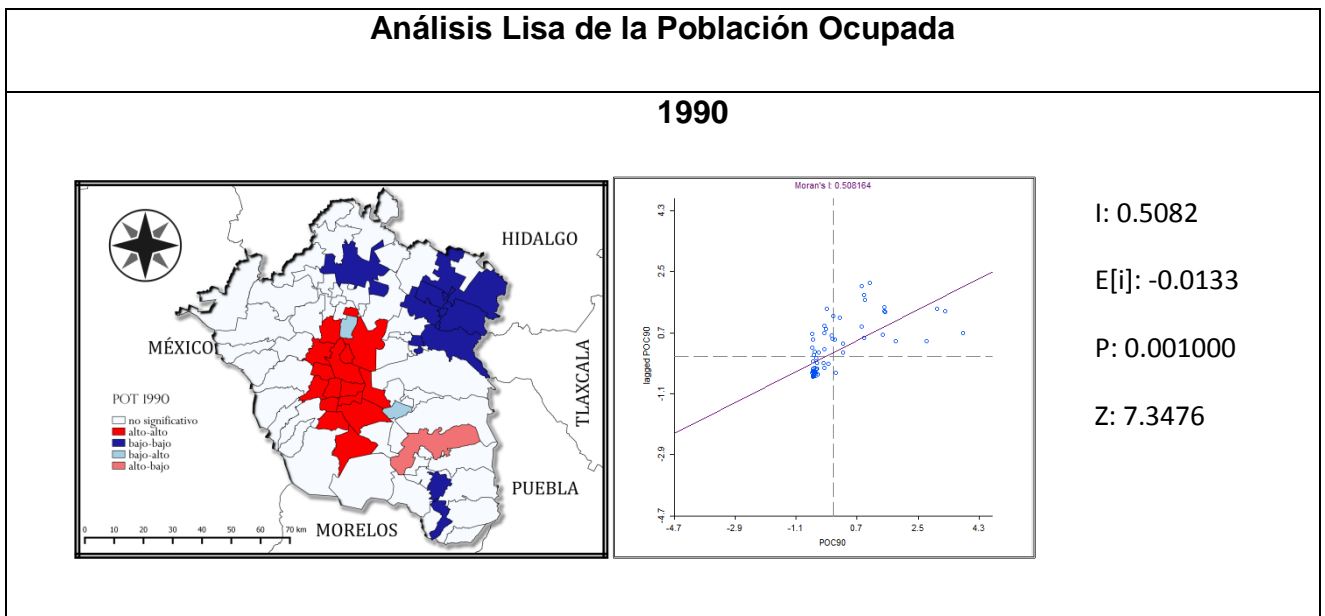
Por ultimo en el 2010 como en la (Figura 2) la población vuelve a regresar hacia el centro, conformándose nuevamente el centro por Azcapotzalco, Benito Juárez, Cuauhtémoc, Coyoacán, Coacalco de Berriozabal, Iztapalapa, Iztacalco, Gustavo

