



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

PROGRAMA DE POSGRADO EN ECONOMÍA

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLÁN

ECONOMÍA URBANA Y REGIONAL

**CRECIMIENTO ECONÓMICO Y EXTERNALIDADES ESPACIALES: ZMVM  
2000-2008**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

MAESTRA EN ECONOMÍA

PRESENTA

NELLY ESMERALDA LINARES SÁNCHEZ

TUTOR: LUIS QUINTANA ROMERO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLÁN

DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIOECONÓMICAS

MÉXICO, D.F, FEBRERO 2013



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **Dedicatoria**

A Cristina, Federico, Betty, Ary y Roberto

## **Agradecimientos**

La presente tesis es un esfuerzo en el que de manera directa e indirecta participaron diferentes personas entre ellos amigos, colegas y profesores; ya sea leyendo, opinando, corrigiendo o preguntando. En concreto quiero agradecer el apoyo académico, su paciencia y dirección a mi tutor Luis Quintana. También, a Marcos Valdivia por la oportunidad de trabajar y aprender a su lado sobre el proceso de investigación, dicha experiencia y sus consejos me ayudaron a concretar muchas de las ideas plasmadas en este trabajo. A mis profesores Pablo Pérez Akaki y Andrés Rosales por los comentarios, críticas y sugerencias vertidas en clase. A Carlos Galindo por su ayuda y apoyo académico. A José Antonio por su apoyo incondicional, paciencia, compañerismo, amistad y cariño. A mi prima Adriana y a mi sobrino Roberto Carlos por su ayuda. A mis papás por su apoyo, confianza y cariño.

También agradezco el apoyo financiero y académico brindado para la elaboración de este trabajo al proyecto “Un Modelo Computacional de Interacción espacial para explorar el crecimiento económico y las externalidades tecnológicas e informativas de las zonas metropolitanas de la región centro”. Financiamiento: CONACYT-SEP.

## ÍNDICE

Introducción .....	5
<b>I. Espacio, territorio, región y sus interacciones</b>	
1.1 La Economía Regional: espacio y Economía.....	10
1.2 Las teorías de crecimiento Económico y desarrollo local .....	12
1.2.1 Teorías de crecimiento: Espacio uniforme-abstracto y Espacio diversificado-estilizado .....	14
1.2.2 Teorías del desarrollo regional: Espacio diversificado-relacional .....	17
<b>II. Modelos de crecimiento económico, dependencia espacial y heterogeneidad espacial</b>	
2.1 Modelación de las economías subnacionales.....	22
2.2 Interdependencias Verticales: el enfoque Top Down, Bottom up y los interactivos Nación-Región .....	25
2.3 La modelación de las interacciones espaciales.....	30
2.4 El análisis espacial de datos: heterogeneidad espacial y dependencia espacial .....	32
2.4.1 El análisis exploratorio de datos espaciales y la dependencia espacial.....	34
2.4.2 Dependencia sustantiva y residual .....	38
2.4.3 La heterogeneidad espacial y las Regresiones ponderadas geográficamente (GWR).....	39
2.5 El Modelo de crecimiento MASST.....	40
2.5.1.1 Descripción del sub-modelo regional.....	41
<b>III. La ZMVM y el crecimiento económico de sus municipios y delegaciones (2000-2008)</b>	
3.1 Delimitación.....	46
3.2 La Zona metropolitana del Valle de México en el contexto nacional.....	47
3.3 La ZMVM: Crecimiento local y sus posibles explicaciones.....	49
3.3.1 Definición del modelo.....	50
3.4. Descripción de la base de datos.....	51
3.5. Análisis Exploratorio de datos espaciales (ESDA) .....	56
3.3.1.1 Análisis de dependencia espacial .....	60
3.3.1.2 Estimación de las ecuaciones .....	72
3.3.1.3 Heterogeneidad espacial.....	83
Bibliografía .....	97

## Introducción

La Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) es la quinta ciudad más poblada del mundo (ONU-Hábitat y Sedesol, 2011), concentra el 18% de la población total del país, el 19% de las unidades económicas, el 20% del empleo, el 21% de las remuneraciones y el 15% del valor agregado censal (VAC). Según algunas estimaciones (Mendoza, 2012)<sup>1</sup> la tasa de crecimiento media anual del PIB, a nivel ZMVM en el periodo 2000-2008 fue de 1.7%, mientras que la tasa de crecimiento a nivel nacional fue de 2%. En términos geográficos, es la zona metropolitana más extensa del país si consideramos su superficie por AGEB's<sup>2</sup> urbanos (2,211.56km<sup>2</sup>). Está compuesta por 76 municipios, de los cuales 16 son delegaciones del Distrito Federal, 59 municipios del estado de México y un municipio de Hidalgo.

La ZMVM por definición es una región con un alto grado de integración económica (SEDESOL, CONAPO, e INEGI, 2007). Sin embargo, al interior encontramos una gran diversidad de tasas de crecimiento debido a una dotación diferenciada de recursos y factores de producción o por las características sociales, institucionales y políticas presentes en cada municipio o delegación. Según los datos utilizados en esta investigación en el periodo 2000-2008, dentro de la ZMVM, Ayapango creció a una tasa media anual de 17.4% mientras que Tepetlixpa y Venustiano Carranza a una tasa de -5%, la tasa de crecimiento promedio de los municipios y delegaciones que conforman la ZMVM fue de 3.8%, con una desviación estándar de 4.62 ¿Por qué a pesar de que existe una integración

---

<sup>1</sup> Esta investigación utiliza estimaciones municipales-delegacionales basadas en una metodología elaborada por miembros del Posgrado de Economía de la UNAM y que utiliza información del PIB regional y los censos económicos del INEGI. Véase "Modelo de Impacto Regional en México" (2012) proyecto a cargo del profesor-investigador Miguel Ángel Mendoza.

<sup>2</sup> Área Geoestadística Básica

socioeconómica entre los municipios que conforman la ZMVM persiste una gran diversidad entre las tasas de crecimiento? ¿Qué efecto tiene el acelerado crecimiento de algunos municipios frente al lento crecimiento de otros sobre el crecimiento de la ZMVM? ¿Cuáles son los factores que están incidiendo de manera positiva en el crecimiento al interior de la ZMVM?

En México son pocos los trabajos que analizan los aspectos espaciales del crecimiento económico y la mayoría usan datos estatales, los que destacan tienen un enfoque de convergencia espacial y preponderan los efectos que genera la concentración espacial económica (Asuad y Quintana, 2008), los efectos espaciales de las aglomeraciones y la inversión extranjera (Jordann y Rodríguez-Oreggia, 2010), y los efectos espaciales del tratado de libre comercio (Baylis, Garduño-Rivera y Piras, 2012)

En la actualidad existe una gama de teorías y conceptos que buscan explicar causalmente el crecimiento regional en el cual, el espacio se ha integrado como un elemento activo y directo (Capello, 2007a). El enfoque que retoma este trabajo acerca de la organización espacial y el crecimiento es una diversificada y relacional, diversificada porque suponemos que el espacio es diverso aún dentro de una misma región y relacional porque no sólo contempla factores tangibles tales como trabajo y capital sino intangibles como (el ambiente empresarial, las economías de aglomeración, interdependencias espaciales, rendimientos crecientes, difusión de la tecnología).

Estos factores explican la capacidad de una región, localidad o municipio de crecer a tasas por encima del promedio. El crecimiento económico también se entiende como un proceso generativo en el que la región esta embebida en un ambiente socioeconómico y

cultural y tiene la capacidad de impactar en el crecimiento agregado del sistema al que pertenece. Además se retoman elementos territoriales en forma de economías de aglomeración, relaciones de interdependencia y la caracterización de la estructura urbana. También, suponemos que dada la heterogeneidad de las tasas de crecimiento, cada municipio o delegación tiene una trayectoria de crecimiento única, donde los municipios con una mayor dotación de factores generan externalidades positivas a sus vecinos más cercanos.

El objetivo de este trabajo es caracterizar el crecimiento económico de los municipios y delegaciones que conforman la ZMVM y definir cuáles son los factores que inciden sobre el crecimiento económico haciendo énfasis tanto elementos tangibles como intangibles (proximidad geográfica). Con ese fin se construyó un modelo econométrico espacial, que busca explicar los determinantes del diferencial de crecimiento en función de tres tipos de recursos: económicos, sectoriales y/o estructurales; y territoriales- espaciales<sup>3</sup>.

Los efectos espaciales que evaluamos son la dependencia y la heterogeneidad espacial, en forma de inestabilidad estructural. Las técnicas utilizadas en este trabajo son: un Análisis exploratorio de datos espaciales (ESDA) y un análisis confirmatorio para determinar si existe autocorrelación espacial, adicionalmente se analiza la presencia de inestabilidad estructural espacial aplicando regresiones ponderadas localmente. Partimos de una batería de estadísticos propuestos por Anselin (2005), Fotheringham *et al* (1998) y Brudson *et al* (1999).

---

<sup>3</sup> El modelo tiene una orientación *bottom-up* y es parte de un submodelo regional del modelo SIRMME (*Spatial Interaction Regional Model for the Mexican Economy*) que busca integrar las 56 zonas metropolitanas del país. La primera fase para la integración del modelo consiste en estimar los submodelos regionales y caracterizar el crecimiento al interior de las zonas metropolitanas.



En el primer capítulo se aborda la relación entre Economía y espacio y se retoman las principales teorías del crecimiento económico a nivel regional. Las teorías se clasifican de acuerdo a la forma en la que interpretan el espacio. En el segundo capítulo, se realiza una revisión sobre las principales metodologías de análisis espacial de datos, la cual nos permite abordar e interpretar la relación que se establece entre las variables que definen el crecimiento a nivel municipal. Esta revisión destaca las técnicas para el estudio de la dependencia y heterogeneidad espacial. También se incorpora un panorama en el que se ha construido modelos regionales en los últimos treinta años. Finalmente, se presenta el modelo con el cual fundamentaremos el análisis del crecimiento económico de los municipios que conforman la ZMVM. En el tercer capítulo estimamos empíricamente el modelo desarrollado en el segundo capítulo y se presentan los hechos estilizados del crecimiento en la ZMVM.

I. Espacio, Territorio,  
Región y sus  
Interacciones.

## 1.1 La Economía Regional: espacio y Economía

La Economía Regional es una rama de la Ciencia Regional y la Economía que incorpora la dimensión espacial en el análisis del funcionamiento del mercado a través de esquemas lógicos, leyes y modelos para explicar el nivel y tasas de producción, el desarrollo económico, la distribución del ingreso y la elección de localización de los agentes económicos (Isard, 1975). En otras palabras, analiza cómo la distribución espacial de la actividad económica afecta a la eficiencia general de las empresas, consumidores e instituciones y como consecuencia incidir en indicadores tales como la inversión el empleo, los precios, los salarios, las tasas de interés, entre otros (Richardson, 1986).

El estudio de la relación Espacio-Economía es muy reciente, y no nace desde la Economía sino como un esfuerzo por estudiar los problemas sociales desde una dimensión espacial y regional; de ahí que la Ciencia Regional no solo englobe la relación Economía-Espacio, sino que además incorpore aspectos políticos, sociales y culturales ¿Por qué la Economía no incorporó la dimensión espacial desde un principio<sup>4</sup>? De acuerdo con Krugman (1997), Coq (2004) y Capello (2007a) hay tres razones 1) La existencia de hipótesis muy rígidas en las principales corrientes económicas, 2) La ausencia de un pensamiento unificado en la relación economía y espacio, y 3) La falta de herramientas metodológicas que permitieran manejar en un mismo momento el tiempo, el espacio y fenómenos no lineales.

---

<sup>4</sup> Los dos eventos que institucionalizaron el estudio de la Ciencia Regional y en consecuencia de la Economía Regional en la década de los cincuentas fue la creación de la *Regional Science Association* (RSA, en 1954) y la publicación del libro *Location and Space Economy* (1956) escrito por Walter Isard. Hubo dos eventos en la década de los cincuentas que institucionalizaron el estudio de la Ciencia Regional y en consecuencia de la Economía Regional la creación de la *Regional Science Association* (RSA, en 1954) y la publicación del libro *Location and Space Economy* (1956) escrito por Walter Isard. Walter Isard es considerado el padre de la Ciencia Regional, entre sus aportes reformuló el problema de la localización de la actividad económica planteado por Von Thünen, Weber, Christaller y Lösch.

El objeto de estudio de la Economía Regional se centra principalmente en dos aspectos: la relación crecimiento económico-espacio y el problema de la localización de los agentes económicos. En ambos, la dimensión espacial ha sido incorporada de manera particular, por un lado influye el objeto de estudio y por el otro el avance de las metodologías.

La teoría de la localización es considerada la rama más antigua de la Economía Regional. Trata las decisiones de localización de los agentes económicos e incluso involucra un análisis de los mecanismos económicos que distribuyen la actividad económica en el espacio. En términos formales, le otorga una identidad científica y constituye su núcleo teórico-metodológico; tradicionalmente tiene un enfoque estático y sus fundamentos son microeconómicos. Mientras la teoría del crecimiento y desarrollo regional se enfoca en los aspectos espaciales del crecimiento económico y territorial del ingreso y trata de explicar el porqué del crecimiento y desarrollo económico<sup>5</sup> surgen a nivel local. Es intrínsecamente macroeconómica pero se diferencia de los enfoques puros de la macroeconomía por sus características territoriales. En general su objetivo es analizar la capacidad de un sistema subnacional para desarrollar y atraer actividades económicas y generar condiciones para un desarrollo sostenido (Capello, 2007a).

En Capello (2007a) se identifican cuatro formas de concebir al espacio e incorporarlo en el análisis: el espacio físico-métrico (*physical-metric space*) que considera al espacio como una unidad continua, en términos de distancia física y costos de

---

<sup>5</sup> El desarrollo regional en su acepción económica puede ser entendido como la capacidad de una región para producir y reproducir con una ventaja (comparativa o absoluta) los bienes y servicios demandados por el sistema económico nacional e internacional al cual pertenece (Capello, 2007b: 86)

transporte<sup>6</sup>, esta interpretación se halla en las primeras teorías de localización; el espacio uniforme-abstracto (*uniform-abstract space*), el cual es interpretado como una unidad abstracta, uniforme y discreta que se asocia a áreas geográficas delimitadas físicamente y ceñidas a unidades administrativas. Finalmente, se encuentra el concepto del espacio diversificado y relacional (*diversified-relational space*), el cual establece una diferencia entre el significado de espacio y territorio. El espacio por si solo considera únicamente factores tangibles como la proximidad y la reducción de costos, el concepto de territorio además de incluir los anteriores considera factores intangibles tales como de tipo institucional, de organización y relaciones sociales, de tal forma que impacten sobre la productividad y la capacidad de innovación de las firmas, el crecimiento económico y desarrollo a nivel local. Esta distinción se enmarca en las teorías de desarrollo regional. Por último las teorías de crecimiento más recientes analizan el espacio como diversificado y estilizado (*diversified-stylized space*). Este enfoque supone que al interior de una región se pueden considerar diferentes tasas de crecimiento, pero son puntos estilizados en los cuales ni el espacio geográfico ni las características territoriales juegan algún papel.

## **1.2 Las teorías de crecimiento Económico y desarrollo local**

Estas teorías se han desarrollado con el objetivo de explicar los factores que determinan el desarrollo y crecimiento local y regional. A diferencia de las teorías de crecimiento y desarrollo económico clásicas, las que analizan el aspecto regional y local, buscan incorporar el espacio dentro del análisis económico. Estas teorías se encuentran en constante desarrollo y evolución producto de la respuesta a la crítica, su desarrollo

---

<sup>6</sup> El espacio es un dato que influye en los costes de las empresas y por consecuencia en su localización. Esta imagen *pasiva del espacio* omite cualquier proceso dinámico que dé lugar a cambios en las condiciones de partida (Coq, 2004).

conceptual, la investigación empírica y el contexto político (Pike, *et al*, 2006). Existen diferentes formas de clasificar estas teorías, lo más común es hacerlo por orden cronológico y así abordar primero las teorías neoclásicas que hablan de convergencia y terminar con las teorías de la Nueva Geografía Económica, las que incorporan dentro del análisis de los rendimientos crecientes como punto central. En la parte intermedia se analizan las teorías keynesianas, estructuralistas, las institucionalistas y las teorías del crecimiento endógeno.

Otra forma muy usual de categorizar las teorías del crecimiento son por sus principios: teorías de convergencia y teorías de divergencia. Las catalogadas como teorías de la convergencia examinan las razones por las cuales disminuyen las disparidades entre regiones ricas y pobres, por lo regular son de corte neoclásico; mientras las de divergencia explican la persistencia de dichas disparidades y por lo regular tienen un origen keynesiano. Sin embargo, con el desarrollo de nuevos métodos matemáticos y la introducción del análisis de la complejidad, las mismas teorías que explican la convergencia pueden explicar la divergencia y de manera inversa, ya sea que se incluya en el análisis economías de escala y aglomeración (Capello, 2007a: 10).

Actualmente las teorías del crecimiento económico regional suelen clasificarse por su enfoque interpretativo, ya sea que analicen factores tangibles (teorías de crecimiento económico), intangibles (teorías de desarrollo local) o ambos<sup>7</sup>. Una ruta innovadora es clasificar las teorías por el papel del espacio (activo o pasivo), su enfoque micro o macro, por los principios para determinar el desarrollo y crecimiento (eficiencia en la localización o proximidad espacial) o por la representación de la organización espacial que expresa

---

<sup>7</sup> Entre los factores tangibles se consideran todos aquellos elementos relacionados con la dotación de factores productivos. Los factores intangibles consideran elementos como el ambiente de negocios, la organización de los agentes, las instituciones, etc.

adecuadamente la relación entre los determinantes del crecimiento y el espacio: uniforme y abstracta (*uniform-abstract space*), diversificada y relacional (*diversified-relational space*) y diversificada pero estilizada (*diversified-stylized space*).

En la siguiente sección exponemos las principales teorías que explican el crecimiento y desarrollo económico local, clasificamos las teorías por su enfoque interpretativo (crecimiento regional y desarrollo regional) y, por la representación de la organización espacial (Capello, 2007a).

### **1.2.1 Teorías de crecimiento: Espacio uniforme-abstracto y Espacio diversificado-estilizado**

Entre las teorías del crecimiento económico que asumen una organización espacial uniforme y abstracta están la teoría de la base exportadora (Hoyt, 1954; North, 1955) y la teoría de dotación de factores (Borts y Stein, 1968, Heckscher, 1919; Ohlin, 1933). Estas teorías consideran a la región como un contenedor físico del desarrollo económico. La organización espacial actúa de forma pasiva en el crecimiento porque las condiciones de oferta y demanda son idénticas en todas las regiones. Estas teorías consideran la adaptación de modelos macroeconómicos utilizados en la teoría del crecimiento agregado pero reflejan la característica de la apertura de los sistemas interregionales, incluso es posible estilizar el comportamiento económico de la región en modelos macroeconómicos y teorías que consideran la agregación. Además estas teorías consideran el desarrollo regional como un proceso competitivo, “pues supone[n] que la tasa de crecimiento nacional se determina exógenamente, y que el problema fundamental es como un incremento dado de la tasa de crecimiento se distribuye entre las diferentes regiones. La teoría económica regional se

centra, por lo tanto, en la asignación y la distribución y no en la producción” (Richardson, 1986: 113).

Su representación geográfica se corresponde con la de las unidades administrativas, como estados, municipios, etc. Estos “espacios” son uniformes al interior y sintetizables en un vector de características agregadas de naturaleza socio-económica-demográficas. Bajo este enfoque, el desarrollo local es explicado por la desigualdad: de dotación de recursos, factores de producción, condiciones de demanda y de estructuras productivas. El indicador sintético del desarrollo utilizado es el “ingreso”.

Las teorías que analizan el crecimiento desde una visión del espacio *diversificada* y *estilizada* son las teorías más recientes, con un carácter mucho más formal que cualquier conjunto de teorías que abordan el crecimiento regional y permiten introducir elementos no lineales en las relaciones de crecimiento. Estas teorías consideran los rendimientos crecientes como el elemento que conduce a procesos virtuosos de demanda/oferta y contrarresta la productividad marginal decreciente de los factores individuales generando un círculo virtuoso de oferta. Su objetivo es identificar los elementos que determinan la competitividad en el largo plazo y las condiciones bajo las cuales un área puede adquirir y mantener un papel en la división internacional del trabajo.

Al igual que las teorías con un enfoque espacial uniforme-abstracto se sustentan en modelos de naturaleza macroeconómica y agregada, además el indicador de crecimiento es el ingreso. Asimismo, existen algunas diferencias, tales como la presencia de rendimientos crecientes, se establecen relaciones no lineales y tienen un componente dinámico.



De acuerdo a lo anterior, el crecimiento económico es considerado como selectivo, acumulativo y endógeno por la presencia de rendimientos crecientes en forma de procesos de aprendizaje, economías de escala y economías de localización y urbanización que estilizan las ventajas de un lugar con concentración. Estos modelos estilizan las regiones como puntos abstractos y suponen que la actividad productiva se concentra alrededor de polos de desarrollo, de tal manera que el nivel y el crecimiento del ingreso es diverso, aun dentro de una misma región.

Estos modelos consideran un espacio diversificado porque asumen la existencia de polaridades dentro de una misma región. Las polaridades existen por la presencia de rendimientos crecientes derivados del funcionamiento del sistema económico local que permiten generar un crecimiento endógeno, sin embargo, a diferencia de las teorías que considera una organización espacial diversificada y relacional (véase sección 1.2.2) no analizan las externalidades tecnológicas de localización ni el sistema de relaciones económicas y sociales (Capello, 2007a).

Al igual que el conjunto de las teorías antes descritas consideran al espacio como un contenedor físico de desarrollo. Las teorías consideradas dentro de esta clasificación son las de la “Nueva Geografía Económica” (Krugman 1991; Venables 1996; Baldwin *et al.*, 1999; Ottaviano and Thisse, 2001; Krugman y Venables, 1996), las cuales buscan cómo obtener una mayor capacidad para atraer capital externo que dependiera de tres factores económicos: los costos de transporte, rendimientos crecientes y los flujos migratorios, a través de la formalización de la competencia perfecta; las teorías del crecimiento endógeno (Romer 1986, 1987, 1990; Lucas, 1988; Barro 1990; Solow 2000), éstas se enfocan en cómo generar una mayor capacidad para crear y recrear en el tiempo las condiciones para un

crecimiento económico constante y suponen que un incremento en la productividad de los factores proviene de la innovación, las economías de escala y procesos de aprendizaje; y la teoría del desarrollo acumulativo circular (Kaldor 1975; Thirlwall, 1983), que busca como obtener mayores porciones de la demanda mundial a través de rendimientos crecientes en forma de procesos de aprendizaje, economías de escala, economías de localización, y economías de urbanización.

### **1.2.2 Teorías del desarrollo regional: Espacio diversificado-relacional**

Alrededor de los años 70's surge la teoría del desarrollo local, la cual adopta una nueva interpretación del espacio o territorio<sup>8</sup>: *diversificado-relacional*. Estas teorías son producto de un enriquecimiento mutuo entre la teoría de la localización y la del desarrollo, tienen un enfoque microeconómico y microterritorial. Su objetivo es explicar la competitividad de los sistemas territoriales, los determinantes locales del desarrollo y la capacidad de un área para lograr y mantener un papel en la división internacional del trabajo. La hipótesis principal supone que existen diferencias substanciales en el espacio geográfico marcadas por las relaciones económicas y sociales establecidas por actores económicos individuales en dichos territorios. De hecho, el espacio y en específico el urbano (la ciudad), es pensado como un factor de producción, de tal forma que la eficiencia de la concentración territorial de la organización de producción puede alentar o detener el desarrollo de dicha región. En este enfoque, los procesos acumulativos de desarrollo se derivan de la concentración de la actividad económica en el espacio del cual se generan ventajas económicas a través de retroalimentaciones acumulativas que operan a nivel local y suponen que la actividad

---

<sup>8</sup> El espacio gana la acepción de territorio cuando deja de ser un elemento pasivo en el análisis y se considera como un factor de producción independiente generador de ventajas y componente activo del proceso de desarrollo.

económica, los factores de producción, la estructura de demanda son no homogéneos en términos espaciales dentro de una región. Las economías de aglomeración (externalidades territoriales en forma de economías de localización y proximidad) se incorporan en el análisis y se identifican elementos tangibles e intangibles (tanto endógenos como exógenos<sup>9</sup>) del proceso de crecimiento, que permiten el desarrollo regional. Entre los elementos exógenos que consideran estas teorías se incluyen: la presencia fortuita de una empresa o compañía multinacional, la difusión de una innovación producida en otra parte, la incorporación de nueva infraestructura (de transporte y social) decidida por autoridades externas y/o la adopción de tecnologías avanzadas de la comunicación. Por otra parte, los elementos endógenos (asociados con rendimientos crecientes) examinados son la capacidad empresarial, los recursos locales para la producción (capital y trabajo), la capacidad de toma de decisiones de los actores locales económicos y sociales, entre otros.

El desarrollo regional es visto como un proceso generador y diversificado; la tasa de crecimiento nacional es el resultado del desempeño y crecimiento de las economías regionales más que la simple localización regional del desarrollo agregado nacional, de tal forma que es visible distinguir al interior de la región la distribución desigual de la actividad económica e identificar las áreas donde la concentración de la organización de la producción ejerce efectos positivos en los parámetros de eficiencia.

