



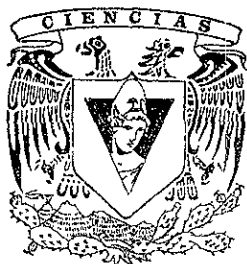
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

"TECNICAS ESTADISTICAS Y MODELOS
MATEMATICOS DE INTERACCION ESPACIAL
APLICADOS AL ANALISIS REGIONAL.
ESTUDIO DE CASO: MACRO-REGION OCCIDENTE"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
A C T U A R I A
P R E S E N T A :
MARTHA GUADALUPE RODRIGUEZ RODELO



DIRECTOR DE TESIS: ACT. FRANCISCO SANCHEZ VILLARREAL

1998



FACULTAD DE CIENCIAS
SECCION ESCOLAR

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

262142



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

M. en C. Virginia Abrín Batule
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis: "Técnicas estadísticas y modelos matemáticos de interacción espacial aplicados al análisis regional. Estudio de caso: Macro-región Occidente".

realizado por Martha Guadalupe Rodríguez Rodelo

con número de cuenta 8933472-6 , pasante de la carrera de Actuaría

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis

Propietario Act. Francisco Sánchez Villareal

Propietario Act. Víctor Manuel Solís Nájera

Propietario Act. Carlos Flavio Espinosa López

Suplente Act. Susana Barrera Ocampo

Suplente Act. Pedro Zavala Mosqueda

[Handwritten signatures: Francisco Sánchez Villareal, Víctor Manuel Solís Nájera, Carlos Flavio Espinosa López, Susana Barrera Ocampo, Pedro Zavala Mosqueda]

Consejo Departamental de Matemáticas

M. en A.P. María del Pilar Alonso Reyes

Indice

Introducción

1. Desarrollo regional	1
1.1 Areas de análisis	8
1.2 Etapas del análisis	8
1.3 Sistema de ciudades	9
2. Análisis de recursos y características de la Macro-región Occidente	13
2.1 Características de localización	14
2.2 Características sociales y de población	19
2.3 Características económicas	29
2.4 Características de migración	41
2.5 Un sistema de áreas metropolitanas	45
3. Índice de desarrollo rural 1990	49
3.1 Variables, fuentes de información e indicadores para medir la intensidad	49
3.2 Construcción del índice de desarrollo rural	52
3.3 Definición del nivel de desarrollo	63
3.4 Resultados	66
4. Modelo urbano-regional	73
4.1 Conceptos	74
4.2 Modelo urbano-regional	79
4.3 Modelo regional	80
4.3.1 Modelo de generación de empleo regional	81
4.3.2 Derivación analítica de la matriz de flujos de inversión interregional e intersectorial (F_{mn}^i)	86

4.3.3 Técnica de calibración de Hyman para el parámetro β del modelo de interacción espacial doblemente restringido con función de costo exponencial	89
4.4 Modelo demográfico	95
4.5 Variables y fuentes de información utilizadas en el modelo urbano-regional	99
4.6 Resultados del modelo urbano-regional	100
4.6.1 Matriz de flujos de inversión interregional e intersectorial	101
4.6.2 Modelo de generación de empleo regional	111
4.6.3 Modelo demográfico	118
4.7 Simulación de la distribución del empleo regional considerando diferentes políticas de inversión	128
5. Conclusiones	131
Glosario de términos fundamentales utilizados en la investigación	137
Bibliografía	141

Introducción

Uno de los principales problemas demográficos que enfrenta nuestro país se manifiesta en el ritmo de crecimiento de la población y en las desigualdades que presenta su distribución en el territorio nacional. En un extremo se presenta una excesiva concentración demográfica en algunos centros urbanos, la cual genera una alta demanda de todo tipo de bienes y servicios y presiona sobre los recursos disponibles; mientras que en el otro se mantiene una gran dispersión de población que habita en las áreas rurales de México y que debido a la falta de desarrollo, se dificulta su acceso a distintos satisfactores por lo que se amplía la brecha entre éstas y las áreas urbanas. En ambos casos, se observa un aumento creciente en los costos económicos, sociales y ambientales.

Las desigualdades en la distribución de la población se expresan en la saturación económica y demográfica de las áreas urbanas que han sobrepasado el límite óptimo de funcionamiento y de su capacidad de sustentación ambiental, así como en la persistencia de la pobreza que afecta principalmente a la población rural dispersa, por ello se debe procurar una relación de mayor equilibrio demográfico que responda al potencial de desarrollo de las distintas regiones. En particular, resultará indispensable tomar acciones decididas para disminuir el peso relativo de las grandes zonas metropolitanas e incentivar el crecimiento de las ciudades medianas y pequeñas.

Un efecto que se observa en las áreas rurales más dispersas debido a la carencia de oportunidades de empleo, ingreso suficiente y satisfactores básicos en el lugar de origen de sus habitantes es el des poblamiento y la necesidad de emigrar de la población, principalmente hacia las ciudades.

A través del fortalecimiento del desarrollo regional en el país y el consecuente incremento en los niveles de bienestar de la población, es posible volver atractivos para los migrantes otros centros de población diferentes a los que hasta ahora han atraído la mayor parte de las corrientes migratorias.

El esquema de distribución de la población, genera desajustes entre la existencia, potencialidad y utilización de los recursos naturales y la localización territorial de los asentamientos humanos, propicia las corrientes migratorias hacia las zonas de mayor desarrollo relativo, incrementando el costo de funcionamiento de los centros de mayor concentración; además, se registra una subutilización de las potencialidades regionales, ya que a pesar de existir regiones cuyo limitado potencial de desarrollo dificulta el arraigo de la población, existen otras cuya carga demográfica todavía se encuentra por debajo de su capacidad de absorción poblacional, en términos de su potencial de desarrollo regional.

El principal objetivo de este trabajo es obtener elementos de conocimiento a través del uso de algunas técnicas matemáticas y de Sistemas de Información Geográfica (GIS) que apoyen la toma de decisiones orientadas a lograr un desarrollo regional más equitativo y con base en ello, generar una mejor distribución de la población en el territorio nacional así como mejores condiciones de vida para la misma.

La contribución del Actuario en este campo es de suma importancia, ya que, por la formación interdisciplinaria que posee con conocimientos tanto de matemáticas como de ciencias sociales, es quien puede crear un vínculo entre ambas ciencias al hacer uso de modelos altamente matematizados por un lado y por el otro proporcionar una interpretación de los mismos que ayude a una mejor comprensión de los fenómenos observados, lo cual proporciona un criterio científico más riguroso que los métodos tradicionalmente usados para este tipo de estudios.

Con los resultados obtenidos se pretende contribuir a enriquecer la planeación demográfica en México, en el sentido de contar con elementos que proporcionen una visión integral de los problemas asociados con la distribución de la población que permitan fundamentar políticas de distribución de población orientadas a incidir en el patrón actual de asentamientos de manera que se logren atender las demandas, tanto de la población actual como de la que se incorpora año con año.

Las políticas de población tienen por objeto incidir en el volumen, la dinámica, la estructura y la distribución de la población en el país, a fin de contribuir al mejoramiento de vida de sus habitantes.

Este trabajo contribuye a la investigación realizada por el Consejo Nacional de Población (CONAPO) sobre el *Sistema Nacional de Ciudades*, se selecciona una de las Macro-regiones estudiadas en él y se profundiza en su estudio por medio de nuevas técnicas, con vistas a aplicarse a nivel nacional posteriormente. El trabajo consta de cinco capítulos, en el primero se da un marco teórico-conceptual del desarrollo regional, se ubica a la Macro-región de estudio dentro del contexto del *Sistema Nacional de Ciudades* y se explica la forma en que se realizará el estudio.

En el Capítulo 2 se muestran las principales características socio-demográficas y económicas de la Macro-región por medio de estadística descriptiva y se realiza un ejercicio para demostrar que las ciudades consideradas forman un sistema propio.

El Capítulo 3 consiste en una aplicación del análisis multivariado por medio de la técnica de componentes principales para conocer los diferentes niveles de desarrollo rural de la Macro-región y también se hace uso de los Sistemas de Información Geográfica para representar en mapas los diferentes niveles de desarrollo obtenidos.

El Capítulo 4 consta de un modelo urbano-regional de interacción espacial, el cual se subdivide a su vez en un modelo de generación de empleo regional y en un modelo demográfico con los cuales se pueden conocer los patrones de interacción económica y de población entre las ciudades y permite hacer proyecciones de población y empleo dada una política de inversión regional. Asimismo, se hace un sencillo ejercicio de simulación de la distribución del empleo considerando diferentes políticas de inversión, para mostrar la utilidad prospectiva del modelo.

Finalmente, En el Capítulo 5 se da una breve conclusión de todo el trabajo y se plantea un posible trabajo posterior.

CAPITULO 1

1. Desarrollo regional

El desarrollo regional es considerado el enfoque más adecuado para lograr una distribución más equitativa de la población, ya que proporciona elementos para conocer las desigualdades existentes en una región y saber qué lugares y sectores de la región de estudio deben ser fortalecidos para que sean difusores del desarrollo al resto del territorio:

El problema básico del desarrollo regional es promover un crecimiento económico difundido en forma tal que permita a la gran mayoría de la población que vive en las áreas rurales y en regiones económicamente atrasadas participar en forma efectiva en actividades productivas y obtener mayores beneficios del proceso de desarrollo.

Para lograr el crecimiento económico se deben de localizar, por medio de un análisis espacial, aquellas regiones que poscan las características adecuadas para atraer inversiones que neutralicen los efectos locales negativos del desarrollo urbano y que impulsen el mejoramiento de las condiciones de vida de sus habitantes. Con este análisis se pretende también establecer la capacidad productiva y de servicios de asentamientos de diferentes tamaños y características funcionales (por ejemplo, centros rurales de servicios, ciudades intermedias y centros regionales), para proporcionar los servicios, equipamientos y actividades económicas que promuevan el desarrollo rural y regional.

Los servicios y las actividades económicas esenciales deben localizarse en lugares que tengan una concentración suficientemente grande de población o en un área de mercado amplia que les permita soportarlos económicamente, ya que el desarrollo económico debe lograrse con una gran equidad social y geográfica, por lo que las inversiones deben localizarse estratégicamente en asentamientos que puedan servir a una amplia población que viva en ellos o en los alrededores, y en los que los residentes de áreas rurales con densidades relativamente bajas tengan fácil acceso; a esto se le conoce como un patrón de concentración descentralizada.

Un patrón de concentración descentralizada se puede lograr en forma más eficiente y efectiva mediante un sistema de asentamientos integrado y articulado. Un sistema de asentamientos jerárquico y bien distribuido puede proporcionar no sólo los servicios y equipamientos que se necesitan en las áreas rurales para incrementar la actividad agrícola y el ingreso, sino facilitar también los vínculos comerciales, de transporte, administrativos y sociales que logren integrar la región en una economía autosostenida.

El análisis de los sistemas de asentamientos busca proporcionar una dimensión espacial que sirva a la planificación regional mediante:

1. La identificación de los asentamientos que pueden actuar en forma más efectiva como centros de servicios, producción y comercio para su población y la de su área circundante.
2. La determinación de la intensidad de los vínculos entre estos asentamientos, y entre ellos y su área rural de influencia.
3. La delimitación de aquellas áreas en las cuales la población tiene escaso o ningún acceso a los servicios y facilidades localizados en los centros urbanos.

Esta información es requerida por los planificadores y quienes diseñan las políticas que impulsan una estrategia de desarrollo que mejore las condiciones de vida de la población — particularmente la población rural más pobre y que reside en asentamientos dispersos— para asignar las inversiones en servicios y actividades productivas hasta en la más pequeña unidad eficiente de asentamientos, y para maximizar el acceso de los residentes rurales a esas comunidades.

Para facilitar la difusión del desarrollo regional se requiere un sistema de mayor articulación o con centros de crecimiento de diferentes tamaños y características funcionales, es decir, un enfoque de *integración funcional espacial*, ya que es necesaria una red de lugares centrales (asentamientos que sirven a la población de su área de influencia circundante) para distribuir

los bienes producidos en centros especializados a los consumidores en otros lugares. Los lugares centrales ponen al alcance de los habitantes de las áreas rurales aquellos servicios que requieren una localización precisa o un gran número de clientes.

El objetivo de las estrategias de localización basadas en el enfoque de integración funcional espacial consiste en "identificar los centros de servicio de más bajo nivel con sus localidades correspondientes, los cuales, en conjunto, forman una unidad viable, que pueda sostener un paquete mínimo de servicios".

La concentración descentralizada de las inversiones en asentamientos de diferentes tamaños y características funcionales, permite, entre otras cosas:

- Esparcir y difundir efectos que beneficien tanto a los residentes de dichos centros, como a los habitantes de las áreas rurales circundantes.
- Proporcionar oportunidades de empleo mayores y más diversificadas a través de mercados, sistemas administrativos y servicios de distribución.
- Propiciar la rentabilidad de inversiones previas que puedan ser utilizadas para el desarrollo futuro y para crear ventajas comparativas de localización, así como de más y mejores oportunidades para el crecimiento futuro a través de efectos inducidos.
- Crear vínculos físicos y económicos entre los asentamientos, y entre ellos y sus áreas rurales de influencia, de tal forma que se aumente la accesibilidad de los lugares centrales.

Los asentamientos de varios tamaños y características funcionales, especialmente pequeños centros rurales de servicios y de mercado, juegan un papel importante en el desarrollo regional y rural pero en la mayoría de los casos, el sistema de asentamientos no está suficientemente articulado e integrado, como para permitir que, efectivamente, estos centros desarrollen sus funciones potenciales.

Papel de los asentamientos en el desarrollo regional

Según analistas del Banco Mundial, las empresas y actividades no agrícolas especialmente construcción en pequeña escala, comercio, servicios, transporte e industria manufacturera son una importante fuente de empleo e ingresos para más de una cuarta parte de la fuerza laboral rural de los países en desarrollo, son también una fuente significativa de ingresos suplementarios o secundarios para los campesinos y permiten a la juventud rural entrenamiento y aprendizaje en actividades comerciales y de procesamiento¹.

En México se constató que las pequeñas ciudades y centros urbanos pueden desempeñar importantes funciones económicas y sociales, ya que las ciudades pequeñas son importantes centros de mercado para sus regiones.

Incluso algunos centros urbanos muy pequeños en México (entre dos mil y cinco mil habitantes) pueden mantener servicios básicos mínimos no disponibles en pueblos rurales, como por ejemplo, escuelas primarias, consultorios, clínicas, farmacias, estaciones de gasolina, escuelas secundarias, cine, restaurantes, bancos, hoteles, y en algunos lugares, dentistas, abogados, veterinarios y escuelas tecnológicas.

Un problema que se observa en las áreas rurales más dispersas debido a la carencia de oportunidades de empleo, ingreso suficiente y satisfactores básicos, es la necesidad de emigrar de la población para buscar mejores condiciones de vida y de trabajo.

El grado en que los pueblos y ciudades intermedias absorben migrantes rurales en México depende mucho de la estructura de asentamientos dentro de cada estado. El grado de primacía o importancia relativa de un estado ha sido considerado como un factor dependiente de las migraciones. En aquellos estados con los más altos grados de primacía, un mayor número de

¹ **WORLD BANK**, *Rural Enterprise and Nonfarm Employment*, Washington, World Bank, 1978, pp. 7-8

migrantes es atraído a las grandes ciudades. No ocurre lo mismo en estados con un patrón de urbanización más difuso. Los estudios han encontrado que "la simple existencia de un mayor número de ciudades medianas y grandes en un estado no primado proporciona opciones para la maximización de la elección, negadas a los migrantes en un estado primado. Los migrantes expulsados a las áreas rurales de un estado primado no tienen el mismo espectro de opciones para su asentamiento ni las mismas oportunidades de empleo"². A través del fortalecimiento del desarrollo regional en el país, es posible volver atractivos para los migrantes otros centros de población diferentes a los que han atraído a la mayor parte de las corrientes migratorias.

El subdesarrollo de las localidades y ciudades pequeñas en regiones rurales

La evidencia de que las localidades y ciudades pequeñas pueden desempeñar la amplia variedad de funciones antes descritas se ha visto acompañada de fuertes indicios de que relativamente pocos de quienes podrían promover el crecimiento, la transformación y la integración en áreas rurales realmente lo hacen. En las regiones rurales más pobres se presenta con frecuencia una amplia brecha entre su funcionamiento potencial y el que se observa en la realidad y se incurre en altos costos de oportunidad debido a la inadecuada distribución de los pequeños lugares centrales. Ello se ve agravado por la debilidad de los vínculos entre los asentamientos que cumplen las funciones centrales.

Las localidades y ciudades pequeñas pueden desempeñar un amplio rango de funciones sociales, económicas y de servicios que contribuyen al crecimiento económico, a la transformación social en áreas rurales y a integrar estas áreas rurales con los centros urbanos, pero el gran potencial para el desarrollo se pierde por la insuficiencia de pequeños lugares centrales, la distribución asimétrica de funciones entre ellos y por la debilidad de vínculos entre éstos, y entre los asentamientos más grandes y pequeños.

² **DIANE, E. David.** "Migration, Rank-Size distribution and Economic Development: the Case of México", en *Studies in Comparative International Development*, Vol. XVI, 1981, pp. 84-107; textual de la pg. 102

Política espacial y desarrollo regional

Las localidades y ciudades pequeñas desempeñan una amplia variedad de funciones importantes para el desarrollo regional y nacional, aunque no todas llevan a cabo todas estas funciones y muchas no las desempeñan bien. Además, en condiciones apropiadas, dichas ciudades y localidades pueden ser fuerzas positivas para el desarrollo de sus áreas de influencia.

Al crear selectos polos de crecimiento industriales en regiones rurales no se estimula suficientemente un crecimiento económico difundido en áreas rurales ni se propagan en forma adecuada los beneficios del desarrollo a través de una región, ya que los efectos de difusión tienden a debilitarse rápidamente con la distancia. Es necesario promover un sistema de localidades y ciudades en el cual los asentamientos mayores están ligados a las localidades rurales y asentamientos campesinos para asegurar una más amplia difusión de las innovaciones, estimular actividades económicas en áreas rurales y permitir un mayor acceso de la población rural a los servicios y facilidades situados en los centros urbanos.

No todas las pequeñas localidades y ciudades pueden o deberían ser desarrollados como lugares centrales, ni tener un rango completo de servicios, facilidades e infraestructura. Como se dijo antes, uno de los beneficios de un sistema de asentamientos integrado y articulado estriba en que proporciona acceso a un amplio rango de funciones, sin que cada asentamiento tenga que proveerlos todos, es por ello que el desarrollo regional requiere una cuidadosa planificación para asegurar que los servicios y facilidades esenciales sean proporcionados en asentamientos estratégicamente situados, y que dichos lugares estén vinculados a sus áreas rurales de influencia.

Dimensión del subdesarrollo en regiones rurales

En la mayoría de las regiones pobres, la población tiene acceso limitado a los recursos naturales y a los creados por el hombre, necesarios para satisfacer las necesidades básicas, incrementar la productividad, diversificar las actividades económicas y elevar sus ingresos.

El énfasis en el crecimiento equitativo requiere el desarrollo de nuevos recursos en regiones rurales y la continua inclusión de la población marginada a las actividades económicas productivas. Esto a su vez demanda inversiones extensivas en infraestructura física, servicios y actividades productivas en regiones rurales, localizadas estratégicamente en ciudades intermedias, localidades pequeñas y centros rurales de mercado. Se debe estimular también el crecimiento de centros rurales de servicios que vinculen a las localidades a sus áreas rurales de influencia, con el fin de incrementar el acceso de la población rural a los servicios y facilidades básicos.

Reforzar los vínculos entre las áreas rurales y los centros urbanos puede extender los servicios y facilidades a las áreas rurales y expandir los mercados para los productos agrícolas. Los principales vínculos económicos para las áreas rurales se establecen, casi totalmente, a través de las actividades e instituciones urbanas, haciendo de las ciudades un componente esencial de cualquier estrategia para el desarrollo de regiones rurales. Hay un gran número de vínculos e interdependencias entre los centros esencialmente rurales, situados en el nivel más bajo de la jerarquía urbana, y las más grandes ciudades del sistema, los cuales deben influir en ambas direcciones, hacia arriba y hacia abajo de la jerarquía.