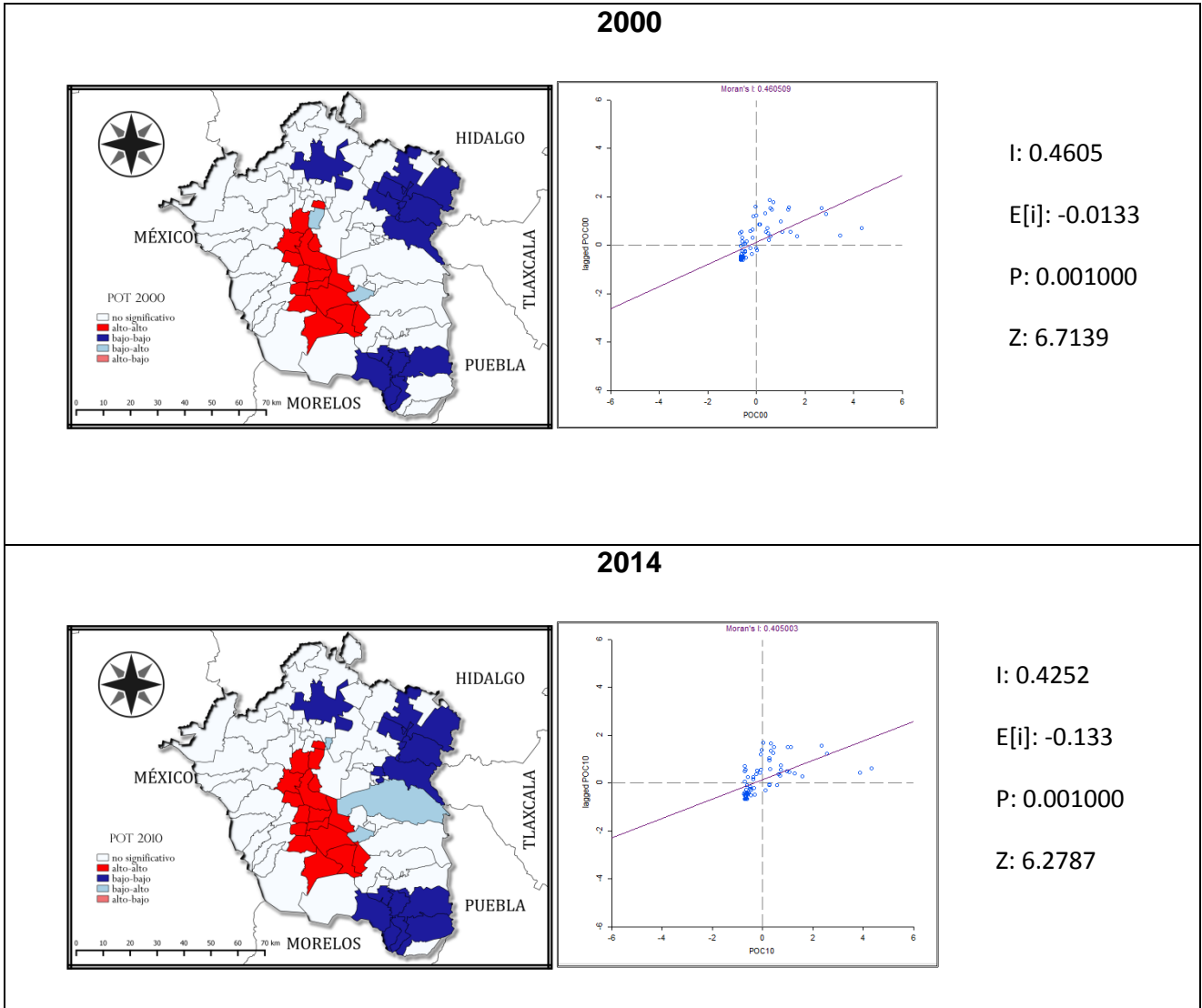
A Madero, Miguel Hidalgo, Venustiano Carranza, Valle de Chalco, Tláhuac, Nezahualcóyotl y Xochimilco.

Así mismo se puede entender que la población interactúa con su entorno, es decir, la aglomeración o dispersión de la población depende por la toma de decisiones que tomen los habitantes, cumpliendo con la jerarquía de las ciudades y por lo tanto se confirma la existencia de la ley de Zipf en la ZMVM para la población.

A continuación se presenta un análisis LISA en donde se presenta la población ocupada y el Valor Agregado Censal Bruto, para verificar si desde la perspectiva económica se sigue la distribución de Zipf, en el cual la población se concentra en un lugar central por las diversas oportunidades y beneficios que se ofrecen, como la localización de empresas y viviendas que beneficien para una mejor la calidad de vida.