Estos modelos, a diferencia de los modelos competitivos que asignan eficientemente los factores entre regiones (véase sección 1.2.1).

---

<sup>9</sup> Los elementos son exógenos al contexto local, cuando son externos al área y son transferidos de forma fortuita y deliberada. Los elementos endógenos surgen y se desarrollan dentro del área.

“reconocen explícitamente que la organización espacial de los recursos de la economía tendrá un impacto importante sobre la eficiencia dinámica [...] [y] sugieren que pueden alcanzarse tasas de crecimiento nacional superiores mejorando la eficiencia interregional, especialmente promoviendo cambios positivos en la organización espacial y social de la región” (Richardson, 1984, 114).

Entre las teorías que entran dentro de esta clasificación están la teoría de los polos de crecimiento (Perroux, 1955; Boudville, 1964), las teorías del distrito industrial, las teorías Neo-Marshallianas (Becattini, 1979, Stöhr 1990) y las teorías Neo-Shumpterianas (véase Moulert y Sekia, 2003, Ludvall, 1992).

### **Recapitulación**

En este capítulo retomamos las principales teorías que abordan el crecimiento económico regional. Entre las distintas propuestas para abordar el crecimiento económico a nivel local identificamos tres conjuntos de teorías, están las teorías que conciben el espacio desde una visión uniforme y abstracta, las que lo consideran una unidad diversificada y estilizada y finalmente las teorías que conciben el espacio como una unidad diversificada y relacional.

El enfoque que retoma este trabajo acerca de la organización espacial y el crecimiento es una diversificada y relacional, donde factores tangibles tales como la dotación de factores (trabajo, capital) e intangibles (el ambiente empresarial, economías de aglomeración, interdependencias espaciales, rendimientos crecientes, difusión de la tecnología) explican la capacidad de una región o localidad de crecer a tasas por encima del promedio. El crecimiento económico también se entiende como un proceso generativo en el que la región esta embebida en un ambiente socioeconómico y cultural y tiene la capacidad de impactar en el crecimiento agregado del sistema al que pertenece. También se

retoman elementos territoriales en forma de economías de aglomeración y a través de la caracterización de la estructura urbana

## II. Modelos de crecimiento económico, dependencia espacial y heterogeneidad espacial

## 2.1 Modelación de las economías subnacionales.

En la actualidad, los sistemas multirregionales son la herramienta más común para representar, desde diferentes perspectivas teóricas y de una manera sencilla, el contexto en el cual las economías subnacionales funcionan, crecen y se desarrollan. Su utilidad está condicionado por cuatro factores: el alcance, la especificación, la disponibilidad de la base de datos y, el detalle sectorial y regional (Nijkamp *et al.*, 1986). El alcance y la especificación están determinados por el marco teórico<sup>10</sup> mientras que el detalle sectorial y regional está determinado por la disponibilidad de datos. Aunque la base de datos debería ser un elemento secundario, muchas veces define el detalle regional y sectorial en la construcción de modelos regionales.

Los modelos que dominaban a mediados de los ochentas tenían una gran orientación hacia la demanda, se construían para corregir y refinar modelos operacionales existentes. En la actualidad, lo que impera es la construcción de sistemas multirregionales que integren subsistemas demográficos, medio ambientales y económicos; un gran avance si los comparamos con los modelos de hace 60 años. La evolución de los sistemas multirregionales ha ido a la par del desarrollo de las teorías económico-regionales, así como de las herramientas y la aparición de nuevo software. Sin embargo, aun existen limitaciones como la unificación matemática entre los subsistemas que es deficiente y no se tiene claro como se generan los vínculos entre subsistemas. También existen pocos temas relacionados con la validación del modelo, la sensibilidad de los parámetros, la tensión que

---

<sup>10</sup>El alcance se entiende como el número de subsistemas que incluye el modelo y pueden ser demográficos, económicos (los cuales a la vez pueden incluir modelos de producción, consumo, mercados laborales, etc.), ambientales, y/o aquellos que analicen las interacciones espaciales (horizontales y verticales); mientras que la especificación se refiere a si están orientadas hacia la demanda, la oferta o a ambas

se establece entre el criterio de parsimonia y la complejidad (Hewings, Nazara y Dridi, 2004).

De acuerdo a Nijkamp *et al.* (1986) la historia de los sistemas regionales comienza en la década de los sesenta. La primera generación realizó modelos regionales con base en los modelos macroeconómicos. Su principal objetivo era evaluar el impacto de políticas macro a nivel regional de tipo normativo. A nivel conceptual, ya hacían abstracciones sobre interdependencias verticales (vínculos nación-región) e interacciones espaciales, aunque a nivel empírico no se logró incorporar y mostrar los efectos que tales fenómenos generan en un sistema regional. El problema radicaba en que no se reconocieron las diferencias interregionales en salarios, dotación de factores y otros elementos<sup>11</sup>. Como consecuencia los modelos unirregionales ignoraron las interdependencias e interacciones. Estas inconsistencias, a la larga generaron poca certidumbre en la especificación de los modelos<sup>12</sup>. Asimismo, la escasez de datos limitó la construcción de tales modelos.

Otra característica de los modelos de esta época es que implícitamente asocian la idea de recursos ilimitados, con el objetivo de construir políticas de tipo normativo, tales como la maximización de la eficiencia de los sistemas espaciales, etc. En este tipo de modelos, las técnicas más apropiadas eran la programación lineal y la econometría. La programación lineal es un método que permite *a priori* calcular el estado más conveniente de un sistema para cierto nivel de bienestar. Análogos a esta tendencia se empezaron a construir, bajo una

---

<sup>11</sup> En sentido estricto en esta etapa de la modelación se empezó a utilizar el enfoque *top-down* (TD), ya que la economía nacional se asumía como dada para el modelo regional.

<sup>12</sup> En el caso de las interdependencias verticales persistían inconsistencias al separar el modelo regional del sistema nacional (se presentaba el problema denominado de la aditividad), y se generaban estimaciones poco precisas a nivel nacional que tendían a generar estimaciones locales erróneas (Glickman, 1982).



especificación econométrica<sup>13</sup>, modelos económico-regionales sesgados hacia un marco estructural más que en estructuras de insumo-producto.

A mediados de los setentas, una nueva corriente surgió como respuesta a la necesidad de construir sistemas que representaran de una manera más adecuada la evolución de las tendencias regionales y la existencia de recursos limitados. Dichos modelos incorporaron, además de las variables económicas, variables demográficas, medio ambientales, energéticas, sociales, de innovación y tecnológicas. Es así, como inicia la construcción de los llamados sistemas multirregionales que llegarán a ser multidisciplinarios o interdisciplinarios en su tercera generación. De esta manera se alentó el rápido desarrollo de nuevas metodologías, y la búsqueda, sistematización y especificación de sistemas con énfasis en las interacciones e interdependencias espaciales de tipo verticales (entre las economías subnacionales y la economía nacional)

A finales de los setentas, la tercera generación de modelos y sistemas regionales, adoptó una marcada orientación multirregional. La integración al análisis de teorías económicas-regionales más maduras, así como la inclusión de nuevas técnicas y enfoques como el *shift-share*<sup>14</sup>, el gravitacional, el *bottom-up*, la microsimulación<sup>15</sup>; entre otros; promovieron una

---

<sup>13</sup> La flexibilidad y versatilidad de los modelos econométricos no solo han beneficiado a la segunda generación sino además, en la actualidad, se han vuelto una herramienta muy importante pues permite la inclusión de diferentes enfoques en un solo modelo. Tanto ha sido su éxito dentro de la economía regional que en la actualidad existe: la econometría espacial, herramienta muy útil y socorrida en la actualidad para la elaboración de modelos de corte regional.

<sup>14</sup> El análisis *shift-share* es un método pragmático que proporciona proyecciones de la actividad económica regional con un mínimo de datos disponibles y lo hace a partir de la diferencia entre la tasa de crecimiento en una región específica (regularmente en términos de empleo) y la tasa de crecimiento en una región estándar (usualmente la nación). Este método ha sido sujeto a muchas críticas, entre ellas se refieren a la sensibilidad a la desagregación de las clasificaciones sectoriales, la inestabilidad del cambio diferencial a través del tiempo, por lo cual no es adecuado para el uso de pronósticos. Además es muy descriptivo por lo cual no logra explicar porque algunas regiones tiene ventajas de localización (Nijkamp *et al* 1986).

<sup>15</sup> Esta clase de modelos se caracterizan por trabajar y simular el comportamiento de unidades económicas individuales (por ejemplo hogares, estratos sociales) y han sido construidos principalmente para calcular los efectos de distribución de los programas nacionales. Uno de los pioneros en trabajar con esta técnica fue

concepción diferente de la región. No sólo permitió insertar a ésta dentro de un sistema articulado sino además se definieron “diferentes tipos de vínculos directos e indirectos de corte regional causados por retroalimentaciones espacio-temporales [así como] efectos de contigüidad que reafirman que el desarrollo regional genera efectos [tanto en otras regiones como] a nivel nacional” (Nijkamp *et al*, 1986, 280). Sin embargo, la disponibilidad de datos limitó la construcción de sistemas integrados, y llevó a la construcción de algunos de los módulos y/o tipo de vínculos. Bajo este contexto sobresale la construcción de modelos que evalúan las interdependencias espaciales en sus tres versiones: *Top-Down* (TD), *Bottom-Up* (BU) y una combinación de ambas versiones (TD-BU).

Dada la incompatibilidad de los enfoques, por la limitación de los datos, cada uno resalta una ventaja. Un enfoque que modela interdependencias verticales es más apropiado en el caso de actores multirregionales operando a nivel nacional (gobierno central) o cuando se modelan bienes y factores de producción con costos relativamente bajos de transporte. Mientras que un enfoque que modela interacciones espaciales se usa para resaltar flujos de bienes y factores de producción con un alto costo de transporte, por lo cual, el grado de interacción de regiones dependerá de la distancia entre sus pares.

## **2.2 Interdependencias Verticales: el enfoque Top Down, Bottom up y los interactivos Nación-Región**

Dentro del tema de los vínculos (o interdependencias) verticales (nación-región) existen tres enfoques el *Top-Down* (arriba-abajo) (TD), el *Bottom-up* (abajo-arriba) (BU) y un tercero el cual combina ambos enfoques (TD-BU). Este último forma un sistema

---

Orcutt *et al* (1961), sin embargo Golladay y Haveman (1977), Betson *et al* (1979) y Holmer (1980) han sido los que le han añadido una dimensión espacial (Glickman, 1982).

interdependiente de variables nacionales y regionales que en cierto sentido lo vuelve dinámico.

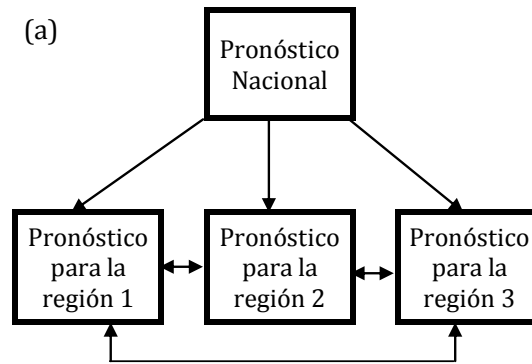
El enfoque TD fue propuesto por Klein (1969) bajo el supuesto de que la reacción local a la dinámica nacional es más importante y fácil de modelar que, el de las distancias. Su aparición y desarrollo van muy de la mano con la econometría y de los modelos de primera generación. La mecánica del enfoque TD es estimar las variables nacionales (*top*), para después, distribuir la actividad económica entre sus componentes regionales (*down*). De esta manera las variables regionales estarán vinculadas directamente con las variables nacionales correspondientes (véase figura 2.1). La participación regional se establece de acuerdo a su “atractividad”, la cual se puede medir como accesibilidad, insumos, costos, y la composición de su industria, etc. Estos modelos han sido empleados para analizar los impactos de políticas nacionales sobre algunas regiones. Por ejemplo, Harris (1973) construyó un modelo para analizar el impacto regional de la disminución del gasto militar en EUA. En general, este tipo de modelos tienen la propiedad de vincularse fácilmente con los modelos macroeconómicos. El caso más representativo es el MAG<sup>16</sup> que se enlazó directamente con el modelo de largo plazo de Wharton<sup>17</sup> y se empleó para medir el crecimiento de largo plazo, del Sur y del Norte de Estados Unidos (Glickman, 1982).

---

<sup>16</sup> Nombrado así por las iniciales de quienes lo construyeron Milne, Adams y Glickman (véase Milne *et al*, 1980a, 1980b)

<sup>17</sup>Es un modelo orientado hacia la producción manufacturera aunque hay otras actividades. Además contiene un submodelo de demanda de energía y uno demográfico. Para cada región se construyen ecuaciones para la producción, empleo y salarios. En total el modelo contiene 1600 variables endógenas.

Figura 2.1. Representación de la estructura de los modelos TD



Fuente: Glickman (1982, 89)

Una de las críticas hacia este enfoque es que sus estimaciones sobre la actividad regional son poco exactas e ignoran las retroalimentaciones entre las regiones y el agregado nacional. Esto significa que el efecto de retroalimentación entre regiones y la actividad nacional no puede ser incorporado al modelo, lo cual limita considerablemente la evaluación de políticas gubernamentales. Una segunda crítica va dirigida hacia la forma en que se define la participación de cada región sobre el total nacional. No es sencillo conseguir con una sola estimación la participación real de cada unidad subnacional en la economía nacional pues existen diferencias en la velocidad de ajuste del ciclo de cada región originadas, según Bretzfelder (1973) y Vernez *et al* (1977), por su propia dinámica de crecimiento. La tercera crítica tiene que ver con la disponibilidad de datos. Este tipo de modelos requieren información sobre exportaciones e importaciones regionales que raramente están disponibles.

Por otra parte, los modelos con un enfoque BU parten del supuesto de que toda actividad económica está determinada en un inicio a nivel regional. La metodología es agregar la actividad regional (*bottom*); basándose en la teoría de agregación de Theil (1954); para obtener la variable nacional (*top*) correspondiente, (véase figura 2.2). Dado su gran

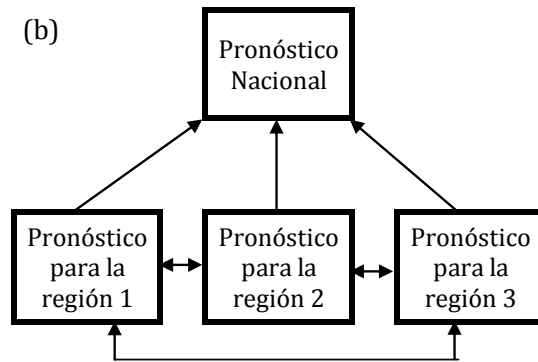
potencial para generar buenos pronósticos, son usados para medir impactos económicos a nivel nacional, producto de cambios en la distribución regional así como para analizar la varianza al interior de la región dada su velocidad de ajuste. Sin embargo, presentan menor detalle regional y sectorial que los modelos TD por la poca disponibilidad y calidad de los datos desagregados. Otra de las restricciones de tales modelos es que la teoría de agregación de Theil (1954) sólo aplica para relaciones lineales, por lo que se acota el tipo de relaciones que se están modelando (Nijkamp, 1986).

Una de las propuestas representativas, de este enfoque, es el *National-Regional Impact Evaluation System* (NRIES) desarrollado por el Departamento de Comercio de los Estados Unidos. Está compuesto de 51 modelos econométricos, uno por cada estado de la Unión Americana, por lo tanto, el modelo nacional es la suma de 51 modelos independientes. Se parte de que cada modelo estatal genera un patrón de crecimiento. Dado que las regiones no crecen de forma independiente, el NRIES construye vínculos interregionales a través de la incorporación de “variables de interacción” similares a las usadas por los modelos gravitacionales<sup>18</sup>. Las ecuaciones obtenidas (11,730; 230 variables x 51 regiones) son estimadas por mínimos cuadrados ordinarios, y las variables anualizadas abarcan desde 1955 a 1976. Este modelo se ha simulado para examinar los impactos de los programas de vivienda y desarrollo comunitario, así como la redistribución de subvenciones hacia los gobiernos locales y el impacto del cambio espacial en el gasto de las economías locales (Ballard *et al.*: 1980b).

---

<sup>18</sup> Estas variables de interacción representan la distancia deflactada de la actividad económica de los otros 50 estados por lo que los vínculos y las interacciones son espacialmente proporcionales.

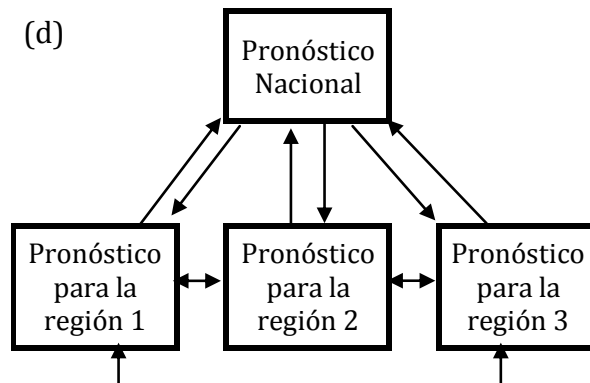
Figura 2.2 Representación de la estructura de los modelos BU



Fuente: Glickman (1982, 89)

El tercer enfoque (modelos interactivos nación-región) es la síntesis y la respuesta a la visión estática y unidireccional de los modelos con un enfoque TD y BU que genera problemas de recursividad y limita el análisis para cierto tipo de bienes o servicios. Un modelo TD, por lo regular es más apropiado para evaluar el comportamiento de tasa de interés, precios, montos de inversión, mientras que un BU es idóneo para analizar mercados laborales, inmobiliarios, etc. por sus altos costos de transporte e inmovilidad. Un enfoque TD-BU amplía la gama de posibilidades a la hora de modelar sistemas regionales interdependientes. Por ejemplo, podrían construirse modelos con una estructura TD para la demanda final y una estructura BU para el mercado de trabajo (véase figura 2.3).

Figura 2.3 Representación de la estructura de los modelos TD-BU



Fuente: Glickman (1982, 89)

Un ejemplo, bajo este enfoque fue el modelo francés REGINA que desarrollado Courbis (1979). En ese modelo se calcula la inversión regional de algunos sectores a partir de la inversión nacional tomando en cuenta las ventajas de localización de las regiones (enfoque TD). Asimismo, la inversión regional determina el nivel de producción y los beneficios de cada región. El beneficio regional se agrega y se obtiene el beneficio nacional el cual determinará la inversión nacional. De esta manera, se obtiene un modelo interdependiente donde las variables regionales y nacionales son obtenidas simultáneamente.

### **2.3 La modelación de las interacciones espaciales**

Medir y modelar la interacción espacial entre las economías se vuelve un tópico central dentro del el análisis regional cuando se le quiere imprimir mayor realismo al modelo. Es difícil concebir un modelo económico regional que no presente alguna interacción o interdependencia entre los agentes y sus decisiones, en especial cuando se trata de modelar un sistema regional que integre tanto el espacio como el tiempo<sup>19</sup>. Considerar a las regiones como entidades interdependientes, *a priori*, implica considerar el desempeño y la eficiencia de una región como producto del desarrollo de sus regiones vecinas (Hewings *et al*, 2004).

La interacción o las interdependencias se han modelado a través de modelos gravitacionales. Uno de los primeros modelos gravitacionales fue el elaborado por Leontief y Stout (1963). Se fundamenta en la primera ley de la geografía, en las leyes de la gravedad y en analogías sobre la distribución de las moléculas. Su hipótesis básica es que la

---

<sup>19</sup>las teorías sobre economías regionales no solo deben incluir la dimensión espacial sino también se deben buscar formas que integren a la vez el tiempo.

interacción entre dos localidades está relacionada positivamente con la masa de las localidades y negativamente con sus distancias.

Los conceptos gravitacionales son usados como medidas de accesibilidad para explicar movimientos de los factores productivos (patrones de inversión, mercados de trabajo), dispersión de contaminantes, análisis sobre migración (Tobler, 1979; 1982; Plane y Regerson, 1994), tamaño de mercado (Haynes y Fotheringham, 1984), localización, comercio interregional (Harris y Wilson, 1978; Fischer y Johanson, 1999; Schneider y Fischer, 2001) y análisis de redes (Fotheringham y O'Kelly, 1989). La crítica más fuerte hacia los modelos gravitacionales es que carecen de bases microeconómicas, además no es claro quiénes son los agentes y que motiva su comportamiento (Andersson y Kuenne, 1986).

Dendrinis y Sonis (1990) proveen de una extensa discusión matemática de la dinámica socio-espacial. Estos autores puntualizan que las interacciones espaciales pueden ser caracterizadas por comportamientos caóticos, complejos e impredecibles, incluso si se asume homogeneidad. Desarrollos recientes sobre modelos de interacción espacial han empezado a adoptar como metodología alterna redes neuronales y, han generado *network spatial interaction model*. En este tipo de metodologías, no es un requerimiento asumir un modelo *a priori*. Por otra parte, Kim y Hewings (2003) han explorado formas alternas donde la interacción espacial puede ser integrada en modelos multirregionales macroeconómicos, presentando una oportunidad para explicar el impacto de redes económicas a través del sistema.



La atención sobre el papel de las interacciones espaciales no solo se limita a identificarlas, sino también evaluar sus efectos sobre el proceso de generación de datos en la economía. La econometría espacial sostiene que el proceso generador de datos, no se da en un mundo donde las unidades espaciales son independientes y están distribuidas de manera idéntica, sino que estos deben de ser inferidos cuando se hacen regresiones econométricas. Lo más común es representar *a priori* las interacciones espaciales en una matriz de pesos espaciales, la cual representa el grado de interacción entre las unidades espaciales analizadas y permite relacionar una variable en un punto del espacio con las observaciones de dicha variable en otras unidades espaciales del sistema, lo más común es utilizar el concepto de contigüidad física de primer orden. Entre los criterios de contigüidad física de primer orden podemos mencionar el criterio lineal, serán vecinas de  $i$  las regiones que comparten el lado izquierdo o derecho de  $i$ ; criterio torre, serán vecinas de  $i$  las regiones que comparten algún lado con  $i$ ; criterio alfil; serán vecinas de  $i$  las regiones que comparten algún vértice con  $i$ ; y criterio reina; serán vecinas de  $i$  las regiones que comparten algún lado o vértice con  $i$ .

#### **2.4 El análisis espacial de datos: heterogeneidad espacial y dependencia espacial**

De acuerdo a Haining (2003), *el análisis espacial* es una colección de técnicas y modelos que utilizan explícitamente referencias espaciales que se asocian a un valor o a un objeto. Las principales técnicas espaciales son: modelación cartográfica, modelación matemática y análisis espacial de datos. El *análisis espacial de datos* es una técnica que incluye el desarrollo y la aplicación de técnicas estadísticas para el análisis apropiado de datos espaciales. Su utilidad se fundamenta en los siguientes conceptos: la localización y la dependencia espacial.

La localización espacial presupone la existencia de unidades espaciales diferenciadas y se analiza desde dos perspectivas: como un contexto y como relaciones espaciales. La visión de la localización como un efecto contextual define un área geográfica como una combinación particular de atributos encadenados con una retroalimentación positiva con fenómenos económicos y sociales. De esta manera, la estructura espacial puede influir en los fenómenos analizados y de manera paulatina influir sobre el espacio. Por otra parte, la concepción de la localización como relaciones espaciales enfatiza que la distancia, el tipo de vecindario, la configuración y/o propiedades del sistema en el cual se encuentran inmersos los objetos de estudio, son dependientes del tipo de interacción generada. Ello consecuencia de la distribución espacial y de los atributos de cada ubicación. Esto permite explicar la variabilidad entre diferentes unidades pertenecientes a un mismo sistema.

En lo que se refiere a la variación en las relaciones en el espacio se identifican dos aspectos distintos: la inestabilidad estructural y la heterocedasticidad. En el primer caso la heterogeneidad espacial se concreta en la falta de estabilidad en el espacio de la variable en cuestión. Lo que significa que la forma funcional y los parámetros de una regresión pueden variar según la localización, siendo no homogéneos en toda la muestra. El segundo aspecto, la heterocedasticidad, proviene de la omisión de variables u otras formas de errores de especificación que lleva a la aparición de errores de media (Moreno y Vayá, 2000, 20).

La dependencia o autocorrelación espacial aparece como consecuencia de la existencia de una relación funcional entre lo ocurre en un punto determinado y lo que ocurre en otro lugar. La autocorrelación espacial puede ser positiva o negativa. Si la presencia de un fenómeno determinado en una región lleva a que se extienda ese mismo

fenómeno hacia el resto de regiones que la rodean, favoreciendo así la concentración del mismo, nos hallaremos ante un caso de autocorrelación positiva. Por el contrario, existirá autocorrelación negativa cuando la presencia de un fenómeno en una región impida o dificulte su aparición en regiones vecinas a ella, es decir, cuando unidades geográficas cercanas sean netamente más disímiles entre ellas que entre regiones alejadas en el espacio. Por último, cuando la variable analizada se distribuya de forma aleatoria no existirá autocorrelación espacial.