Los factores de localización, frecuentemente se pasan por alto pero son cruciales para la implementación efectiva de programas de desarrollo regional. La localización apropiada de los servicios públicos y facilidades, y de la inversión privada, estimula de muchas maneras el desarrollo ya que las regiones difieren en su adaptabilidad y atracción para las inversiones.

1.1 Areas de análisis

Tomando en cuenta lo anterior, el análisis regional se debe de concentrar en tres principales áreas:

- 1. Análisis de recursos y características regionales.** Incluye factores tales como las características físicas de la región, volumen y diversidad de servicios y actividades no agrícolas y comerciales que caracterizan el sistema de subsistencia.
- 2. Análisis de asentamientos.** Incluye la localización de pequeñas ciudades, centros intermedios o regionales; tamaño, composición y densidad de las poblaciones; localización, concentración y dispersión de las funciones centrales y cambios de la fuerza de trabajo y de la distribución del ingreso de los asentamientos.
- 3. Análisis de los vínculos espaciales.** Incluye los patrones de interacción física, económica, de movimientos de población, tecnológica, de distribución de los servicios sociales, políticos e interinstitucionales entre asentamientos dentro de la región y los vínculos con centros urbanos de otras regiones.

Con esta información, se obtendrán los elementos de conocimiento que apoyarán la toma de decisiones orientadas a lograr un desarrollo regional más equitativo y con ello, lograr una mejor distribución de la población en la región.

1.2 Etapas del análisis

El análisis regional involucra las siguientes etapas o fases:

- 1. Hacer un análisis completo de los recursos regionales y un perfil socio-económico y demográfico que sirva como inventario de datos para propósitos de planificación y como estudio de base para monitoreo y evaluaciones.**

2. Analizar el sistema existente de asentamientos, para describir sus elementos, complejidad funcional, centralidad, la jerarquía de lugares centrales, la distribución de funciones dentro de la región y los patrones de asociación entre ellas.
3. Describir y analizar los principales vínculos socio-económicos, de organización y físicos entre los asentamientos de la región, y entre ellos y los centros localizados en otras regiones del país.
4. Modificar la información obtenida del análisis de la complejidad funcional, jerarquía de asentamientos y vínculos espaciales para determinar áreas de influencia o áreas de servicio de varias categorías de asentamientos en la región.
5. Identificar áreas donde los vínculos son débiles o inexistentes y áreas marginales que no son servidas por lugares centrales o en las cuales la población rural tiene muy poco acceso a los servicios y facilidades urbanas que son cruciales para el desarrollo regional.
6. Traducir el análisis regional en propuestas de inversión que sirvan para identificar los proyectos y programas necesarios para subsanar los principales problemas del desarrollo, para fortalecer y articular la estructura espacial regional y para integrar los distintos niveles de asentamientos.

1.3 Sistema de ciudades

Debido a que el desarrollo económico requiere una equidad social y geográfica, las inversiones deben hacerse en forma descentralizada, lo cual se puede lograr mediante un sistema de asentamientos integrado y articulado. Un enfoque apropiado para conocer el nivel de desarrollo de los asentamientos al incorporar múltiples fenómenos vinculados entre sí, que reflejan la realidad de manera más completa, y que permita formular estrategias de desarrollo urbano-regional orientadas a mejorar las condiciones de vida de la población y hacer más

efectivo el funcionamiento de las economías regionales es el sistema de ciudades, ya que las ciudades son promotoras del desarrollo y difusoras del crecimiento debido a sus funciones económicas, sociales, políticas y culturales.

Un sistema de ciudades se define como "el conjunto de asentamientos humanos que, en un marco de complementariedad, mantienen relaciones estrechas de índole demográfica, económica, cultural y comercial, entre otras, generalmente bajo la supremacía de uno de los centros del sistema"³.

El sistema de ciudades permite, entre otros aspectos, estudiar subconjuntos de ciudades a diferentes escalas y niveles espaciales para determinar la jerarquía o importancia relativa de las ciudades con base en características tales como el tamaño de la población, actividades productivas, servicios, infraestructura, equipamiento urbano y el tipo de recursos naturales con los que cuentan; determinar la importancia relativa de cada ciudad como proveedora de bienes y servicios para su población y la de su área de influencia, lo se conoce como la centralidad de la ciudad; estudiar los vínculos que se establecen entre ellas y que son el principal indicador de la estructura funcional del sistema; apreciar los desequilibrios existentes en la región e identificar las áreas con mayores ventajas para llevar a cabo acciones de distribución espacial, dicho sistema ofrece también la posibilidad de simular escenarios futuros, partiendo de varios supuestos, como por ejemplo acciones determinadas de política pública.

Un adecuado conocimiento del nivel de integración y funcionamiento de cada ciudad con respecto a la región y de su capacidad como organizadora de su propio espacio, así como de la estructura y funcionamiento del sistema, permitirá elaborar políticas de desarrollo más adecuadas al saber qué ciudades deben impulsarse como centros regionales o estatales.

³ CONSEJO NACIONAL DE POBLACION. *Sistema de ciudades y distribución espacial de la población en México*, México, agosto 1991, pg. 1

Estructura y funcionamiento del sistema de ciudades

Conociendo la estructura y el funcionamiento del sistema nacional de ciudades, se pueden sugerir cambios que posibiliten la transmisión eficiente y equitativa del desarrollo, así como una mejor distribución de la población en la región.

El funcionamiento de un sistema de ciudades refleja la forma en que los lugares centrales y sus áreas de influencia reaccionan ante un estímulo endógeno o exógeno. El área de influencia de cada lugar central se delimita por la magnitud y dirección de los flujos de personas, información, bienes y servicios, etc. existentes en la red urbana, y por las relaciones de subordinación que se establecen entre ciudades de distinta jerarquía.

Un sistema de ciudades implica entonces, la combinación compleja y funcional de lugares centrales y áreas de influencia, caracterizados por una estructura y un funcionamiento determinados, y se orienta hacia el concepto de región integral, en donde los procesos económicos, sociales, políticos, naturales y demográficos se manifiestan conjuntamente en el tiempo y en el espacio.

En esta investigación se centrará la atención en el segundo nivel geográfico de análisis considerado en el Sistema de Ciudades que son las grandes regiones funcionales, las cuales agrupan varios estados o porciones de ellos, cuyos espacios se encuentran predominantemente articulados por un lugar central de mayor jerarquía.

Grandes regiones funcionales de México

Por medio de los vínculos establecidos entre las ciudades, en el estudio *Sistema de ciudades y distribución espacial de la población en México*, se hizo una división del territorio nacional en siete grandes regiones de diversos tamaños, cada una de ellas cuenta con centro regional rector. Esta manera de dividir el país considera un área de influencia mayor a la de la entidad

federativa para cada lugar central. Los lugares centrales que articulan a grandes regiones son de distinta jerarquía dentro del orden nacional de ciudades.

Las siete grandes regiones son: Noroeste, Norte-Centro, Noreste, Occidente, Centro, Pacífico Sur y Sureste. Las regiones definidas son de carácter funcional: tales regiones están funcionalmente organizadas por uno o varios lugares centrales y sus respectivas áreas de influencia. Estos últimos, se integran o se conectan a un centro urbano mediante redes de circulación o flujos de personas, bienes, comunicaciones, etc.

Estas grandes regiones dividen el territorio mexicano en espacios que facilitan el análisis de su funcionamiento de manera más detallada y revelan fuertes disparidades entre ellas; algunas, presentan una alta concentración económica, política y demográfica y una mayor integración territorial; otras tienen densidades de población muy bajas y con escasa comunicación terrestre.

El presente trabajo se referirá a la gran región Occidente, por considerarla apropiada para este estudio debido a la gran diversidad de sus características económicas y demográficas. Es una de las regiones con mayor integración funcional, posee una gran fuerza concentradora y de atracción de población y en ella se encuentra uno de los lugares centrales de mayor jerarquía a nivel nacional: la Zona Metropolitana de la Ciudad de Guadalajara (ZMG). En los siguientes capítulos se describirán las características más importantes de la región y se hará uso de técnicas estadísticas y otras herramientas matemáticas para su estudio.

CAPITULO 2

2. Análisis de recursos y características de la Macro-región Occidente

Es necesario comenzar el estudio de la Macro-región, describiendo sus características sociales, económicas, demográficas y físicas, lo cual nos permite:

- a) conocer los potenciales y debilidades de los recursos humanos, físicos y económicos;
- b) comparar el nivel de desarrollo de estos recursos entre las ciudades de la Macro-región y determinar su posición relativa dentro del nivel nacional;
- c) identificar subáreas con potencialidades o debilidades particulares para el desarrollo y con niveles de pobreza superiores al promedio y
- d) identificar tendencias y cambios históricos en el desarrollo de la Macro-región por medio de los cuales se expliquen las condiciones actuales de las ciudades.

Un enfoque para organizar la información de los recursos humanos, sociales y físicos considerará los sistemas de recursos, producción y asentamientos humanos como fuerzas que interactúan en el desarrollo regional, ya que la forma en que una región transforma sus recursos naturales depende no sólo de la aplicación de tecnología y capital, sino también de factores de comportamiento, culturales, características sociales de la población, factores económicos regionales y del patrón de asentamientos e interacción. Las condiciones económicas nacionales también afectan la forma de organización regional de la economía y los usos potenciales hacia los que se pueden aplicar los recursos regionales.

Dentro de este marco de desarrollo regional, una forma de organización de la información sobre la región, es lo que se conoce como *formato de población-localización-actividades*, que agrupa los datos en las siguientes categorías:

1. Características de localización: recursos físicos, aspectos naturales, locativos, climáticos y vínculos espaciales.

2. Características sociales y de población: tamaño de población, distribución por edades, características de los hogares, niveles de educación, ingresos, condiciones de vida y características de la población rural y urbana.
3. Características de las actividades económicas: concentración y distribución de la actividad económica, valor agregado, producto interno bruto (PIB), productividad, características agrarias, inversión y acumulación de capital.
4. Características de la relación población-localización: densidad y distribución de la población, patrones de viaje, migraciones y estructuras de propiedad de la tierra.
5. Características de la relación población-actividad: niveles de empleo por sector, ingresos y salarios según fuente de empleo, productividad de la mano de obra y relación mano de obra-capital.

Una vez reunida la información, se analiza por medio de:

- a) estadísticas descriptivas para comparar las diferentes ciudades y estimar sus condiciones económicas dentro de la región;
- b) técnicas de rangos o escalas para resaltar las diferencias entre las ciudades;
- c) medidas de distribución, especialización, concentración y asociación para mostrar potenciales y debilidades comparativas dentro de la economía regional e
- d) índices de niveles de desarrollo de las áreas económicas de la región.

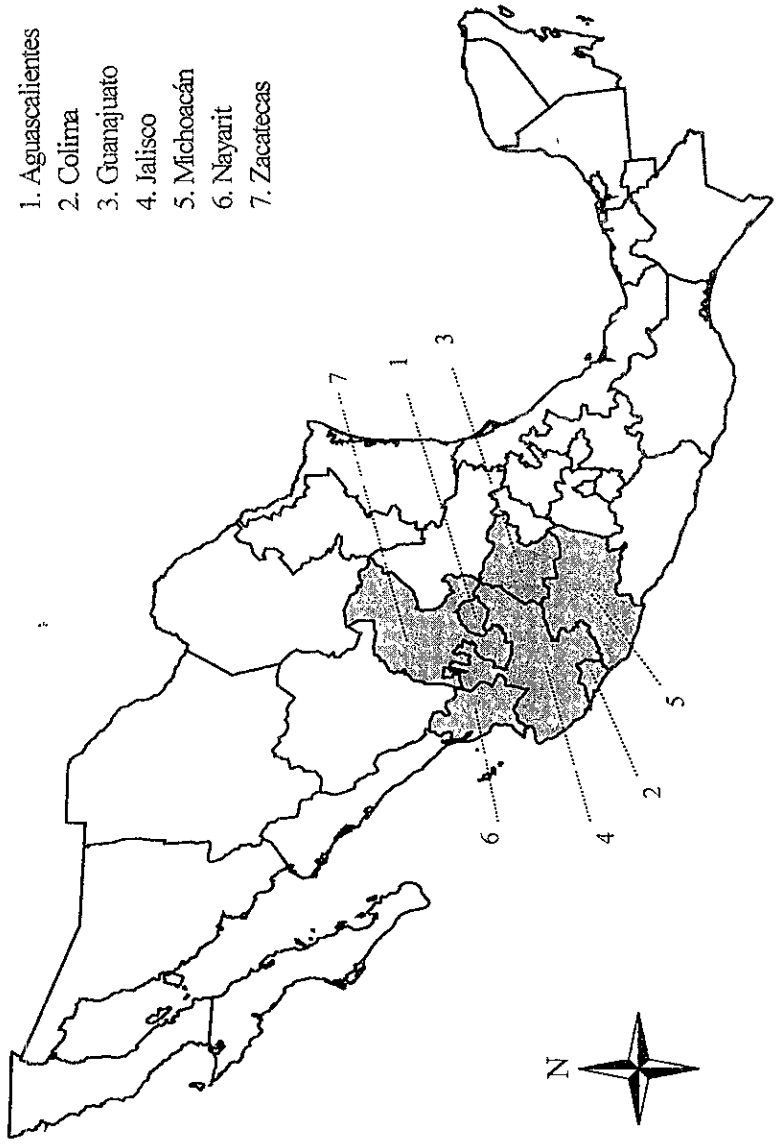
A continuación se describen las características más importantes de la Macro-región en cuanto a localización, características sociales y de población, características económicas y de migración.

2.1 Características de localización

La Macro-región Occidente está formada por siete entidades que son: Aguascalientes, Colima, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Nayarit y Zacatecas (Mapa 1). El número de ciudades del

Mapa 1

Entidades que conforman la Macro-región Occidente



Sistema Nacional de Ciudades que estructuran esta región es 32 (formadas a su vez por 43 municipios), entre las que figuran 6 zonas metropolitanas (ZM) como se puede ver en el siguiente cuadro.

Cuadro 1

CIUDADES QUE ESTRUCTURAN LA MACRO-REGION OCCIDENTE

Entidad	Ciudad	Municipios que conforman la ZM
Aguascalientes	ZM de Aguascalientes	Aguascalientes, Jesús María
Colima	ZM de Colima	Colima, Villa de Alvarez
Guanajuato	Manzanillo	
	Tecomán	
	Acámbaro	
	San Miguel de Allende	
	Celaya	
	Cortazar	
	Guanajuato	
	Irapuato	
	ZM de León	León, San Francisco del Rincón
	Salamanca	
Jalisco	Silao	
	Valle de Santiago	
	Ciudad Guzmán	
	ZM de Guadalajara	Guadalajara, Tlaquepaque, Tonalá, Zapopan, El Salto, Juanacatlán, Tlajomulco de Zúñiga
	Lagos de Moreno	
Michoacán	Ocotlán	
	Tepatitlán	
	Puerto Vallarta	
	Ciudad Hidalgo	
	Ciudad Lázaro Cárdenas	
	Morelia	
	La Piedad	
	Sahuayo	
	Uruapan	
	Zitácuaro	
Apatzingan		
Nayarit	ZM de Zamora	Zamora, Jacona
	Tepic	
Zacatecas	Fresnillo	
	ZM de Zacatecas	Zacatecas, Guadalupe

Fuente: CONAPO, *Sistema de ciudades y distribución espacial de la población en México*, México, agosto 1991.

El Sistema urbano de la Macro-región tiene a la Zona Metropolitana de la Ciudad de Guadalajara (ZMG) como lugar central. A su vez, la ZMG forma parte del sistema urbano

nacional en el cual, de acuerdo a su importancia, tiene una jerarquía de segundo orden (la jerarquía de primer orden la tiene la Zona Metropolitana de la Ciudad de México); y mantiene una relación directa con las localidades que se constituyen como principales lugares centrales de sus propias regiones funcionales.

El concepto de jerarquía urbana se refiere a la importancia relativa de cada ciudad respecto al sistema en su conjunto. Importancia en cuanto a su capacidad de satisfacer las necesidades de bienes y servicios de la población residente, en su periferia o, aún, en otras ciudades (Unikel, 1975).

Hablando de las características físicas de la Macro-región, por ser México un país con una gran diversidad de ecosistemas debido a su situación geográfica y orográfica, la Macro-región también presenta varios tipos de ecosistemas, los cuales se resumen en el cuadro 2.

El clima es un factor determinante para la atracción de empresas, principalmente porque se asocia con ciertas actitudes hacia el trabajo, por ejemplo, las zonas cálidas se asocian con ausentismo, mayores costos en la energía, imposibilidad de operaciones fuera de la nave industrial, etc. También en lugares fríos se tienen problemas con el transporte de las mercancías por las bajas temperaturas en invierno. Sin embargo, en los climas templados se da un fenómeno benéfico para las empresas: existe migración hacia ese lugar y por consiguiente, los mercados, tanto de los productos de la empresa como el de la mano de obra, se acrecientan, abaratando en algunos casos sus costos y la disponibilidad de los mismos (Serrano Camarena, Sandoval Musi, 1997).

Debido a la diversidad de ecosistemas, la Macro-región también es diversa en cuanto a su producción agrícola, agropecuaria y piscícola; entre los principales cultivos anuales se pueden mencionar: ajonjolí, algodón, arroz, avena forrajera, cártamo, cebada, frijol, garbanzo, maíz, sorgo, soya y trigo.

Cuadro 2

TIPOS DE ECOSISTEMAS EN LA MACRO-REGION OCCIDENTE

Ecosistema	Distribución geográfica	Altitud ms.	Climas	Temperatura media anual °C	Suelos	Especies representativas
Zonas áridas Matorral Zonas áridas	Parte de Jalisco y Guanajuato	0 a 3,000	Secos	12 a 26	Alcalinos: salinos y yesosos: bajos en materia orgánica	Maguey, nopal, órgano Candelilla, sacuaros, gobernadora, biznagas
Bosques templados Bosque boreal	Parte de Nayarit, Jalisco, Guanajuato y Michoacán	2,000 a 3,400	Húmedo, frío templado	7 a 15	Profundos bien drenados; alta concentración en materia orgánica	Oyamel, álamo, pinabete
Bosque de pino	Toda la macro-región	300 a 4,200	Templado, frío, semihúmedo, cálido, húmedo y semiárido	6 a 28	Acidos y alcalinos	Pino
Bosque de encino	Parte de Nayarit, Jalisco, Guanajuato y Michoacán	300 a 3,000	Cálidos, fríos, templados	10 a 26	Someros, rocosos, aluviales, planos, alta concentración en materia orgánica	Encino o roble
Pastizales Zacatal	Noreste de Jalisco y parte de Guanajuato	450 a 2,500	Semisecos	12 a 20	Fértiles; concentración media en materia orgánica	Navajita, zacate de yeso, zacate salado, banderilla
Zacatonal	Parte de Nayarit, Jalisco, Guanajuato y Michoacán, Nevado de Colima	3,800 a 4,500	Fríos	3 a 5	Fértiles; concentración media en materia orgánica	Sabanita y toboso
Acuático y subacuático Tular y carrizal	Jalisco y Michoacán	0 a 2,750	Cálidos templados	Variable	Aguas dulces o salobres y pantanos	Tule, tule rollizo y carrizo

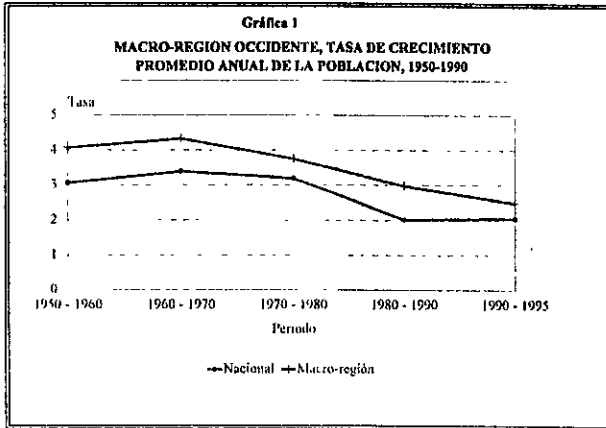
Fuente: GRUPO FINANCIERO BANAMEX-ACCIVAL. *México social 1992-1993*, División de Estudios Económicos y Sociales, Banco Nacional de México, S.A.; México, 1993.