**Figura 3. Análisis de indicadores locales de asociación espacial de la población ocupada 1990,2000,2014)**



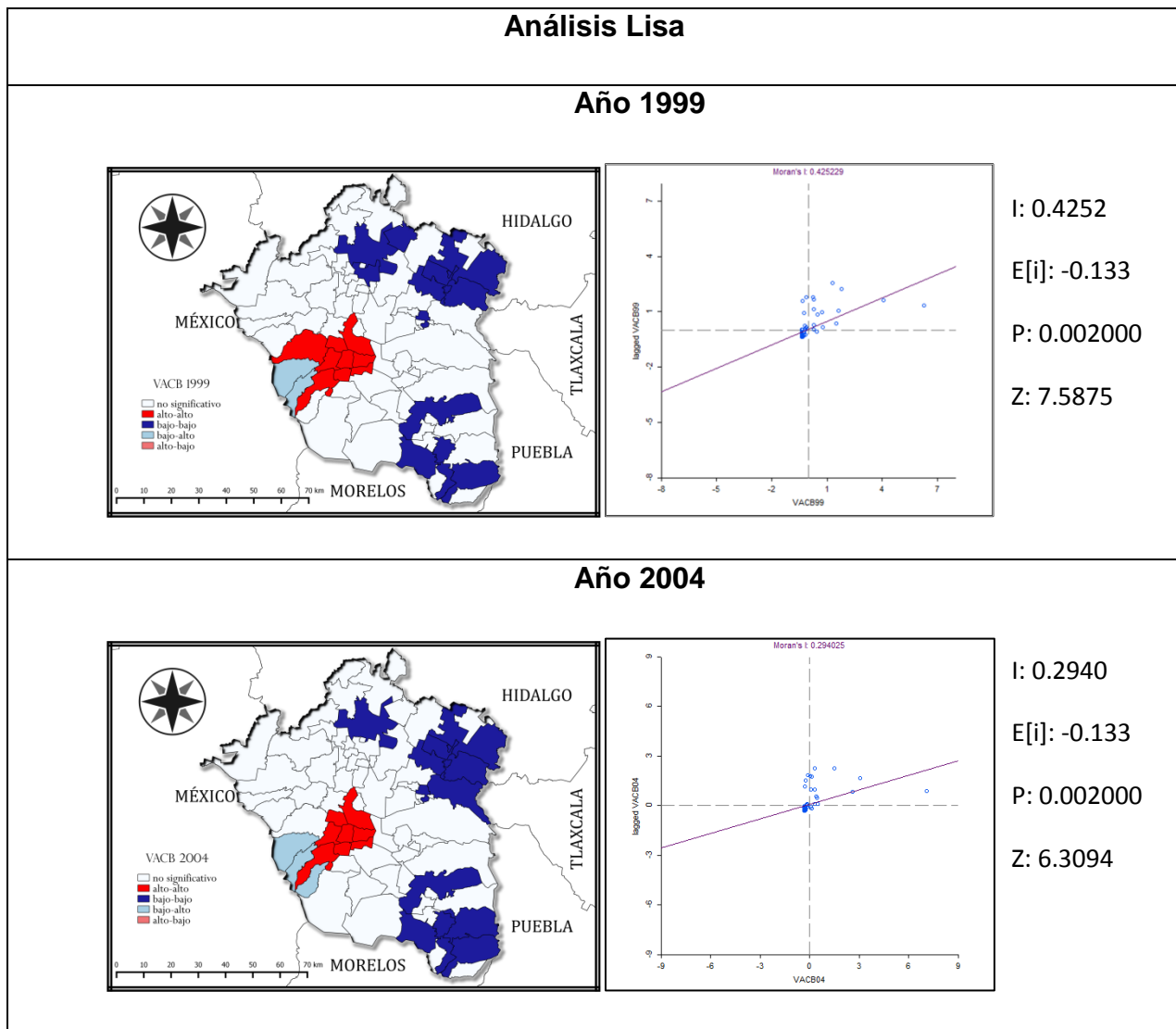


Fuente: Elaboración propia con base en los Censos de Población y Vivienda (INEGI,2015)(CONAPO,2015)

Se tiene una correlación espacial positiva, ya como se había mencionado, existe mayor población ocupada en el cuadrante uno y tres, es notorio que en el cuadrante 4 los valores no son significativos, al igual que hay un cambio importante al comparar con la población ocupada, es que la mayor parte de las personas ocupadas se encuentran en el centro, lo que sustenta que en el lugar central es donde existe mayores posibilidades de empleo, pero se visualiza tres clústeres en el año de 2014 en la periferia, lo que se pudiera traducir como un