Dos son las principales causas que pueden inducir a la aparición de dependencia espacial: la existencia de errores de medida y de fenómenos de interacción espacial. Los errores de medida pueden surgir, entre otros aspectos, como consecuencia de una escasa correspondencia entre la extensión espacial del fenómeno bajo estudio y las unidades espaciales de observación<sup>20</sup>. Por otro lado, la existencia de fenómenos de interacción espacial, de efectos de desbordamiento y de jerarquías espaciales puede tener como consecuencia la aparición de un esquema de autocorrelación espacial. La existencia de efectos de desbordamiento de la difusión tecnológica o de la infraestructura de transporte entre economías son ejemplos de fenómenos que favorecen la aparición de interdependencias entre unidades espaciales.

#### **2.4.1 El análisis exploratorio de datos espaciales y la dependencia espacial.**

El análisis exploratorio de datos espaciales (ESDA), siguiendo a Moreno y Vayá (2000), es un conjunto de técnicas que permiten describir distribuciones espaciales, identificar localizaciones atípicas (*outliers* espaciales) y descubrir esquemas de asociación espacial o

---

<sup>20</sup> La discusión tiene mucha relación con el problema de la unidad de área modificable (MUAP en inglés), al respecto existen algunos trabajos que evalúan el crecimiento económico y las externalidades espaciales a diferentes escalas con la intención de esclarecer el efecto que tiene esta sobre las medidas de autocorrelación espacial (véase Resende 2011).

dependencia espacial. Se identifican dos dimensiones en el análisis. En primer lugar la distinción entre indicadores globales y locales de asociación espacial y una segunda dimensión que se centra en la distinción entre los estadísticos basados en la vecindad y en la distancia.

Entre los indicadores globales y locales de asociación espacial, la dependencia espacial resume en un indicador, ya sea una I de Moran o la C de Geary. Las medidas globales de dependencia espacial suelen utilizarse para conocer el rango de interacción espacial en los datos. Por otra parte, se encuentran los indicadores locales de asociación o indicadores LISA (*Local Indicator of Spatial Association*). Estos indicadores suministran información acerca de la relevancia de una agrupación espacial de valores similares alrededor de la misma y, segundo, que la suma del valor del estadístico para todas las observaciones sea proporcional a un indicador global de asociación espacial (Anselin 1995). Respecto a la segunda clasificación, se identifican dos modelos de datos: uno basado en datos puntuales o geoestadísticos y el otro consiste en una colección fija de localizaciones espaciales discretas (puntos o polígonos). El primer caso asume que la interacción espacial es una función suave de la distancia entre pares de observaciones. En el segundo, la interacción espacial se entiende como una función a pasos, según la cual la unidad geográfica interactúa con un grupo dado de vecinos. La interacción global de los datos observados se obtiene imponiendo o suponiendo una forma particular de proceso estocástico espacial y requiere la formalización de una estructura de vecindad para cada observación. En síntesis, esta técnica permite visualizar las propiedades espaciales de los datos, detectar patrones espaciales, formular hipótesis de la geografía de los datos e

identifica casos y sub conjuntos de casos inusuales dados su localización en un mapa o con indicadores estadísticos.

Una de las formas de identificar *outliers* espaciales u observaciones atípicas, es a través del llamado *box map*, una extensión del mapa cuantil que permite visualizar la distribución de una variable, ya que cada color del mapa corresponde a las observaciones de un cuantil dado de la distribución espacial. Al comparar *box maps* para diferentes variables se puede conseguir una idea inicial de asociaciones multivariantes en el sentido de que es probable que mapas con cuartiles (y *outliers*) coincidentes correspondan a variables correlacionadas. Otra de las herramientas de visualización son los mapas de desviación estándar que agrupa las observaciones de acuerdo a un rango estandarizado, las categorías en las que se divide la variable corresponde con múltiplos de la desviación estándar. En una serie cartográfica para distintas variables permite hacerlas comparables entre si ya que todas se han llevado a la misma estructura. Respecto a esta técnica debemos tener cuidado al representar una variable ya que este tipo de mapas (de tendencia central) no resultan de utilidad en casos en que la variable en cuestión tenga una distribución muy alejada de la normal por lo que se recomienda hacer una inspección de la variable con un histograma de frecuencias.

Uno de los principales test para la contrastación de la existencia de autocorrelación a nivel univariante es el índice de Moran, existen otros como la C de Geary y la G(d) de Gertis y Ord. Con estos índices se contrasta si se cumple la hipótesis de que una variable se encuentra distribuida de forma totalmente aleatoria en el espacio o si, por el contrario existe una asociación significativa de valores similares o disimiles entre regiones vecinas. El índice de Moran puede considerarse como una medida de la correlación de cada

observación  $x_i$  con el resto de las regiones con las que se encuentre vinculada, pues en dicho contraste las variables son introducidas en desviaciones. La expresión matemática del índice de Moran es el siguiente:

$$I = \frac{N \sum_{ij} w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{S_0 \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \quad [2.1]$$

Donde  $x$  es el valor de la variable analizada en la región  $i$ ,  $\bar{x}$  es su media muestral,  $w_{ij}$  son los pesos de la matriz  $W$ ,  $N$  es el tamaño muestral y  $S_0 = \sum_i \sum_j w_{ij}$ .

El *scatter plot* de Moran es una herramienta adicional en el análisis de dependencia, este grafico representa en el eje de las abscisas las observaciones de la variable  $x$  normalizada y en el de ordenadas el retardo espacial de dicha variable también normalizado. De este modo, los cuatro cuadrantes reproducen diferentes tipos de dependencia espacial. Si la nube de puntos está dispersa en los cuatro cuadrantes es indicio de ausencia de correlación espacial. Si por el contrario, los valores se encuentran concentrados sobre la diagonal que cruza los cuadrantes I (derecha superior, léase en orden inverso a las manecillas del reloj) y III, existe una elevada correlación espacial positiva de la variable, de forma que su pendiente es igual al valor obtenido para el contraste de la  $I$  de Moran, por el contrario existirá una elevada correlación espacial negativa si los valores se encuentran concentrados en la diagonal que cruza los cuadrantes II y IV.

En lo que respecta a este trabajo se utilizaron el Índice de Moran global, como parte visual el *Scatter plot* de Moran y se representaron los indicadores locales de asociación local (LISA) en mapas; además para contrastar la existencia de dependencia espacial se

hará uso de la función *randomization* que trae integrada OpenGeoda<sup>21</sup>, la cual simula los datos en condiciones de no dependencia espacial y emite una I de Moran esperada [E(I)]. Se rechaza la hipótesis nula (la configuración espacial se produce de manera aleatoria) si el *p* Valor es menor al 5% de significancia.

#### **2.4.2 Dependencia sustantiva y residual**

Un efecto espacial puede estar presente en un modelo de regresión, ya sea como consecuencia de la existencia de variables sistemáticas (endógena o exógena) correlacionadas espacialmente (dependencia sustantiva) o como consecuencia de la existencia de dependencia espacial en el término de perturbación (dependencia residual). En cualquiera de los dos casos es necesario recurrir a la matriz de pesos espaciales  $W$ , la cual permite incorporar fácilmente las influencias mutuas presentes entre las unidades espaciales de la muestra. La autocorrelación espacial sustantiva es aquella que tiene solución al incluir un retardo espacial de la variable dependiente correlacionada espacialmente. Mientras que la dependencia espacial residual no está causada por la omisión errónea de la variable dependiente sino por la omisión de variables independientes que se hallen correlacionadas espacialmente. La batería de estadísticas espaciales para contrarrestar las estructuras de dependencia sustantiva y residual incluye multiplicadores de Lagrange (LM-LAG y LM-ERR respectivamente) y la I de Moran (Anselin 1988a, 1988b, 1994).

---

<sup>21</sup> Software útil para hacer análisis de dependencia espacial desarrollado por el Geoda center, la versión descargable del programa se encuentra en la siguiente referencia <https://geodacenter.asu.edu/>

### 2.4.3 La heterogeneidad espacial y las Regresiones ponderadas geográficamente (GWR)

El objetivo de este método es obtener una estimación del vector de parámetros diferentes para cada observación. Este método ha sido desarrollado por Fotheringham *et al* (1998) y Brudson *et al* (1999). El modelo del que se parte es el siguiente:

$$y_i = \beta_{i0} + \sum_{k=1}^{p-1} \beta_{ik} X_{ik} + \epsilon_i \quad i = 1, 2, 3, \dots, N \quad [2.2]$$

Donde  $y_i$  es el valor de la variable dependiente en la localización  $i$ ,  $X_{ik}$  es el valor del  $-k$ -ésimo covariante de la localización  $i$ ,  $\beta_{i0}$  es el intercepto,  $\beta_{ik}$  es el coeficiente de regresión para el  $k$ -ésimo covariante,  $p$  es el número de los términos de regresión y  $\epsilon_i$  es el error aleatorio de la localización  $i$ . El número de coeficientes de la regresión es  $np$ .

Este modelo supone que cada ecuación mide las relaciones inherentes al modelo alrededor de cada punto  $i$ .y genera la posibilidad de obtener la desviación estándar de las  $N$  estimaciones de los parámetros del modelo que permite analizar el alcance de la no estacionariedad potencialmente representadas en las relaciones entre  $X$  e  $y$  (Moreno y Vayá, 2000)

Este método plantea como hipótesis que la heterogeneidad espacial surge cuando se trabaja con unidades espaciales heterogéneas entre sí. La heterogeneidad espacial proviene de un problema de inestabilidad estructural, la forma funcional y los parámetros de una regresión pueden variar según la localización siendo, por tanto, no homogénea en toda la muestra. De esta forma, cuando se utilizan unidades espaciales de observación que distan de ser homogéneas entre sí para explicar un mismo fenómeno económico, es probable que nos encontremos ante situaciones de inestabilidad espacial.



## 2.5 El Modelo de crecimiento MASST<sup>22</sup>

Es un modelo diseñado para explicar las diferencias regionales de crecimiento que existen a lo largo de la Unión Europea y se construyó con el objetivo de investigar el crecimiento económico, sus determinantes y su evolución territorial. El modelo MASST (MAcroeconomic, Sectoral, Social and Territorial) conceptualiza el crecimiento económico regional como producto de procesos territoriales y espaciales (a través de economías de aglomeración, capital territorial y las derramas espaciales); relacionales; sectoriales; sociales (patrones demográficos) y competitivos (accesibilidad, presencia de capital humano y dotación de recursos locales).

En términos técnicos el modelo está constituido por dos sub-modelos, uno explica el crecimiento nacional y el otro el diferencial de crecimiento. La ventaja de esta estructura es que se generan fuertes vínculos entre el crecimiento regional y el nacional sin la necesidad de generar un sistema complejo de ecuaciones interconectadas. La suma de los dos por definición genera el crecimiento total regional o absoluto. Los sub-modelos se sintetizan en la ecuación 1, donde  $\Delta Y_N$  expresa los resultados del sub-modelo nacional<sup>23</sup> y  $s$  los obtenidos en el sub-modelo regional (Capello, 2007b)

$$\Delta Y_r = \Delta Y_N + s; r \in N \quad [2.4]$$

Es competitivo porque busca explicar la dinámica de la economía local como producto de la calidad y cantidad de la dotación de factores enfatiza elementos locales como los procesos y productos de innovación, avances tecnológicos y el conocimiento. El territorio es concebido como un factor de producción donde ocurre el desarrollo, en el cual el

---

<sup>22</sup> En inglés Macroeconomic, Sectoral, Social and Territorial (Capello, 2007b y Capello, *et al* 2008 ).

<sup>23</sup> Para una revisión detenida sobre la construcción de este sub-modelo véase (Capello, 2007b y Capello, *et al*, 2008)

territorio genera rendimientos crecientes y mecanismos acumulativos de autoreforzamiento del crecimiento en forma de economías de aglomeración dinámicas. Al tener en mente a las regiones como parte de un sistema, necesariamente se tienen que considerar los vínculos regionales que se establecen a lo largo de este. De este modo se busca explicar las diferencias regionales y la capacidad de algunos entornos para crecer a tasas por encima del promedio nacional. El modelo se construyó con el objetivo de generar a través de ciertos algoritmos escenarios de crecimiento prospectivos a 20 años para la Unión Europea (Capello, 2007b y Capello *et al*, 2008). En Mendoza, Quintana y Valdivia, (2010) con datos de PIB municipal, construyeron un modelo de crecimiento con un enfoque generativo para explicar la dinámica de crecimiento de los municipios de la ZMVM.

### **2.5.1.1 Descripción del sub-modelo regional**

En la lógica del MASST, la capacidad relativa de una región para crecer depende de una diversidad de factores: la estructura productiva, la posición relativa de la región, la accesibilidad, la estructura urbana, el grado de integración económica y social. Dichos factores se definen a través de tres ecuaciones, dos de ellas se encuentran anidadas a una principal. La ecuación principal denominada como *ecuación de cambio regional*, representa una función de cuasi-producción, donde tanto las dotaciones iniciales como elementos estructurales y la estructura espacial y territorial determinaran la capacidad local de producción.

$$s_r = f(\text{Insumos y recursos materiales de tipo local, Recursos estructurales y sectoriales, Elementos institucionales, La estructura espacial y territorial}) \quad [2.5]$$

Capello (2007b) entiende por *insumos y recursos materiales de tipo local* elementos tales como la dotación de infraestructura, el autoempleo, recursos externos como fondos del

gobierno federal y el peso de la actividad terciaria. Los *recursos estructurales y sectoriales* estarían relacionados con la cantidad y calidad del capital humano y la disponibilidad de recursos energéticos. Los *elementos institucionales* serían aquellos vinculados a la integración (pensando en el proceso de consolidación de la Unión Europea) que provean a las regiones de un potencial de mercado. La estructura espacial se captura a través de la posición geográfica relativa, con énfasis en las oportunidades de crecimiento de una región a través de la dinámica de sus vecinos más cercanos (derramas de crecimiento espacial); y la estructura territorial se capturara a través de los asentamientos que se dan a lo largo de las regiones.

Dado los elementos anteriores, no todas las variables son exógenas, tres se determinan de manera endógena y son las que permiten que se genere el proceso acumulativo:

1) *Autoempleo*, que en el caso de la Unión Europea se considera que los fondos gubernamentales  $SF$  tienen un gran efecto sobre la creación de nuevas empresas y que a la vez explican la dinámica del autoempleo

$$\Delta autoempleo_{rt} = \lambda_0 + \lambda_1 SF_{rt} \quad [2.6]$$

2) *Cambios demográficos*, la tasa de crecimiento de la población  $\Delta P_{rt}$  depende de la tasa de natalidad ( $fr$ ), la tasa de mortalidad ( $mr$ ) y de la inmigración ( $im$ ).

$$\Delta P_{rt} = \lambda_0 + \lambda_1 fr_{t-1} + \lambda_2 mr_{t-1} + \lambda_3 im_{rt-1} \quad [2.7]$$

Donde a su vez la variable inmigración se calcula para diferentes estructuras urbanas de la Unión Europea y se hace dependiente del diferencial del ingreso regional ( $w_{et-1} - w_{rt-1}$ ) y la tasa de desempleo ( $u$ ),

$$im_{rt} = \eta_0 + \eta_1 u_{rt-1} + \eta_2 (w_{et-1} - w_{rt-1}) \quad [2.8]$$

Donde:

$w_e$  = Salario promedio en Europa

$w_r$  = Salario promedio regional

Parte del crecimiento regional depende de la dinámica de crecimiento de las regiones vecinas en el año anterior (derramas espaciales)

$$SP_{rt} = \sum_{j=1}^n \frac{\Delta Y_{jt}}{d_{rj}} \quad [2.9]$$

$\Delta Y_{jt}$  = tasa de crecimiento del ingreso,  $j$  = todas las regiones vecinas a la región,  $d_{rj}$  = distancia física entre la región  $r$  y  $j$ ,  $n$  = número de regiones vecinas a la región  $r$

Adicionalmente se construyó un índice para evaluar el impacto de la eliminación de las barreras institucionales, en especial de la integración de Rumania y Bulgaria, sobre la tasa de crecimiento regional del PIB. Se expresa como una diferencia entre la sumatoria del diferencial de crecimiento de una región ponderado por la distancia física entre la región  $j$  y  $r$ , respecto a sus regiones vecinas menos el mismo indicador, solo que ponderado por la distancia física elevada al cuadrado entre la región  $j$  y  $r$

$$IP_{rt} = \sum_{j=1}^n \frac{|\Delta Y_{jt} - \Delta Y_{rt}|}{d_{rj}} - \sum_{j=1}^n \frac{|\Delta Y_{jt} - \Delta Y_{rt}|}{d_{rj}^2} \quad [2.10]$$

## Recapitulación

En esta capítulo se abordaron las técnicas que se utilizaron para analizar el problema de estudio. En la primera sección se incorpora un panorama de la construcción de modelos regionales en los últimos treinta años, en la segunda sección se discutió la importancia de modelos generativos tipo *bottom-up*. En este tipo de modelos se sostiene que la actividad económica está determinada en un inicio a nivel regional. En la tercera sección se hizo una revisión de cómo se ha modelado las interacciones espaciales. En la cuarta sección se discute que se entiende por análisis espacial, se presentan indicadores y algunas técnicas

econométricas para evaluar la presencia de heterogeneidad y autocorrelación espacial. Finalmente en la sección 5 se presenta el modelo de crecimiento MASSTT

El modelo que se presentó en la última sección del capítulo se usó para plantear un modelo que evalúa el crecimiento de los municipios y delegaciones de la ZMVM, en función de sus características y los datos disponibles. El MASST es un modelo diseñado para predecir escenarios futuros de crecimiento económico de la Unión Europea, se elabora en un marco de un sistema multirregional con una orientación BU y TD. En el caso del modelo estimado para la ZMVM, tiene más bien un enfoque BU, pues no estimamos ningún modelo nacional y no hacemos ningún enlace que vincule a ambos submodelos. El modelo nacional correspondiente a este submodelo es parte de un proyecto que busca integrar las 56 zonas metropolitanas del país, la primera fase para la integración del modelo consiste en estimar los submodelos regionales y caracterizar el crecimiento al interior de las zonas metropolitanas.

El MASST es un modelo que se estima por mínimos cuadrados ordinarios robustos, la dependencia y heterogeneidad espacial se incluyen en forma de indicadores o variables binarias. A diferencia de ese modelo en el siguiente capítulo proponemos evaluar la presencia de dependencia y heterogeneidad espacial a partir de una batería de estadísticos propuestos por Anselin (2005), Fotheringham *et al* (1998) y Brudson *et al* (1999). La interacción espacial se representa en una matriz de pesos espaciales tipo reina, la cual permite relacionar una variable en un punto del espacio con las observaciones de dicha variable en unidades espaciales adyacentes del sistema.

### III. La ZMVM y el crecimiento económico de sus municipios y delegaciones (2000- 2008)

### **3.1 Delimitación**

Se ha reconocido oficialmente que el proceso de metropolización en México ha sido muy lento, aunque hay diferentes formas para definir dichos procesos, la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) reconoce como zona metropolitana toda red de ciudades de dos o más entidades federativas con más de un millón de habitantes. Por otra parte, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) define una zona metropolitana, a partir del tamaño de las localidades censales y su relación de contigüidad física. Mientras que el Consejo Nacional de Población (CONAPO) la define como el conjunto de dos o más municipios que contienen en su interior a una ciudad de 100 mil habitantes o más y cuya población y actividades productivas presentan características predominantemente urbanas, medidas a través del porcentaje de población que reside en localidades mayores de 15 mil habitantes, el porcentaje de población económicamente activa ocupada en actividades no agrícolas y el porcentaje de producción manufacturera.

En 2004 y 2007, los tres organismos llegaron a un consenso y presentaron una propuesta de conformación de zonas metropolitanas para México basada en la información del *XXI Censo General de Población y Vivienda 2000* y el *II Censo de Población y Vivienda*. En ambos ejercicios combinaron criterios estadísticos y geográficos relacionados con el tamaño de la población, la conurbación física, la distancia, la integración funcional y el carácter urbano de los municipios, además se utilizaron criterios de planeación y política urbana que dan cuenta de las declaratorias y programas de ordenación de las zonas conurbadas y zonas metropolitanas vigentes (CONAPO, *et al*, 2004 y 2007). Los resultados que arrojaron dichos trabajos muestran una expansión de las zonas urbanas; en 2000 se contabilizaron 55 zonas metropolitanas, para 2005 se incluyó una nueva zona

metropolitana. También se observó una expansión metropolitana: de 309 municipios, se pasó a 335 municipios metropolitanos. Respecto a la expansión territorial de la ZMVM, esta comenzó a acelerarse desde 1970, pasando de 15 delegaciones del DF y 8 municipios del Estado de México a 76 unidades territoriales, las cuales incluyen las 16 delegaciones del Distrito Federal, 59 municipios del Estado de México y 1 municipio de Hidalgo. De estos, CONAPO *et al* (2004) clasifica 52 como municipios centrales, 6 como exteriores pero con integración funcional y carácter urbano y 18 como exteriores pero incluidos por planeación y política urbana.

### **3.2 La Zona metropolitana del Valle de México en el contexto nacional**

La reestructuración de los procesos productivos, tras la crisis de los setentas a estructuras verticales con formas más flexibles de acumulación generaron casos exitosos, no solo el crecimiento se daba sino que se autoreforzaba. En general empezaron a dejarse atrás enfoques tradicionales que concebían los fenómenos económicos y sociales de arriba-abajo para dar paso a enfoques de abajo-arriba, basados en el potencial endógeno de los territorios.

En México, estas tendencias comenzaron a seguirse una vez que el modelo de desarrollo estabilizador empezó a desmoronarse. Razón por la cual, a fines de los setenta, comenzaron a generarse una serie de reformas tales que permitieron institucionalizar la descentralización de la ciudad de México –el Programa de Reordenamiento Urbano y Protección Ecológica (PRUPE)- la autonomía de los gobiernos municipales -la reforma municipal 1989- y la generación de nuevos polos de desarrollo. En este sentido, las consecuencias de dichas reformas más que generar una descentralización de la población y de la actividad económica en la Ciudad de México ha permitido la expansión de esta a



municipios adyacentes del Estado de México y de Hidalgo, por otra parte pese a que los centros económicos tradicionales –Ciudad de México, Monterrey y Guadalajara- han dejado atrás su vocación manufacturera; el poco dinamismo de la economía nacional, el desempleo, la reestructuración global de la planta productiva han generado la búsqueda de nuevas propuestas económicas.

En 2010 la población urbana representaba el 72% de la población total y el 56% habitaba en zonas metropolitanas (ONU-Hábitat-Sedesol, 2011). En México en 2007 se reconocían 56 zonas metropolitanas de las cuales, la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), según el censo económico de 2009, tiene la mayor participación en términos porcentuales en unidades económicas (19.4%), remuneraciones (20.9%), personal ocupado (19.8%) y Valor Agregado Censal Bruto (15.4%). En importancia, en términos del valor agregado censal bruto (VACB), le sigue la Zona Metropolitana de Guadalajara (5.2%), Puebla-Tlaxcala (3.2%), Toluca (1.9%) y Monterrey (1.8%).

Cuadro 3.1. Participación porcentual de las principales zonas metropolitanas por características principales

Descripción	VACB	UE	POT	Rem
<b>Nacional</b>	100	100	100	100
<b>Zona Metropolitana del Valle De México</b>	<b>15.6%</b>	<b>19.4%</b>	<b>19.8%</b>	<b>20.9%</b>
Zona Metropolitana de Guadalajara	5.2%	4.2%	4.9%	4.3%
Zona Metropolitana de Puebla-Tlaxcala	3.3%	3.1%	2.5%	2.1%
Zona Metropolitana de Toluca	1.9%	1.7%	1.6%	1.9%
Zona Metropolitana de Monterrey	1.8%	3.0%	5.0%	6.6%
<b>Suma sin ZMVM</b>	<b>12.2%</b>	<b>12.0%</b>	<b>14.0%</b>	<b>14.9%</b>

Fuente: Censos Económicos 2009, INEGI

Sin embargo, pese a la importancia que han retomado estas zonas metropolitanas en los últimos años<sup>24</sup>, la primacía en términos de participación la sigue manteniendo la ZMVM,

<sup>24</sup> Por ejemplo, según el índice de competitividad urbana 2012, la Ciudad de Monterrey mostró tener el mejor índice, le sigue la ZMVM, San Luis Potosí-Soledad, Querétaro y Guadalajara (IMCO, 2012)

por ejemplo, si sumamos la participación, en términos del VACB, las cuatro zonas que le siguen en importancia tienen una participación del 12.2% y aunque en términos de las remuneraciones el peso alcanzada por las cuatro zonas metropolitanas ronda el 15%, aun siguen estando por debajo de la participación de la ZMVM (véase cuadro 3.1).

### **3.3 La ZMVM: Crecimiento local y sus posibles explicaciones**

En esta sección analizamos el desempeño en términos del crecimiento económico de los municipios y delegaciones que conformaron la ZMVM en el periodo de 2000-2008. El crecimiento económico lo entendemos como la capacidad de una región de crecer a tasas por encima de las tasas observadas a nivel nacional y se mide como un diferencial entre la tasa de crecimiento nacional y la tasa de crecimiento local. La capacidad de un municipio y/o delegación de crecer por encima de la tasa nacional esta explicado por el peso que tienen factores tangibles (recursos materiales y recursos estructurales-sectoriales) y factores intangibles (estructura espacial y territorial). El modelo propuesto en esta sección es un complemento al modelo SIRMME (Mendoza, Quintana y Valdivia, 2010) que se apega mas a la especificación del MASST de Capello (2007b) y Capello, *et al* (2008), pues incluye la estimación de la ecuación de población y autoempleo. Adicionalmente, enfatizamos el aspecto diversificado del espacio y profundizamos en el tipo de relaciones espaciales, para ello analizamos la presencia de dependencia espacial y/o heterocedasticidad espacial con técnicas tales como el Análisis Espacial de Datos ESDA, un Análisis confirmatorio de dependencia espacial en un modelo de regresión y la especificación y estimación en presencia de heterogeneidad espacial con regresiones ponderadas geográficamente.