La producción agropecuaria a lo largo de toda la Macro-región, consta principalmente de ganado bovino (para la producción de leche y carne, también son utilizados como animales de trabajo), porcino, caprino, ovino (producción de carne y lana) y equino (caballar, mular y asnal que se utilizan como animales de trabajo), asimismo, se crían aves de corral (gallinas, pollos, guajolotes, patos, gansos y codornices) de los que se obtiene carne y huevo y se tienen criaderos de conejos y colmenas para la producción de miel. En cuanto a la producción pesquera, por encontrarse los estados de Nayarit, Jalisco, Colima y Michoacán en el Litoral del Pacífico, se obtienen especies como atún, camarón y mojarra para el consumo humano directo.

Sin embargo, como consecuencia del acelerado crecimiento de la población y de las actividades industriales, aunado a la falta de planeación en el uso de los recursos naturales y del suelo, se tiene un desarrollo ambiental desequilibrado tanto en la Macro-región como en el resto del país. La contaminación de la atmósfera, del agua y el manejo de desechos sólidos son algunos resultados de dichas alteraciones; algunos ejemplos de los principales tipos de industria contaminante en algunas ciudades de la Macro-región son: en la ZMG: fundición, siderurgia, cementera, química, fertilizantes, textil, ácido sulfúrico, generación de energía y vehículos; en Salamanca: química, generación de energía, petroquímica, refinación de petróleo y en Lázaro Cárdenas: fundición, siderurgia, química y automotriz.

2.2 Características sociales y de población

La población de la Macro-región Occidente (correspondiente a las 32 ciudades ya mencionadas), se ubicó en 8,872,266 habitantes en el año 1990, cantidad que cuadruplica a la de 40 años atrás que era de 2,017,429 y en 1995 se quintuplicó al pasar a 10,253,411. La Zona Metropolitana de la Ciudad de Guadalajara es la que ha tenido un mayor peso en estos totales. En 1950, la población de la Macro-región representaba el 7.8% del total nacional, mientras que para 1990 y 1995 era de 10.9 y 11.3% respectivamente.



El aumento significativo de la población se debe a las altas tasas de crecimiento que se han observado desde la década de los cincuenta, las cuales han sido mayores que las del total nacional. En el periodo que comprende a los años 1950 a 1960, la tasa de crecimiento promedio anual nacional era de 3.1, mientras que

la macro-regional fue de 4.1, el máximo ritmo de crecimiento para ambos niveles se encontró en la década de los sesenta, el cual comenzó a descender hasta que en 1995, ambas tasas son ya más parecidas al situarse en 2.1 a nivel nacional y 2.5 a nivel macro-regional. (Cuadro 3 y Gráfica 1)

Los habitantes de la Macro-región se distribuyen de manera desigual debido a las diferencias en las condiciones naturales y socioeconómicas de la zona. La dualidad concentración-dispersión, se muestra claramente en la Macro-región. La ZMG se ha convertido en un centro urbano importante así como altamente concentrador debido a la gran cantidad de servicios que ofrece a la población.

La población correspondiente a las 32 ciudades, se distribuye en el 1.9% del territorio nacional, lo cual implica que la densidad de población siempre haya sido alta para la Macro-región desde la época de los cincuenta, llegando a ser casi 6 veces mayor para el año 1990 (41 habitantes por km² a nivel nacional vs. 240 a nivel macro-regional) y más de 6 para el año 1995 (46 vs. 278). La ZMG ha observado una densidad de población creciente, llegando a ser casi 34 veces más grande que el promedio nacional en 1995 y 33 en 1990, ésto debido a que más del 33% de la población de las 32 ciudades de la Macro-región se ubica en esta ciudad.

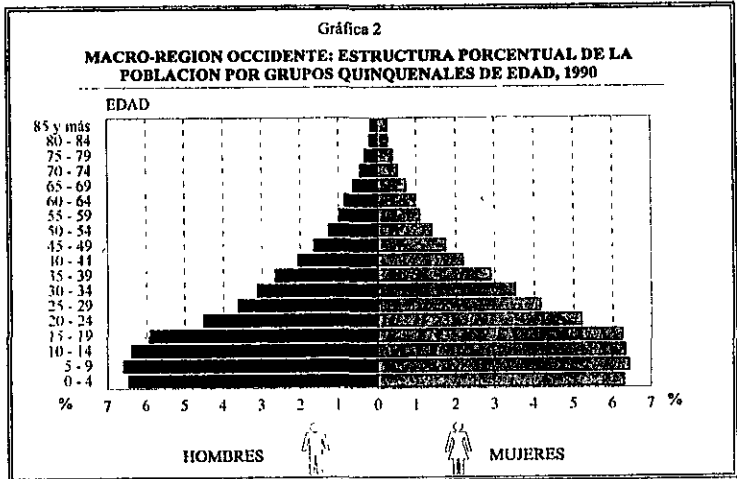
CLADRO 3
MACRO-REGION OCCIDENTE: POBLACION CENSAI, TASA DE CRECIMIENTO, SUPERFICIE Y DENSIDAD DE POBLACION, 1950-1995

Ciudad	Poblacion total y relativa			Tasa de crecimiento promedio anual (%)			Superficie			Densidad de poblacion				
	1950	1970	1980	1950-1960	1960-1970	1970-1980	1950-1960	1960-1970	1970-1980	1950	1960	1970	1980	1990
Total nacional	25 779 254	100.00	34 023 129	100.00	48 225 238	100.00	81 249 645	100.00	61 153 030	100.00	3 67	3 40	3 20	2 98
Macro-region	2 017 429	7.83	3 014 745	8.83	4 522 264	9.42	6 658 310	9.96	8 872 266	10.92	10 253 411	11.25	10 253 411	11.25
Agua Calientes	128 454	6.37	166 705	5.51	241 099	5.31	384 601	5.78	547 366	6.17	632 303	6.32	632 303	6.32
Colima	27 053	1.26	38 811	1.39	53 903	1.63	71 969	1.30	100 000	1.44	137 081	1.82	137 081	1.82
Chimalila	16 837	0.76	23 338	0.82	31 406	0.91	41 130	0.92	54 420	1.01	71 893	1.18	71 893	1.18
Acamburo	12 263	0.61	17 857	0.79	24 406	0.98	32 054	1.01	42 699	1.03	57 036	0.89	57 036	0.89
San Miguel de Allende	55 918	2.77	81 713	1.80	113 244	1.47	152 430	1.27	211 485	1.10	288 481	1.06	288 481	1.06
Celaya	62 422	3.09	96 548	3.11	147 275	3.24	219 010	3.29	310 569	3.25	434 739	3.46	434 739	3.46
Corrauzin	23 282	1.15	33 605	1.11	45 866	1.09	61 206	1.09	74 383	0.84	80 185	0.78	80 185	0.78
Guanajuato	46 037	2.28	55 197	1.83	65 324	1.44	83 576	1.26	119 170	1.34	128 171	1.25	128 171	1.25
Irapuato	82 189	4.07	127 174	4.22	174 228	3.85	246 308	3.70	365 915	4.09	472 639	4.02	472 639	4.02
Leon	191 318	9.48	300 903	9.88	470 309	10.35	722 384	10.83	985 921	10.72	1 139 401	11.11	1 139 401	11.11
Salamanca	41 692	2.18	54 037	1.79	71 037	1.86	91 058	1.16	115 130	1.36	151 527	1.28	151 527	1.28
Valle de Santiago	31 860	2.37	45 384	1.95	62 170	1.97	85 839	1.89	115 130	1.96	151 527	1.28	151 527	1.28
Cuervo	21 223	1.25	29 170	1.07	39 486	1.09	52 068	0.85	70 068	0.85	91 305	0.83	91 305	0.83
Cuervo	49 235	2.36	67 396	1.74	91 855	1.69	126 068	1.64	170 068	1.64	221 068	1.64	221 068	1.64
Guadalupe	39 556	1.96	53 290	1.74	71 885	1.45	93 336	1.27	126 068	1.27	166 068	1.27	166 068	1.27
Lago de Velasco	23 136	1.10	31 916	1.06	42 833	0.94	59 198	0.89	80 157	0.92	104 972	1.22	104 972	1.22
Parícuti	52 641	2.61	75 462	1.88	103 448	1.40	140 368	1.18	190 300	1.07	250 300	1.07	250 300	1.07
Puerto Vallarta	10 801	0.54	15 462	0.51	21 911	0.79	30 028	0.86	40 300	0.86	54 300	0.86	54 300	0.86
Ciudad Hidalgo	36 980	1.83	48 881	1.62	66 445	1.32	90 459	1.06	124 638	1.00	166 366	1.52	166 366	1.52
Las Vigas	5 045	0.25	7 704	0.26	10 419	0.54	14 069	0.54	18 638	0.54	24 300	0.54	24 300	0.54
Morelia	106 722	5.29	151 481	5.09	218 083	4.80	305 055	5.30	402 901	5.56	578 061	5.64	578 061	5.64
La Paz	31 011	1.54	41 619	1.38	52 332	1.15	65 608	0.96	88 162	0.91	114 300	0.86	114 300	0.86
Sahuayo	14 141	0.70	20 184	0.95	28 184	0.95	38 649	0.69	51 945	0.65	70 034	0.59	70 034	0.59
Unapan	45 277	2.21	61 231	2.03	82 649	1.76	110 475	1.21	150 993	1.24	206 393	1.27	206 393	1.27
Zitacuaro	15 283	0.76	20 975	1.03	28 359	1.17	38 505	1.04	51 300	1.14	68 300	1.14	68 300	1.14
Apizpan	47 172	2.34	68 313	2.26	90 921	2.40	124 009	2.23	166 445	2.09	222 938	2.10	222 938	2.10
Zamorá	45 616	2.28	63 376	2.14	87 001	2.44	117 001	2.66	156 463	2.72	212 938	2.86	212 938	2.86
Tepec	77 589	3.85	85 215	2.73	103 515	2.28	132 366	1.99	166 181	1.81	216 885	1.79	216 885	1.79
Fretillo	48 524	2.41	61 886	2.05	80 441	1.99	104 111	1.91	139 335	2.16	186 265	2.21	186 265	2.21
Zacatecas	128 454	6.37	166 705	5.51	241 099	5.31	384 601	5.78	547 366	6.17	632 303	6.32	632 303	6.32

Fuente: Censo Nacional de Poblacion. La poblacion de los municipios de Mexico, 1950-1990, Mexico, 1994.

1. La distancia temporal entre los censos puede ser de 10 años, aquí se considera el tiempo menor.
2. En 1995 el municipio de Aguascalientes cambio su superficie de 1 762.3 a 1 628.0 km², por lo que la superficie de la Macro-region paso de 37 017.4 a 36 882.7 km².

Como consecuencia de la disminución de la fecundidad y de la mayor sobrevivencia, se espera que se llegue a un envejecimiento gradual de la población, es decir, una proporción de niños y jóvenes cada vez menor y un peso



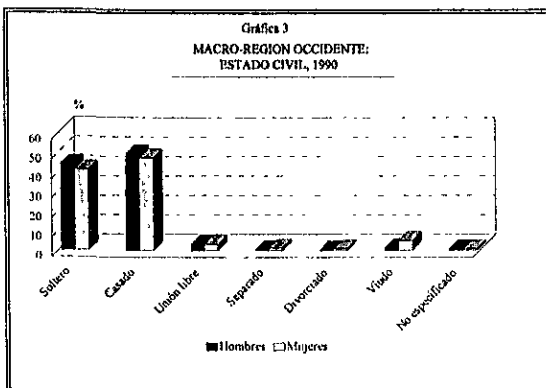
relativo de las personas en edades adultas y avanzadas cada vez mayor. Sin embargo, al observar la estructura de la población por grupos de edad de la Macro-región (Gráfica 2), es claro que aún se caracteriza por una estructura joven; se aprecia una mayor proporción de población menor de 19 años de edad, la cual representa el 51.7% de la población total de la macro-región, con un porcentaje igual de hombres y mujeres (25.4), situación muy parecida a la nacional con un 50.2% de población menor de 19 años y un 25.2% de hombres y 25% de mujeres (Cuadro 4). Sólo en la base de la pirámide, es decir, en el grupo de 0 a 4 años de edad, se observa una proporción ligeramente menor de población, con lo cual se espera que comience la transición demográfica ya descrita (disminución de la fecundidad y de la mortalidad).

Cuadro 4
MACRO-REGION OCCIDENTE: ESTRUCTURA DE LA POBLACION
POR GRUPOS DE EDAD, 1990

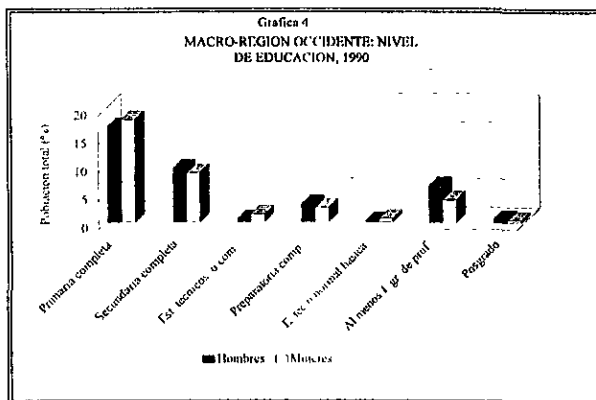
Grupos quinquenales de edad	Población total		Hombres		Mujeres	
		%		%		%
Estados Unidos Mexicanos	81,249,645	100 00	39,893,969	49.10	41,355,676	50.90
0 - 4 años	10,195,178	12.55	5,160,002	6.35	5,035,176	6.20
5 - 9 años	10,562,234	13.00	5,338,285	6.57	5,223,949	6.43
10 - 14 años	10,389,092	12.79	5,230,658	6.44	5,158,434	6.35
15 - 19 años	9,664,403	11.89	4,759,892	5.86	4,904,511	6.04
20 - 24 años	7,829,163	9.64	3,738,128	4.60	4,091,035	5.04
25 - 29 años	6,404,512	7.88	3,050,595	3.75	3,353,917	4.13
30 - 34 años	5,387,619	6.63	2,578,736	3.17	2,808,883	3.46
35 - 39 años	4,579,116	5.64	2,210,565	2.72	2,368,551	2.92
40 - 44 años	3,497,770	4.30	1,705,013	2.10	1,792,757	2.21
45 - 49 años	2,971,860	3.66	1,452,573	1.79	1,519,287	1.87
50 - 54 años	2,393,791	2.95	1,161,875	1.43	1,231,916	1.52
55 - 59 años	1,894,484	2.33	918,864	1.13	975,620	1.20
60 - 64 años	1,611,317	1.98	769,937	0.95	841,400	1.04
65 - 69 años	1,183,651	1.46	567,641	0.70	616,010	0.76
70 - 74 años	827,027	1.02	394,031	0.48	432,996	0.53
75 - 79 años	590,836	0.73	277,835	0.34	313,001	0.39
80 - 84 años	401,832	0.49	179,820	0.22	222,012	0.27
85 y más años	373,495	0.46	159,481	0.20	214,014	0.26
No especificado	492,265	0.61	240,058	0.30	252,207	0.31
Macro-región	8,872,266	100 00	4,304,615	48.52	4,567,651	51.48
0 - 4 años	1,133,100	12.77	573,443	6.46	559,657	6.31
5 - 9 años	1,156,195	13.03	584,777	6.59	571,418	6.44
10 - 14 años	1,129,635	12.73	566,696	6.39	562,939	6.34
15 - 19 años	1,080,352	12.18	524,515	5.91	555,837	6.26
20 - 24 años	865,588	9.76	401,970	4.53	463,618	5.23
25 - 29 años	692,013	7.80	321,863	3.63	370,150	4.17
30 - 34 años	590,434	6.65	276,938	3.12	313,496	3.53
35 - 39 años	493,299	5.56	234,954	2.65	258,345	2.91
40 - 44 años	377,628	4.26	182,717	2.06	194,911	2.20
45 - 49 años	302,396	3.41	146,954	1.66	155,442	1.75
50 - 54 años	236,925	2.67	112,404	1.27	124,521	1.40
55 - 59 años	186,168	2.10	88,078	0.99	98,090	1.11
60 - 64 años	162,352	1.83	75,061	0.85	87,291	0.98
65 - 69 años	122,444	1.38	56,782	0.64	65,662	0.74
70 - 74 años	87,721	0.99	40,461	0.46	47,260	0.53
75 - 79 años	64,425	0.73	29,248	0.33	35,177	0.40
80 - 84 años	43,147	0.49	18,759	0.21	24,388	0.27
85 y más años	39,731	0.45	16,472	0.19	23,259	0.26
No especificado	108,713	1.23	52,523	0.59	56,190	0.63

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, XI Censo General de Población y Vivienda 1990, México, 1992.

Estado civil. La mayor proporción de la población se encuentra dentro del grupo de solteros y casados con un 42.8 y un 48.5% respectivamente, muy parecido al total nacional, y el resto de la población (8.7%) se encuentra dentro de las categorías: unión libre, separado, divorciado o viudo (Cuadro 5 y Gráfica 3).



Nivel de educación. Una característica notable de la Macro-región es que el nivel de educación de la población es más alto que el nacional, por ejemplo, el 35.1% de la población de 6 años y más, tiene al menos la primaria completa a nivel nacional, mientras que en la Macro-región es el 36.8 por ciento, y lo mismo pasa con cada uno de los otros niveles educativos: secundaria, estudios técnicos o comerciales, preparatoria, normal básica, profesional y posgrado, estos valores se pueden ver en el Cuadro 6.