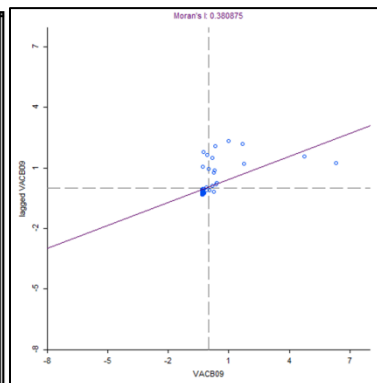
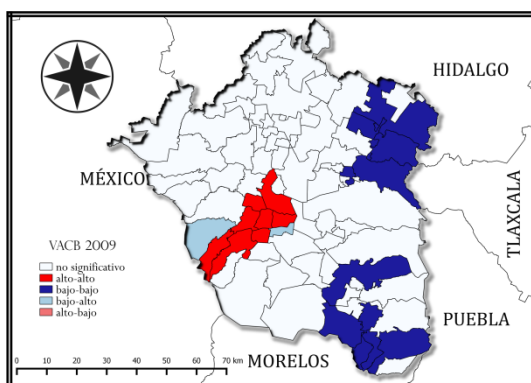
nuevos empleos, esto se puede aunar a que hay empresas alejadas del centro por diferentes circunstancias como renta y transporte; con el paso del tiempo se observa que esos clústeres en la periferia siguen igual, pero con la comparación de la población total, se puede entender que es por eso el desplazamiento de la población, ya que al encontrar un empleo en esa zona, una mejor renta, y disminución de gastos en transporte, por estas razones se toma las decisiones, haciendo esas zonas un poco más pobladas y productivas

**Figura 4 Análisis de indicadores locales de asociación espacial del VACB (1999-2014)**



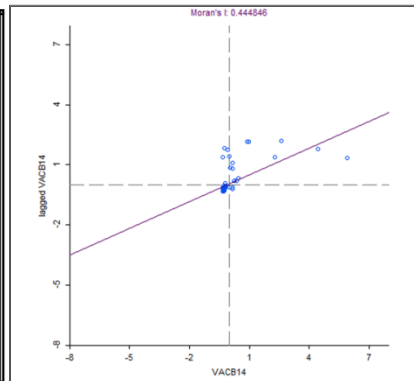
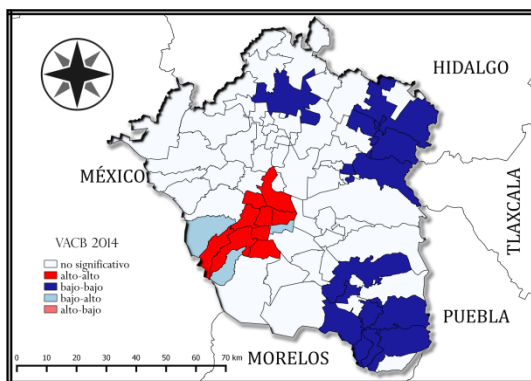


### Año 2009



I: 0.389  
 E[i]: -0.0133  
 P: 0.003000  
 Z: 6.0481

### Año 2014



I: 0.4448  
 E[i]: -0.0133  
 P: 0.001000  
 Z: 7.0968

Fuente: Elaboración propia con base en los Censos Económicos(INEGI,2015)

Continuando con el análisis de la población ocupada se coincide en los clústeres en la periferia que aportan VACB, sin embargo se ve una gran diferencia entre la población ocupada y el VACB, ya que el centro tiene menos aporte con respecto a la población que se tiene trabajando, esto quiere decir que solo unas cuantas delegaciones están siendo productivas.