### 3.3.1 Definición del modelo

El modelo MASST de Capello (2007b) y Capello *et al* (2008) está compuesto de dos submodelos: uno nacional y uno regional. El submodelo nacional que estima la tasa de crecimiento a nivel agregado y es complementaria al modelo presentado en este trabajo se puede encontrar en Mendoza, Quintana y Valdivia (2010). El submodelo regional es el objeto de estudio de este trabajo. La ecuación *autoempleo* del modelo original no se incluyó porque los datos sobre gastos en apoyo a micro y pequeña empresa que requiere esta ecuación están expresados a nivel nacional y no se cuenta con alguna desagregación regional. Estos apoyos son de carácter central y los promueve la Secretaría de Economía a través del fondo Pyme. En total se consideraron quince variables para estimar tres ecuaciones de las cuatro definidas en la propuesta original (véase sección 2.4.1). La ecuación principal es una cuasi función de producción denominada como:

*El diferencial de crecimiento:*

$$s_r = (\text{Recursos Economicos locales, Recursos estructurales y sectoriales, Estructura espacial y territorial}) \quad [3.1]$$

Donde  $s_r$  es el diferencial de crecimiento, la resta entre la tasa de crecimiento regional menos la tasa de crecimiento a nivel nacional

$$s_r = Y_r - Y_N \quad r \in N \quad [3.2]$$

Los recursos Económicos locales que integramos son la densidad relativa de dotación de infraestructura, la tasa de crecimiento del autoempleo, la tasa de crecimiento del empleo en el sector servicios. Los recursos estructurales y sectoriales abarcan: la tasa de crecimiento media anual de la población, el consumo de energía per cápita, la participación local de los recursos humanos empleados en Ciencia y Tecnología. La estructura espacial y territorial, la medimos como derramas territoriales en forma de dependencia espacial; la estructura espacial la incluimos en forma de variables y midiendo la presencia de heterogeneidad espacial con regresiones ponderadas geográficamente. En el cuadro 3.2 se describen las variables por tipo de recurso y su abreviatura.

$$s_r = f \left( Dinf_{r,t-1}, \Delta EpP_{r,t}, \Delta PS_{r,t}, \Delta PS_{r,t}, \Delta pob_{r,t}, Ce_{r,t-1}, ST_{r,t-1}, lamda, \omega \right) \quad [3.3]$$

Cuadro 3.2 Clasificación de las variables por tipo de recurso

Clasificación	Código
<i>Recursos Económicos Locales</i>	
Densidad relativa de dotación de infraestructura	$Dinf_{r,t-1}$
Tasa de crecimiento del autoempleo	$\Delta EpP_{r,t}$
Tasa de crecimiento del empleo en el sector servicios	$\Delta PS_{r,t}$
<i>Recursos sectoriales y estructurales</i>	
Tasa de crecimiento media anual de la población	$\Delta pob_{r,t}$
Consumo de energía per cápita	$Ce_{r,t-1t}$
Participación local de los recursos humanos empleados en Ciencia y Tecnología	$ST_{r,t-1t}$
<i>Estructura territorial y espacial</i>	
Derramas territoriales	Estimada ( $\lambda/\omega$ )
Cuestiones territoriales	Variables dummy

Fuente: Elaboración propia

*El crecimiento de la población:*

$$\Delta pob_{rt} = \delta_0 + \delta_1 tnat_{r,t-1} + \delta_2 tmort_{r,t-1} + \delta_3 smig_{r,t-1} + e \quad [3.4]$$

Donde la tasa de crecimiento de la población  $\Delta pob_{rt}$  está en función de la tasa de natalidad ( $tnat$ ), la tasa de mortalidad ( $tmort$ ) y del saldo migratorio ( $smig$ ).

*Migración:*

$$smig_{r,t} = \tau + \gamma_1 desem_{r,t-1} + \gamma_2 Difing_{ZMVM,t-1} + e \quad [3.5]$$

Donde  $Difing_{ZMVM}$  = Ingreso per cápita en la ZMVM – ingreso per cápita a nivel municipio-delegación y

$desem_{r,t-1}$  = tasa de desempleo.

### 3.4. Descripción de la base de datos

La base de datos utilizada para la estimación del modelo se construyó con información de los Censos de Población: *XI y XII Censo General de Población y Vivienda 2000*; Censos económicos: *Censos Económicos de 1999 y 2004* y del Sistema Municipal de Base de Datos (SIMBAD). La unidad geográfica de análisis es el municipio-delegación. La ZMMV

está constituida, según la definición de CONAPO, *et al* (2007), por 76 unidades geográficas, sin embargo, no se incluyó Tonanitla, porque este municipio se creó en 2003, antes de esa fecha no existe información para el municipio. El Marco Geostadístico que se usó fue el de 2000, en esta representación cartográfica, el territorio de Tonanitla estaba integrado al municipio de Jaltenco. Las variables utilizadas están expresadas en tasas de crecimiento, porcentajes y relaciones, también se incluye una variable categórica que trata de representar la estructura urbana de la ZMVM. En el cuadro 2 se describen las 13 variables que articulan el modelo para evaluar el crecimiento económico de los municipios y delegaciones que conforman la ZMVM.

Cuadro 3.3 Definición y fuente de las variables usadas en el modelo

Indicador	Código	Definición	Fuente
<b><i>Diferencial de crecimiento</i></b>			
Diferencial de la tasa media anual de crecimiento del PIB	$S_r$	Tasa de crecimiento media anual del PIB (2000-2005) menos la tasa de crecimiento media anual del PIB a nivel ZMVM 2000-2008	“Modelo de Impacto Regional en México” (2012)
Densidad relativa local de dotación de infraestructura	$Dinf_{2000}$	Es la relación entre kilómetros de vías primarias en la superficie con respecto a la densidad promedio de kilómetros de vías primarias en la ZMVM (2000)	INEGI
Tasa de crecimiento del empleo en el sector servicios	$\Delta PS_{98-03}$	Tasa de crecimiento media anual del empleo en el sector servicios (1998-2003)	Censos Económicos 1999 y 2004
Consumo de energía per cápita	$Ce_{1998}$	Consumo de energía (1998) (millones de pesos)/ Población total (1998)	Censos Económicos 1999, XII Censo General de Población y Vivienda 2000 y I Censo de Población y Vivienda 1995
Participación de recursos humanos empleados en Ciencia y Tecnología	$ST_{1998}$	Porcentaje de personal ocupado en el sector 54, relacionados con servicios profesionales, científicos y técnicos respecto al empleo total de cada municipio/delegación (1998)	Censos Económicos 1999
Tasa de crecimiento de autoempleo	$\Delta EpP_{90-00}$	Tasa de crecimiento media anual del empleo por cuenta propia 1990-2000	XI Censo General de Población y Vivienda 1990 y XII Censo General de Población y Vivienda 2000
Territoriales	$\text{Lamda}/\omega$	Variables tipo Dummy que corresponden a la estructura urbana	
<b><i>Crecimiento de la población</i></b>			
Tasa de crecimiento media anual de la población	$\Delta pob_r 1995-2000$	Tasa de crecimiento media de la población en el periodo 1995-2000	XII Censo General de Población y Vivienda 2000 y I Censo de Población

Tasa bruta de Mortalidad	$tmort_{r1995}$	Proporción de personas que mueren al año (1995)	Sistema Municipal de Base de Datos
Tasa de natalidad	$tnat_{r1995}$	Proporción de personas que nacen al año (1995)	Sistema Municipal de Base de Datos
<b>Saldo Neto Migratorio</b>			
Saldo Migratorio	$smigr_{2000}$	Número de emigrantes menos el número de inmigrantes, dividido entre la población total (2000)	XII Censo General de Población y Vivienda 2000
Diferencial del salario promedio	$Difing_{1998}$	PIB de la ZMVM menos el PIB de cada municipio-delegación (1998)	“Modelo de Impacto Regional en México” (2012), XII Censo General de Población y Vivienda 2000 y I Censo de Población y Vivienda 1995
Tasa de desempleo	$tdesem_{1990}$	Restar uno menos la relación de personas ocupadas entre el número de Población Económicamente activa (1990)	XI Censo General de Población y Vivienda 1990

Fuente: Elaboración propia

Las estimaciones sobre PIB a nivel municipal y delegación que se utilizan fueron realizadas por Mendoza (2012)<sup>25</sup>. El periodo de análisis del crecimiento es de 2000-2008, pero las variables explicativas en su gran mayoría están expresadas en años anteriores a este periodo. En una cuasi-función de producción, el producto no puede estar expresado en la misma línea temporal que sus insumos, si no se respeta esta lógica, al estimar la ecuación tendremos problemas de autocorrelación contemporánea (las variables independientes estarán correlacionadas con los errores). Las únicas variables que no están rezagadas en el tiempo son la dotación de infraestructura, la cual solo fue posible conseguir para 2000, el saldo migratorio y la tasa de crecimiento del empleo en el sector servicios. El saldo migratorio contempla a la población que en 1995 vivía en un lugar diferente a su residencia en 2000. La tasa de crecimiento media anual del sector servicios corresponde a la observada en el periodo 1998-2003 porque el Censo de 1994 no está homologado con el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte. Cualquier tasa de crecimiento se

<sup>25</sup> Véase “Modelo de Impacto Regional en México” (2012) proyecto a cargo del profesor Miguel Ángel Mendoza.

construyó como el promedio anual en el periodo para evitar cualquier fluctuación en el corto plazo que pudiera presentarse en el análisis. El PIB está disponible en millones de pesos a precios de 1993, por lo que cualquier indicador expresado en valores monetarios se expresó en los mismos términos.

El consumo de energía per cápita es una variable aproximada y corresponde al gasto expresado en millones de pesos que hacen las empresas anualmente por consumo de energía eléctrica, debería agregarse el consumo domestico pero la falta de datos municipales lo impide. La población total de 1998, se estimó con el método de interpolación exponencial, el año inicial fue 1995 y el año final 2000. Se entiende como servicios todas aquellas actividades relacionadas con los siguientes sectores: Transportes, correos y almacenamiento (48-49), Información en medios masivos (51), Servicios Financieros y de seguros (52), Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes (53), Servicios profesionales, científicos y técnicos (54), Corporativos (55), Servicios de Apoyo a negocios y manejo de desechos (56), Servicios educativos (61), Servicios de salud y asistencia social (62), Servicios de esparcimiento, culturales y deportivos (71), Servicios de Alojamiento temporal y de preparación de alimentos (72) y Otros servicios excepto actividades gubernamentales (81). En una segunda versión del modelo se incorpora una variable dicotómica y trata de representar la estructura urbana de de la ZMVM.

Sobre la ecuación principal (*diferencial de crecimiento* [3.3]) engloba tres tipos de recursos: económicos, sectoriales-estructurales, y los de tipo territorial y espacial. Los recursos económicos que consideramos son los relacionados con la dotación de infraestructura, el autoempleo, la participación en el sector terciario. Los recursos sectoriales-estructurales están relacionados con el crecimiento de la población, una variable

proxy del comportamiento del trabajo como factor productivo, el consumo de energía eléctrica, el capital humano, o recursos humanos empelados en sectores como ciencia y tecnología. Finalmente, los de tipo territorial y espacial están asociados a la interdependencia espacial entre unidades geográficas vinculados a las derramas territoriales y a la caracterización de la estructura urbana a través de variables dicotómicas. La clasificación de las variables por tipo de recursos se muestra en el cuadro 3, en ella se puede observar que las derramas espaciales se evalúan una vez que se estima la ecuación 1 por mínimos cuadrados ordinarios y se evalúa mediante pruebas estadísticas la existencia de dependencia y heterogeneidad espacial. Se espera que al evaluar el modelo el tipo de dependencia espacial que predomine sea el de tipo residual.

Las variables están expresadas en proporciones o tasas de crecimiento a excepción del diferencial de crecimiento. La densidad de vías primarias por  $\text{km}^2$  en promedio es 1.6 más amplia que la relación a nivel zona metropolitana. La tasa de crecimiento de la población (2%) en promedio es menor a la tasa de crecimiento del PIB (4%). La participación de los recursos humanos empleados en Ciencia y Tecnología sobre el total del empleo tiende a ser en promedio alrededor del 2%. Mientras que el sector terciario y el autoempleo crecieron a una tasa del 8% y 6% en promedio respectivamente. En promedio la tasa de crecimiento de la población fue de 2% mientras la tasa bruta de natalidad en 1995 fue de de 18.4 nacimientos por cada mil habitantes, la tasa bruta de mortalidad fue de 4.6 muertes por cada mil habitantes y un saldo neto migratorio promedio de 14.2 personas por cada mil habitantes. El comportamiento de las variables independientes de la ecuación 3.5 (saldo neto migratorio) es el siguiente; el diferencial del ingreso per cápita en promedio está



0.003 por encima del ingreso per cápita observado a nivel ZMVM, y la tasa de desempleo en promedio en 1990 fue de 3%.

Cuadro 3.4 Estadística descriptiva

VARIABLES	Obs.	Media	Desviación estándar	Valor mínimo	Valor Máximo
<b><i>Diferencial de crecimiento</i></b>					
Tasa diferencial de crecimiento del PIB promedio anual (PIB)	75	0.02	0.05	-0.07	0.16
Tasa de Crecimiento media anual del PIB 2000-2008 ( $\Delta Y_t$ )	75	0.04	0.05	-0.05	0.17
Densidad relativa local de dotación de infraestructura	75	1.61	1.89	0.01	7.26
Tasa de crecimiento media anual de la población 2000-2005	75	0.02	0.02	-0.01	0.10
Consumo de energía per cápita 1998	75	0.00022	0.00042	0.000005	0.0024
Participación de recursos humanos empleados en Ciencia y Tecnología	75	0.02	0.02	0.00	0.91
Tasa de crecimiento del empleo en el sector servicios 1998-2003	75	0.08	0.06	-0.07	0.22
Tasa de crecimiento del empleo por cuenta propia 1990-2000	75	0.06	0.03	0.01	0.11
<b><i>Crecimiento de la población</i></b>					
Tasa de Defunciones 1995	75	4.63	1.20	1.67	8.83
Tasa de Nacimientos 1995	75	18.42	4.21	10.91	41.36
Saldo Migratorio 2000	75	14.20	28.77	-61.25	86.95
<b><i>Saldo Neto Migratorio</i></b>					
Diferencial ingreso per cápita 1998	75	0.003	0.024	-0.13	0.014
Tasa de desempleo 1990	75	0.03	0.01	0.02	0.05

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI

### 3.5. Análisis Exploratorio de datos espaciales (ESDA)

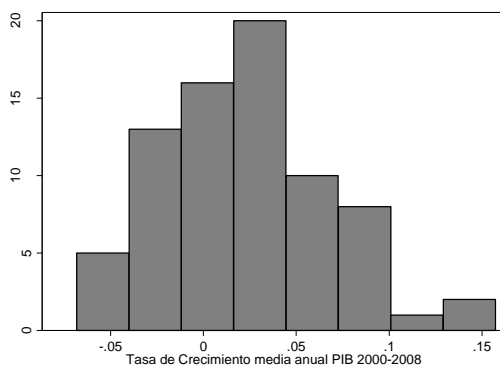
Las herramientas que utilizamos para hacer el análisis exploratorio de datos espaciales son el histograma de frecuencias con su prueba Jarque-Bera correspondiente, con el cual probamos la normalidad de las variables. Después exploraremos visualmente con mapas de

desviación estándar y *box-maps* si existen observaciones atípicas y asociaciones multivariantes entre las variables dependientes de las tres ecuaciones principales (3.3, 3.4 y 3.5), ya que es probable que mapas con cuartiles y observaciones coincidentes correspondan a variables correlacionadas. Recuérdese que el *crecimiento de la población* (ecuación 3.4) es una variable independiente en la ecuación 3.3 y el *saldo migratorio* (ecuación 3.5) a la vez es una variable independiente al explicar el *crecimiento de la población*. Finalmente comprobamos la presencia de dependencia espacial a través del Índice de Moran global, *el scatter plot* de Moran y el estadístico local de Moran.

En el panel 3.1, se muestran los histogramas de frecuencias de las variable y los resultados de la prueba Jarque-Bera y el valor crítico; en el panel 3.2, los mapas de desviación estándar y en el panel 3.3 los *box-map*. Solo dos de las variables no rechazan la hipótesis nula de normalidad en los datos: *Diferencial de crecimiento 2000-2008* y *Saldo Migratorio* (véase figura 3.1 y 3.3).

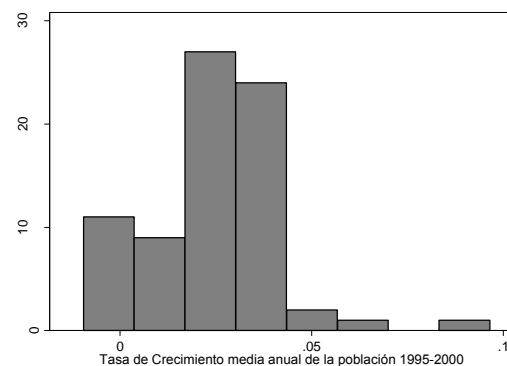
Panel 3.1 Histogramas de Frecuencia

Figura 3.1 Diferencial de crecimiento 2000-2008



JB<sup>26</sup>= 2.18 VC= 5.99

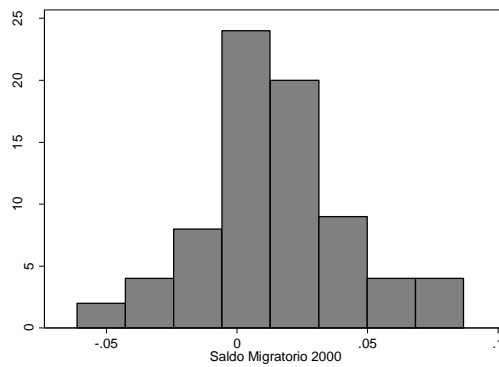
Figura 3.2 Tasa local de crecimiento promedio anual de la población 1995-2000



JB= 25.79 VC= 5.99

<sup>26</sup> Jarque-Bera (JB) y Valor Crítico (VC)

Figura 3.3 Saldo Migratorio



JB= 0.56 VC= 5.99

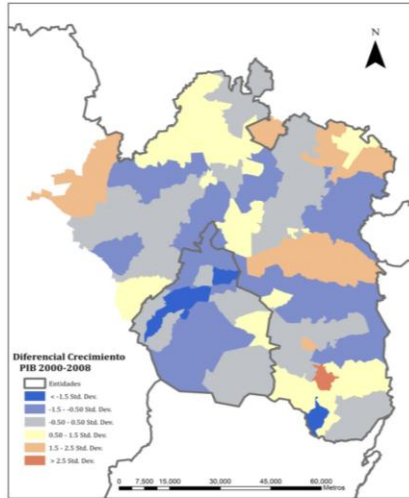
Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI

Si comparamos los mapas de desviación estándar y *box-map* se puede apreciar que en las tres variables existe una agrupación espacial de municipios y delegaciones dentro de un mismo rango, esta observación es más marcada en las tasas de crecimiento de la población y el saldo migratorio. El caso de la variable diferencial del crecimiento económico se puede encontrar una agrupación en el centro-norte de la ZMVM que involucra a los siguientes municipios y delegaciones: Coacalco, Tultitlan, Tultepec, Tlalnepantla, Gustavo A. Madero, Azcapotzalco y Miguel Hidalgo (rango -1.5 a -0.5 desviaciones respecto a la media). Respecto a la tasa de crecimiento de la población, la parte norte destaca por una agrupación de municipios con valores dentro del rango (-0.5 a 0.5 desviaciones de la media), sin incluir los siguientes municipios: Villa del Carbón, Teoloyucan, Cuautitlán, Chiautla, Nextlalpan, Tultepec, Coacalco, Tultitlan, Jaltenco, Temascalapa, Jilotzingo, Isidro Fabela y Atenco. También destaca una agrupación de municipios que se encuentran en el rango menor a -2.5 desviaciones estándar y corresponde a las delegaciones del centro y un municipio de la ZMVM: Gustavo A. Madero, Azcapotzalco, Miguel Hidalgo, Cuauhtémoc, Venustiano Carranza, Benito Juárez, Iztacalco, Coyoacán Netzahualcóyotl. La variable *Saldo Migratorio* muestra agrupaciones de observaciones que se encuentran en

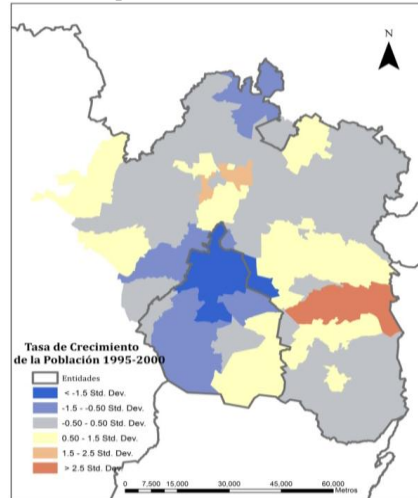
el mismo rango (-0.5 a 0.5, 1.5 a 2.5 y mayores a 2.5 desviaciones estándar) en la parte noroeste y noreste de la ZMVM.

Panel 3.2 Mapas de desviación estándar

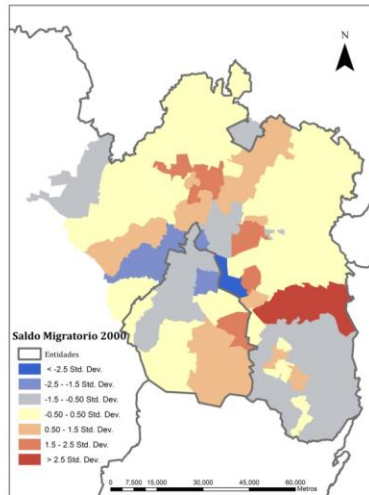
Mapa 3.1 Diferencial de crecimiento 2000-2008



Mapa 3.2 Tasa local de crecimiento promedio anual de la población 1995-2000



Mapa 3.3 Saldo Migratorio 2000



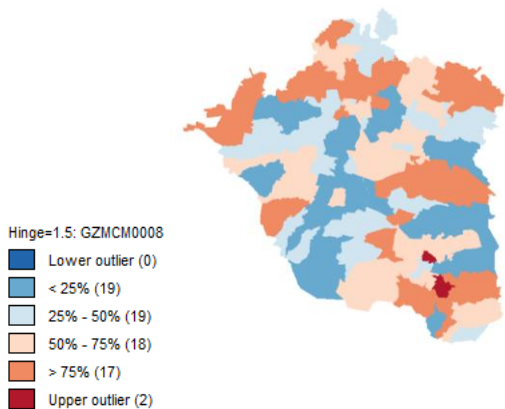
Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI

En dos de las variables se encontraron observaciones atípicas en el rango superior: en el diferencial de crecimiento y en la tasa de crecimiento la población. Los *outliers*, del diferencial corresponden a Cocotitlán y Ayapango. La observación atípica del rango superior del crecimiento de población y el saldo migratorio es el mismo municipio:

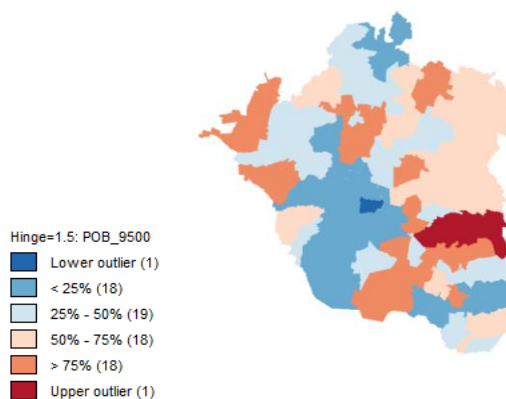
Ixtapaluca. Mientras que el *outlier* inferior corresponde al valor de Iztacalco. En general, las figuras permiten concluir que no existe estacionariedad espacial en la distribución de las variables

Panel 3.3 *Box-Map*

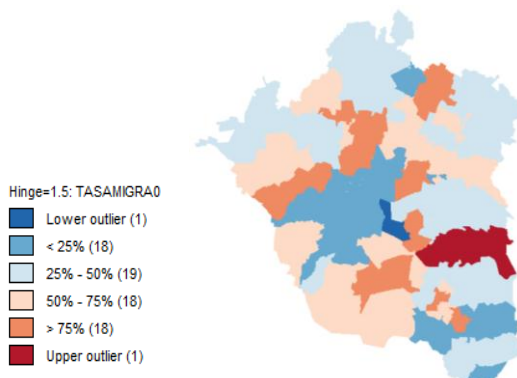
Mapa 3.4 Diferencial de crecimiento 2000-2008



Mapa 3.5 Tasa local de crecimiento promedio anual de la población 1995-2000



Mapa 3.6 Saldo Migratorio 2000



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI

### 3.3.1.1 Análisis de dependencia espacial

A pesar de la posible asociación espacial que parece derivarse de las figuras y mapas anteriores, los resultados son altamente sensibles, entre otros aspectos al número de intervalos definidos y a la forma de la distribución de la variable. Por ello, es necesario llevar a cabo un estudio exhaustivo de la posible presencia de dependencia espacial a partir del cual sea posible afirmar si existe o no un esquema de autocorrelación espacial

estadísticamente significativa en las variables analizadas. Este tipo de análisis requiere la definición de una matriz de pesos espaciales, escogimos trabajar con una matriz tipo reina de primer orden, la cual considera como vecino de una observación regional a todo aquel polígono con el cual comparte un punto o una arista. En este apartado se muestra el índice de Moran global, el *scatter plot* de Moran y una serie de cartogramas que presentan la presencia de agrupaciones con valores altos o bajos de las variables involucradas en las tres ecuaciones a estimar (ecuación de diferencial de crecimiento, ecuación de población y ecuación de saldo migratorio).