En la Gráfica 4 se pueden apreciar las diferencias por sexo a nivel macro-regional, se puede mencionar, por ejemplo, que tratándose de estudios técnicos, comerciales o la escuela normal básica, el porcentaje de mujeres es mayor que el de los hombres. Se observa también que hay un porcentaje mayor de mujeres que terminan la primaria, pero en los siguientes niveles (secundaria, preparatoria, profesional o posgrado), dicho porcentaje disminuye, siendo más notorio a nivel profesional, ello se explica

terminan la primaria, pero en los siguientes niveles (secundaria, preparatoria, profesional o posgrado), dicho porcentaje disminuye, siendo más notorio a nivel profesional, ello se explica

Cuadro 5
MACRO-REGION OCCIDENTE ESTADO CIVIL, 1990

Sexo	Población de 12 años y más		Soltero		Casado		Unión libre		Separado		Divorciado		Viudo		No especificado	
		%		%		%		%		%		%		%		%
Estados Unidos Mexicanos	55,911,847	100.00	22,691,676	100.00	25,585,392	100.00	4,124,512	100.00	679,817	100.00	406,777	100.00	2,034,337	100.00	391,336	100.00
Hombres	27,084,182	48.44	11,754,855	51.50	12,481,960	48.79	1,960,002	47.52	162,515	23.91	110,563	27.18	414,532	20.38	199,755	51.04
Mujeres	28,829,665	51.56	10,936,821	48.20	13,103,432	51.21	2,164,510	52.48	517,302	76.09	296,214	72.82	1,619,805	79.67	191,581	48.96
Macro-región	6,030,414	100.00	2,579,875	100.00	2,925,944	100.00	189,077	100.00	49,016	100.00	36,106	100.00	204,240	100.00	46,166	100.00
Hombres	2,869,251	47.58	1,273,019	49.11	1,423,348	48.65	89,304	47.23	12,183	24.85	9,690	26.84	38,523	18.86	21,184	50.22
Mujeres	3,161,193	52.42	1,306,856	50.66	1,502,596	51.35	99,773	52.77	36,833	75.15	26,416	73.16	165,717	81.14	22,982	49.78

Fuente: Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. XI Censo General de Población y Vivienda 1990, México, 1992

MACRO-REGION OCCIDENTE: ESTADO CIVIL, 1990

Sexo	Población de 12 años y más		Soltero		Casado		Unión libre		Separado		Divorciado		Viudo		No especificado	
		%		%		%		%		%		%		%		%
Estados Unidos Mexicanos	55,913,847	100.00	22,691,676	100.00	25,585,392	100.00	4,124,512	100.00	679,817	100.00	406,777	100.00	2,034,337	100.00	391,336	100.00
Hombres	27,084,182	100.00	11,754,855	100.00	12,481,960	100.00	1,960,002	100.00	162,515	100.00	110,563	100.00	414,532	100.00	199,755	100.00
Mujeres	28,829,665	100.00	10,936,821	100.00	13,103,432	100.00	2,164,510	100.00	517,302	100.00	296,214	100.00	1,619,805	100.00	191,581	100.00
Macro-región	6,030,414	100.00	2,579,875	100.00	2,925,944	100.00	189,077	100.00	49,016	100.00	36,106	100.00	204,240	100.00	46,166	100.00
Hombres	2,869,251	100.00	1,273,019	100.00	1,423,348	100.00	89,304	100.00	12,183	100.00	9,690	100.00	38,523	100.00	21,184	100.00
Mujeres	3,161,193	100.00	1,306,856	100.00	1,502,596	100.00	99,773	100.00	36,833	100.00	26,416	100.00	165,717	100.00	22,982	100.00

Fuente: Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. XI Censo General de Población y Vivienda 1990, México, 1992

Cuadro 6.
MACRO-REGION OCCIDENTE: NIVEL DE EDUCACION, 1990

Sexo	Población de 6 años y más	Población de 6 años y más con primaria completa	Población de 12 años y más					Población de 16 años y más					Población de 18 años y más					
			Secundaria completa		Estudios técnicos o comerciales		Preparatoria o bachillerato	Estudios técnicos o comerciales		Normal básica		Al menos un grado aprobado en prof.	Con posgrado					
			%	%	%	%	%	%	%	%	%			%				
Estados Unidos Mexicanos	68,938,519	100.00	11,533,695	100.00	6,229,505	100.00	583,488	100.00	1,963,110	100.00	106,588	100.00	198,579	100.00	3,206,396	100.00	350,483	100.00
Hombres	33,659,345	48.83	5,485,076	47.56	3,248,020	52.14	168,824	28.93	1,122,308	57.17	30,903	28.99	65,799	33.13	1,932,173	63.26	211,408	60.32
Mujeres	35,279,174	51.17	6,048,619	52.44	2,981,485	47.86	414,664	71.07	840,802	42.83	75,685	71.01	132,780	66.87	1,274,223	39.74	139,075	39.68
Macro-región	7,505,726	100.00	1,320,520	100.00	681,806	100.00	77,025	100.00	218,095	100.00	12,639	100.00	22,658	100.00	389,528	100.00	41,177	100.00
Hombres	3,612,552	48.13	613,965	46.49	343,830	50.43	20,841	27.06	118,450	54.31	3,973	31.13	6,102	26.93	235,710	60.51	24,988	60.68
Mujeres	3,893,174	51.87	706,555	53.51	337,976	49.57	56,184	72.94	99,645	45.69	8,666	68.57	16,556	73.07	143,818	36.49	16,189	39.32

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. XI Censo General de Población y Vivienda 1990, México, 1992

MACRO-REGION OCCIDENTE: NIVEL DE EDUCACION, 1990

Sexo	Población de 6 años y más	Población de 6 años y más con primaria completa	Población de 12 años y más					Población de 16 años y más					Población de 18 años y más					
			Secundaria completa		Estudios técnicos o comerciales		Preparatoria o bachillerato	Estudios técnicos o comerciales		Normal básica		Al menos un grado aprobado en prof.	Con posgrado					
			%	%	%	%	%	%	%	%	%			%				
Estados Unidos Mexicanos	68,938,519	35.06	11,533,695	16.71	6,229,505	9.04	583,488	0.85	1,963,110	2.85	106,588	0.15	198,579	0.29	3,206,396	4.65	350,483	0.51
Hombres	33,659,345	36.44	5,485,076	16.30	3,248,020	9.65	168,824	0.50	1,122,308	3.33	30,903	0.09	65,799	0.20	1,932,173	5.74	211,408	0.63
Mujeres	35,279,174	33.75	6,048,619	17.15	2,981,485	8.45	414,664	1.18	840,802	2.38	75,685	0.21	132,780	0.38	1,274,223	3.61	139,075	0.39
Macro-región	7,505,726	36.82	1,320,520	17.59	681,806	9.08	77,025	1.03	218,095	2.91	12,639	0.17	22,658	0.30	389,528	5.19	41,177	0.55
Hombres	3,612,552	37.86	613,965	17.00	343,830	9.52	20,841	0.58	118,450	3.28	3,973	0.11	6,102	0.17	235,710	6.52	24,988	0.69
Mujeres	3,893,174	35.85	706,555	18.15	337,976	8.68	56,184	1.44	99,645	2.56	8,666	0.22	16,556	0.43	143,818	3.65	16,189	0.42

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. XI Censo General de Población y Vivienda 1990, México, 1992

porque hay mujeres que abandonan sus estudios debido a que se casan o bien para dedicarse a labores domésticas.

Por otro lado, el hecho de que en la Macro-región haya más población con educación profesional que a nivel nacional, se explica porque a lo largo de varios periodos algunas ciudades han sido centro de atracción de migrantes o bien recientemente han aumentado su capacidad de atracción y se ha demostrado en algunos estudios que una de las características de los inmigrantes es que tienen un mayor nivel de instrucción que el resto de la población, o bien porque son personas que desean concluir sus estudios y aquí encuentran instituciones de educación superior, particularmente en la ZMG.

Características de la vivienda. Utilizando como indicador de bienestar social al total de viviendas que cuentan con servicios de energía eléctrica, agua entubada y drenaje, se pone de manifiesto que, en este sentido, también se encuentra en mejores condiciones la Macro-región que el promedio nacional, ya que el porcentaje de viviendas que cuentan con estos servicios es mayor

En el país había un total de 16,035,233 viviendas, (según datos del censo de 1990), de las cuales 1,658,533 corresponden a la Macro-región, lo cual representa un 10.3 por ciento. A nivel nacional, el 60.1% de las viviendas cuenta con los tres servicios, mientras que el porcentaje correspondiente a la Macro-región es 78.1; las viviendas que cuentan con energía eléctrica representan el 94.5%, con agua entubada 89.5% y con drenaje total 81.5%, a nivel nacional esos porcentajes son 87.5, 79.4 y 63.6 respectivamente, lo cual da idea de las mejores condiciones en que se encuentra la macro-región. Los valores absolutos se pueden ver en el Cuadro 7.

Grado de marginación. En 1990, el Consejo Nacional de Población (CONAPO), realizó un estudio sobre la marginación social para el país a través de un índice que mide el déficit social, es decir, el porcentaje de población total no participante del disfrute de bienes y servicios

Cuadro 7
MACRO-REGION OCCIDENTE: CARACTERISTICAS DE LA VIVIENDA, 1990

Ciudad	Total de viviendas particulares		Dispone de energía eléctrica		Dispone de agua entubada		Dispone de drenaje total		Dispone de los tres servicios	
		%		%		%		%		%
Estados Unidos Mexicanos	16,035,233	100.00	14,033,451	100.00	12,729,987	100.00	10,202,934	100.00	9,632,853	100.00
Macro-región	1,658,533	10.34	1,567,844	11.17	1,484,563	11.66	1,351,548	13.25	1,294,765	13.44

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, XI Censo General de Población y Vivienda 1990, México, 1992

MACRO-REGION OCCIDENTE: CARACTERISTICAS DE LA VIVIENDA, 1990

Ciudad	Total de viviendas particulares		Dispone de energía eléctrica		Dispone de agua entubada		Dispone de drenaje total		Dispone de los tres servicios	
		%		%		%		%		%
Estados Unidos Mexicanos	16,035,233	100.00	14,033,451	87.52	12,729,987	79.39	10,202,934	63.63	9,632,853	60.07
Macro-región	1,658,533	100.00	1,567,844	94.53	1,484,563	89.51	1,351,548	81.49	1,294,765	78.07

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, XI Censo General de Población y Vivienda 1990, México, 1992

accesibles a los ciudadanos no marginados, cuyas cantidades y calidades se consideran mínimos de bienestar en atención al nivel de desarrollo alcanzado por el país.⁴ El índice permite un análisis integrado y comparativo del impacto global que las carencias tienen en cada uno de los municipios, los cuales son agrupados por grados de intensidad. Los indicadores para dicho índice son de educación elemental, condiciones y servicios de las viviendas, distribución de la población en el territorio e ingreso percibido por las personas. De acuerdo con el valor del índice, los municipios se consideraron de marginación: muy baja, baja, media, alta y muy alta, entendiéndose por municipio de muy baja marginación aquel que tiene mejores condiciones en relación con los demás.

Los resultados obtenidos indican que los municipios de la macro-región se encuentran en una mejor posición con respecto a los demás, pues casi todos se encuentran dentro del grado de baja y muy baja. De los 43 municipios, 13 tienen categoría de muy baja (Aguascalientes, Colima, Villa de Alvarez, Manzanillo, León, Ciudad Guzmán, Guadalajara, Zapopan, Ocotlán, Puerto Vallarta, Morelia, Tepic y Zacatecas); 28 son de marginación baja; y sólo 2 se clasificaron en el grado de marginación media (San Miguel de Allende y Valle de Santiago, ambos en el estado de Guanajuato).

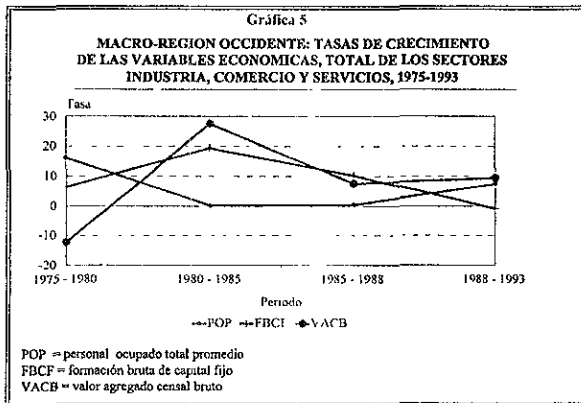
2.3 Características económicas

Con el objeto de conocer los cambios en las características económicas de la Macro-región en el tiempo, se elaboró una serie histórica de algunas variables de los Censos Económicos correspondientes a los años 1975, 1980, 1985, 1988 y 1993. Las variables que se utilizaron fueron: personal ocupado total promedio, formación bruta de capital fijo y valor agregado censal bruto, cuyas definiciones se presentan a continuación.

⁴ CONSEJO NACIONAL DE POBLACION. *Indicadores Socioeconómicos e Índice de Marginación Municipal 1990*, primer informe técnico del proyecto "Desigualdad regional y marginación municipal en México", México, enero de 1993.

- Personal ocupado total promedio. Son todas las personas que se encontraban trabajando en los establecimientos, bajo su control, en las fechas señaladas, cubriendo como mínimo una tercera parte de la jornada laboral o 15 horas, ya sea de planta o de manera eventual, recibiendo regularmente un pago e incluso sin recibirlo. Esta variable es la que representa el número de empleos en cada ciudad.
- Formación bruta de capital fijo. Es la diferencia entre el valor de los activos fijos nacionales o importados que fueron comprados (nuevos o usados) por los establecimientos y el de los que fueron vendidos por los mismos. Los activos fijos son todos aquellos bienes duraderos que coadyuvan a la realización de la actividad económica, cuya vida útil es superior a un año. Esta variable se utiliza como el equivalente a la inversión privada en cada ciudad y en cada sector productivo.
- Valor agregado censal bruto. Resulta de restar al valor de los ingresos brutos totales el valor de los insumos. Se le llama “censal” porque se refiere sólo a los establecimientos económicos censados y “bruto” porque a este valor agregado no se le han deducido las asignaciones afectuadas por la depreciación de los activos fijos. Esta variable, se utiliza como el equivalente al PIB puesto que los valores de éste último no se tienen a nivel de ciudad y por sector de actividad.

Las variables monetarias fueron *deflactadas* al año 1993 con el índice de precios implícito del Banco de México, la deflacción se hace para eliminar los efectos de la inflación y tener una serie de valores comparables entre sí.

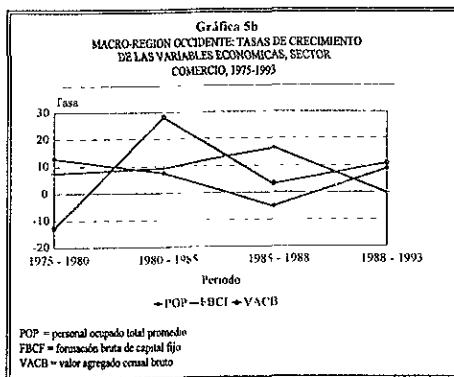
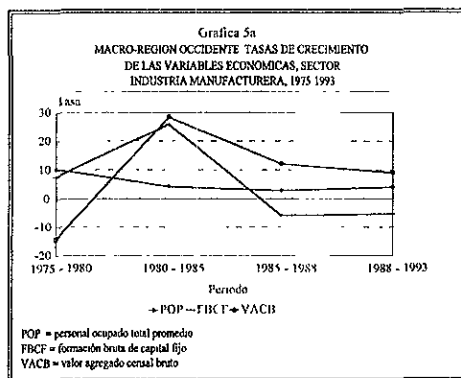


Las variables económicas se consideraron para el sector secundario y terciario de la economía (manufactura, comercio y servicios), ya que son las principales actividades que se llevan a cabo en las ciudades.

En la Gráfica 5, se observa el comportamiento tan irregular que han mostrado estas variables en conjunto

a través del tiempo, ello debido en parte a la profunda recesión económica de los ochenta, por ejemplo, el valor agregado y la inversión tuvieron tasas de crecimiento muy altas, inclusive más que a nivel nacional en el periodo 1980-1985 (Cuadro 8) y en el siguiente periodo (1985-1988) tuvieron un decremento significativo aunque todavía se localizaron por encima del nivel nacional.

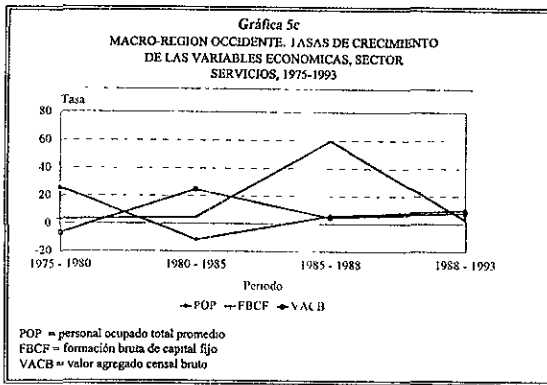
En las siguientes gráficas, se observa el comportamiento de estas variables por cada sector.



Cuadro 8
MACRO-REGION OCCIDENTE: TASAS DE CRECIMIENTO DE LAS VARIABLES POBLACION OCUPADA PROMEDIO, FORMACION BRUTA DE CAPITAL FIJO Y VALOR AGREGADO CENSAL BRUTO, EN LOS SECTORES DE INDUSTRIA, COMERCIO Y SERVICIOS 1975-1993

Ciudad	POP				FBCF				VACB			
	1975-1980	1980-1985	1985-1988	1988-1993	1975-1980	1980-1985	1985-1988	1988-1993	1975-1980	1980-1985	1985-1988	1988-1993
Total												
Total nacional	5,96	4,97	4,23	7,23	17,35	(5,15)	5,29	0,60	4,98	2,54	5,50	7,96
Macro-región	16,23	0,19	0,50	7,47	6,40	19,46	10,23	(0,84)	(12,27)	27,47	7,63	9,46
Industria												
Total nacional	5,35	3,72	0,82	4,22	14,80	(2,80)	(1,52)	1,50	4,42	0,58	7,88	6,58
Macro-región	10,19	4,26	2,85	4,09	7,54	25,96	(5,83)	(5,23)	(14,27)	28,33	12,12	9,09
Comercio												
Total nacional	5,44	4,74	5,71	8,17	25,64	(11,66)	13,65	1,29	0,40	9,14	1,35	9,46
Macro-región	12,96	7,50	(5,13)	8,83	7,52	9,28	16,46	(0,03)	(12,90)	28,13	3,15	10,86
Servicios												
Total nacional	8,10	5,15	8,33	10,24	19,00	(7,05)	18,29	(1,52)	12,29	(0,22)	5,54	9,30
Macro-región	26,00	(11,30)	5,91	10,28	3,43	4,78	60,13	3,32	(6,48)	24,83	4,75	8,13

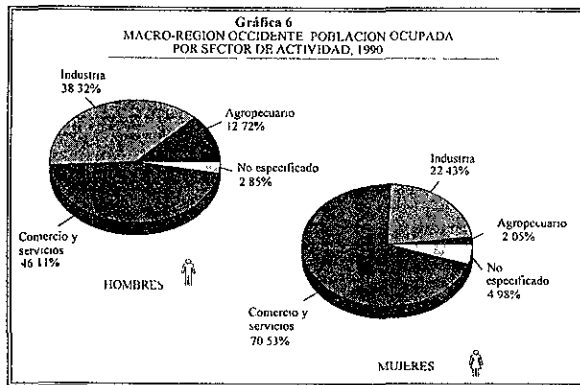
Fuente: Elaboración propia con base en los Censos Económicos correspondientes a cada año



Algunas características notables que se pueden observar en estas gráficas son, por ejemplo, que el personal ocupado, después de decrecer en el periodo 1980-1985 en los tres sectores, creció más en el comercio y los servicios en el último periodo; también es notorio que el sector en el que más se ha invertido en la Macro-región —inclusive tres veces

más que a nivel nacional— es en servicios en los años 1985 a 1988, aunque en ese periodo, el valor agregado es muy similar para los tres sectores.

En cuanto a las características de la población ocupada, ésta se distinguió en 1990 por contar con un amplio sector dedicado al comercio y a los servicios, especialmente las mujeres, situación parecida a la nacional (Cuadro 9); llama la atención el hecho de que hay un nivel muy



bajo de personas dedicadas a la agricultura, especialmente del sexo femenino, pero eso sólo demuestra que la Macro región tiene un mayor desarrollo en actividades comerciales y de servicios en las 32 ciudades que la conforman.