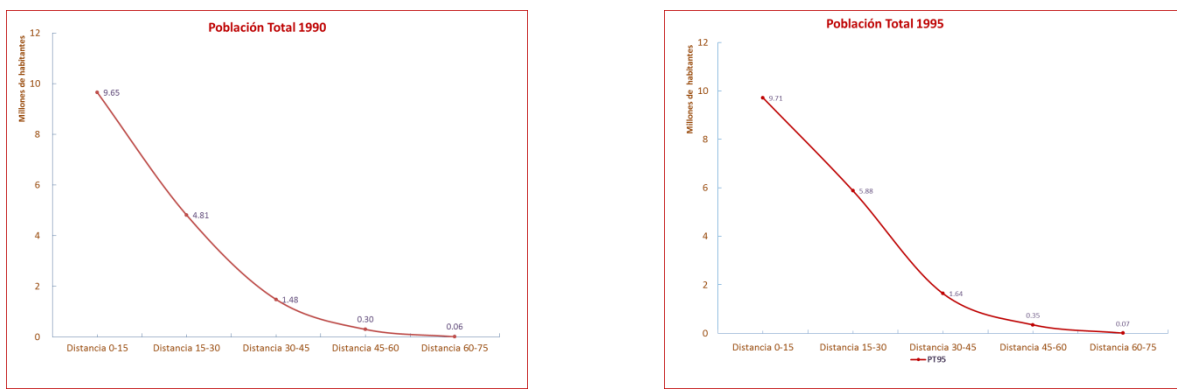
El centro que se representa como más productivo en 1990 está conformado por Azcapotzalco, Álvaro Obregón, Benito Juárez, Cuauhtémoc, Gustavo A. Madero, Iztacalco, Miguel Hidalgo y Naucalpan, en cambio para el año 2004 el centro productivo pierde densidad, dejando fuera a Naucalpan y Álvaro Obregón.

Sin embargo para el 2010 se vuelve nuevamente extensa la zona central, aumentando a Coyoacán, Álvaro Obregón y Cuajimalpa, se toma en cuenta el desplazamiento de la población hacia la periferia, así como la renovación del espacio, en el caso de Coyoacán y Álvaro Obregón que presentan un uso comercial y la creación de nuevas viviendas, en el caso de Cuajimalpa gran parte del espacio se presenta como una zona empresarial así como también creación de nuevas viviendas, se pueden entender que es por eso que hay desplazamiento de población ocupada hacia esos lugares y por lo tanto se han hecho más productivos .

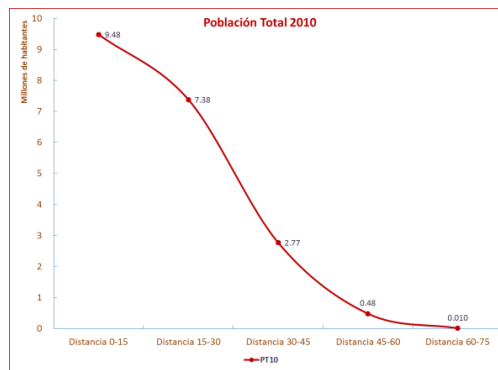
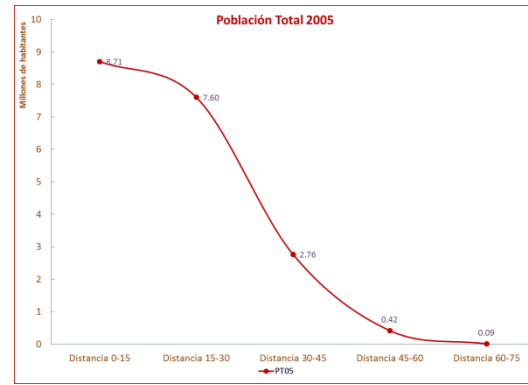
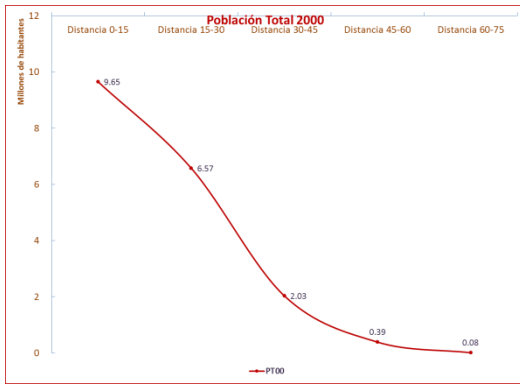
### 2.5.2 Comprobación de la ley de Zipf en el análisis teórico - empírico de la distribución del tamaño de la ZMVM

Para comprobar si la ley de Zipf es válida para ZMVM, fue necesaria la utilización de la Población de los años de (1990-2014) obtenidos de los Censos de Población y Vivienda; así como también el Valor Agregado Censal Bruto de los Censos Económicos, ambos encontrados en INEGI para poder comprobar la ley de potencia desde una perspectiva económica.