De las tres variables analizadas (diferencial de crecimiento, tasa de crecimiento de la población y saldo migratorio) a través de cartogramas de desviación estándar y *box map*, los mapas que mostraron patrones más visibles de agrupaciones son las que presentan un mayor valor de la I de Moran (tasa de crecimiento de la población y saldo migratorio). La variable tasa de crecimiento de la población presenta el índice de Moran global más alto entre las variables dependientes con un p valor significativo al 2% (véase cuadro 3.5). Esto significa que el crecimiento de la población de un municipio o delegación tiene una gran probabilidad de estar explicado por el crecimiento de sus vecinos y que el modelo adecuado podría ser uno de rezago espacial.

Cuadro 3.5 Contraste de autocorrelación espacial global: I de Moran

Indicador	Índice de Moran Global	Ecuación
<i>Variables dependientes</i>		
Diferencial de la tasa de crecimiento del PIB promedio anual 2000-2008	0.107*	[3.3]
Tasa local de crecimiento promedio anual de la población 1995-2000	0.474***	[3.4]
Saldo Migratorio 2000	0.2768***	[3.5]
<i>Variables independientes</i>		
Tasa de crecimiento del empleo en el sector servicios 1998-2003	0.4517***	[3.3]
Densidad relativa de dotación de infraestructura	0.6686***	[3.3]
Consumo de energía per cápita 1998	0.151**	[3.3]
Participación local de los recursos humanos empleados en Ciencia y Tecnología 1998	0.5312***	[3.3]
Tasa de crecimiento del empleo por cuenta propia 1990-2000	0.3987***	[3.3]
Tasa bruta de mortalidad 1995	0.4552***	[3.4]
Tasa bruta de natalidad 1995	0.1088*	[3.4]
Diferencial del Ingreso 1998	0.49***	[3.5]
Tasa de desempleo 1990-2000	0.3077***	[3.5]

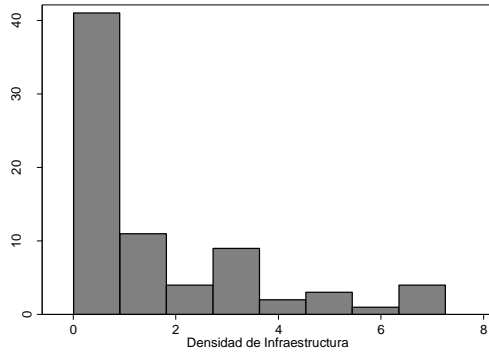
\*\*\* Valores  $p < 2\%$ , \*\*  $p < 5\%$ , \*  $p < 10\%$

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI

Al analizar las variables por ecuación, observamos que las variables independientes de la ecuación 3.3 con un índice de Moran global más alto y significativo son la densidad relativa de infraestructura y la proporción de recursos humanos dedicados a actividades de ciencia y tecnología, sin embargo sus histogramas de frecuencia y la prueba de Jarque-Bera rechazan la hipótesis nula de normalidad en los datos (véase figura 3.4 y 3.5)

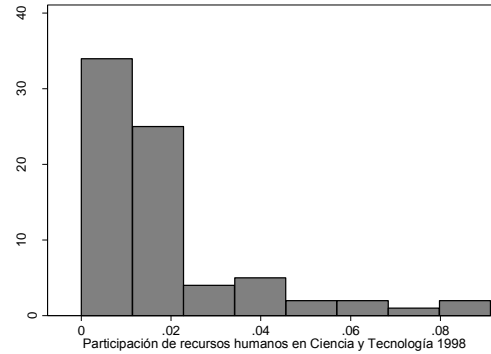
Panel 3.4 Histogramas de frecuencia y prueba Jarque-Bera

Figura 3.4 Densidad relativa de dotación de infraestructura



JB= 34.17 VC= 5.99

Figura 3.5 Participación local de los recursos humanos empleados en Ciencia y Tecnología 1998

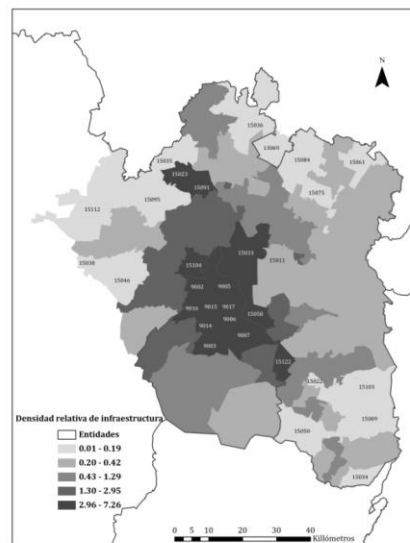


JB= 116.8 VC= 5.99

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI

La densidad relativa de infraestructura mide el grado de competitividad de los municipios y/o delegaciones, los valores altos de la variable se encuentran en la parte norte del Distrito Federal y en los municipios del Estado de México que colindan al norte del DF, mientras que los municipios con menor grado de competitividad medido en términos de la densidad relativa de infraestructura se encuentran en la periferia al norte y sur del Estado de México (véase mapa 3.7).

Mapa 3.7 Distribución por *Natural-Breaks* de la variable densidad de infraestructura



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI



Todas las variables presentan una dependencia espacial positiva con un p valor menor al 10% de significancia, con estos valores se rechaza la existencia de una distribución aleatoria y en términos globales refleja, que regiones próximas en el espacio muestran también valores similares de las variables que conforman la ecuación 3.3 (diferencial de crecimiento). En los *scatter plot* de cada variable se puede observar que las delegaciones del DF<sup>27</sup> suelen encontrarse en el primer cuadrante, con excepción de las variables autoempleo y diferencial de crecimiento en el que suelen encontrarse en el primer cuadrante municipios del Estado de México.

Panel 3.5 *Scatter plot* de las variables que componen la ecuación 3.3

Figura 3.6 Dotación de infraestructura

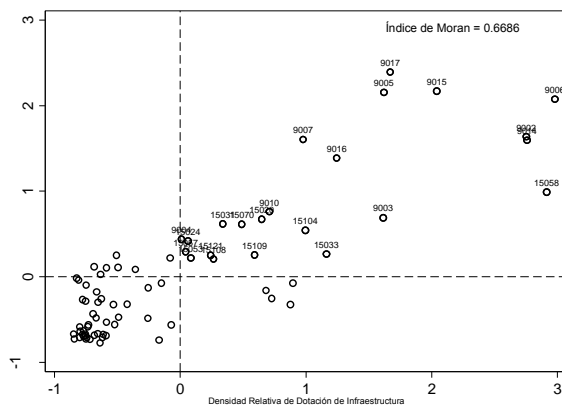


Figura 3.7 Empleo en Ciencia y tecnología

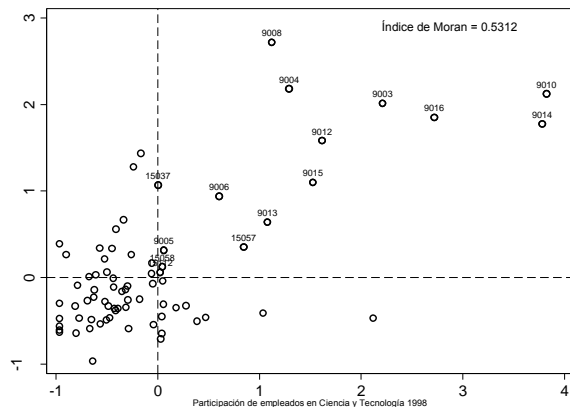


Figura 3.8 Tasa de crecimiento del empleo en servicios

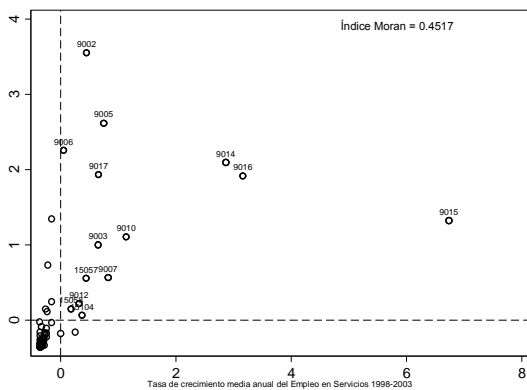
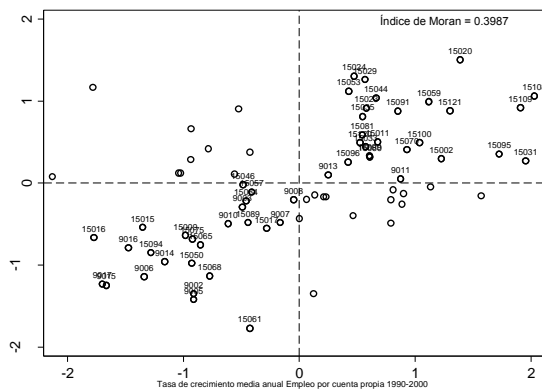


Figura 3.9 Empleo por cuenta propia



<sup>27</sup> Las delegaciones y municipios de la ZMVM se identifican por un código, los dos primeros dígitos corresponden a la entidad a la que pertenecen, y los tres restantes es el número de municipio asignado por INEGI de acuerdo al Marco Geoestadístico Nacional.

Figura 3.10 Consumo per cápita de energía eléctrica

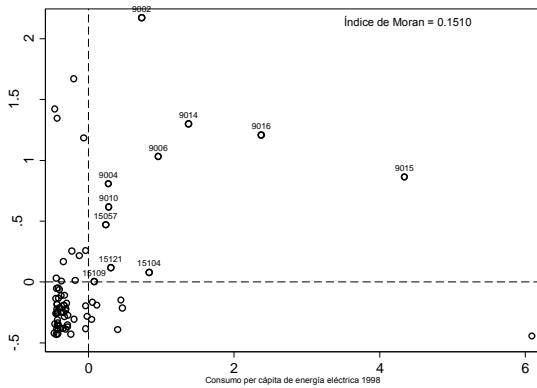
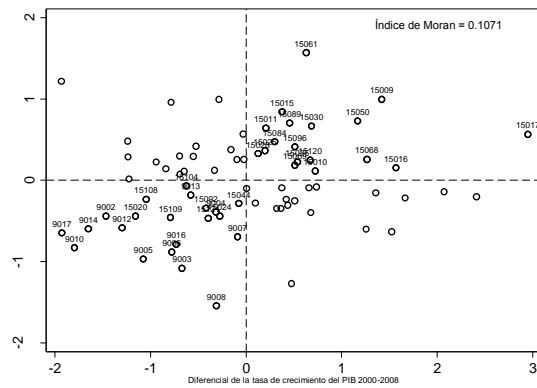


Figura 3.11 Diferencial de la tasa de crecimiento



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI

El segundo bloque de variables corresponde a la ecuación del crecimiento de la población [3.4], variable proxy del trabajo disponible en una región, la mayoría de las variables a excepción de la tasa bruta de natalidad muestran un p valor significativo al 2%. Respecto a la dispersión de las observaciones de las variables tasa de crecimiento de la población, tasa bruta de natalidad y saldo migratorio, en el panel 3.6 de *scatter plot* se identifica que en el cuadrante III, en las tres variables, sobresalen las delegaciones del DF. Lo contrario se observa para el caso de la variable tasa de mortalidad, en el III cuadrante se hallan los municipios del Estado de México (véase figura 3. 13) Esta asociación por tipo de entidades nos da algunos indicios de la posible presencia de aglomeraciones en función de la entidad<sup>28</sup> a la que pertenezcan las observaciones.

<sup>28</sup> El área geográfica de la Zona Metropolitana del Valle de México abarca dos entidades federativas (estado de México e Hidalgo) y el Distrito Federal.



Panel 3.7 Scatter plot de las variables que componen la ecuación 3.5

Figura 3.16 Tasa de desempleo

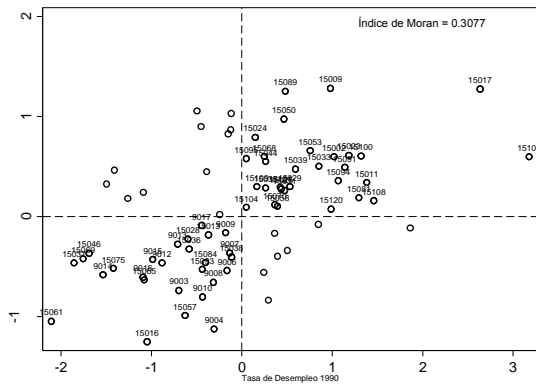
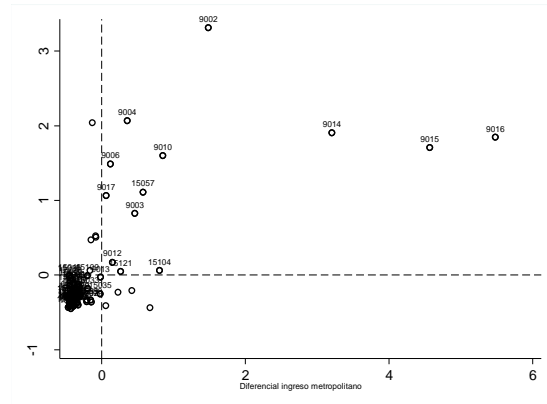


Figura 3.17 Saldo migratorio



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI

Aunque los índices mostrados en el cuadro 3.5 nos permiten contrastar la existencia de un esquema estadísticamente significativo de autocorrelación espacial, estos son calculados de manera conjunta para toda la muestra. Este hecho impide conocer si, con independencia del esquema de dependencia presente a nivel global, existen agrupaciones de regiones que presenten una concentración de valores elevados o bajos de las variables analizadas significativamente más importantes de lo que cabría esperar en caso de existir una distribución homogénea. A su vez, tampoco permiten detectar agrupaciones de valores disimiles, es decir, regiones que muestren un valor significativamente inferior o superior al mostrado por sus regiones colindantes (Moreno y Vayá, 2000). Para abordar esta limitación se procede al cálculo de los contrastes de autocorrelación local, en concreto los estadísticos relacionados con LISA.

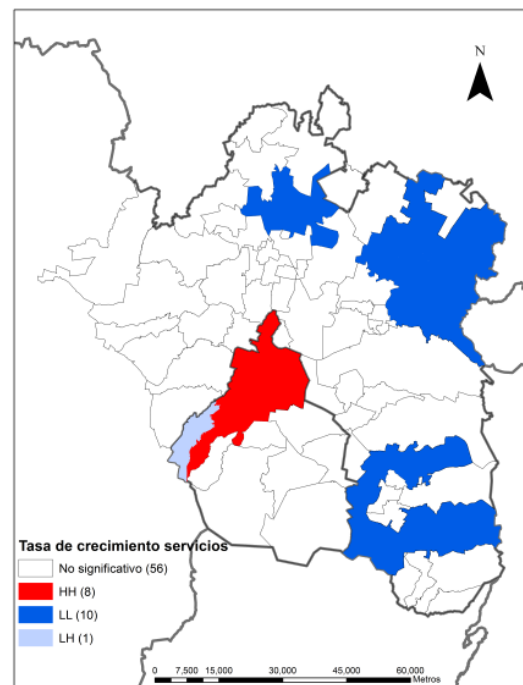
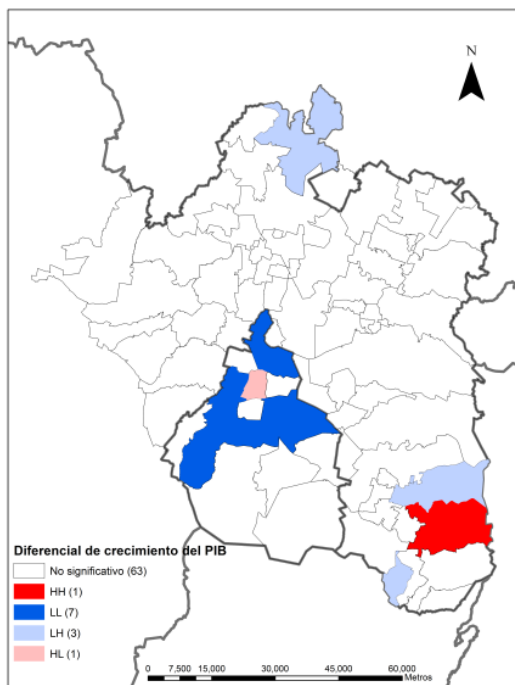
En el panel 3.8, se observa que existe una agrupación de delegaciones que se mantiene en los 4 mapas, este grupo de delegaciones están al norte del DF. Otra aglomeración que es recurrente en 3 de los cuatro mapas (3.9, 3.10 y 3.11) corresponde a los municipios que se ubican al sureste del Estado de México. En el mapa de la variable *diferencial de crecimiento* se puede identificar una aglomeración de delegaciones con

valores bajos rodeados de valores bajos (LL<sup>29</sup>) que incluyen a las delegaciones Gustavo A-Madero, Miguel Hidalgo, Álvaro Obregón, La Magdalena Contreras, Coyoacán, Iztapalapa e Iztacalco. Si comparamos los mapas 3.8 y 3.9, las agrupaciones de tipo HH y LL que presentan incluyen casi a los mismos municipios y delegaciones, las delegaciones con mejores dotaciones de infraestructura carretera son los mismos que tienen mayores tasas de crecimiento del empleo en el sector servicios (Álvaro Obregón, Benito Juárez, Iztapalapa, Miguel Hidalgo, Azcapotzalco, Gustavo A. Madero, Cuauhtémoc y Venustiano Carranza). La aglomeración HH, variable consumo de energía per cápita, la forman las delegaciones de Azcapotzalco, Miguel Hidalgo, Benito Juárez, Gustavo A. Madero y Venustiano Carranza.

Panel 3.8 Mapas con Análisis LISA

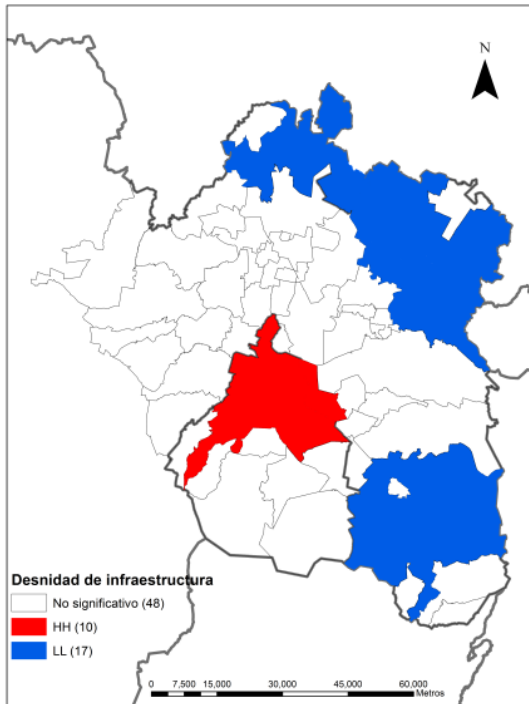
3.8 Diferencial de crecimiento 2000-2008

3.9 Tasa de crecimiento del empleo en el sector servicios

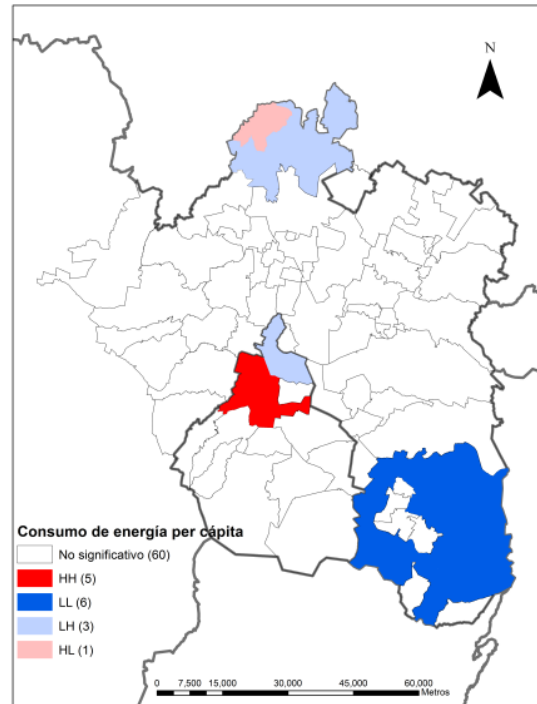


<sup>29</sup> HH, municipios o delegaciones con valores altos rodeados de municipios con valores altos; y el caso inverso corresponde a LL (Bajo-Bajo)

3.10 Densidad relativa de las vías primarias 2000



3.11 Consumo de energía per cápita 1998

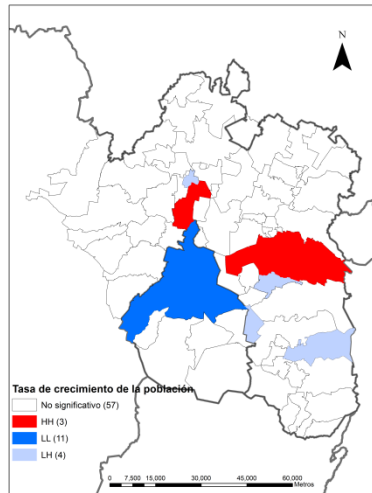


Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI

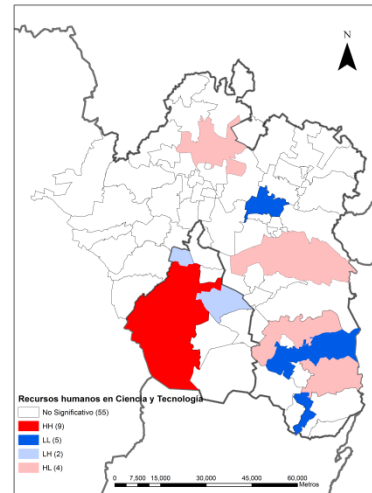
En el panel 3.10 se muestran las variables *tasa de crecimiento de la población*, *la participación local de recursos humanos en Ciencia y Tecnología*, *la tasa de crecimiento de empleo por cuenta propia* y *la tasa bruta de natalidad*. En el mapa 3.12 hay un solo cluster LL, que incluye a delegaciones como Álvaro Obregón, Benito Juárez, Iztapalapa, Miguel Hidalgo, Azcapotzalco, Gustavo A. Madero, Cuauhtémoc y Venustiano Carranza, delegaciones que en los últimos 20 años han tenido un proceso de expulsión de población hacia los municipios conurbados de la ZMVM, si comparamos este mapa con el 3.17 (saldo *migratorio*) del panel 3.11, se presentan las misma concentración de delegaciones con valores LL y la misma concentración de municipios LL. Los municipios con valores HH son los que han incrementado su oferta inmobiliaria.

Panel 3.9 Mapas con Análisis LISA

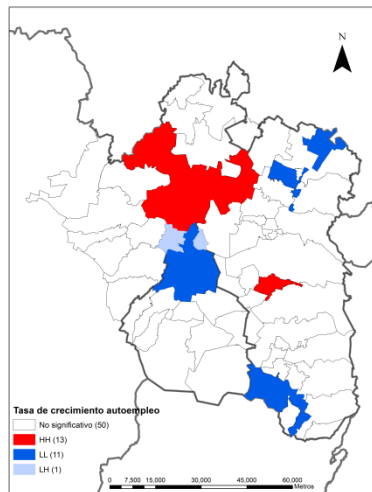
3.11 Tasa local de crecimiento promedio anual de la población 1995-2000



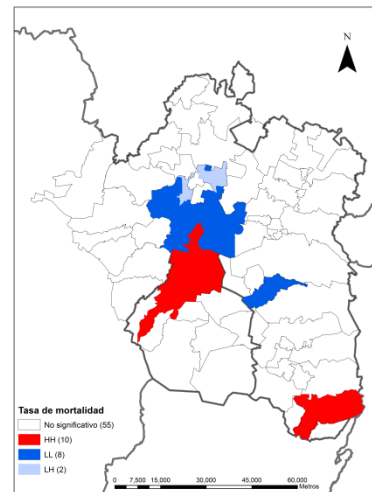
3.12 Participación local de los recursos humanos empleados en Ciencia y Tecnología 1998



3.13 Tasa de crecimiento del empleo por cuenta propia 1990-2000



3.14 Tasa bruta de mortalidad 1995



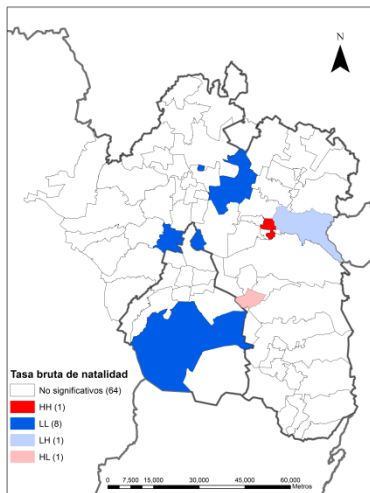
Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI

Del panel 3.10, resaltamos dos resultados, los mapas de diferencial del ingreso y las tasas de desempleo, estos dos mapas muestran una gran correlación en los agrupamientos que presenta aunque se muestra de manera inversa, pues la aglomeración HH del mapa 3.19 es una aglomeración LL en el mapa 3.18 y el municipio y delegaciones involucradas son Naucalpan, Cuajimalpa y Álvaro Obregón; municipios y/o delegaciones que tienen tasas de desempleo bajas rodeados de municipios y delegaciones con tasas bajas de desempleo, así

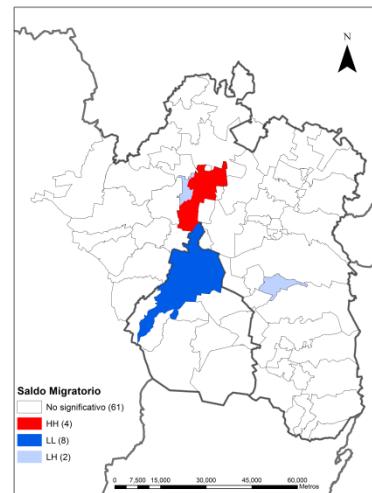
mismo estos municipios y/o delegaciones tienen valores de ingresos superiores per cápita a nivel zona metropolitana rodeados de municipios y/o delegaciones con la misma característica.