Cuadro 9
MACRO-REGION OCCIDENTE: POBLACION OCUPADA SEGUN SITUACION EN EL TRABAJO

Sector de actividad y sexo	Población ocupada		Asalariado 1/		Trabajador por su cuenta		Patrón o empresario		Trabajador familiar no remunerado		No especificado	
		%		%		%		%		%		%
Estados Unidos Mexicanos	23,403,413	100.00	15,936,229	100.00	5,465,894	100.00	535,008	100.00	587,429	100.00	878,853	100.00
Sector primario	5,300,114	22.65	2,181,386	13.71	2,333,668	42.70	67,527	12.62	450,557	76.70	263,976	30.04
Sector secundario	6,503,224	27.79	5,420,442	34.01	804,364	14.72	127,855	23.90	30,322	5.16	120,241	13.68
Sector terciario	10,796,203	46.13	7,863,386	49.34	2,273,877	41.60	326,467	61.02	89,130	15.17	243,343	27.69
No especificado	803,872	3.43	468,015	2.94	53,985	0.99	13,159	2.46	17,420	2.97	251,293	28.59
Hombres	17,882,142	100.00	11,538,750	100.00	4,730,655	100.00	447,704	100.00	521,589	100.00	643,444	100.00
Sector primario	5,110,964	28.58	2,063,732	17.89	2,288,615	48.38	65,376	14.60	440,182	84.39	253,059	39.33
Sector secundario	5,355,769	29.95	4,426,692	38.36	694,455	14.68	116,559	26.03	23,438	4.49	94,625	14.71
Sector terciario	6,916,319	38.68	4,756,054	41.22	1,711,633	36.18	255,189	57.00	50,107	9.61	143,336	22.28
No especificado	499,090	2.79	292,272	2.53	35,952	0.76	10,580	2.36	7,862	1.51	152,424	23.69
Mujeres	5,521,271	100.00	4,397,479	100.00	735,239	100.00	87,304	100.00	65,840	100.00	235,409	100.00
Sector primario	189,150	3.43	120,654	2.74	45,053	6.13	2,151	2.46	10,375	15.76	10,917	4.64
Sector secundario	1,147,455	20.78	993,750	22.60	109,909	14.95	11,296	12.94	6,884	10.46	25,616	10.88
Sector terciario	3,879,884	70.27	3,107,332	70.66	562,244	76.47	71,278	81.64	39,023	59.27	100,007	42.48
No especificado	304,782	5.52	175,743	4.00	18,033	2.45	2,579	2.95	9,558	14.52	98,869	42.00
Macro-región	2,647,574	100.00	1,956,038	100.00	488,609	100.00	78,410	100.00	38,386	100.00	86,131	100.00
Sector primario	260,504	9.84	130,725	6.68	91,107	18.65	6,440	8.21	18,983	49.45	13,249	15.38
Sector secundario	901,135	34.04	765,412	39.13	94,137	19.27	21,596	27.34	4,184	10.90	15,806	18.35
Sector terciario	1,395,235	52.70	1,004,515	51.35	298,254	61.04	48,886	62.15	13,920	36.26	29,660	34.44
No especificado	90,700	3.43	55,386	2.83	5,111	1.05	1,488	1.90	1,299	3.38	27,416	31.83
Hombres	1,933,123	100.00	1,371,208	100.00	406,639	100.00	65,907	100.00	29,849	100.00	59,520	100.00
Sector primario	245,832	12.72	119,357	8.70	89,303	21.96	6,227	9.45	18,458	61.84	12,487	20.98
Sector secundario	740,863	38.32	621,268	45.31	83,766	20.60	19,966	30.29	3,246	10.87	12,617	21.20
Sector terciario	891,329	46.11	597,438	43.57	229,968	56.55	38,503	58.42	7,478	25.05	17,942	30.14
No especificado	55,099	2.85	33,145	2.42	3,602	0.89	1,211	1.84	667	2.23	16,474	27.68
Mujeres	714,451	100.00	584,830	100.00	81,970	100.00	12,503	100.00	8,537	100.00	26,611	100.00
Sector primario	14,672	2.05	11,368	1.94	1,804	2.20	213	1.70	525	6.15	762	2.86
Sector secundario	160,272	22.43	144,144	24.65	10,371	12.65	1,630	13.04	938	10.99	3,189	11.98
Sector terciario	503,906	70.53	407,077	69.61	68,286	83.31	10,383	83.04	6,442	75.46	11,718	44.03
No especificado	35,601	4.98	22,241	3.80	1,509	1.84	277	2.22	632	7.40	10,942	41.12

Nota. Sector primario: agricultura y ganadería
Sector secundario: minería, industria manufacturera y otras industrias
Sector terciario: comercio y servicios
1/ Incluye empleado u obrero y jornalero o peón

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, XI Censo General de Población y Vivienda 1990, México, 1992

Un resumen de las actividades en las que se especializó la población de cada ciudad en el año 1993 se puede ver en el siguiente escalograma:

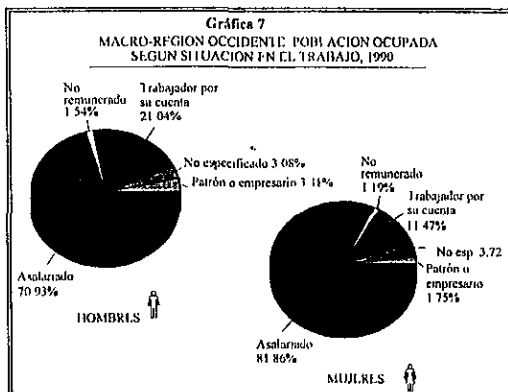
Ciudad / subsector	Industria manufacturera								Comercio		Servicios							
	31	32	33	34	35	36	37	38	61	62	82	83	92	93	94	95	96	97
ZM de Aguascalientes	■	■						■			■	■			■			
ZM de Colima	■			■					■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Manzanillo												■	■					■
Tecomán	■		■		■	■						■	■	■				■
Acámbaro											■	■	■	■				■
San Miguel de Allende	■		■									■	■	■	■			
Celaya	■								■	■	■	■	■				■	■
Cortazar								■	■		■	■						■
Guanajuato						■					■	■		■				■
Irapuato	■	■							■	■					■			■
ZM de León																		
Salamanca					■					■		■	■					■
Silao	■					■					■	■						■
Valle de Santiago							■			■		■	■		■			■
Ciudad Guzmán	■		■	■								■	■					■
ZM de Guadalajara		■	■						■	■								■
Lagos de Moreno											■	■				■		
Ocotlán	■	■	■								■	■						■
Tepatitlán	■												■	■	■			
Puerto Vallarta											■	■	■	■	■			■
Ciudad Hidalgo			■			■												■
Ciudad Lázaro Cárdenas					■			■					■	■	■	■		■
Morelia	■		■	■		■			■	■			■	■	■			■
La Piedad	■	■									■	■	■	■	■	■	■	■
Sahuayo		■											■	■	■			■
Uruapan			■	■									■	■	■			■
Zitácuaro			■															■
Apatzingán	■													■	■	■		■
ZM de Zamora	■								■	■			■					■
Tepic	■											■	■	■	■	■		■
Fresnillo								■	■						■			■
ZM de Zacatecas	■		■	■		■					■	■	■	■	■	■	■	■

Donde:

Subsector 31 = Productos alimenticios, bebidas y tabaco

Subsector 32 = Textiles, prendas de vestir e industria del cuero

- Subsector 33 = Industria de la madera
- Subsector 34 = Papel, imprentas y editoriales
- Subsector 35 = Sustancias químicas, hule y plástico
- Subsector 36 = Productos minerales no metálicos
- Subsector 37 = Industrias metálicas básicas
- Subsector 38 = Productos metálicos, maquinaria y equipo
- Subsector 39 = Otras industrias manufactureras
- Subsector 61 = Comercio al por mayor
- Subsector 62 = Comercio al por menor
- Subsector 82 = Servicios de alquiler y administración de bienes inmuebles
- Subsector 83 = Servicios de alquiler de bienes muebles
- Subsector 92 = Servicios educativos, de investigación, médicos, asistencia social y actividades religiosas
- Subsector 93 = Servicios de restaurantes y hoteles
- Subsector 94 = Servicios de esparcimiento, culturales y recreativos
- Subsector 95 = Servicios profesionales, técnicos y especializados
- Subsector 96 = Servicios de reparación y mantenimiento
- Subsector 97 = Servicios de agricultura, ganadería, construcción, transporte, financieros y de comercio



De la población ocupada total, el 73.9% fueron asalariados y el 18.4% fueron trabajadores por su cuenta, restando un total de 7.7% que se distribuye entre las otras categorías. En la Gráfica 7 se puede apreciar esa distribución por sexo, mientras que en la Gráfica 8, se nota que de este total de asalariados, la mayoría se dedica principalmente a la industria manufacturera

y a los servicios, esta situación es parecida a lo que ocurre a nivel nacional. Los valores absolutos se pueden consultar en el Cuadro 10.

Como la mayoría de la población es asalariada, esto implica una alta dependencia de la población a sus fuentes de empleo, por lo que el incremento o disminución de las mismas, tendrá fuertes efectos sobre las tasas de desempleo.

Debido a que muy poca población se dedica a las actividades agrícolas, se refleja un bajo porcentaje de población no remunerada, inclusive es menor que su simil nacional (Cuadro 10),

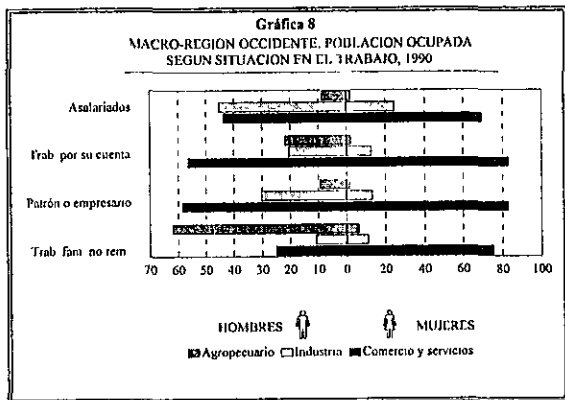
Cuadro 10
MACRO-REGION OCCIDENTE: POBLACION OCUPADA SEGUN SITUACION EN EL TRABAJO

Sector de actividad y sexo	Población ocupada		Asalariado I /		Trabajador por su cuenta		Patrón o empresario		Trabajador familiar no remunerado		No especificado	
		%		%		%		%		%		%
Estados Unidos Mexicanos	23,403,413	100.00	15,936,229	68.09	5,465,894	23.36	535,008	2.29	587,429	2.51	878,853	3.76
Sector primario	5,300,114	100.00	2,184,386	41.21	2,333,668	44.03	67,527	1.27	450,557	8.50	263,976	4.98
Sector secundario	6,503,224	100.00	5,420,442	83.35	804,364	12.37	127,855	1.97	30,322	0.47	120,241	1.85
Sector terciario	10,796,203	100.00	7,863,386	72.83	2,273,877	21.06	326,467	3.02	89,130	0.83	243,343	2.25
No especificado	803,872	100.00	468,015	58.22	53,985	6.72	13,159	1.64	17,420	2.17	251,293	31.26
Hombres	17,882,142	100.00	11,538,750	64.53	4,730,655	26.45	447,704	2.50	521,589	2.92	643,444	3.60
Sector primario	5,110,964	100.00	2,063,732	40.38	2,288,615	44.78	65,376	1.28	440,182	8.61	253,059	4.95
Sector secundario	5,355,769	100.00	4,426,692	82.65	694,455	12.97	116,559	2.18	23,438	0.44	94,625	1.77
Sector terciario	6,916,319	100.00	4,756,054	68.77	1,711,633	24.75	255,189	3.69	50,107	0.72	143,336	2.07
No especificado	499,090	100.00	292,272	58.56	35,952	7.20	10,580	2.12	7,862	1.58	152,424	30.54
Mujeres	5,521,271	100.00	4,397,479	79.65	735,239	13.32	87,304	1.58	65,840	1.19	235,409	4.26
Sector primario	189,150	100.00	120,654	63.79	45,053	23.82	2,151	1.14	10,375	5.49	10,917	5.77
Sector secundario	1,147,455	100.00	993,750	86.60	109,909	9.58	11,296	0.98	6,884	0.60	25,616	2.23
Sector terciario	3,879,884	100.00	3,107,332	80.09	562,244	14.49	71,278	1.84	39,023	1.01	100,007	2.58
No especificado	304,782	100.00	175,743	57.66	18,033	5.92	2,579	0.85	9,558	3.14	98,869	32.44
Macro-región	2,647,574	100.00	1,956,038	73.88	488,609	18.45	78,410	2.96	38,386	1.45	86,131	3.25
Sector primario	260,504	100.00	130,725	50.18	91,107	34.97	6,440	2.47	18,983	7.29	13,249	5.09
Sector secundario	901,135	100.00	765,412	84.94	94,137	10.45	21,596	2.40	4,184	0.46	15,806	1.75
Sector terciario	1,395,235	100.00	1,004,515	72.00	298,254	21.38	48,886	3.50	13,920	1.00	29,660	2.13
No especificado	90,700	100.00	55,386	61.07	5,111	5.64	1,488	1.64	1,299	1.43	27,416	30.23
Hombres	1,933,123	100.00	1,371,208	70.93	406,639	21.04	65,907	3.41	29,849	1.54	59,520	3.08
Sector primario	245,832	100.00	119,357	48.55	89,303	36.33	6,227	2.53	18,458	7.51	12,487	5.08
Sector secundario	740,863	100.00	621,268	83.86	83,766	11.31	19,966	2.69	3,246	0.44	12,617	1.70
Sector terciario	891,329	100.00	597,438	67.03	229,968	25.80	38,503	4.32	7,478	0.84	17,942	2.01
No especificado	55,099	100.00	33,145	60.16	3,602	6.54	1,211	2.20	667	1.21	16,474	29.90
Mujeres	714,451	100.00	584,830	81.86	81,970	11.47	12,503	1.75	8,537	1.19	26,611	3.72
Sector primario	14,672	100.00	11,368	77.48	1,804	12.30	213	1.45	525	3.58	762	5.19
Sector secundario	160,272	100.00	144,144	89.94	10,371	6.47	1,630	1.02	938	0.59	3,189	1.99
Sector terciario	503,906	100.00	407,077	80.78	68,286	13.55	10,383	2.06	6,442	1.28	11,718	2.33
No especificado	35,601	100.00	22,241	62.47	1,509	4.24	277	0.78	632	1.78	10,942	30.74

Nota: Sector primario: agricultura y ganadería
Sector secundario: minería, industria manufacturera y otras industrias
Sector terciario: comercio y servicios
I / Incluye empleado u obrero y jornalero o peon

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, XI Censo General de Población y Vivienda 1990, México, 1992

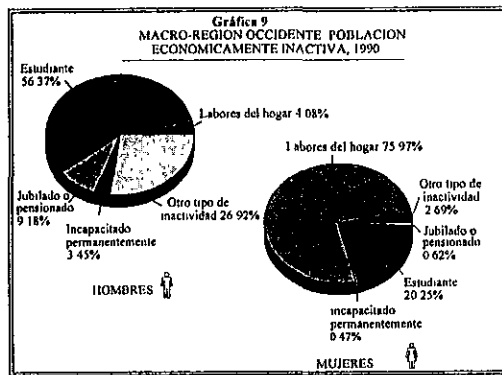
esta población usualmente no percibe ingresos por dedicarse a actividades agrícolas de explotación familiar.



En cuanto a los trabajadores por su cuenta, representan un 18.5% a nivel macro-regional: 15.4% de hombres y 3.1% de mujeres, los cuales en su mayoría se dedican también al comercio y los servicios, esto representa una diferencia con respecto al total nacional, donde en el caso de los hombres, la mayoría se dedican a labores agrícolas, y es similar el caso de las mujeres, quienes

también se dedican en su mayoría al comercio o a los servicios por cuenta propia.

De la población total de 12 años y más de la Macro-región que se considera en edades productivas, el 8.8% corresponde a la población económicamente inactiva, la distribución de actividades de este grupo de población se puede observar en la Gráfica 9 y en el Cuadro 11. Un gran porcentaje de mujeres se dedican a las actividades del hogar, mientras que la mayoría de hombres



se dedica a estudiar, lo cual refuerza las características observadas en la escolaridad de la población, donde se mostró que hay más estudiantes del sexo masculino.

Al analizar los niveles de ingreso en la Macro-región, se aprecia una situación parecida al promedio nacional. La mayoría de la población recibe en promedio entre uno y dos salarios mínimos, este porcentaje es mayor para el caso de las mujeres (Cuadro 12), pero, a diferencia

Cuadro 11
MACRO-REGION OCCIDENTE: POBLACION ECONOMICAMENTE INACTIVA, 1990.

Sexo	Población económicamente inactiva		Estudiantes		Personas dedicadas al quehacer de su hogar		Jubilados y pensionados		Incapacitados permanentemente para trabajar		Otro tipo de inactivos	
		%		%		%		%		%		%
Estados Unidos Mexicanos	30,816,069	100.00	9,336,708	100.00	17,518,617	100.00	742,454	100.00	415,229	100.00	2,803,061	100.00
Hombres	8,179,710	26.54	4,792,466	51.33	328,134	1.87	566,148	76.25	295,518	71.17	2,197,444	78.39
Mujeres	22,636,359	73.46	4,544,242	48.67	17,190,483	98.13	176,306	23.75	119,711	28.83	605,617	21.61
Macro-región	258,096	100.00	76,392	100.00	148,040	100.00	7,329	100.00	3,205	100.00	23,130	100.00
Hombres	66,805	25.88	37,660	49.30	2,725	1.84	6,134	83.69	2,303	71.86	17,983	77.75
Mujeres	191,291	74.12	38,732	50.70	145,315	98.16	1,195	16.31	902	28.14	5,147	22.25

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, XI Censo General de Población y Vivienda 1990, México, 1992

MACRO-REGION OCCIDENTE: POBLACION ECONOMICAMENTE INACTIVA, 1990.

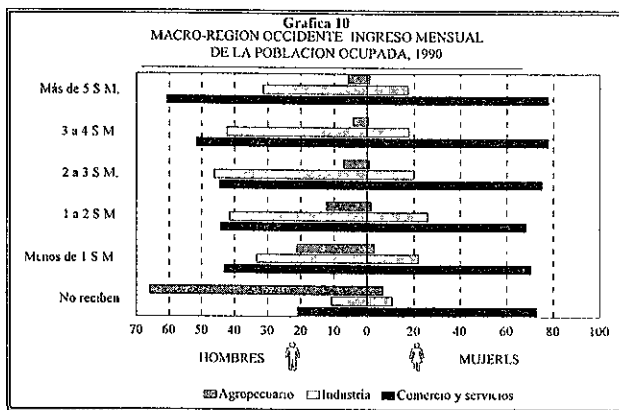
Sexo	Población económicamente inactiva		Estudiantes		Personas dedicadas al quehacer de su hogar		Jubilados y pensionados		Incapacitados permanentemente para trabajar		Otro tipo de inactivos	
		%		%		%		%		%		%
Estados Unidos Mexicanos	30,816,069	100.00	9,336,708	30.30	17,518,617	56.85	742,454	2.41	415,229	1.35	2,803,061	9.10
Hombres	8,179,710	100.00	4,792,466	58.59	328,134	4.01	566,148	6.92	295,518	3.61	2,197,444	26.86
Mujeres	22,636,359	100.00	4,544,242	20.07	17,190,483	75.94	176,306	0.78	119,711	0.53	605,617	2.68
Macro-región	258,096	100.00	76,392	29.60	148,040	57.36	7,329	2.84	3,205	1.24	23,130	8.96
Hombres	66,805	100.00	37,660	56.37	2,725	4.08	6,134	9.18	2,303	3.45	17,983	26.92
Mujeres	191,291	100.00	38,732	20.25	145,315	75.97	1,195	0.62	902	0.47	5,147	2.69

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, XI Censo General de Población y Vivienda 1990, México, 1992

del promedio nacional, en la Macro-región, el porcentaje de población que recibe menos de un salario mínimo o que no recibe es menor y el porcentaje de población que recibe de dos salarios mínimos en adelante es mayor.

El porcentaje de población que percibe ingresos superiores a 5 salarios mínimos es apenas 9.9% pero es mayor que el promedio nacional (7.6%). Aún dentro de este grupo, se aprecia una diferencia entre hombres y mujeres, el 11.7% de los hombres ocupados se ubica en este grupo de ingreso mientras que las mujeres representan sólo el 5.1 por ciento. Esta diferencia se puede explicar en parte por la diferencia en el nivel de instrucción de la población en cada sexo.

En la Gráfica 10, se aprecia cómo se distribuyen los rangos de ingreso por sexo en los tres sectores de actividad, en casi todos los grupos destacan las actividades de comercio y servicios, característica importante de la Macro-región como ya se ha visto, excepto



en el grupo de las personas que no reciben ingresos, los cuales, como aquí se muestra y como ya se mencionó, se dedican más a actividades agropecuarias.

2.4 Características de migración

La información de migración contenida en el Censo General de Población y Vivienda de 1990, se refiere únicamente a inmigrantes y presenta algunas características de la población migrante, como por ejemplo la escolaridad, pero sólo a nivel entidad y no por municipio, por lo que para complementar la información, se revisó el estudio *Tendencias actuales de la migración y desarrollo urbano en México* (Ruiz Pantoja Teresita Elisa, 1997).