**Figura 5 Jerarquía de la Zona Metropolitana del Valle de México (1990-2014)**



Fuente: elaboración propia con base en los censos de población y vivienda (INEGI, 2015)



Fuente: Elaboración propia con base en los Censos de Población y Viviendas (INEGI, 2015)

Con los cálculos realizados durante la investigación empírica, se observa que la ZMVM tiene una estructura la cual sigue un patrón de distribución de la población por tamaño, identificando un centro económico o lugar central, mediante una jerarquía que muestra la importancia de tener un centro económico y social.

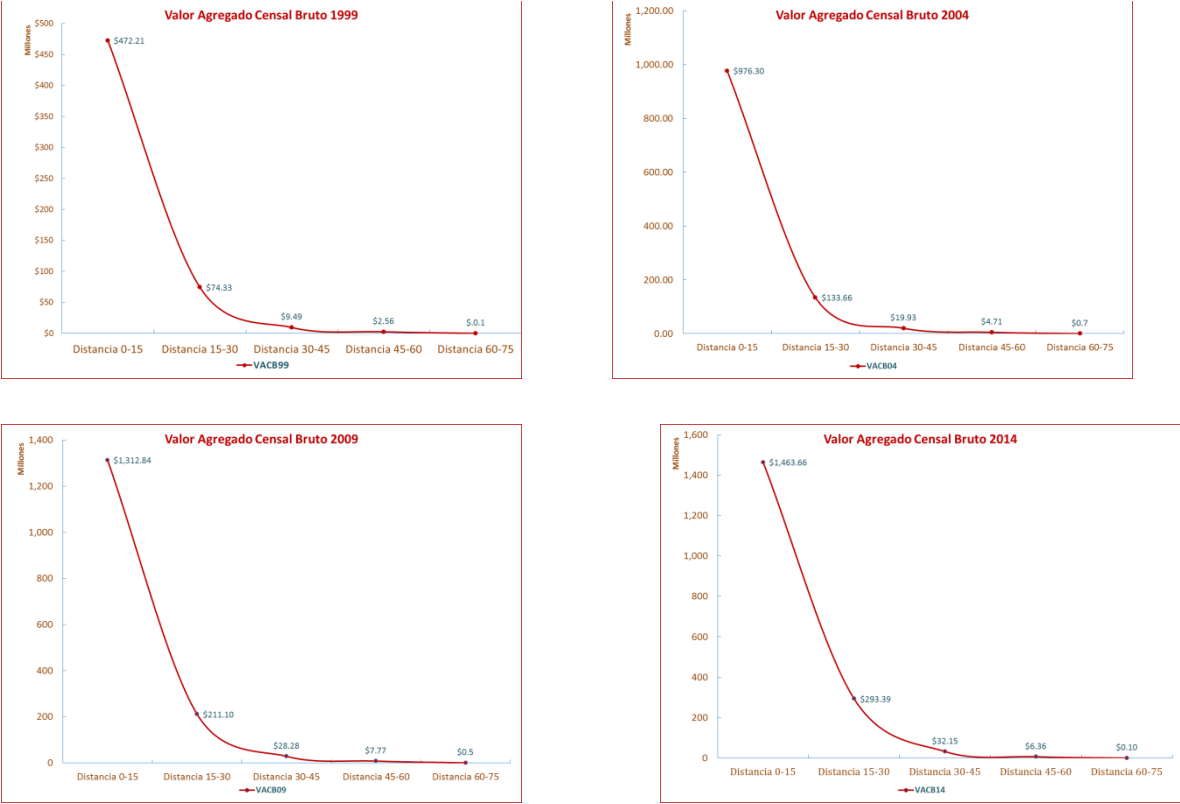
Como se mostró con anterioridad la ciudad tiene una distribución por medio de anillos concéntricos y después un análisis que especifica la existencia de un centro económico como se muestra en la Figura 1 , por lo tanto se recurre a un último método estadístico, el cual resulta positivo.

El análisis estadístico se parte de un punto cero situando las distancias obtenidas de un GIS por (sus siglas en ingles) en el eje de las X, la población total en el eje de Y, se origina una tendencia monocéntrica, por

lo tanto el punto cero es el centro de la ciudad y se va relativizando a cada distancia, expresando que la ley de Zipf se hace presente, ya que se nota la jerarquía donde el primer anillo tiene mayor población, el segundo anillo es aproximadamente la mitad de la población de la primera y así sucesivamente va perdiendo importancia, tanto de concentración de población, servicios y comercio.