Panel 3.10 Mapas con Análisis LISA

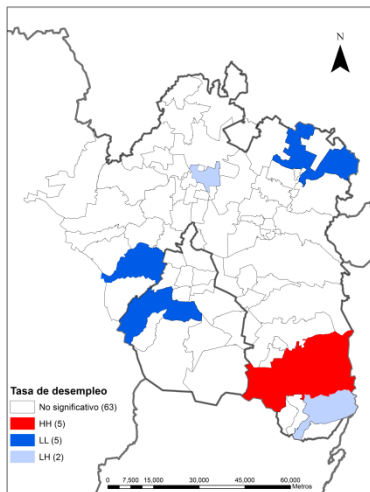
3.16 Tasa bruta de natalidad 1995



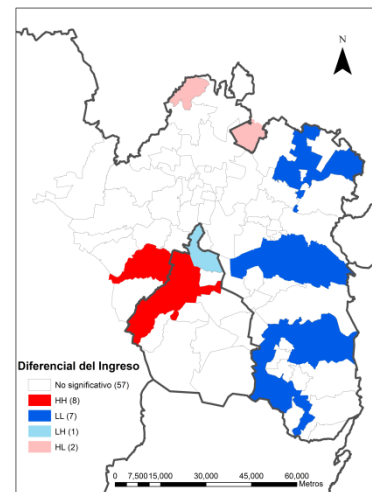
3.17 Saldo Migratorio 2000



3.18 Tasa de desempleo 1990-2000



3.19 Diferencial del ingreso



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI

Los mapas anteriores en general destacan clúster con valores similares HH y LL, pues no se detectan agrupaciones de municipios con valores disímiles. Las tres variables dependientes de los modelos propuestos (*diferencial de crecimiento, tasa de crecimiento de la población*



y *saldo migratorio*), muestran una agrupación de delegaciones con valores LL que se ubican al norte del Distrito Federal (Álvaro Obregón, Benito Juárez, Iztapalapa, Miguel Hidalgo, Azcapotzalco, Gustavo A. Madero, Cuauhtémoc y Venustiano Carranza). También las variables saldo migratorio y *crecimiento de la población*, presentan casi las mismas agrupaciones de municipios con valores HH que se ubican en la frontera con el Estado de México, al norte del Distrito Federal (Tlaxiaco, Melchor Ocampo, Tultepec. En general se observa que las agrupaciones de clúster HH o LL se encuentran delimitados por entidades, en ninguna de las variables encontramos que los clúster con el mismo valor vaya más allá de la delimitación por entidad.

Si asociamos las variables por ecuación, por ejemplo en la ecuación *diferencial de crecimiento*, encontramos que la variable dependiente, el *crecimiento de la población* y el empleo por cuenta propia presentan las mismas agrupaciones LL, es posible que se presente una relación positiva entre dichas variables. También es posible que el resto de las variables presenten una relación negativa, ya que los clúster LL que se mostraron en el mapa 3.8 (*diferencial de crecimiento*) son clúster HH. Referente a la ecuación *crecimiento de la población*, las agrupaciones LL de población y saldo migratorio incluyen a los mismos municipios y delegaciones parecen ser las mismas.

### **3.3.1.2 Estimación de las ecuaciones**

La aplicación del análisis exploratorio de datos espaciales nos ha llevado a la conclusión de que existe un grado de dependencia en los municipios y/o delegaciones de la ZMVM, no pudiéndose afirmar que el diferencial de crecimiento, la densidad de infraestructura, la participación de la actividad servicios, el consumo de energía per cápita, el crecimiento de la población, el porcentaje de recursos humanos empleados en actividades relacionadas con

ciencia y tecnología, el crecimiento del autoempleo, la tasa de natalidad, la tasa de mortalidad, el saldo migratorio, el diferencial del ingreso, la tasa de desempleo estén distribuidos de manera aleatoria en el espacio. Tal proceso puede estar motivado bien por la correlación espacial existente en factores que afectan a tales variables u otros causados por la existencia de externalidades entre economías.

El primer paso fue estimar las ecuaciones 3.3, 3.4 y 3.5 (*diferencial de crecimiento, crecimiento de la población y Migración*) por mínimos cuadrados ordinarios con el objetivo de identificar la presencia de autocorrelación espacial en los residuales de dichas estimaciones. Los efectos territoriales se incluyen en forma de una *dummy* (*dum*), el uno indica si es un municipio y 0 si es una delegación del DF. El análisis exploratorio de datos arroja que dentro de la ZMVM hay evidencia de que los municipios y delegaciones muestran disparidades en las variables analizadas que deben tomarse en cuenta. La especificación para cada ecuación es la siguiente la primera no incluye los efectos territoriales en forma de *dummy*:

***El diferencial de crecimiento:***

$$s_r = \beta_0 + \beta_1 \Delta pob_r 1995-2000 + \beta_2 \Delta EpP_{1990-200} + \beta_3 \Delta PS_{1998-2003} + \beta_4 Dinf_{2000} + \beta_5 Ce_{2000} + \beta_6 ST_{1998} + e \quad [3.6.1]$$

$$s_r = \beta_0 + \beta_1 \Delta pob_r 1995-2000 + \beta_2 \Delta EpP_{1990-200} + \beta_3 \Delta PS_{1998-2003} + \beta_4 Dinf_{2000} + \beta_5 Ce_{2000} + \beta_6 ST_{1998} + dum + e \quad [3.6.2]$$

***El crecimiento de la población:***

$$\Delta pob_r 1995-2000 = \delta_0 + \delta_1 tnat_{r1995} + \delta_2 tmort_{r1995} + \delta_1 smig_{r2000} + e \quad [3.7.1]$$

$$\Delta pob_r 1995-2000 = \delta_0 + \delta_1 tnat_{r1995} + \delta_2 tmort_{r1995} + \delta_1 smig_{r2000} + dum + e \quad [3.7.2]$$

***Migración:***

$$smig_{r2000} = \gamma_0 + \gamma_1 Tdesem_{1990} + \gamma_2 Difing_{1998} + e \quad [3.8.1]$$

$$smig_{r2000} = \gamma_0 + \gamma_1 Tdesem_{1990} + \gamma_2 Difing_{1998} + dum + e \quad [3.8.2]$$

Donde:

Cuadro 3.6 Código de las variables utilizadas

Variables	Código
<b><i>Diferencial de crecimiento</i></b>	
Diferencial de la tasa media anual de crecimiento del PIB	$S_r$
Densidad relativa local de dotación de infraestructura	$Dinf_{2000}$
Tasa de crecimiento del empleo en el sector servicios	$\Delta PS_{98-03}$
Consumo de energía per cápita	$Ce_{1998}$
Efectos territoriales (Dummy)	$dum$
Participación de recursos humanos empleados en Ciencia y Tecnología	$ST_{1998}$
Tasa de crecimiento de autoempleo	$\Delta EpP_{90-00}$
<b><i>Crecimiento de la población</i></b>	
Tasa de crecimiento media anual de la población	$\Delta pob_r_{1995-2000}$
Tasa bruta de Mortalidad	$tmort_r_{1995}$
Tasa de natalidad	$tnat_r_{1995}$
<b><i>Saldo Neto Migratorio</i></b>	
Saldo Migratorio	$smig_r_{2000}$
Diferencial del salario promedio	$Difing_{1998}$
Tasa de desempleo	$tdeem_{1990}$

Fuente: Elaboración propia

El objetivo es observar que tipo de modelo rechaza la hipótesis nula de ausencia de dependencia espacial, para ello haremos uso de los test estadísticos I de Moran, LM-LAG y LM-ERR (sus versiones robustas<sup>30</sup>) y el test SARMA<sup>31</sup>. Una vez identificado el modelo

<sup>30</sup> Las versiones robustas de los estadísticos LM-LAG y LM-ERR se validan cuando su versión estándar es significativa.

<sup>31</sup> Este test prueba un modelo de orden superior que incluye dos términos el error espacial y el rezago espacial, de acuerdo a Anselin (2005, 197), este test se incluye en la batería de pruebas “como un complemento adicional, en la práctica no es muy útil”. El test SARMA está hecha para detectar modelos de orden superior (modelos que incluyen los términos rezago espacial y error espacial) y además reafirmar entre los test alternativos unidireccionales (rezago espacial y /o error espacial). En otras palabras, será significativa

con el valor p más bajo y con el valor más alto del estadístico procederemos a especificarlo nuevamente. También consideramos el contraste de heterocedasticidad de Breusch- Pagan, aunque dicho contraste no es fiable cuando existen esquemas de dependencia espacial en los datos.

En los cuadros 3.7, 3.8 y 3.9, en la columna 3, se muestran los resultados de la estimación que incluye una *dummy*, los resultados muestran que cuando añadimos la *dummy* incrementa el grado de multicolinealidad, y aunque en todos los casos el grado es moderado, descartamos estas especificaciones (ecuación 3.6.2, ecuación 3.7.2 y ecuación 3.7.3).

La evaluación de los test de las ecuaciones 3.6.1, 3.7.1 y 3.8.1, sugieren un modelo de orden superior (modelo que incluya un rezago espacial y un termino de error espacial)<sup>32</sup> (véase test SARMA). Sin embargo dado que es un test para confirmar el mejor modelo entre el de rezago espacial y el de error espacial, lo omitimos. Se destaca el p-valor del test Jarque-Bera, para corroborar que los residuos efectivamente se distribuyen como una normal y sean válidos los test de contraste aplicado.

Los test aplicados al modelo de *diferencial de crecimiento* sugieren un modelo residual. El test LM-ERR y su versión robusta son significativas al 2%. Esto significa que el diferencial de crecimiento estaría explicado por todas o algunas de los factores (económicos, sectoriales) de sus vecinos.

Cuadro 3.7 Contrastación de existencia de dependencia espacial sustantiva y residual de la ecuación 3.6

---

cuando una de las alternativas, rezago espacial o error espacial, sea el modelo apropiado, pero esto no implica que el modelo de orden superior lo sea”

<sup>32</sup> El modelo SARMA es un modelo mixto regresivo espacial autorregresivo con perturbaciones espaciales que incorpora un esquema de dependencia espacial y media móvil, lo que significa que la variable dependiente presenta autocorrelación espacial y las perturbaciones siguen un proceso de media móvil.

Variables independientes	Estimación sin dummy (ecuación 3.6.1)			Estimación con dummy (ecuación 3.6.2)		
Constante	0.08	0.02	***	0.06	0.02	***
Recursos económicos						
$ST_{1998}$	-0.43	0.29		-0.27	0.33	
$\Delta pob_{r\ 1995-2000}$	0.18	0.38		0.08	0.39	
$Ce_{2000}$	23.76	16.64		22.89	16.63	
Características estructurales y sectoriales						
$Dinf_{2000}$	-0.01	0.00	***	-0.01	0.00	***
$\Delta PS_{1998-2003}$	-0.25	0.09	***	-0.25	0.09	***
$\Delta EpP_{1990-200}$	-0.26	0.21		-0.28	0.21	
Territoriales (dummy)				0.02	0.02	
	MI/DF	Valor		MI/DF	Valor	
Moran's I (error)	-0.16	-1.64	*	-0.17	-1.62	*
Lagrange Multiplier (lag)	1.00	1.74		1.00	2.51	
Robust LM (lag)	1.00	1.87		1.00	0.94	
Lagrange Multiplier (error)	1.00	4.11	**	1.00	4.34	**
Robust LM (error)	1.00	4.24	**	1.00	2.78	*
Lagrange Multiplier (SARMA)	2.00	5.98	**	2.00	5.29	*
Multicolinealidad	10.9			13.0		
Numero de observaciones	75			75		
	p-Valor			p-Valor		
Jarque-Bera	0.91			0.86		
Breusch-Pagan	0.41			0.42		
Kroenker-Basset	0.42			0.44		
White	0.75			---		

\*significativo al 10%; \*\*significativo al 5%; \*\*\*significativo al 2%

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI

En la estimación de la ecuación 3.7.1 (*crecimiento de la población*) se observa que la prueba de normalidad (Jarque-Bera) y la de homocedasticidad (Breusch-Pagan) rechazan la hipótesis nula. En el caso del rechazo de la hipótesis nula de normalidad, se viola el supuesto de normalidad en los errores, sin embargo según una recapitulación sobre el tamaño y poder de los constantes de dependencia espacial que hacen Moreno y Vayá (2000,

97) “...la alteración de la distribución normal del error tiene escasas consecuencias sobre el poder de los test, si bien los contrastes de error se ven más afectados por dicha alteración que los test de los retardos”. Esto significa que dada la significancia del test de rezago espacial robusto podemos suponer que el modelo que corrige el problema de dependencia espacial es uno que incorpora un rezago espacial de la variable dependiente.

Cuadro 3.8 Contrastación de existencia de dependencia espacial sustantiva y residual de la ecuación 3.7

Variables independiente	Modelo Sin dummy (ecuación 3.7.1)			Modelo Con dummy (ecuación 3.7.2)		
Constante	0.01	0.01		-0.01	0.01	
$tnat_{r1995}$	0.60	0.34	*	0.16	0.28	
$tmort_{r1995}$	-0.21	1.28		2.14	1.09	*
$smig_{r2000}$	0.45	0.06	***	0.43	0.05	***
Territorial (dummy)				0.02	0.00	***
	MI/DF	Valor		MI/DF	Valor	
Moran's I (error)	0.23	3.32	***	0.08	1.49	
Lagrange Multiplier (lag)	1.00	21.45	***	1.00	4.05	**
Robust LM (lag)	1.00	14.19	***	1.00	3.46	*
Lagrange Multiplier (error)	1.00	8.37	***	1.00	0.98	
Robust LM (error)	1.00	1.11		1.00	0.39	
Lagrange Multiplier (SARMA)	2.00	22.56	***	2.00	4.44	
Multicolinealidad		12.90			14.84	
Numero de observaciones		75			75	
		p-Valor			p-Valor	
Jarque-Bera		0.0			0.0	
Breusch-Pagan		0.0			0.0	
Kroenker-Basset		0.01			0.0	
White		0.02			---	

\*significativo al 10%; \*\*significativo al 5%; \*\*\*significativo al 2%

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI

En el modelo de la ecuación 3.8 (*Migración*) ninguno de los test robustos son significativos al 5%, esto significa que hay problemas serios de especificación, es posible que estos

problemas de especificación podrían estar relacionados con un problema de inestabilidad espacial, la versión que integra una dummy en el modelo sugiere un modelo con rezago espacial (véase cuadro 3.9). A pesar de estas restricciones se hace la estimación de un modelo que incluye un rezago espacial y uno que incluye un término de error espacial.

Cuadro 3.9 Contrastación de existencia de dependencia espacial sustantiva y residual de la ecuación 3.8

Variables independiente	Modelo Sin dummy (ecuación 3.8.1)			Modelo Con dummy (ecuación 3.8.2)		
Constante	-0.01	0.02		-0.01	0.02	
<i>Difing</i> <sub>1998</sub>	0.41	0.13	***	0.38	0.15	***
<i>tdesem</i> <sub>1990</sub>	0.73	0.55		0.71	0.55	
Territorial (dummy)				0.00	0.01	
	MI/DF	Valor		MI/DF	Valor	
Moran's I (error)	0.16	2.49	***	0.16	2.63	***
Lagrange Multiplier (lag)	1.00	5.97	***	1.00	6.06	***
Robust LM (lag)	1.00	2.08		1.00	2.94	*
Lagrange Multiplier (error)	1.00	4.28	**	1.00	4.27	**
Robust LM (error)	1.00	0.39		1.00	1.14	
Lagrange Multiplier (SARMA)	2.00	6.36	**	2.00	7.20	**
Multicolinealidad	10.19			12.20		
Numero de observaciones	75			75		
	p-Valor			p-Valor		
Jarque-Bera	0.6			p-valor		
Breusch-Pagan	0.18			0.6		
Kroenker-Basset	0.2			0.32		
White	0.47			0.43		

\*significativo al 10%; \*\*significativo al 5%; \*\*\*significativo al 2%

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI

En los cuadros 3.10, 3.11 y 3.12 se muestran los resultados de aplicar un modelo de dependencia residual y sustancial. En la segunda columna de cada cuadro se presentan los resultados de la especificación sugerida por los test de Lagrange, (véase cuadros 3.6, 3.7 y 3.8), en la tercera columna están los resultados del modelo descartado rechazada por los

estadísticos. Se presentan los test Breusch-Pagan para evaluar la presencia de homocedasticidad en los errores y la prueba y *Likelihood ratio* test que prueba la hipótesis nula de un modelo sin efectos espaciales y su rechazo valida la significancia ya sea del rezago espacial o del término de error espacial, dependiendo del modelo estimado (véase Anselin, 2005).

En la ecuación *diferencial de crecimiento*, el primer modelo que se estimó fue el residual, casi todas las variables son significativas al 10% con excepción de la variable *crecimiento de la población y consumo de energía per cápita* (recursos económicos). Según el resultado del test *Likelihood Ratio*, se rechaza la hipótesis nula de un modelo sin efectos espaciales y el test valida la significancia del término de error espacial (*Lambda*).

El rezago espacial es significativo pero tiene signo negativo, lo que significa que existen derramas negativas o efectos polarizadores (*backwash effects*), que se producen cuando el crecimiento económico de una región produce efectos negativos sobre regiones cercanas. Este efecto es muy común encontrarlo en regiones rurales que crecen a expensas de las regiones vecinas de tamaño medio con presencia de aglomeraciones (Cheshire, 1995). En este caso se observa que los municipios y/o delegaciones con diferenciales más bajos generan externalidades positivas hacia la periferia.

Los municipios con tasas de crecimiento por encima de la tasa nacional son Ayapango (17.5%), Cocotitlán (15%) y Tizayuca (13.4%). El PIB generado en 2000 por estos municipios fue de 14.47, 6.34 y 676.71 millones de pesos, a precios de 1993, respectivamente. Mientras los municipios con las tasas más bajas en comparación con la tasa nacional son Tepetlixpa (-5.1%), Venustiano Carranza (-5%) y Álvaro Obregón



(-4.5%) y sus montos en términos del PIB en 2000 fue de 13.56, 6,797.21 y 24,884.6 millones de pesos a precios de 1993, respectivamente. En síntesis, el municipio y las dos delegaciones con los diferenciales más bajos de la zona metropolitana, generaron un PIB 45 veces más grande que los tres municipios con los diferenciales más altos.

Esto explicaría porque al estimar los parámetros de la ecuación *diferencial de crecimiento* obtenemos un signo negativo y significativo tanto para los recursos sectoriales (*densidad de infraestructura, el crecimiento del sector servicios y el crecimiento del autoempleo*) y el coeficiente de *participación del empleo en actividades relacionadas con ciencia y tecnología* (recursos económicos). En resumen los municipios con altos diferenciales crecen a costa de los municipios y delegaciones con aglomeraciones, los cuales generan derramas positivas hacia sus regiones vecinas en forma de rendimientos crecientes y no por un incremento en recursos como infraestructura, incremento del empleo y la concentración de servicios o por la capacidad de atraer empresas relacionadas con actividades que generan derramas tecnológicas

Los resultados de la estimación muestran una  $R^2$  de 0.32, en términos absolutos no es tan grande, sin embargo, es aceptable por la definición del diferencial, recuérdese que la variable dependiente en esta ecuación es un diferencial de crecimiento de tasas más que una variable aleatoria por sí misma (Capello, 2007b).

Cuadro 3.10 Estimaciones de la ecuación de *diferencial de crecimiento*

VARIABLES INDEPENDIENTE	Modelo dependencia residual			Modelo dependencia sustancial		
Constante	0.081	0.01	***	0.09	0.02	***
<i>Recursos económicos</i>						
$ST_{1998}$	-0.53	0.22	**	-0.58	0.28	**
$\Delta pob_r_{1995-2000}$	0.11	0.33		0.17	0.36	
$Ce_{2000}$	21.63	14.73		23.32	15.50	
<i>Características estructurales y sectoriales</i>						
$Dinf_{2000}$	-0.01	0.00	***	-0.01	0.00	***
$\Delta PS_{1998-2003}$	-0.24	0.07	***	-0.26	0.08	***
$\Delta EpP_{1990-200}$	-0.27	0.16	*	-0.32	0.20	*
<i>Procesos espaciales</i>						
$Lamda / w$	-0.47	0.17	***	-0.26	0.16	*
Numero de observaciones	75			75		
R2	0.38			0.33		
	Valor	p-Valor		Valor	p-Valor	
Test Breusch-Pagan	5.5	0.48		5.32	0.50	
Test Likelihood Ratio	5.9	0.015	***	2.21	0.13	

\*significativa al 10%; \*\*significativa al 5%; \*\*\*significativa al 2%

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI

La estimación de un modelo de dependencia residual para el *crecimiento de la población* valida el coeficiente del rezago espacial, el cual a diferencia del modelo *diferencial de crecimiento* tiene signo positivo, pero presenta un problema de heterocedasticidad en los errores. Además del rezago espacial, la variable que fue significativa al 2% es el saldo migratorio<sup>33</sup>.

<sup>33</sup> Durante las últimas dos décadas, dentro de la ZMVM se ha generado un desplazamiento de la población que vivía en el DF hacia los municipios conurbados del Estado de México una de las razones es el cambio de uso de suelo y el incremento de la oferta inmobiliaria.

Cuadro 3.11 Estimaciones de la ecuación crecimiento de población 1995-2000

Variables independiente	Modelo dependencia sustancial			Modelo dependencia residual		
Constante	-0.01	0.01		-0.002	0.008	
$tnat_{r1995}$	1.58	1.09		3.374	1.262	
$tmort_{r1995}$	0.40	0.29		0.284	0.292	***
$smigr_{r2000}$	0.40	0.05	***	0.403	0.049	***
<i>Procesos espaciales</i>						
$\omega_ / Lamda$	0.45	0.10	***	0.628	0.102	***
Número de observaciones	75			75		
R2	0.66			0.66		
	Valor	p-Valor		Valor	p-Valor	
Test Breusch-Pagan	38.32	0.00	***	33.57	0.00	
Test Likelihood Ratio	18.27	0.00	***	14.55	0.00	

\*significativa al 10%; \*\*significativa al 5%; \*\*\*significativa al 2%

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI

A diferencia de los modelos anteriores, los test sugirieron que el modelo de *Migración* tiene serios problemas de especificación, sin embargo se estimaron los modelos de dependencia residual y sustancial. En el modelo de rezago espacial el test *Likelihood Ratio* no rechazó la hipótesis nula de un modelo sin efectos espaciales, pero el modelo de dependencia espacial si validó el coeficiente del rezago espacial, el cual es significativo al 2%. De las dos variables que se incluyeron para explicar la migración, la variable *diferencial de crecimiento*, es significativa al 5% y tiene signo positivo, lo que indica que existe evidencia de que la población decide migrar hacia lugares con diferenciales más altos, que no necesariamente son los municipios o delegaciones con mayores diferenciales de crecimiento económico, pues el diferencial esta medido en términos del ingreso per cápita. La *tasa de desempleo* no es significativa y presenta una relación positiva.

Cuadro 3.12 Estimaciones de la ecuación Migración

Variables independiente	Modelo dependencia residual			Modelo dependencia sustancial		
Constante	-0.003	0.016		-0.01	0.01	
<i>Difing</i> <sub>1998</sub>	0.36	0.140	**	0.32	0.12	**
<i>Tdesem</i> <sub>1990</sub>	0.58	0.557		0.58	0.51	
<i>Procesos espaciales</i>						
<i>Lamda / w</i>	0.33	0.143	**	0.35	0.13	***
Numero de observaciones	75			75		
R2	0.23			0.25		
	Valor	p-Valor		Valor	p-Valor	
Test Breusch-Pagan	3.27	0.19		3.51	0.17	
Test Likelihood Ratio	4.33	0.37		5.71	0.016	

\*significativa al 10%; \*\*significativa al 5%; \*\*\*significativa al 2%

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI

### 3.3.1.3 Heterogeneidad espacial

Los resultados previos señalan que los modelos utilizados para corregir el problema de dependencia espacial en la ecuación de *crecimiento de población y migración* no fueron concluyentes, por ejemplo, en el caso del modelo de *crecimiento de la población* la prueba Bruschi-Pagan, rechazó la hipótesis nula de homocedasticidad en los errores, mientras que en la ecuación de *Migración*, desde la evaluación de test LM, reflejaron problemas muy serios de especificación. Sin embargo al aplicar el modelo de dependencia sustancial (modelo sugerido cuando se incluye una variable dummy), el coeficiente de rezago espacial se validó con la prueba *Likelihood Ratio* y no se rechazó la hipótesis nula de homocedasticidad en los errores.