De acuerdo con el total de inmigrantes que reciben las ciudades, es posible clasificarlas según el tipo de atracción que tiene cada una. En el estudio mencionado se hace una categorización de la atracción que ha presentado cada ciudad en tres diferentes cortes en el tiempo: los periodos 1965-1970, 1985-1990 y el año 1990, éste último se conoce como el periodo histórico por considerar a los migrantes por lugar de nacimiento y no únicamente por lugar de residencia en un periodo.

Después de realizar esa clasificación, se estudiaron las características económicas y geográficas de cada ciudad, las cuales explican los tipos de atracción observados (Cuadro 13). Una característica importante que resalta del cuadro anterior, es que los últimos años, la ZMG ha perdido poder de atracción, al igual que otras ciudades como por ejemplo Acámbaro, Celaya e Irapuato y la están cediendo a otras ciudades, las cuales están atrayendo población por las características que presentan, por ejemplo, si son ciudades portuarias y de turismo o ciudades denominadas especiales. Las ciudades portuarias y de turismo, proporcionan servicios financieros, administrativos, comerciales, de turismo internacional, de salud y educativos; mientras que las ciudades especiales, por su posición en el sistema urbano, por la influencia que reciben de centros mayores y por su actividad económica, atraen población.

El porcentaje de población inmigrante en la Macro-región en el periodo 1985-1990 fue de 5.2% con respecto a la población total (considerando a las personas que residían no sólo en una entidad diferente a las que conforman la macro-región, sino también a aquellas que vivían en otro país), éste porcentaje indica que la capacidad de atracción en la macro-región fue moderada durante ese periodo. De el total de inmigrantes en este periodo, el 49.9% corresponde a los hombres y el restante 50.1% a las mujeres, lo cual indica una distribución por sexo muy similar.

Al tomar en cuenta la categorización desde el punto de vista histórico, el porcentaje es de 14.8%, el cual es ligeramente menor que el porcentaje que se observa a nivel nacional (17.6), nuevamente, la distribución por sexo es muy similar: 49% de hombres y 51%

Cuadro 13
Tipo de atracción que tiene cada ciudad de la Macro-región Occidente

Ciudad	1965-1970		1985-1990		1990
Aguascalientes	Moderada	E	Moderada	E	Fuerte
Colima	Moderada	E	Moderada	E	Fuerte
Manzanillo	Extrema	P	Vigorosa	P	Muy Fuerte
Tecomán	Extrema	E	Moderada	E	Fuerte
Guanajuato					
Acámbaro	Moderada	E	Tenue		Muy débil
San Miguel de Allende					
Celaya	Moderada	E	Tenue		Muy débil
Cortazar					
Guanajuato	Tenue		Tenue		Muy débil
Irapuato	Moderada	E	Tenue		Muy débil
León	Tenue		Tenue		Débil
Salamanca	Tenue		Tenue		Muy débil
Silao	Tenue		Tenue		Muy débil
Valle de Santiago	Tenue		Tenue		Muy débil
Jalisco					
Cd. Guzmán	Tenue		Tenue		Muy débil
Guadalajara	Moderada	E	Tenue		Débil
Lagos de Moreno	Tenue		Tenue		Muy débil
Ocotlán	Tenue		Tenue		Muy débil
Tepatitlán	Tenue		Tenue		Muy débil
Puerto Vallarta	Vigorosa	P	Vigorosa	P	Fuerte
Michoacán					
Cd. Hidalgo					
Cd. Lázaro Cárdenas	Tenue		Vigorosa	E	Fuerte
Morelia	Tenue		Moderada	L	Débil
La Piedad	Tenue		Tenue		Débil
Sahuayo	Tenue		Tenue		Muy débil
Uruapan	Tenue		Tenue		Muy débil
Zitácuaro	Tenue		Tenue		Muy débil
Apaxtzingan	Tenue		Tenue		Muy débil
Zamora	Tenue		Tenue		Muy débil
Nayarit					
Tepic	Moderada	E	Moderada		Débil
Zacatecas					
Fresnillo	Tenue		Tenue		Muy débil
Zacatecas	Tenue		Moderada	E	Débil

Nota P = Ciudad portuana y de turismo
E = Ciudad especial

Fuente: Ruiz Pantoja Teresita Elsa. Tendencias actuales de la migración y desarrollo urbano en México, tesis de licenciatura, UNAM, México, 1997

de mujeres.

Esta cantidad de inmigrantes (14.8%) se considera alta pues se ha incrementado a través del tiempo, lo cual se debe a los cambios económicos que se han dado desde los años setenta. La principal característica que se había observado, era que los inmigrantes llegaban a las ciudades principalmente del campo, pero a partir de la década de los ochenta, se vió que la población no sólo se mueve del campo a las grandes ciudades, sino que también hay movimientos de las ciudades pequeñas a las medias, de las medias a las grandes y en sentido inverso.

En el Cuadro 14 se pueden apreciar los cambios que han sufrido las ciudades de la macro-región en el tiempo en cuanto a su capacidad de atracción.

Cuadro 14
Atracción migratoria de las ciudades de la región Occidente en el tiempo

<i>Extrema o vigorosa</i>	<i>Moderada</i>
I. Permanecen	
Puerto Vallarta, Manzanillo	Agascalientes, Colima
II. Incrementan su capacidad de atracción	
	Zacatecas, Morelia
III. Disminuyen	
<i>Moderada</i>	<i>Tenue</i>
	Irapuato, Acámbaro, Celaya, Guadalajara

Fuente: Ruiz Pantoja Teresita Elisa. Tendencias actuales de la migración y desarrollo urbano en México, tesis de licenciatura, México, 1997.

Una vez descritas las principales características de la Macro-región, el siguiente paso es establecer si éstas ciudades realmente forman un sistema de ciudades, que es el enfoque apropiado para conocer el desarrollo de los asentamientos humanos y que permite, a la vez, formular estrategias de desarrollo urbano-regional orientadas a mejorar las condiciones de vida de la población y hacer más efectivo el funcionamiento de las economías regionales (Capítulo 1).

2.5 Un sistema de áreas metropolitanas

Para demostrar que las ciudades de la Macro-región forman un sistema, será necesario demostrar que hay conexión entre ellas y determinar las relaciones existentes entre las mismas. Uno de los indicadores empleados para contrastar si estas ciudades forman sistema consiste en calcular cómo se ajustan a la ley *Rank-size* o *Rango-tamaño*.

La ley rango-tamaño dice que el tamaño P_R de una ciudad de rango R (ordenadas las ciudades de mayor a menor) de un sistema de ciudades, cuya urbe mayor es de tamaño P_1 , se halla dividiendo P_1 por el rango R .

$$P_R = P_1 / R^q$$

donde q es un exponente cercano a la unidad.

La regularidad rango-tamaño se ha contrastado normalmente a escala nacional, concluyéndose que se cumple para sistemas de ciudades en naciones que son: 1) muy desarrolladas y con alto nivel de urbanización; 2) naciones grandes en superficie; y 3) naciones que además de ser grandes tienen antigua tradición urbana (como China e India). El sistema de ciudades opuesto al que cumple la ley rango-tamaño es el sistema desequilibrado, y se caracteriza ya sea porque la ciudad mayor es mucho más grande que las siguientes (como en el caso de la Cd. de México) o porque un estrato de ciudades pequeñas es dominado por una o varias ciudades grandes, y existen menos ciudades de tamaño mediano que si se cumpliera la ley rango-

tamaño. Los sistemas desequilibrados se dan en países pequeños o con economía dual (aquella que es propia de países subdesarrollados: existen una o pocas ciudades grandes industrializadas y el resto del país conserva una estructura rural).

Los análisis de G. Bell (*Change in City Size Distribution in Israel, 1962*) y John Friedmann (*Economic Growth and Urban Structure in Venezuela, 1963*) han demostrado que distribuciones de tipo desequilibrado van evolucionando hacia la ley rango-tamaño cuando aumentan el nivel de desarrollo y de urbanización.

Significación de la ley rango-tamaño

En virtud de su tamaño y complejidad, los países con distribuciones rango-tamaño tienen muchos factores interaccionando de diversas maneras, de modo que la complejidad creciente en el espacio económico acerca la distribución al tipo rango-tamaño. Esta distribución no se da cuando el sistema urbano está modelado por pocos factores (las relaciones son escasas, el sistema existe débilmente como tal), como sucede en países donde las economías de escala existen en una sola ciudad predominante, o en economías duales donde una o pocas ciudades de gran tamaño se imponen sobre el sistema de ciudades menores. En tales casos, las interacciones del sistema son escasas y determinadas. En cambio, en el caso de sistemas desarrollados, grandes y complejos, las interacciones en el sistema corresponden a un proceso estocástico y el corolario macroscópico espacial del proceso es la regularidad rango-tamaño en el sistema de ciudades.

Berry y Garrison apuntan que esa distribución es una *condición de entropía* en la que las fuerzas que afectan la distribución son muchas y actúan aleatoriamente (Brian Berry y W. Garrison, *Alternate Explanations of Urban Rank-Size Relationships, 1958*). La distribución desequilibrada es la más sencilla, afectada por pocas fuerzas, simples y fuertes; en cambio la distribución rango-tamaño se da cuando muchas fuerzas afectan a la estructura urbana de diversas maneras, debido a que la vida económica y política del país es compleja o a que el sistema de ciudades es antiguo como en India y China.

Tomando estas interpretaciones de la ley rango-tamaño como hipótesis de trabajo, se ha contrastado si el conjunto de todas las ciudades de la región forman un sistema. Se han tomado pues todas las ciudades de la región mayores de 50,000 habitantes, definidas por el CONAPO como áreas metropolitanas y se ha probado si se ajustan a la ecuación rango-tamaño.

Si estas ciudades se ajustan a una distribución tipo rango-tamaño, se puede suponer que conforman un sistema integrado de ciudades y decir que existe un sistema regional de ciudades. Se ajustó por mínimos cuadrados la función

$$P_R = P_1 / R^q$$

a los datos de población de las 32 ciudades para los años 1990 y 1995.

Aplicando logaritmos, tenemos que:

$$\log P_R = \log P_1 - q \log R$$

y realizando el ajuste para los datos de población de 1990, se obtuvo que:

$$Y = mX + b$$

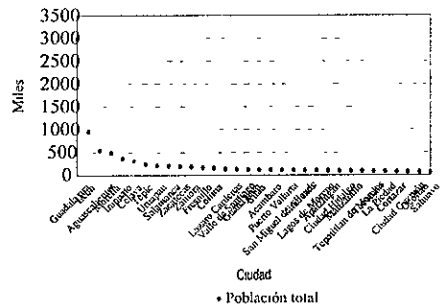
$$Y = -0.97X + 6.28$$

$$R^2 = 0.98$$

donde: $Y = \log P_R$

$X = \log R$

Población total 1990

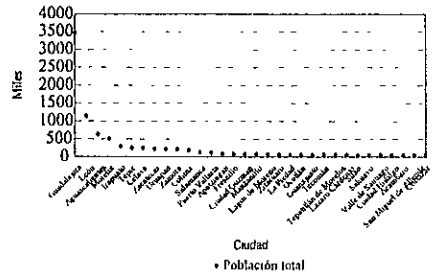


Población total 1995

Para 1995, los resultados fueron los siguientes:

$$Y = -1.16X + 6.40 \quad \text{donde: } Y = \log P_R$$

$$R^2 = 0.98 \quad X = \log R$$



El coeficiente de correlación indica un buen ajuste

de las ciudades de la Macro-región a la ley rango-tamaño, por lo que se puede concluir que estas ciudades forman un sistema propio.

Tomando en cuenta también las áreas rurales de la Macro-región, el siguiente paso es elaborar un índice que muestre tanto los potenciales como las debilidades existentes en la zona en cuanto a los diferentes tipos de recursos y servicios con los que cuenta como se describe en el siguiente capítulo.

CAPITULO 3

3. Índice de desarrollo rural 1990

En este capítulo se construye un índice que mide los diferentes niveles de desarrollo rural de los municipios de la Macro-región Occidente para conocer la disponibilidad de recursos del sector agroforestal y de servicios públicos de salud, educación e integración territorial, para conocer el potencial de cada unidad de estudio (en este caso los 378 municipios que integran la región) e identificar aquellas áreas factibles para distribuir mejor los servicios y dar cobertura a una mayor población, la cual pueda mejorar su nivel de vida. Cabe hacer notar que este índice da una medida de un conjunto de elementos de potencial y no de carencias para cada municipio.

También se hace una exacta localización por medio de una georreferenciación en mapas — mediante el Sistema de Información Geográfica ArcVIEW— de las diferentes características obtenidas con el índice de desarrollo rural, con el fin de relacionar las diferentes variables utilizadas y las distancias geográficas entre municipios para distinguir alguna característica presente en particular.

3.1 Variables, fuentes de información e indicadores para medir la intensidad

La operacionalización de las variables seleccionadas es la siguiente:

Concepto del índice: fenómeno estructural múltiple que valora dimensiones, formas y niveles de desarrollo rural por municipio.

Dimensiones socioeconómicas: recursos agroforestales, educación, salud e integración territorial

Variables:

- Superficie de unidades de producción rurales con actividad agropecuaria o forestal
- Unidades de producción rurales con actividad agropecuaria o forestal

- Unidades de producción rurales con superficie agrícola, cuya producción se destina a la venta local o nacional
- Superficie de riego
- Unidades de producción urbanas y rurales con actividad agropecuaria o forestal afiliadas a organizaciones de productores
- Unidades de producción urbanas y rurales con superficie de labor agrícola que cuentan con servicios de asistencia técnica

Fuente: VII Censo Ejidal, Agrícola y Ganadero 1990

Con las dos primeras variables (Superficie y unidades de producción rurales con actividad agropecuaria o forestal) se calculó un índice de concentración de la tierra para cada uno de los 378 municipios de la Macro-región (Índice de Gini) a partir de la siguiente fórmula:

$$IG = (\sum X_i(Y_{i+1}) - \sum X_{i+1}(Y_i)) \div 10000$$

donde X e Y son los porcentajes acumulados de las unidades de producción y los grupos de superficie respectivamente. El valor de este índice se encuentra en el intervalo [0,1], mientras mayor es el valor del índice, mayor es la concentración de la tierra en cada municipio.

- Población de 15 años y más con instrucción postprimaria
- Población de 15 años y más con secundaria completa

Fuente: XI Censo General de Población y Vivienda 1990

- Número de escuelas de jardín de niños y primarias
- Número de oficinas postales
- Número de tiendas CONASUPO
- Número de vehículos de pasajeros

- Número de vehículos de carga
- Número de fuentes de abastecimiento de agua potable

Fuente: Anuarios Estadísticos por Estado 1990

- Número de unidades médicas de primer nivel (aquellas unidades que cuentan con un médico o un auxiliar, una enfermera y un consultorio con una cama).

Fuente: Sistema Nacional de Información Municipal 1990

Indicadores para medir el nivel de desarrollo:

- | | | |
|-----|----------|---|
| 1 | SUPACTAF | Superficie de unidades de producción rurales con actividad agropecuaria o forestal |
| 2. | UPVLN | Unidades de producción rurales con superficie agrícola, cuya producción se destina a la venta local o nacional |
| 3. | SRIEGO | Superficie de riego |
| 4. | UPAORGP | Unidades de producción urbanas y rurales con actividad agropecuaria o forestal afiliadas a organizaciones de productores |
| 5. | UPSERVAT | Unidades de producción urbanas y rurales con superficie de labor agrícola que cuentan con servicios de asistencia técnica |
| 6 | INDGINI | Índice de Gini |
| 7 | NEJNYP | Número de escuelas jardín de niños y primarias |
| 8. | P15YMIP | Población de 15 años y más con instrucción postprimaria |
| 9 | P15YMSC | Población de 15 años y más con secundaria completa |
| 10. | NOFPOST | Número de oficinas postales |
| 11. | NTCONASU | Número de tiendas CONASUPO |
| 12. | NVEHPAS | Número de vehículos de pasajeros |
| 13. | NVEHCAR | Número de vehículos de carga |
| 14. | NUNMED1N | Número de unidades médicas de primer nivel |

3.2 Construcción del índice de desarrollo rural

Para la elaboración del índice, se utilizó el método de componentes principales por medio del paquete estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences).

Método de componentes principales

Una vez que se calcularon los quince indicadores que permiten medir el grado de desarrollo de cada municipio, es necesario construir, a partir de ellos, un indicador resumen que dé cuenta de la intensidad del fenómeno en un número menor de dimensiones.

Se debe encontrar, mediante la aplicación de un método estadístico, una función que refleje y conserve al máximo la información que aportan todas las variables originales. Al mismo tiempo, se deberá obtener una expresión de la relación existente entre las variables involucradas, y la medida en que tales variables participan en los niveles de desarrollo de los municipios.

El método que se utilizó es el de componentes principales, el cual permite representar las relaciones existentes en un conjunto de variables correlacionadas, mediante un número significativamente menor de variables (llamadas factores) independientes entre sí y con un significado conceptual más definido, aunque no directamente observable, es decir, al tener un conjunto de fenómenos y una cierta dependencia entre ellos (i.e, una estrecha correlación), las fuentes de variación serán menores que los fenómenos, por lo que habrá menos factores que variables.

El objetivo del método es descubrir las dimensiones de variabilidad común existente en un campo de fenómenos variables. Cada una de esas fuentes comunes de variación recibe el nombre de factor.

Este método encuentra componentes o factores que cumplen con las siguientes condiciones:

- Son combinaciones lineales de las variables originales, lo cual indica que estos factores no son magnitudes observables sino que cada factor es un *eigenvector* o vector característico de la matriz de correlaciones entre las variables originales.
- No están estadísticamente correlacionados entre sí, y si además puede suponerse multinormalidad en los datos originales, los componentes son independientes.
- Cada componente principal sintetiza la máxima variabilidad residual contenida en los datos.
- Su varianza total es igual a la varianza de todas las variables originales.
- Si existe una alta correlación entre los indicadores originales, una gran parte de la varianza total es explicada por un número reducido de componentes. Si las variables originales no están correlacionadas, el análisis por componentes principales no ofrece ventaja alguna.
- La primer componente principal tiene mayor varianza que cualquier otra combinación lineal.

Por lo anterior, se pretende construir una variable única denominada Índice de desarrollo rural (IDR) que sea la combinación lineal de los quince indicadores económico-demográficos ya descritos y que explique la mayor proporción de la varianza total de los datos.

La varianza de la nueva variable (IDR) retoma los valores de la matriz de covarianzas de las variables originales. Como la varianza de IDR será una porción de la varianza total, el objetivo del método de componentes principales es encontrar los valores del vector de coeficientes que maximicen la varianza del índice de desarrollo rural. La solución es que el

vector de coeficientes tome los valores de lo que se conoce como el primer vector característico de la matriz de covarianza, de allí el nombre de componente principal.

La varianza es una medida de dispersión de los datos. A mayor varianza explicada, mayor diferenciación entre los datos y mayor cantidad de información aportada por el índice.

El primer paso para conocer el grado de desarrollo rural municipal fue estandarizar las variables, para que su función de densidad sea normal con media cero y varianza 1. Aunque este método permite la estructuración de un conjunto de datos multivariados obtenidos de una población cuya distribución de probabilidades no necesita ser conocida, si es posible obtener una distribución normal de la población, podrá encontrarse significación estadística en los componentes, pues será posible asociar a cada uno de ellos una medida de confiabilidad (como por ejemplo *la prueba de esfericidad de Bartlett*, la cual se describe más adelante).