A continuación se sigue con el análisis estadístico de Valor Agregado Censal Bruto, demostrando que el punto cero como se ha mencionado anteriormente es la ubicación central, se muestra que es significativo económicamente, ya que se muestra mayor participación en la zona central y a mayor distancia menor participación; por lo que se verifica la existencia de mayores lugares de empleo siendo la zona central más productiva.

**Figura 6. Jerarquía económica de la Zona Metropolitana del Valle de México**



Fuente: Elaboración propia con base a los Censos Económicos (INEGI, 2015)

Entonces se puede evaluar que la distribución de Zipf se cumple, ya como se puede examinar cómo es que la ZM tiene una estructura por nivel de importancia, porque cumple con las necesidades y beneficios de la población así como también se muestran un aumento del ingresos gastos de otros servicios, pero es el costo-beneficio que se obtiene al localizarse en un área central y no tener que cubrir los gastos que provoca el desplazamiento constante de los suburbios al centro económico.

## 2.6 Síntesis

La Zona Metropolitana del Valle de México es la metrópoli más poblada, caracterizada por una estructura interna de mayor complejidad monocéntrica, ya que existe un solo centro económico del cual depende la periferia, en conclusión a considerar en el análisis de la distribución del tamaño de la ciudad para la ZMVM hasta este punto, se puede decir si hay cierta distribución en la cual está presente que se sigue un patrón de dimensión, pero cabe mencionar que este patrón no es exactamente una regla, simplemente es un fenómeno que se da en la población sin que está se impuesta por algo o alguien.

Por lo tanto se logró analizar cómo la población está distribuida por medio de anillos en los cuales se puede apreciar en cada anillo cuanta población existe y que tan alejada está del centro, así como está concentrada o dispersa la población así como la concentración de comercios y servicios

Por varias razones se cumple la jerarquía urbana y rango, según menciona (Capello,2009) que al encontrar que en la ZMVM existe un centro, hay un nivel jerárquico que está conformado por el tamaño del centro urbano y se determina también el área de mercado, de igual forma la distancia que hay entre cada ciudad se determina el rango y la distribución geográfica.

Por lo tanto esto indica que se sigue un modelo centro-periferia esto quiere decir que si hay una distribución territorial, donde se supone una jerarquización poblacional y económica, se puede hacer mención a que el centro es el más importante y que la periferia depende y las controla el centro, a esto se le considera en el modelo como desigual ya que solo es el centro el que cuenta con accesos a servicios.

Se hace referencia a que la población prefiere concentrarse en esa zona y los que están fuera están dispuestos a desplazarse hasta el lugar central, como ya se ha hecho mencionado existen varias razones como servicios, renta, transporte y empleo.

Otro aspecto fundamental es el crecimiento de la población, en este tema se encontró que en la ZMVM si ha tenido un crecimiento constante, pero no acelerado, a lo cual podemos llamar como crecimiento paralelo, es decir no es divergente ni convergente; para el caso mexicano se identifican 2 periodos en el crecimiento de la ciudad, como menciona Valdivia y Hernández (2013:168).

- i. Caracterizado por una alta concentración de la población urbana y las actividades económica en pocas ciudades; asociado a altas tasas de crecimiento en las ciudades pequeñas.
- ii. Asociado con una expansión de ciudades medianas, donde el crecimiento disminuye.

Con lo anterior podemos definir para el caso de la ZMVM existe una alta concentración en solo algunas delegaciones y municipios en el cual va cambiando constantemente, esto se puede explicar por la expansión que se va teniendo dependiendo de igual manera de las zonas industriales, este efecto se ve más notorio en el año del 2005 con el desplazamiento de la población hacia la periferia.

Por último se demuestra que la ley de Zipf si es aplicable al menos para la Zona Metropolitana del Valle de México durante 1990-2014, asimismo al ser verificada esta ley, podemos decir que si se da una evolución y dinámica de la distribución del tamaño de ciudades.