Los ejercicios anteriores se hicieron bajo el supuesto de estacionariedad, sin embargo, la exploración de visual sobre la distribución de las variables evidencia inestabilidad estructural, por ejemplo en el análisis LISA, ninguna de las variables mostró

una agrupación de municipios y delegaciones que abarcaran a dos o más entidades federativas, además cuando se presentaban agrupaciones HH en El DF, en el estado de México se presentaban agrupaciones LL.

Aunado a los argumentos anteriores, la teoría señala que en la explicación de la ecuación diferencial existen elementos territoriales que suponen heterogeneidad al interior de las unidades espaciales analizadas y una organización espacial diversificada, que permiten que los municipios, las delegaciones y hasta la ZMVM crezcan por encima de la tasa de crecimiento nacional.

En el primer ejercicio, el cual incorporaba una variable binaria, no se pudo incorporar adecuadamente la estructura urbana y territorial, pues incrementaba el grado de multicolinealidad. Una solución para abordar el problema de inestabilidad estructural, asociado directamente con la presencia de heterogeneidad espacial es la estimación de regresiones ponderadas geográficamente (GWR). Las regresiones ponderadas geográficamente son un método que permite obtener parámetros locales y muestra como una relación varía en el espacio y además permite examinar mediante el patrón espacial de las estimaciones locales, las posibles causas que generaron dicho patrón.

El procedimiento genera un coeficiente local para cada municipio y delegación, un error estándar, una  $R^2$ , mide el grado de colinealidad y los residuos. El primer paso es analizar los residuos y evaluar que no haya rastro de dependencia espacial. Si efectivamente obtenemos estimaciones sin autocorrelación espacial se procederá a hacer el análisis de la distribución espacial de los coeficientes y a evaluar cuáles parámetros resultan ser significativos al 5%. Los criterios utilizados para estimar los parámetros locales fueron:

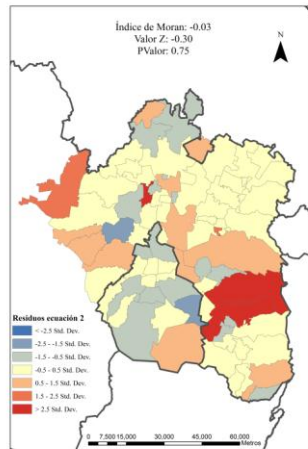
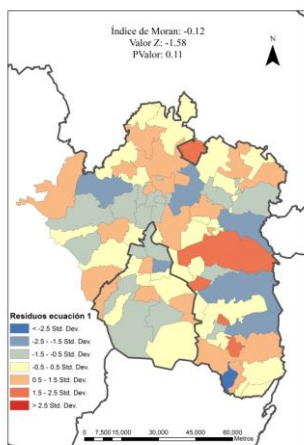
para resolver cada regresión local se hace a una distancia fija y la banda de ancho se determinó usando el criterio de información Akaike. El programa que se usó fue ArcGis versión 9.3.

En el panel 3.11 presentamos la distribución de los residuales estandarizados de las estimaciones por regresiones ponderadas geográficamente, en rangos de una desviación estándar, calculados para cada ecuación. Las tres ecuaciones no rechazan la hipótesis nula, al 5% de significancia, de no autocorrelación espacial en los errores.

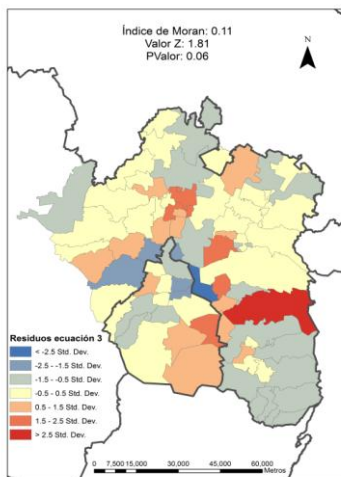
Panel 3.11 Residuos de los modelos estimados por GWR y contraste de I de Moran:

Mapa 3.20 Diferencial de crecimiento

Mapa 3.21 Crecimiento de la población



Mapa 3.22 Saldo migratorio

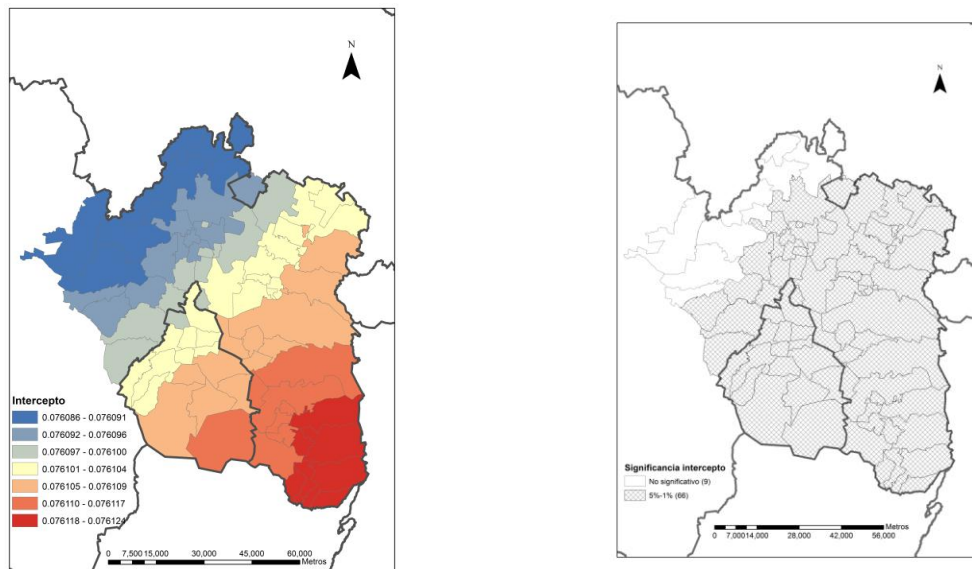


Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI

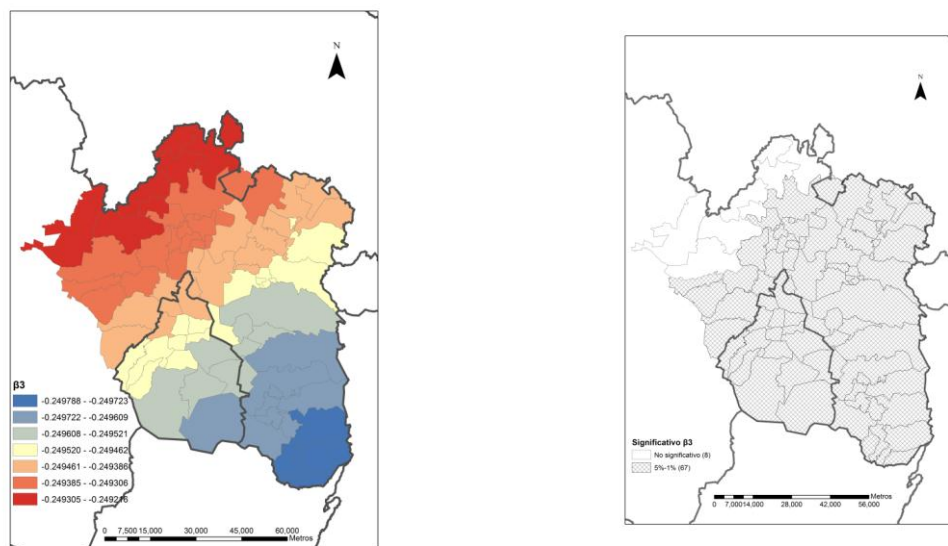
Los tres mapas confirman que las tres ecuaciones presentan inestabilidad estructural. Al mejorar la inestabilidad estructural con la estimación de parámetros individuales corrige también el problema de dependencia espacial observada en los residuos de estimaciones por mínimos cuadrados ordinarios.

Panel 3.12. Distribución espacial de los parámetros significativos a nivel local de la *ecuación diferencial* de crecimiento

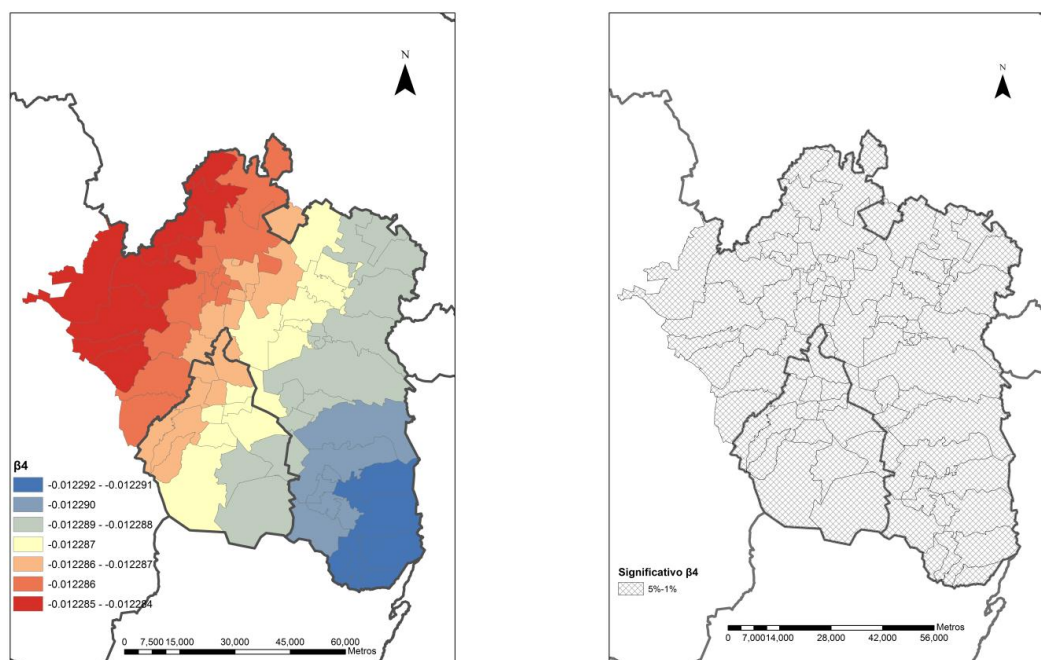
Mapa 3.23 Constante



Mapa 3.24  $\beta_3$  Crecimiento del sector servicios



Mapa 3.25  $\beta_4$  Densidad de la infraestructura



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.

En el panel 3.12 se muestran los mapas con los parámetros de las variables que resultaron tener por lo menos un parámetro local significativo en un rango del 1% al 5%, de acuerdo al test de Benjamini-Hochberg (BH), según la estimación por GWR. Finalmente En el cuadro 3.13 resumimos y comparamos los valores obtenidos al aplicar los modelos de corrección de dependencia espacial y el que supone la existencia de inestabilidad estructural espacial.

En las tres estimaciones de la ecuación *diferencial de crecimiento* los parámetros que son significativos al 5% son: *el crecimiento de la población empleada en el sector servicios, la densidad de infraestructura* y la constante. La única variable donde los parámetros locales no fueron significativos y el coeficiente del modelo de dependencia residual sí, fue *participación local de los recursos humanos empleados en Ciencia y Tecnología*. En el análisis LISA, esta variable generó una agrupación de municipios que



correspondía muy poco con la agrupación LL del diferencial de crecimiento, de la población empujada en el sector servicios y la densidad de infraestructura. Si comparamos el valor de la mediana de los parámetros de las variables *crecimiento de la población empleada en el sector servicios y la densidad de infraestructura* estimados por GWR con el valor global del modelo de dependencia residual, los valores son casi los mismos. Por otra parte, respecto a la distribución geográfica de los parámetros se observa que las tres variables que son significativas muestran un patrón de distribución de los coeficientes en forma de diagonal que va de noroeste a sureste, en el noroeste se encuentran los valores cercanos a cero, mientras que en el sureste se encuentran los valores más negativos.

Cuadro 3.13 Parámetros estimados para la ecuación diferencial de crecimiento por GWR, modelo de rezago espacial, modelo de error

	Mínimo	Mediana	Máximo	Valor global Error	Valor global Rezago
$R^2$	0.30342	0.30350	0.30355	0.38	0.330
Constante	0.07609	0.07610	0.07612	0.081***	0.09***
$\Delta pob_r_{1995-2000}$	0.18122	0.18180	0.18237	0.11	0.17
$\Delta EpP_{1990-200}$	-0.26398	-0.26365	-0.26329	-0.27*	-0.32*
$\Delta PS_{1998-2003}$	-0.24979	-0.24946	-0.24922	-0.24***	-0.26***
$Dinf_{2000}$	-0.01229	-0.01229	-0.01228	-0.01***	-0.01***
$Ce_{2000}$	23.75244	23.75521	23.75832	21.63	23.32
$ST_{1998}$	-0.42682	-0.42672	-0.42660	-0.53**	-0.58**

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.

Respecto a la ecuación *crecimiento de la población* de regresiones ponderadas geográficamente, encontramos en general que los parámetros estimados muestran mayor variabilidad que en el caso de la ecuación de diferencial de crecimiento. En la ecuación de *crecimiento de población* el signo esperado para la tasa de mortalidad bruta es negativo, pero con las estimaciones a nivel global ese signo no se obtuvo, sin embargo, a nivel local encontramos que el signo es significativo y negativo para los municipios del oeste del Estado de México (Naucalpan, Tlalnepantla, Jilotzingo) y delegaciones que están

localizados en el norte del Distrito Federal (Azcapotzalco, Gustavo A. Madero, Miguel, Hidalgo).

Cuadro 3.14. Parámetros estimados para la ecuación *crecimiento de la población* por GWR, modelo de rezago espacial, modelo de error

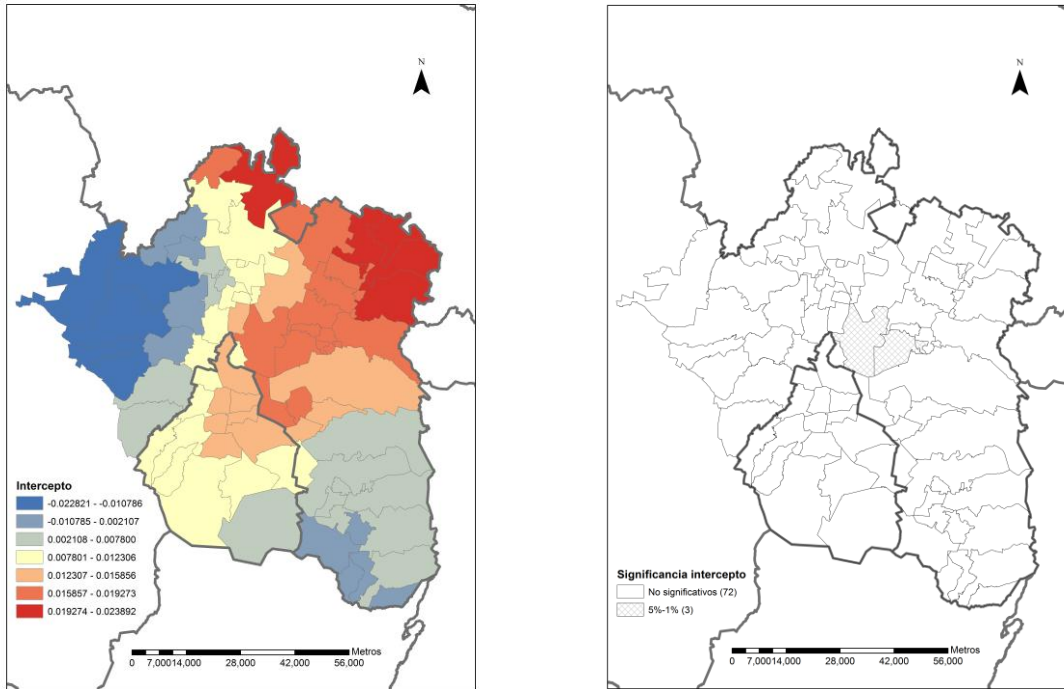
	Mínimo	Mediana	Máximo	Valor global Error	Valor global Rezago
$R^2$	0.37715	0.56440	0.76812	0.66	0.66
Constante	-0.01473	0.02643	0.06863	-0.01	-0.002
$tnat_{r1995}$	-0.70706	0.60649	2.79720	1.58	3.374
$tmort_{r1995}$	-4.11035	-1.16298	4.92311	0.4	0.284***
$smig_{r2000}$	0.22134	0.38020	0.67282	0.4***	0.403***

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.

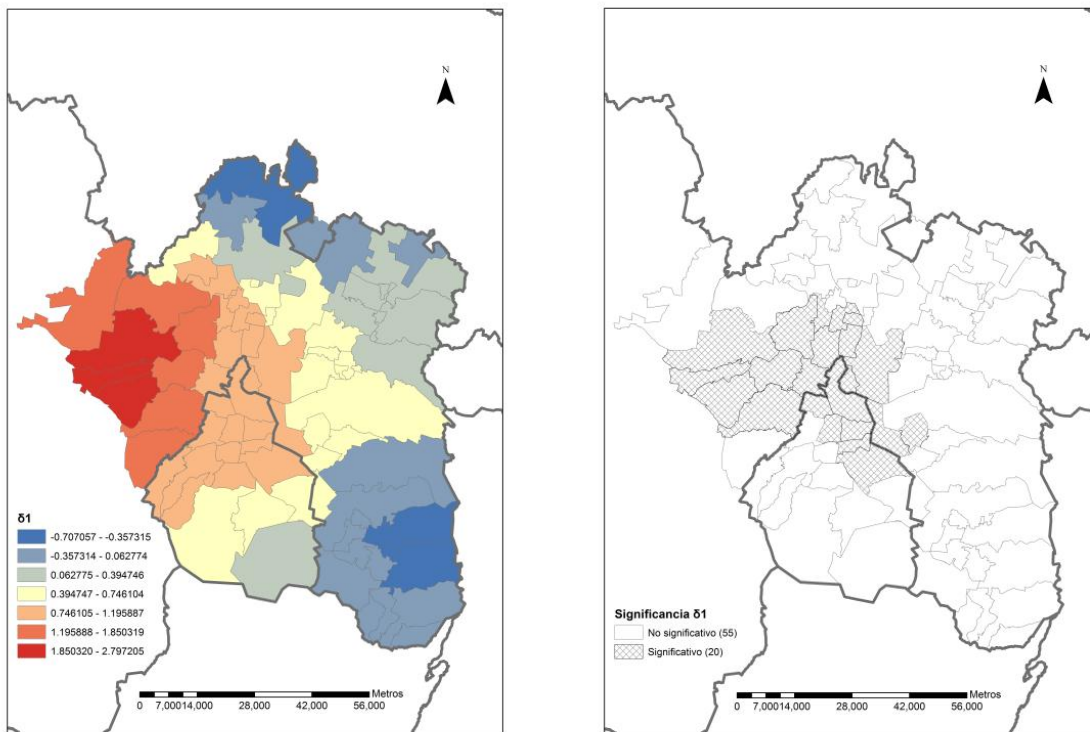
Por otra parte, aunque la tasa de natalidad presenta coeficientes con signo negativo, estos no son significativos a nivel local, según el test de Benjamini-Hochberg (BH) para contrastes múltiples. La única variable que es significativa para todos los municipios y delegaciones es el coeficiente del saldo migratorio, que concuerda con lo planteado por el modelo de dependencia espacial residual y el de rezago. A diferencia de la *ecuación de diferencial de crecimiento*, la mediana de los coeficientes obtenidos de manera local difiere en mucho con los coeficientes obtenidos de manera global, la inestabilidad estructural es más evidente en la ecuación de *crecimiento de población*.

Panel 3.13 Distribución espacial de los parámetros significativos a nivel local de la ecuación *crecimiento de la población*

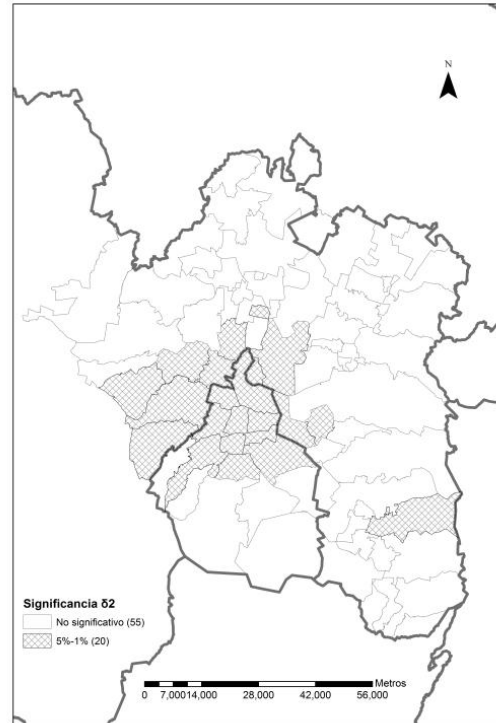
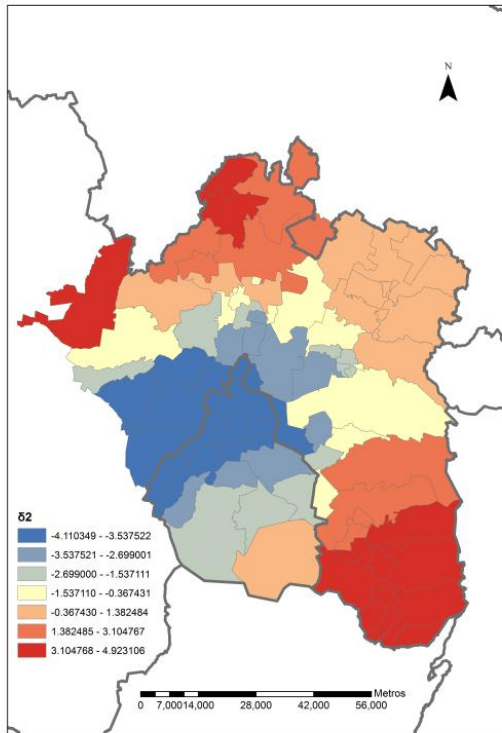
Mapa 3.26 Constante



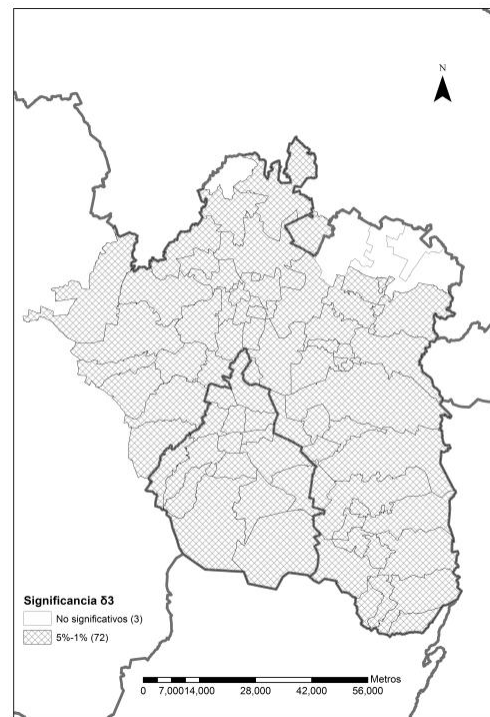
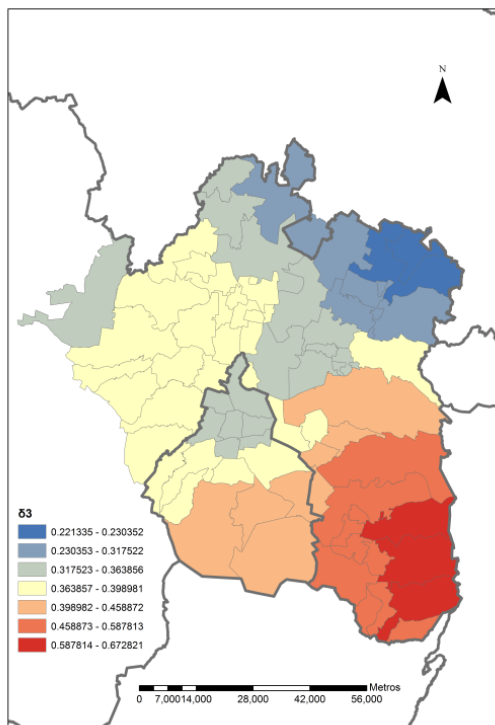
Mapa 3.27  $\delta_1$  Tasa de natalidad



Mapa 3.28  $\delta_2$  Tasa de mortalidad



Mapa 3.29  $\delta_3$  Saldo migratorio



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.

El modelo de Migración a diferencia de los dos modelos anteriores no fue concluyente en cuanto al modelo de rezago que debía aplicarse por una mala especificación, sin embargo, se procedió a estimar regresiones ponderadas geográficamente al no rechazar la hipótesis nula de no autocorrelación en los errores al 5% de significancia. Los parámetros locales de las variables mantienen el mismo signo a excepción del intercepto que muestra un parámetro igual a 0.01, con una mediana de -0.01 y un valor mínimo de -0.03. Los parámetros de la mediana de la *variable desempleo* comparados con el valor global de la estimación de un modelo con dependencia residual y uno de dependencia sustancial difieren, es un caso particular cuando en ambos modelos (residual y sustancial) se obtuvieron los mismos parámetros (véase cuadro 3.15).