A continuación se calculó la matriz de correlación existente entre las variables (Cuadro 15); la matriz de correlaciones de todas las variables entre sí, es el primer paso que lleva al descubrimiento de las regularidades en la información resumida en las variables de estudio. En este caso, se observa que las correlaciones no son altas entre la mayoría de los indicadores. Los indicadores 7 (número de escuelas de jardín de niños y primaria) y 12 (número de vehículos de pasajeros) son los que presentan los coeficientes de correlación más altos con respecto a todas las variables, mientras que el indicador 6 (índice de Gini) es el que presenta los coeficientes más bajos, esto debido a que se explica más por factores propios que por aquellos que tenga en común con el resto de las variables. La correlación más alta apareció entre el indicador 8 (población de 15 años y más con instrucción postprimaria) y el 9 (población de 15 años y más con secundaria completa), la más baja entre el indicador 6 y el indicador 15 (número de fuentes de abastecimiento de agua potable).

Es necesario señalar que se encontraron correlaciones notablemente altas entre indicadores asociados a dimensiones distintas del nivel de desarrollo, tal es el caso de los indicadores 7 (educación) y 14 (salud) y de los indicadores 8 (educación) y 13 (integración territorial).

Cuadro 15
Matriz de correlación

VARIABLE	SUPACTAF	UPVIN	SREGO	UPADRGF	UPSERAT	INDGR	NEJNYP	FISYMP	FISYMSC	NOFPOST	NYCDMASU	NEJNPAS	NEVCAR	NUMMEDIN	NEAGPOT
SUPACTAF	1 00														
UPVIN	0 39	1 00													
SREGO	0 24	0 65	1 00												
UPADRGF	0 48	0 85	0 55	1 00											
UPSERAT	0 19	0 75	0 56	0 76	1 00										
INDGR	0 28	- 0 29	- 0 25	- 0 14	- 0 27	1 00									
NEJNYP	0 31	0 43	0 39	0 43	0 34	- 0 02	1 00								
FISYMP	0 02	0 12	0 12	0 11	0 15	- 0 06	0 81	1 00							
FISYMSC	0 03	0 15	0 16	0 13	0 18	- 0 08	0 83	0 99	1 00						
NOFPOST	0 14	0 27	0 25	0 30	0 36	- 0 07	0 78	0 78	0 76	1 00					
NYCDMASU	0 46	0 63	0 42	0 71	0 63	- 0 07	0 39	0 10	0 12	0 32	1 00				
NEJNPAS	0 03	0 13	0 16	0 10	0 09	- 0 07	0 79	0 93	0 94	0 64	0 10	1 00			
NEVCAR	0 07	0 16	0 15	0 14	0 16	- 0 07	0 81	0 98	0 98	0 76	0 11	0 93	1 00		
NUMMEDIN	0 37	0 54	0 41	0 50	0 47	- 0 08	0 86	0 68	0 70	0 72	0 49	0 66	0 68	1 00	
NEAGPOT	0 33	0 39	0 27	0 42	0 45	0 00	0 57	0 42	0 43	0 68	0 43	0 29	0 41	0 62	1 00

Una vez obtenidas las componentes principales, se comprobó que el 47.3% de la varianza total de los datos se debe a la primera componente, mientras que el restante 52.7% se distribuye entre las 14 componentes restantes (Cuadro 16). En este mismo cuadro, se puede ver la proporción de la varianza explicada por cada variable, lo que se conoce como *communality* o comunalidad; en las estadísticas iniciales, tiene el valor 1 porque se consideran todos los factores que se pueden obtener inicialmente (tantos como variables de estudio). Las dos primeras columnas de este cuadro corresponden a la información por variable, mientras que las cuatro restantes, corresponden a la información por factor; los *eigenvalores* o valores propios, representan la varianza total explicada por cada factor.

Cuadro 16
Estadísticas iniciales

VARIABLE	COMUNALIDAD	*	FACTOR	EIGENVALOR	% VARIANZA	% ACUMULADO
SUPACTAF	1.00	*	1	7.10	47.3	47.3
UPVLN	1.00	*	2	3.40	22.7	70.0
SRIEGO	1.00	*	3	1.42	9.5	79.5
UPAORGP	1.00	*	4	0.76	5.1	84.6
UPSERAT	1.00	*	5	0.53	3.6	88.1
INDGINI	1.00	*	6	0.51	3.4	91.5
NEJNYP	1.00	*	7	0.36	2.3	93.8
PI5YMIP	1.00	*	8	0.25	1.7	95.5
PI5YMSC	1.00	*	9	0.19	1.3	96.8
NOFPOST	1.00	*	10	0.19	1.3	98.1
NTCONASU	1.00	*	11	0.12	0.8	98.9
NVEHPAS	1.00	*	12	0.09	0.6	99.5
NVEHCAR	1.00	*	13	0.06	0.4	99.8
NUNMEDIN	1.00	*	14	0.02	0.1	100.0
NFAAGPOT	1.00	*	15	0.00	0.0	100.0

Para obtener el índice de desarrollo rural, se utilizaron las tres primeras componentes ya que son las que explican el mayor porcentaje de varianza, en este caso 79.5% (Cuadro 17). Un criterio para determinar el número de componentes que se utilizan, es tomar sólo los factores cuya varianza sea mayor a 1 (i.e., el eigenvalor mayor que 1), ya que un factor con una varianza menor a 1, explica menos que una variable en particular.

En este cuadro se puede apreciar que las comunales ya no tienen el valor 1 puesto que al tomar sólo tres factores, ya no se explica el 100% de la varianza.

Las comunales nos indican la relación de cada variable con las otras, si este valor es pequeño, se debería eliminar esa variable del índice, pero en este caso, los valores obtenidos son altos, por lo que se puede concluir que las variables sí están relacionadas.

Cuadro 17
Estadísticas finales

VARIABLE	COMUNALIDAD	*	FACTOR	EIGENVALOR	% VARIANZA	% ACUMULADO
SUPACTAF	0.72	*	1	7.10	47.3	47.3
UPVLN	0.84	*	2	3.40	22.7	70.0
SRIEGO	0.56	*	3	1.42	9.5	79.5
UPAORGP	0.84	*				
UPSERAT	0.76	*				
INDGINI	0.76	*				
NEJNYP	0.89	*				
PI5YMIP	0.97	*				
PI5YMSC	0.97	*				
NOFPOST	0.75	*				
NTCONASU	0.68	*				
NVEHPAS	0.88	*				
NVEHCAR	0.95	*				
NUNMEDIN	0.82	*				
NFAAGPOT	0.53	*				

Los coeficientes de correlación encontrados entre cada indicador y cada factor se pueden ver en el Cuadro 18. Estos valores se usan para expresar una variable estandarizada en términos de los factores. Sin embargo, para interpretar dichos factores de una manera más fácil, se rota esta matriz por el método VARIMAX como se verá más adelante.

Los valores del vector de coeficientes que permiten calcular el valor que toma el índice de desarrollo rural en cada uno de los municipios son los que se encuentran en el Cuadro 19.

Cuadro 18
Matriz de factores

VARIABLE	FACTOR 1	FACTOR 2	FACTOR 3
SUPACTAF	0.33	0.41	0.66
UPVLN	0.58	0.69	- 0.17
SRIEGO	0.48	0.51	- 0.26
UPAORGP	0.58	0.71	0.01
UPSERAT	0.56	0.63	- 0.25
INDGINI	- 0.14	- 0.15	0.85
NEJNYP	0.92	- 0.15	0.10
P15YMIP	0.82	- 0.54	- 0.05
P15YMSC	0.84	- 0.52	- 0.66
NOFPOST	0.84	- 0.21	0.03
NTCONASU	0.53	0.62	0.15
NVEHPAS	0.77	- 0.53	- 0.07
NVEHICAR	0.83	- 0.51	- 0.05
NUNMED1N	0.90	0.03	0.09
NFAAGPOT	0.67	0.15	0.23

Cuadro 19
Matriz de coeficientes de los factores

VARIABLE	FACTOR 1	FACTOR 2	FACTOR 3
SUPACTAF	- 0.03	0.06	0.48
UPVLN	- 0.04	0.23	- 0.09
SRIEGO	- 0.02	0.19	- 0.16
UPAORGP	- 0.05	0.22	0.04
UPSERAT	- 0.03	0.22	- 0.14
INDGINI	0.00	- 0.13	0.58
NEJNYP	0.13	0.02	0.08
P15YMIP	0.18	- 0.06	- 0.05
P15YMSC	0.18	- 0.06	- 0.05
NOFPOST	0.13	0.01	0.02
NTCONASU	- 0.04	0.18	0.13
NVEHPAS	0.18	- 0.06	- 0.06
NVEHICAR	0.18	- 0.06	- 0.04
NUNMED1N	0.10	0.07	0.08
NFAAGPOT	0.05	0.07	0.17

Otros estadísticos obtenidos fueron:

- Medida de suficiencia muestral de Kaiser-Meyer-Olkin = 0.86. Esta medida es un índice para comparar las magnitudes de los coeficientes de correlación observados con los coeficientes de correlación parciales; si este valor es bajo, las correlaciones entre pares de variables no se explican por las otras variables

Una escala sugerida por Kaiser (1974) para evaluar los valores de este estadístico es la siguiente:

- 0.90 excelente
- 0.80 meritoria
- 0.70 media
- 0.60 mediocre
- 0.50 miserable
- > 0.50 inaceptable

Se puede calcular una medida de suficiencia muestral para cada variable, la cual se muestra en la diagonal de la anti-imagen de la matriz de correlación (Cuadro 20).

Se observa que este estadístico es muy bueno para el caso general y para la mayoría de las variables, excepto el indicador de la superficie de unidades de producción rural con actividad agropecuaria o forestal y el índice de Gini.

- Prueba de esfericidad de Bartlett = 7,764.75, Significancia = 0.00. Se usa para probar la hipótesis de que la matriz de correlación es la identidad. Esta prueba requiere que los datos sean una muestra de una población normal multivariada. En este caso, el valor de la prueba de esfericidad es grande y el nivel de significancia asociado es pequeño, de lo que se puede concluir que la matriz de correlación no es la identidad.

Cuadro 20

Anti-imagen de la matriz de correlación

VARIABLE	SUPACTAF	UPVEN	SRREGO	UPABRGP	UPSERAT	WODGNI	NEJNYP	PISNMP	PISVASC	NOPOST	NTEONASU	NVENPAS	NVENCAR	NUNMEDIM	NFRAGPOT
SUPACTAF	0.71														
UPVEN	-0.01	0.85													
SRREGO	-0.06	-0.27	0.88												
UPABRGP	-0.24	-0.50	0.07	0.85											
UPSERAT	0.30	-0.20	-0.18	-0.37	0.84										
WODGNI	-0.30	0.26	0.11	-0.06	0.00	0.62									
NEJNYP	-0.10	-0.09	-0.23	-0.18	0.24	-0.16	0.93								
PISNMP	0.06	0.07	0.17	-0.42	0.09	-0.04	-0.01	0.79							
PISVASC	0.03	-0.01	-0.13	0.63	-0.15	0.04	-0.09	-0.89	0.81						
NOPOST	0.15	0.18	-0.11	0.01	-0.11	0.06	-0.24	-0.28	0.25	0.89					
NTEONASU	-0.20	0.00	0.06	-0.23	-0.23	0.01	-0.03	-0.05	0.06	-0.10	0.92				
NVENPAS	0.15	0.08	-0.06	-0.02	0.17	-0.01	-0.17	0.29	-0.38	0.22	-0.15	0.87			
NVENCAR	-0.24	-0.17	0.02	0.01	-0.01	0.04	0.08	-0.47	0.13	-0.14	0.14	-0.41	0.90		
NUNMEDIM	-0.20	-0.22	0.11	0.14	-0.11	0.04	-0.36	0.12	-0.15	-0.15	-0.10	-0.14	0.10	0.93	
NFRAGPOT	-0.13	-0.01	0.08	0.01	-0.09	-0.05	-0.04	0.11	-0.15	-0.39	-0.03	0.24	-0.01	-0.15	0.90

- Porcentaje de residuales entre las correlaciones observadas y las correlaciones reproducidas de 21 % (sobre la diagonal) con valores absolutos > 0.05 . Mientras mayor sea el porcentaje de residuales, menor será la reproducción de correlaciones observadas.

Para interpretar con mayor facilidad el significado teórico de cada uno de los factores, se rotó la matriz de factores por medio del método VARIMAX (Cuadro 21).

Mediante esta matriz, se puede expresar cada uno de los factores como una combinación lineal de todas las variables. Para saber qué variables están incluidas en cada factor, se deben considerar aquellas cuyo valor factorial sea igual a uno, las variables cuyo valor sea cero, no están incluidas en ese factor, pero debido a que ese estado ideal no se presenta en la práctica, se incluyen en cada factor las variables con los valores más cercanos a uno; en el cuadro, se muestran en negritas las variables pertenecientes a cada factor.

Cuadro 21

Matriz de factores rotados

VARIABLE	FACTOR 1	FACTOR 2	FACTOR 3
SUPACTAF	0.04	0.43	0.73
UPVLN	0.11	0.91	-0.04
SRIEGO	0.13	0.72	-0.16
UPAORG	0.09	0.90	0.15
UPSERAT	0.12	0.85	-0.13
INDGINI	-0.04	-0.32	0.81
NEINYP	0.85	0.36	0.16
PISYMIP	0.98	0.01	-0.04
PISYMSC	0.98	0.04	-0.06
NOFPOST	0.82	0.27	0.07
NTCONASU	0.10	0.78	0.26
NVEHPAS	0.94	-0.01	-0.07
NVEHCAR	0.97	0.03	-0.04
NUNMEDIN	0.73	0.50	0.17
NFAAGPOT	0.48	0.46	0.30

De la tabla anterior se deduce la dimensión socioeconómica con la que está relacionado cada factor así como las variables contenidas en él, se tienen entonces los siguientes casos:

- Factor 1: educación y servicios

VARIABLES: Población de 15 años y más con educación postprimaria

Población de 15 años y más con educación secundaria

Número de escuelas de jardín de niños y primaria

Número de oficinas postales

Número de vehículos de pasajeros

Número de vehículos de carga

Número de unidades médicas de primer nivel

Número de fuentes de abastecimiento de agua potable

- Factor 2: Formas de organización, tecnología y comercialización

Variables: Unidades de producción urbanas y rurales con actividad agropecuaria y forestal afiliadas a organizaciones de productores

Unidades de producción urbanas y rurales con superficie de labor agrícola que cuentan con servicios de asistencia técnica

Superficie de riego

Número de tiendas CONASUPO

Unidades de producción rurales con superficie agrícola, cuya producción se destina a la venta local o nacional

- Factor 3: Recursos agroforestales

Variables: Superficie de unidades de producción rural con actividad agropecuaria o forestal

Índice de Gini

Finalmente, los valores mínimo y máximo del índice de desarrollo rural para cada factor son:

Cuadro 22

Valores extremos del índice de desarrollo rural por factor

FACTOR	VALOR MINIMO	VALOR MAXIMO
1	- 0.57	15.03
MUNICIPIO	VILLA DE COS	GUADALAJARA
ESTADO	ZACATECAS	JALISCO
2	- 3.43	8.01
MUNICIPIO	GUADALAJARA	SANTIAGO IXCUINTLA
ESTADO	JALISCO	NAYARIT
3	- 3.35	5.32
MUNICIPIO	MUGICA	MAZAPIL
ESTADO	MICHOACAN	ZACATECAS

3.3 Definición del nivel de desarrollo

La ventaja de construir el índice de desarrollo por el método de componentes principales, es que la magnitud de ese valor permite establecer un orden absoluto de los municipios de la región, ya que se cuenta con una medida de tipo escala de intervalo.

Una vez ordenados los municipios de acuerdo a su índice de desarrollo, se establecen rangos que permitan agrupar los municipios que, por el valor de sus índices, se consideren semejantes entre sí. Para ello, se aplicó la técnica de estratificación óptima, en la cual se definen *A priori* tres valores o centros iniciales que funcionan como semillas alrededor de las cuales se aglutinan los 378 valores vectoriales (municipios). Esos tres valores representan los diferentes niveles de desarrollo que se pretende medir: alto, medio y bajo.

Mediante la aplicación combinada del método de componentes principales y el de estratificación óptima, se obtuvo una escala de intervalo (IDR) y una escala ordinal con la clasificación de los municipios de acuerdo a su nivel de desarrollo. El método de estratificación óptima permite agrupar adecuadamente los municipios, basándose en la función de densidad $f(x)$ definida a partir del indicador resumen IDR.

Sean x_0 y x_3 los valores mínimo y máximo de la variable IDR. Es necesario encontrar los puntos x_1 y x_2 , que permitan la agrupación de los municipios mediante la condición:

$$\text{Grupo I } x_0 \leq x \leq x_1$$

$$\text{Grupo II } x_1 < x \leq x_2$$

$$\text{Grupo III } x_2 < x \leq x_3$$

Dalenius y Hodges demuestran que los cortes que logran minimizar la varianza del estimador de una media poblacional deben ser calculados con ayuda de una transformación de la función de densidad.

La función de densidad se puede aproximar construyendo un histograma de diez clases con la tabla de frecuencias del IDR, para ello, se divide en diez partes iguales el rango total de variación del índice y se cuenta el número de observaciones pertenecientes a cada una de ellas (véase el Cuadro 23); el mismo procedimiento se aplicó para cada índice obtenido de cada factor, aquí se mostrará como ejemplo la estratificación del primer índice.

De cada frecuencia de clase se obtiene la raíz cuadrada y se acumula. Aunque, en rigor, la aproximación de la función de densidad $f(x)$ está dada por las frecuencias relativas, al trabajar con datos absolutos se obtienen resultados equivalentes. El valor total de la raíz cuadrada acumulada, se divide entre el número de grupos deseado. De esta manera, el primer estrato o grupo está formado por los municipios cuyo índice sea menor o igual al valor de x_1 . El valor x_1 es aquel donde la aproximación de la función de densidad se acumula hasta 8.5, es decir, $25.51 \div 3$. Ya que 8.5 es un número intermedio entre 1.00 y 25.51, los municipios que cumplen con lo anterior son los correspondientes a las nueve primeras clases. De esta forma los primeros 12 municipios pertenecen al primer grupo.

El segundo grupo se obtiene multiplicando $8.5 * 2 = 17.01$, dicho valor está entre 6.38 y 25.51 por lo que no hay municipios que conformen en segundo grupo. Siguiendo el mismo razonamiento se llega a que $8.5 * 3 = 25.51$ donde se ubican los 366 municipios de la última clase .

Por lo anterior, el rango de variación del índice de desarrollo rural para el primer factor [15.03, - 0.57], se dividió en tres estratos, mediante la definición de los dos puntos de corte: 1.08 y 0.99, que determinan los tres niveles de desarrollo.

Un municipio se considera de desarrollo:

ALTO si su IDR está en el intervalo [15.03, 1.08]

MEDIO si su IDR está en el intervalo (1.08, 0.99) y

BAJO si su IDR está en el intervalo (0.99, - 0.57].

Cuadro 23

Estratificación del primer factor

CLASE	FRECUENCIA	RAIZ CUADRADA	RAIZ CUADRADA ACUMULADA	LIMITES QUE DETERMINAN LOS PUNTOS DE CORTE	NUMERO DE MUNICIPIOS EN CADA GRUPO
1	1	1.00	1.00	8.50	12
2	0	0.00	1.00	17.01	0
3	0	0.00	1.00	25.51	366
4	0	0.00	1.00		
5	0	0.00	1.00		
6	1	1.00	2.00		
7	3	1.73	3.73		
8	0	0.00	3.73		
9	7	2.65	6.38		
10	366	19.13	25.51		
			8.50		

Cuadro 24

Estratificación del segundo factor

CLASE	FRECUENCIA	RAIZ CUADRADA	RAIZ CUADRADA ACUMULADA	LIMITES QUE DETERMINAN LOS PUNTOS DE CORTE	NUMERO DE MUNICIPIOS EN CADA GRUPO
1	1	1.00	1.00	12.63	37
2	0	0.00	1.00	25.26	93
3	1	1.00	2.00	37.89	248
4	3	1.73	3.73		
5	9	3.00	6.73		
6	23	4.80	11.53		
7	93	9.64	21.17		
8	247	15.72	36.89		
9	0	0.00	36.89		
10	1	1.00	37.89		
			12.63		

Cuadro 25

Estratificación del tercer factor

CLASE	FRECUENCIA	RAIZ CUADRADA	RAIZ CUADRADA ACUMULADA	LIMITES QUE DETERMINAN LOS PUNTOS DE CORTE	NUMERO DE MUNICIPIOS EN CADA GRUPO
1	2	1.41	1.41	15.75	44
2	1	1.00	2.41	31.50	110
3	3	1.73	4.15	47.25	224
4	8	2.83	6.97		
5	30	5.48	12.45		
6	110	10.49	22.94		
7	147	12.12	35.06		
8	67	8.19	43.25		
9	9	3.00	46.25		
10	1	1.00	47.25		
			15.75		

3.4 Resultados

Un primer resultado fue la obtención del índice de desarrollo rural (IDR), con base en los estadísticos obtenidos descritos previamente se concluye que los 15 indicadores seleccionados proporcionan una buena explicación del desarrollo rural, esto es debido también a que se toman en cuenta diferentes dimensiones socioeconómicas.