Para concluir que hasta este punto la investigación va acuerdo a la hipótesis plateada en un principio, que la población se concentra en un lugar central ya que se tiene mayor accesibilidad, servicios, servicios públicos , educación, cultura, entre otros, haciendo que la zona central se más productiva y eficiente.

Esta investigación se dirige hacía una verificación de la ley de Zipf para la ZMVM, mediante un modelo de panel, donde se pueda hacer un análisis a mayor profundidad, y así ver la dinámica y la evolución que se ha tenido de la distribución y su crecimiento. Para terminar se pretende hacer un modelo basado en agentes, que represente la dinámica de la población y su comportamiento general, social y económico.

## Bibliografía

- [1] AGUILAR Y VAZQUEZ (2000) “*Crecimiento urbano y especialización económica en México. Una caracterización regional de las funciones dominantes*” Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM, NUM. 42, PP.87-108.
- [2] ALVAREZ (2011) “*Estructura y temporalidad Urbana de las ciudades intermedias en México*” *Frontera norte*, vol. 23, num. 46.
- [3] CAPELLO R Y NIJKAMP. (2009) “*Handbook of regional Growth and Development Theories*”; Paris.
- [4] CHRISTALLER, W (1967) “*Central places in southern Germany*” *Facultad de Filosofía y Letras*
- [5] CONAPO (2015) “*Delimitación de las Zonas metropolitanas*” disponible en [www.conapo.gob.mx](http://www.conapo.gob.mx)
- [6] DOBKINS Y IOANNIDES (2000) “*Dynamic evolution of the US city size distribution*” en *The economics of cities* pp.217-260.
- [7] ESCOBAR Y JIMÉNEZ (2009) “*Urbanismo y sustentabilidad: estado actual del desarrollo urbano de la ZMVM*” Vol.10 n<sup>o</sup>7 en *Revista UNAM* disponible en: <http://www.revista.unam.mx/vol.10/num7/art40/int40.htm>
- [8] GARROCHO C (2000) “*Distribución espacial de la población en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 1950-1990*” México.
- [9] GARZA (2007) “*La urbanización metropolitana en México: normatividad y características socioeconómicas*” *Papeles de Población*, UAEM Toluca, Estado de México, vol.13 núm. 52, pp. 77-108
- [10] INEGI (2015) “*Censos de población y Vivienda*” disponible en: [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx)
- [11] INEGI (2015) “*Censos Económicos*” México, disponible en: [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx)
- [12] Valdivia y Hernández (2013) “*Una ruta metodológica para la evaluación empírica de la distribución del tamaño de las ciudades: el caso de las zonas metropolitanas de México*”, UNAM.
- [13] OVERMAN Y IOANNIDES (2001) “*Cross-sectorial evolution of the US city size distribution*” en *Journal of Urban Economics* pp.145-165.
- [14] RIONDA (2008) “*Distribución de la producción y crecimiento urbano en México*” *Revista análisis económico*, UAM, México Vol. XXIII num.52, pp.201-218.
- [15] ROBERTS (2011) “*Reseña de Migración interna en México durante el siglo XX de Jaime Sobrino*”, *El colegio de México*, vol.26 num.3 Distrito Federal, México, pp.755-763.
- [16] RODRÍGUEZ Y SOLEDAD (2002) “*Procesos urbanos y ruralidad en la periferia de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México*” *Colegio de México*, pp.39-76. disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/312/31204902.pdf>
- [17] SOBRINO (2007) “*Patrones de Dispersión intrametropolitano en México*” *Estudios Demográficos y Urbanos*, Colegio de México, México, pp 583-617.



- [18] SOBRINO(2010) *“La ciudad central de la Ciudad de México: ¿espacio de oportunidad laboral para la metrópoli?”* Estudios Demográficos y Urbanos, vol.25, núm. 3, pp.589-623.
- [19] SOBRINO (2011) *“La urbanización en el México contemporáneo”* , Colegio de México, México
- [20] VAYÁ Y MORENO *“Técnicas econométricas para el tratamiento de datos espaciales: La econometría espacial”* Edición Universitat Barcelona.
- [21] UNIKEL (1975) *“La Dinámica del crecimiento de la ciudad de México”* pp175-187  
Disponible en: <https://etnografiaurbana.files.wordpress.com/2010/06/luis-unikel.pdf>