Cuadro 3.15 Parámetros estimados para la ecuación *Migración* por GWR, modelo de rezago espacial, modelo de error

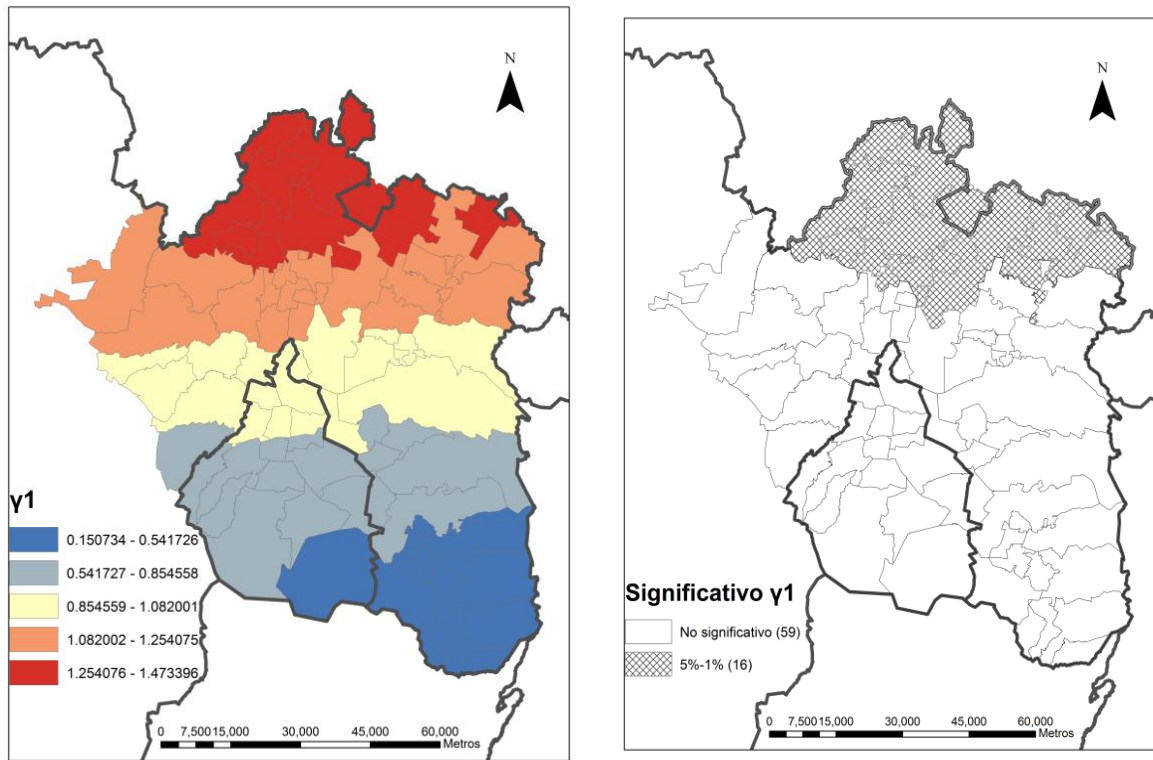
	Mínimo	Mediana	Máximo	Valor global Error	Valor global Rezago
$R^2$	0.11	0.20	0.25	0.23	0.25
Constante	-0.03	-0.01	0.01	-0.03	-0.01
$\gamma_1 Tdesem_{1990}$	0.15	1.00	1.47	0.58	0.58
$\gamma_2 Difing_{1998}$	0.39	0.41	0.44	0.36	0.32

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.

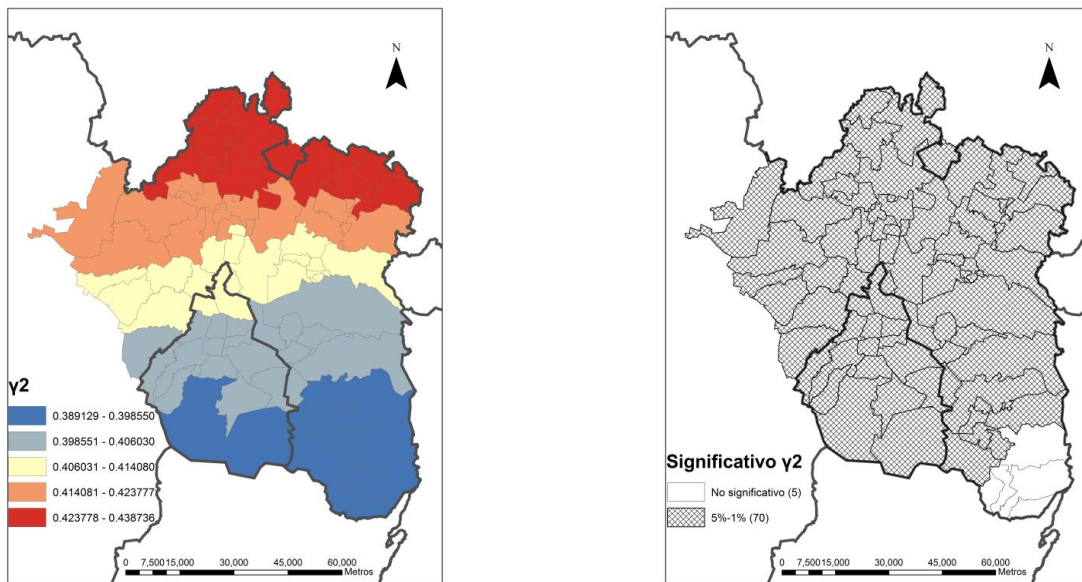
Respecto a la significancia de los parámetros locales solo la tasa de desempleo (16 casos) y el diferencial del ingreso (70 casos) fueron significativos. La distribución de los parámetros locales de las dos variables independientes involucradas en el modelo es de sur a norte, en el norte se localizan los coeficientes con valores más altos mientras que en el sur se localizan los parámetros con los valores más bajos (véase panel 3.14).

Panel 3.14. Distribución espacial de los parámetros significativos a nivel local de la ecuación *Migración*

Mapa 3.30  $\gamma_1$  Tasa de Crecimiento del desempleo



Mapa 3.31  $\gamma_2$  Diferencial del Ingreso



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI

## Conclusiones

En este trabajo exploramos con un enfoque generativo y una visión diversificada del espacio los factores que explican el crecimiento económico de los municipios y delegaciones que conforman la ZMVM. Ello implicó la construcción de un modelo que requirió la especificación de tres ecuaciones: una que explica el crecimiento económico, otra el crecimiento de la población y una última los flujos migratorios. En estos tres modelos se utilizaron técnicas que permitieran reconocer el papel de la localización y la proximidad, tales como la especificación de modelos espaciales de tipo residual o sustancial. Asimismo, al suponer un espacio diversificado y encontrar evidencia de heterocedasticidad en los residuos, estábamos obligados a evaluar la presencia de inestabilidad espacial, la técnica que se utilizó fueron las regresiones ponderadas geográficamente.

Uno de los cuestionamientos que se planteó al inicio fue ¿Qué efecto tiene el acelerado crecimiento de algunos municipios y/o delegaciones frente al lento crecimiento de otros? Respecto a este punto se encontraron los siguientes hallazgos. Los municipios que crecieron en términos económicos, en el periodo 2000-2008, a tasas por encima de la tasa nacional tales como: Ayapango (17.5%), Cocotitlán (15%) y Tizayuca (13.4%) crecieron a expensas de los municipios y delegaciones que los rodean (signo negativo del coeficiente de efectos espaciales). Por otra parte, las delegaciones tales como Venustiano Carranza (-5%), Álvaro Obregón (-4%) y Benito Juárez (3%), con las tasas más bajas de crecimiento, estimularon el crecimiento de sus regiones vecinas en detrimento de su producción local. En este sentido el análisis exploratorio de datos fue muy útil pues nos permitió identificar a

*priori* la distribución de los datos e identificar las concentraciones de municipios y delegaciones con valores altos y valores bajos.

El signo negativo obtenido en las estimaciones para variables tales como *densidad de infraestructura, el crecimiento del sector servicios y recursos humanos empleados en ciencia y tecnología*, evidencia problemas de congestión y efectos adversos sobre el crecimiento local. Las delegaciones con la mejor dotación de infraestructura y tasas más altas de crecimiento del empleo en el sector servicios y con una mayor participación en recursos humanos empleados en ciencia y tecnología son a la vez las mismas que tienen las tasas más bajas de crecimiento económico (Venustiano Carranza, Miguel Hidalgo, Álvaro Obregón, Benito Juárez, Azcapotzalco).

No se identificaron factores que incidieran de manera positiva y significativa en términos estadísticos en el crecimiento económico local. Las variables con signo positivo y no significativo de la ecuación de crecimiento son el crecimiento de la población y el consumo de energía eléctrica. El signo positivo y no significativo de la población se debe a que un incremento de la población local no impacta directamente en el crecimiento de la producción del municipio. En los últimos años, dentro de la ZMVM se ha observado un patrón en el que la gente decide conmutar, se desplaza de sus hogares hacia lugares donde se encuentra concentrada la actividad económica y los mercados de trabajo más grandes y con mejores salarios. Por lo regular los lugares donde viven no ofrecen salarios atractivos o simplemente no hay oferta de trabajo, pero los costos de vivienda son muy bajos

Respecto a la hipótesis de presencia de heterogeneidad espacial en la explicación del crecimiento económico, no hubo evidencia fuerte para no rechazarla. Se supone que al



estimar las regresiones ponderadas geográficamente, si los residuos presentan autocorrelación espacial, el modelo no está bien especificado, sin embargo, el estadístico no rechazó la hipótesis nula de no autocorrelación y se procedió con la obtención de parámetros locales; de los cuales solo los parámetros de la constante, la tasa de crecimiento del empleo en el sector servicios y la densidad de infraestructura fueron significativos al 5% en algún municipio o delegación. Al comparar los parámetros de las estimaciones globales y locales, se observa que la mediana de los parámetros locales no dista mucho de los parámetros globales obtenidos.

Donde sí existe fuerte evidencia de inestabilidad estructural espacial es en la ecuación de población, se obtuvieron parámetros locales con valores y signo distinto a los parámetros globales. Los parámetros de la variable con un mayor impacto y significativos en términos estadísticos fue el saldo migratorio. Asimismo, la ecuación de *Migración* presentó problemas de inestabilidad estructural que se corrigió con la estimación de parámetros locales. Un paso natural en este ejercicio es evaluar un modelo que incluya la autocorrelación y la heterogeneidad espacial de manera conjunta. En la actualidad existen propuestas que implementan ambos elementos, generan modelos que incluyen retardos espaciales de la variable dependiente e independiente y agrupan las observaciones por características similares (Ramajo, *et al* 2008). También tendría que implementarse otro tipo de factores relacionados con la demanda que no se han tomado en cuenta y que quizás estén frenando la capacidad de crecimiento de los municipios y delegaciones que cuentan con los recursos y factores que permiten generar un crecimiento generativo y autoreforzado.

## Bibliografía

- Andersson y Kuenne, (1986), “Regional Economic Dynamics”, en Peter Nijkamp, *Handbook of Regional and Urban Economics*, Elsevier, Free University, Amsterdam, pp. 201-253
- Anselin, Luc (1988a), *Spatial Econometrics: Methods and Models*. Kluwer, Academic Publishers, Países Bajos.
- Anselin, Luc (1988b), “Lagrange multiplier test diagnostic for spatial dependence and spatial heterogeneity”, en *Geographical Analysis*, no. 20(1), pp. 1-17.
- Anselin, Luc (1994), “Testing for spatial dependence in linear regression models: A review”, en *Regional Research Institute Research Paper*. West Virginia University, Morgantown.
- Anselin, Luc (2005), “Exploring Spatial Data with; GeoDa; A Workbook”, *Spatial Analysis Laboratory* [versión electrónica]
- Anselin, Luc. (1995), “Local Indicators of Spatial Association-LISA”, en *Geographical Analysis*, no 27, pp.93-113.
- Asuad y Quintana, (2008), “Convergencia espacial en el crecimiento económico de las identidades federativas de México, 1940-2001”, en Trinidad Martínez (Coord.), *Desarrollo Regional en México*, serie Estudios, UAM-A, México.
- Baldwin R.E., Braconier, H and Forslid, R. (1999), “Multinationals, endogenous growth and technological spillovers: theory and evidence”, documento de trabajo presentado en el seminario del Research Institute of Industrial Economics (IUI) sobre *Multinational production, international mergers and welfare effects in a small open economy*, celebrado en Stockholm en Junio.
- Ballard, K, Glickman, N.J y Gustely, R. (1980), “A bottom-up approach to multiregional modeling: NRIES en Adams F. G y Glickman. *Modeling the Multiregion Economic System: Theory, Data and Policy*, Heath/Lexington Books, Massachusetts.
- Barro R.J. (1990), “Government spending in a simple model of endogenous growth”, en *Journal of Political Economy*, vol. 98, no. 5, pp. S103-S125.
- Baylis, Kathy, R. Garduño-Rivera y G. Piras (2012), “The distributional effects of NAFTA in Mexico”, en *Regional Science and Urban Economics*, no. 42, pp.286-302)
- Becattini, G. (1979), “Dal settore industriale al distretto industriale. Alcune considerazioni sull’ unita di indagine dell’economia industriale”, en *Revista di Economia e Politica Industriale*, no. 1, pp 35-48.

- Betson, D., Greenberg, D., and Kasten, R. (1979), "A microsimulation model for analyzing alternative welfare reform proposals: an application to the program for better jobs and income", en R. Haveman and K. Hollenbeck (Editores), *Microeconomic Simulation Models for Policy Analysis*. Academic Press, Nueva York.
- Borts, G.H. y Stein, J.L. (1968), "Regional growth and maturity in the United States: a study of regional structural change", en Needleman, L. (Editores), *Regional analysis*, Harmondsworth: Penguin, pp. 159-97.
- Boudville, J.- R.(1964), *Les Espaces économiques*, París: Presses Universitaires de France.
- Bretzfelder, R. D. (1973), "Sensitivity of state and regional income to national business cycles, en *Survey of Current Business*, no. 53, pp. 22-27.
- Brunsdon, C., A. Fotheringham. y M. Charlton (1999), "Some notes on parametric significance tests for geographically weighted regression", en *Journal of Regional Science*, no. 39(3), pp. 497-524
- Capello, R. Camagni, *et al*, (2008), *Modelling Regional Scenarios for the Enlarged Europe*, Springer.
- Capello, Roberta (2007a), *Regional Economics*, Routledge, Nueva York.
- Capello, Roberta (2007b), "A forecasting territorial model of regional growth: the MASST model" en *Ann Regional Science*, no. 41, pp. 753-787.
- Censos Económicos: 1999 y 2004, INEGI.
- Cheshire, Paul (1995), "A new phase of urban dispersion in Western Europe? The evidence for the 1980's", en *Urban studies*, no. 32 (7), pp. 1045-1063.
- Coq, Huelva Daniel (2004), "Epistemología, economía y espacio/territorio: del individualismo al holismo" en *Revista de Estudios Regionales*, no. 69, Universidad de Andalucía, Málaga, pp.115-136.
- Courbis, R. (1979). "The REGINA model: a regional-national model for French planning", en. *Regional Science and Urban Economics*, no. 9, pp. 117-139.
- Dendrinis, D.S. y M Sonis (1990), *Chaos and socio-spatial dynamics*, Springer- Verlag.
- Fischer MM, Johanson B (1999); "Opening up international trade in Eastern European countries: consequence for aggregate trade flows in the Rhine-Main-Danube area", en. *Papers in Regional Science*, no. 75, pp. 65-78.
- Fotheringham A, y O'Kelly M. (1989), *Spatial interaction models: formulations and applications*, Kluwer, Dordrecht.

- Fotheringham, A., C. Brunsdon, y M. Charlton (1998), “Geographically weighted regression: a natural evolution of the expansion method for spatial data analysis”, en, *Environment and Planning A*, no. 30(11), pp. 1905-1927
- Glickman N.J. (1982) “Using empirical models for regional policy analysis, en: Albegov M, Andersson E y Snickars F. (Editores). *Regional development modeling: theory and practice*. North-Holland, Amsterdam, pp. 85–104.
- Golladay, F. y Haveman, R. H. (1977), *The Economic Impacts of Tax-Transfer Policy*. Academic Press, Nueva York.
- Haining, Robert (2003), *Spatial Data Analysis*, Cambridge University Press, UK.
- Harris B, Wilson A G, 1978, "Equilibrium values and dynamics of attractiveness terms in production-constrained spatial-interaction models" en *Environment and Planning A*, no. 10(4), pp 371 – 388
- Harris, C. (1973), *The Urban Economies, 1985*. Heath / Lexington Books, Lexington, Massachusetts.
- Haynes K, Fotheringham AS (1984), *Gravity and spatial interaction model*. (SAGE series in Scientific Geography) Sage, Beverly Hills.
- Heckscher, E., (1919), “The effects of foreign trade on the distribution of income”, en *Economik Tidskrift*, pp. 497-512.
- Hewings, Geoffrey, Suahasil Nazara y Chokri Dridi (2004), “Channels of synthesis forty years on: integrated analysis of spatial economics systems”, en *Journal of Geographical Systems*, no 6, pp. 7-25.
- Holmer, M. (1980), “Urban, regional, and labor supply effects of a reduction in federal individual income tax rates”, en N.J. Glickman (Editor), *The Urban Impacts of Federal Police*, Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, pp. 494-511.
- Hoyt, H. (1954), “Homer Hoyt on the development of economic base concept”, en *Land Economics*, pp.182-187.
- IMCO, (2012), “Índice de competitividad urbana 2012”, versión electrónica, ([imco.org.mx/images/pdf/indice\\_de\\_competitividad\\_urbana\\_2012.pdf](http://imco.org.mx/images/pdf/indice_de_competitividad_urbana_2012.pdf)).
- Isard, Walter (1975) *Introduction to Regional Science*, Prentice Hall, Nueva York.
- Jordaan y Rodriguez-Oreggia, (2010), “Regional growth in México under trade liberalization: how important are agglomeration and FDI?” en *Ann Regional Science*, version electrónica.

- Kaldor, N. (1975), "Economic growth and the Verdoorn Law – a comment on Mr. Rowthorn's article", en *The Economic Journal*, vol. 85, pp. 891-896.
- Kim Euijune y Hewings Geoffrey (2003), "An application of integrated transport network-multiregional CGE model II: calibration of network effects of highway investment". Documento de trabajo 03-T-15, en *Regional Economics Applications Laboratory*, University of Illinois, Urbana ([www.real.illinois.edu/d-paper/03/03-t-24.pdf](http://www.real.illinois.edu/d-paper/03/03-t-24.pdf))
- Klein, L. R. (1969), "The specification of regional econometric models", en *Papers of the regional Science Association*, no. 23, pp 105-115.
- Krugman, Paul (1991), "Increasing Returns and Economic Geography", en *Journal of Political Economic*, vol. 99 (3), pp. 483-499.
- Krugman, Paul (1997). *Desarrollo, geografía y teoría económica*, Antoni Bosch, Barcelona
- Krugman, Paul y Venables, A. J.(1996), "Integration, specialization and adjustment", en *European Economic Review*, vol. 40, pp. 959-967.
- Leontief, W y A. Strout (1963), "Multiregional input-output analysis", en: T. Barna (Editor), *Structural interdependence and economic development*, St. Martins Press, Londres, pp. 243-259.
- Lucas, R. (1988), "On the mechanics of economic development", en *Journal of Monetary Economics*, vol. 22, pp. 3-42.
- Ludvall, B.-A. (1992), "Introduction", en Ludvall, B.-A. (Editor), *National systems of innovation. Towards a theory of innovation and interactive learning*, Pinter Londres, pp. 1-19.
- Mendoza, Miguel Ángel (2012), "Modelo de Impacto Regional en México", proyecto a cargo del profesor investigador Miguel Ángel Mendoza.
- Mendoza, Miguel Ángel, Quintana, Luis y Valdivia, Marcos (2010), "Spatial Interaction Regional Model for the Mexican Economy (SIRMNE): a special case for México City metropolitan area", documento elaborado para *The Regional Studies Association Annual International Conference*, Pécs, Hungary.
- Milne, W. J., Adamas, F.G., y Glickman, N.J. (1980a), "A top-down multiregional model of the United States economy", en F.G. Adams and N.J. Glickman (Editores), *Modeling the Multiregion Economic System: Theory, Data, and Policy*, Heath/ Lexington Books, Lexington, Massachusetts.

- Milne, W. J., Glickman, N. J., y Adams, F. G (1980b), "A Framework for Analyzing Regional Decline: A Multiregion Econometric Model of the United States" en *Journal of Regional Science*, no. 20, pp. 173-189.
- Moreno, Rosina y Vayá, Esther (2000), *Técnicas econométricas para el tratamiento de datos espaciales: La econometría espacial*, Edicions Universitat de Barcelona, Barcelona.
- Moulert, F y Sekia, F. (2003), "Territorial innovation models: a critical survey" en *Regional Studies*, vol. 37, no. 3, pp. 289-302.
- Nijkamp, Peter, Piet Rietveld y Folke Snickars (1986), "Regional and Multiregional Economic Models: a Survey", en Peter Nijkamp, *Handbook of Regional and Urban Economics*, Elsevier, Free University, Amsterdam, pp. 257-294
- North, Douglas (1955), "Location theory and regional economic growth", en *Journal of Political Economy*, vol. 63, pp. 243-258.
- Ohlin, B. (1933), *Interregional and international trade*, Harvard University Press., Cambridge, Mass.
- ONU-Hábitat-Sedesol (2011), *Estado de las Ciudades de México 2011*, Sedesol, México.
- Rouff, G., Greenberger, M., Korbel, J., y Rivlin, A. (1961), *Microanalysis of Socioeconomic Systems: A Simulation Study*. Harper and Row, Nueva York.
- Ottaviano, G. y Thisse, J.-F. (2001) "On economic geography in economic theory: increasing returns and pecuniary externalities", en *Journal of Economic Geography*, no. 1, pp.153-179.
- Perroux, F. (1955) "Note sur la notion de pole de croissance ", en *Economie Appliquée*, vol. 7, nos. 1-2, pp. 307-320.
- Pike, Andy, Andrés Rodríguez-Pose y John Tomaney (2006), *Local and Regional Development*, Routledge, Nueva York.
- Plane D, Rogerson P. (1994) *The geographical analysis of population: whit applications to planning and business*, John Wiley & Sons, Nueva York
- Ramajo, Julian, Miguel Márquez, Geoffrey Hewings y Maria Salinas (2008), "Spatial heterogeneity and interregional spillovers in the European Union: Do cohesion policies encourage convergence across regions?" en *European Economic Review*, no.52, pp. 551-567.

- Resende, Guilherme (2011), "Multiple dimensions of regional economic growth: The Brazilian case, 1991-2000", en *Papers in Regional Science*, vol. 90, no3, pp 629-662
- Richardson, Harry (1986), *Economía Regional y Urbana*, Alianza Editorial, Madrid,
- Romer Paul. (1987) "Growth based on increasing returns due to specialization: American Economic Review", *Papers and Proceedings*, vol. 77, pp. 56-67
- Romer Paul. (1990) "Endogenous technological change", en *Journal of Political Economy*, vol. 98, pp. S71-S102
- Romer, Paul. (1986) "Increasing returns and long-run growth", en *Journal of Political Economy*, vol. 94, no.5, pp. 1002-1037
- Schneider M y Fischer MM (2001), "Multiregional computational general equilibrium and spatial interaction trade modelling: an empirical analysis", en: Clarke G, Madden M (Editores), *Regional Science in Business*. (Advances in Spatial Science), Springer-Verlag, Berlín
- SEDESOL, CONAPO e INEGI, (2004), *Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2000*, México [versión electrónica]
- SEDESOL, CONAPO e INEGI, (2007), *Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2005*, México [versión electrónica]
- Sistema Municipal de Bases de Datos, INEGI.
- Solow, R. (2000) *Growth theory: an exposition*, 2nd end, Oxford University Press.
- Stöhr, W. (1990), "On the theory and practice of local development in Europe", en Stöhr, W. (Editor.), *Global challenge and local responses*, Mansell, Londres, pp. 35-54.
- Theil, H. (1954), *Linear aggregation of economic relations*, North-Holland Publ. Co, Amsterdam.
- Thirlwall, A. P. (1983), "A plain man's guide to Kaldor's Law", en *Journal of Post Keynesian Economics*, vol. V, pp. 345-358
- Tobler W (1979), "Cellular geography", en: Gale S, Olson G (Editores) *Philosophy in Geography*. Reidel, Dordrecht, pp 248-279
- Venables, A., (1996), "Equilibrium location of vertically linked industries", en *International Economic Review*, vol. 37, pp. 341-359

Vernez, G., Vaughan, R., Burright, B., y Coleman, S (1977), "Regional Cycles and Employment Effects of Public", Works Investment, *The Rand Corporation*, Santa Monica, California.

XI Censo General de Población y Vivienda 1990, XII Censo General de Población y Vivienda 2000 y I Conteo de Población y Vivienda 1995, INEGI.