El siguiente resultado fue la obtención de los tres factores de desarrollo rural, la importancia que tiene cada uno de ellos en la explicación del fenómeno y las variables contenidas en cada factor. Posteriormente se realizaron los mapas de cada factor para visualizar los diferentes grados de desarrollo rural en cada municipio, los cuales mostraron las siguientes características relevantes:

El factor más importante fue el de educación y servicios que explica el 47.3% de la varianza, el que haya sido el factor más importante significa que se deben atribuir en mayor medida las

diferencias entre los potenciales de desarrollo rural a nivel municipal a los diferentes grados de educación y servicios. Un hecho sorprendente es que en toda la Macro-región, sólo 12 de los 378 municipios considerados obtuvieron un nivel alto, mientras que los restantes 366 municipios obtuvieron un nivel bajo, esto revela un gran contraste en la zona, el cual no permitió que se obtuvieran municipios de nivel medio. Ello corresponde con los municipios donde se ubican las principales ciudades de la región. Otra característica notable es que todos los municipios del estado de Zacatecas obtuvieron un nivel bajo; esto tiene que ver también con la cercanía de las localidades rurales a los servicios educativos y urbanos de los que carecen y sirven de complemento a las actividades económico-sociales de la entidad (Mapa 2).

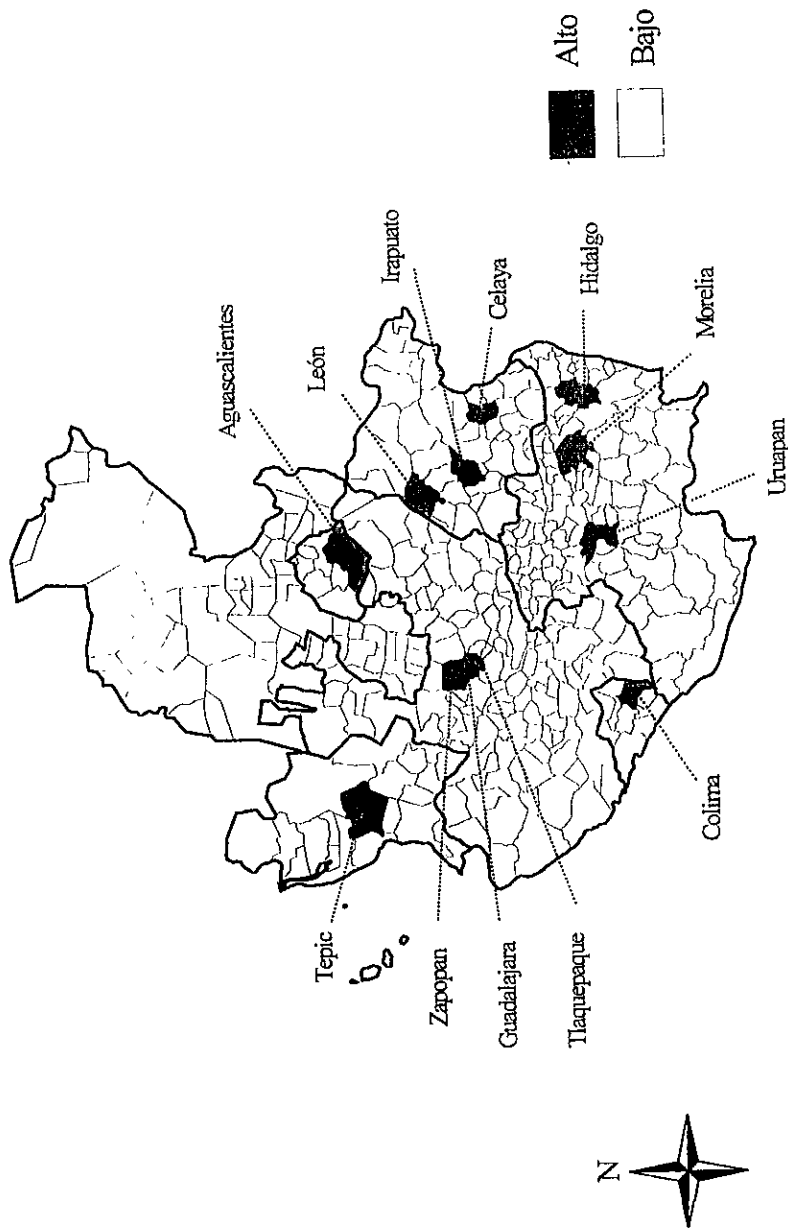
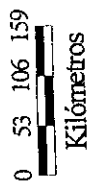
El siguiente factor en importancia fue el de las formas de organización, tecnología y servicios que explica el 22.7% de la varianza y agrupa variables asociadas con los servicios agrícolas, la comercialización de los productos, el destino de la producción, el desarrollo tecnológico y la organización de los productores. El tipo de tecnología empleada y las asociaciones de personas existentes diferencian las condiciones de vida de la población y sus actividades socioeconómicas. En el Mapa 3, se pueden observar los diferentes niveles de este factor en las diferentes entidades, esta vez, el estado de Jalisco es el que resultó con la mayor parte de sus municipios con un bajo nivel así como una gran parte del estado de Michoacán.

Finalmente, el tercer factor estuvo conformado por los recursos agroforestales, este factor explica el 9.5% de la varianza, en éste, el estado de Zacatecas es el que obtuvo un nivel alto en gran parte de su territorio, al igual que el estado de Aguascalientes y un área importante de los estados de Guanajuato y Nayarit (Mapa 4). Este factor expresa el potencial que tienen los municipios en cuanto a la tierra, sus usos y sus tipos de propiedad y es significativo del ámbito rural porque las actividades agroforestales son las que predominan en estos municipios, por lo cual es necesario considerar dentro del desarrollo regional los recursos disponibles.

Para impulsar el desarrollo de la Macro-región, se podrían asignar recursos a los municipios de mediano desarrollo para que se consoliden y beneficien con su infraestructura a los

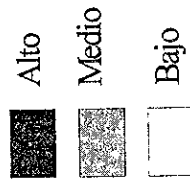
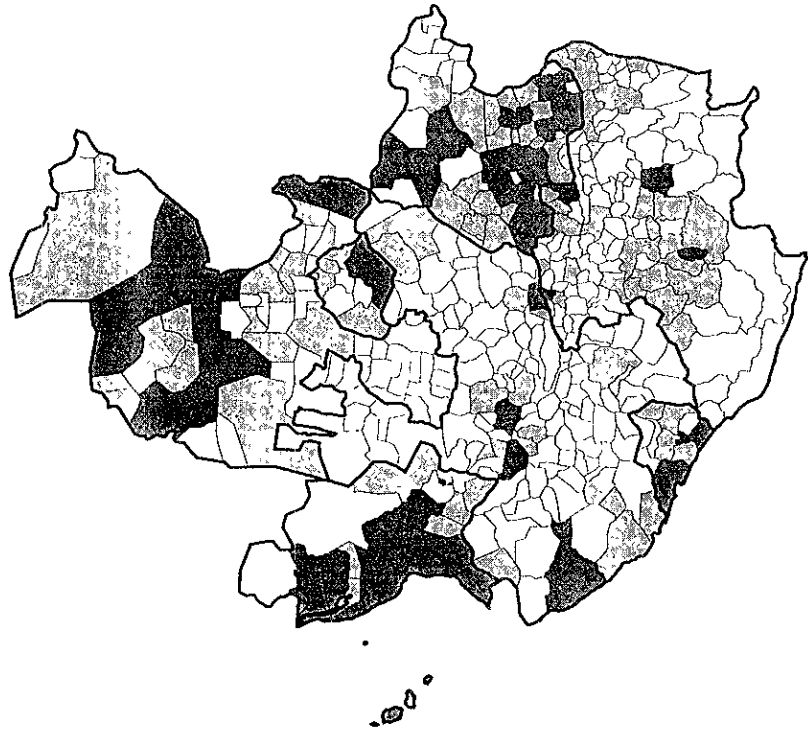
Mapa 2

Macro-región Occidente: niveles de educación y servicios



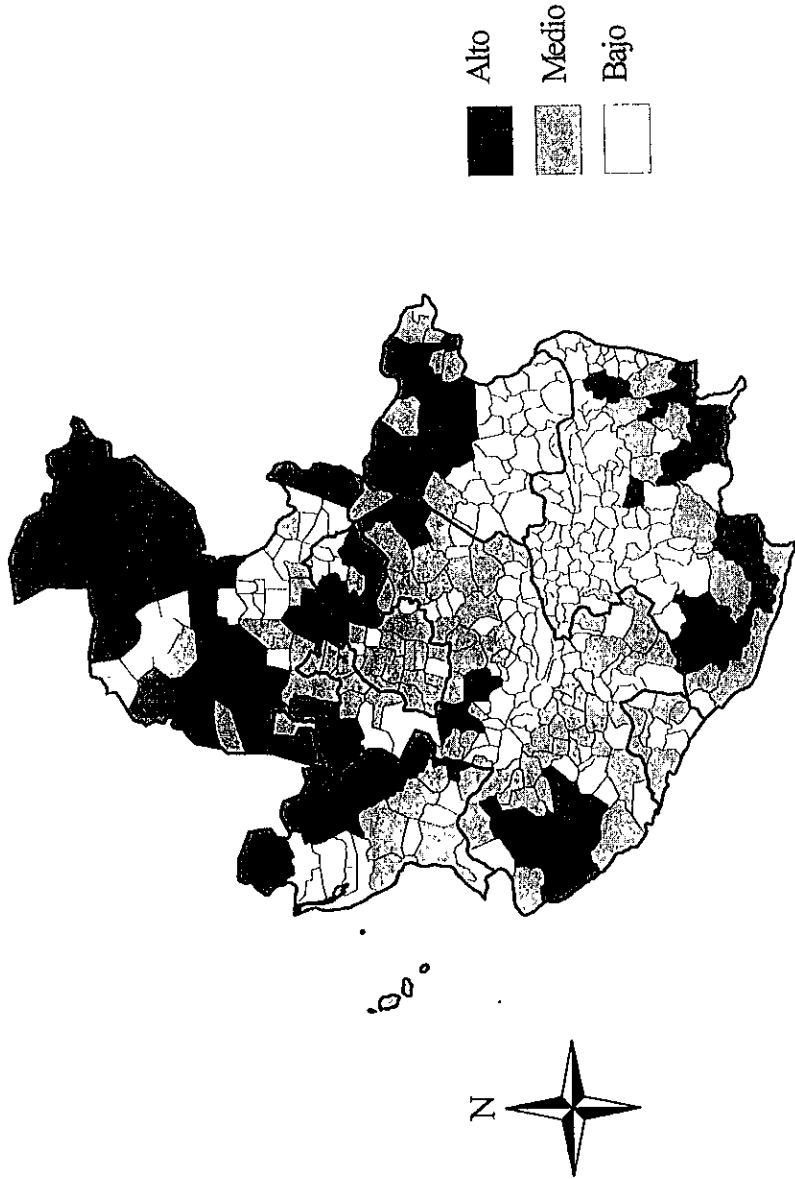
Mapa 3

Macro-región Occidente: niveles de organización,
tecnología y comercialización



Mapa 4

Macro-región Occidente: niveles de recursos agroforestales



municipios de bajo potencial cercanos a ellos, de esta forma, los primeros funcionarían como centros concentradores de servicios en su área circundante o bien, asignar los recursos a los municipios con niveles de desarrollo bajo para que puedan ser capaces de retener a su población y proporcionarle los servicios necesarios, sin embargo, ésta no sería la mejor opción pues la población seguiría migrando para buscar aquellas condiciones y servicios que sólo las zonas más grandes poseen. Es frecuente que se defina la asignación de recursos de acuerdo con la jerarquía de las diferentes regiones, así las localidades de mayor centralidad ofrecerán servicios más especializados que los de menor jerarquía. Sin embargo, cuando algunos asentamientos han centralizado demasiado sus funciones, el objetivo de la planeación podría ser equilibrar el sistema y asignar recursos a las localidades de menor jerarquía (CONAPO 1997).

Finalmente, en el siguiente capítulo se estudiarán los patrones de interacción espacial de la Macro-región por medio de modelos matemáticos que sirven para realizar proyecciones de población y empleo en las diferentes ciudades de estudio dada una política de inversión, lo que contribuirá a las políticas de desarrollo regional al hacer simulaciones de inversión y ver cual es el comportamiento de la población y el empleo bajo diferentes supuestos.

CAPITULO 4

4. Modelo urbano-regional

Este trabajo intenta demostrar la aplicabilidad de un modelo matemático al proceso de planificación, el cual describe la estructura espacial urbana en ciertos casos específicos.

Los modelos son representaciones del problema en cuestión y se usan en la toma de decisiones. Los modelos matemáticos permiten ver claramente la hipótesis en que se basan, posibilitando así la crítica objetiva, ordenada y acumulativa de las interpretaciones del fenómeno.

El énfasis del modelo está puesto en la descripción de las técnicas de análisis para evaluar el efecto de diversas políticas urbanas debido a que permite analizar las reacciones probables que generarán ciertas políticas. Al variar las entradas de dicho modelo debido a la implementación de alguna política, se puede simular el cambio de algún factor, siendo posible también determinar el efecto que producirá en el resto del sistema urbano. Las alternativas seleccionadas se podrán establecer al conocer hasta qué punto las consecuencias de estas políticas cumplen con los objetivos que se pretende alcanzar.

Sin embargo, antes de utilizar estos modelos en la práctica, es necesario comprobar su validez. Esto se hace reproduciendo el fenómeno a partir de las descripciones establecidas por el modelo. En ciencias sociales es necesario comprobar la validez de los modelos utilizando información sobre los elementos reales. Para ello la validez se establece en la capacidad de "predecir" ciertos valores, dados algunos de ellos. Si los valores entregados por el modelo y la información determinada por censos o encuestas son similares, entonces es posible utilizar estos modelos con algún grado de confianza.

Este modelo se encuentra aún en etapas preliminares de desarrollo y aplicación pero manifiesta potencialidad para enfrentar los problemas urbanos. Debido a que en un país que dispone de escasos recursos el costo social de invertir equivocadamente en proyectos urbanos puede tener peores consecuencias que en un país desarrollado, esto obliga a los

planificadores a adoptar una actitud mucho más diligente, científica, y en definitiva, responsable.

4.1 Conceptos

Sistema. El concepto de sistema como un todo complejo o un conjunto de elementos o partes interconectadas es bastante conocido. Lo que es nuevo es tratar de estudiar la complejidad en sí y construir teorías generales sobre sistemas sin referencia a las situaciones reales de las cuales han sido abstraídas.

Un sistema se puede definir como un conjunto S compuesto por una serie de elementos $E(e_0, e_1, \dots, e_n)$ y un conjunto de relaciones $R(r_{01}, r_{02}, \dots, r_{ij}, \dots, r_{nm})$. Los elementos del sistema (E) se identifican como atributos variables de objetos, lo cual implica que no son los objetos mismos los representados en el sistema, sino ciertos atributos de ellos, por ejemplo, si se quiere representar a las personas en un sistema, las características de ellas tales como ingreso, edad, sexo, etc., servirán para identificarlas como elementos del sistema.

El **estado de un sistema** se define como el valor de los elementos y sus relaciones en un determinado momento en el tiempo y el **comportamiento del sistema** se define como la forma en que el sistema reacciona frente a un estímulo determinado. El comportamiento del sistema depende de su estructura y estado.

Un elemento e_i que esté conectado con el entorno e_0 se dice que es un **elemento de entrada** al sistema si su relación r_{0i} es distinta de cero; será un **elemento de salida** si su relación r_{i0} es distinta de cero. Si los valores de los elementos se determinan dentro del sistema se dice que es un **elemento endógeno**; si por el contrario debe ser dado como una entrada se dice que es un **elemento exógeno**.

El nivel en que se consideran los elementos del sistema se dice que es su **nivel de agregación**, o viceversa, su **nivel de desagregación** que naturalmente dependerá de la intención con que se estudia el sistema y de los recursos disponibles.

En general se supone que la estructura de un sistema se mantiene constante, en cambio su estado es variable; de allí que parte de la investigación urbana se encamine a definir la **estructura del sistema** y la aplicación a casos específicos se haga **determinando el estado del sistema**. El proceso de determinar este sistema se llama generalmente **calibración**, que consiste en buscar el valor de los parámetros o constantes que definen la magnitud de las relaciones en un caso específico. Una vez encontrados estos valores o estado, es posible manipularlo variando las entradas o variables exógenas para luego poder observar el comportamiento del sistema ante este estímulo a través del cambio generado en las variables endógenas que generan un nuevo estado.

La utilización del análisis de sistemas en la planificación urbana permite, en resumen, conocer la forma en que ciertas políticas introducidas en algunos elementos repercuten en todos los demás.

Modelo. No basta sólo con concebir la realidad como un sistema, es necesario además representarla. Toda representación es un modelo y el objetivo de éste es proveer un cuadro simplificado e inteligible de la realidad con el fin de comprenderla mejor.

Una **representación** es la expresión de ciertas características relevantes de la realidad observada. Un modelo sólo al ser inexacto en algunos aspectos puede representar a su original. Si no fuese inexacto, el modelo sería la realidad misma y no una representación.

Condiciones para el proceso de hacer un modelo. Deberá haber un objeto o sistema por ser investigado; una intención claramente expresada con la cual hacer una selección; un proceso de observación y abstracción; un proceso de traducción a través de medios de representación; y un proceso de verificación y obtención de conclusiones.

Funciones de los modelos. Un modelo debe ser lo suficientemente simple para su manipulación y comprensión por parte de quienes lo usan, lo suficientemente representativo en toda la gama de implicaciones que pueda tener y lo suficientemente complejo para representar fielmente el sistema en estudio. Si esto se logra, es posible manipular el modelo a fin de proponer mejoras a la realidad. Siendo éste el principal propósito de los modelos en términos generales, se pueden establecer algunas **funciones** más específicas:

- **Psicológica:** permite visualizar y comprender algún grupo de fenómenos que de otro modo no sería posible dada su magnitud y complejidad.
- **Adquisitiva:** provee una estructura donde la información puede ser definida, coleccionada y ordenada.
- **Lógica:** explica cómo sucede un fenómeno en particular.
- **Normativa:** compara algunos fenómenos con otros más familiares.
- **Cognoscitiva:** comunica ideas científicas.
- **Sistemática:** provee una estructura donde una interpretación de la realidad puede ser verificada.
- **Partitativa:** provee una estructura donde se pueden definir estudios parciales, conociendo su interacción con el resto del sistema.
- **Evaluativa:** es aquella donde la estructura permite que el efecto de diferentes decisiones dentro de un sistema pueda ser evaluado.

El modelo utilizado en este trabajo pertenece a la familia de los modelos matemáticos de interacción espacial, los cuales se basan en la segunda ley de la Gravitación de Newton.

La teoría de la interacción espacial propone que la magnitud de los flujos de interacción entre unidades geográficas se asocia negativamente con la distancia que las separa (esta distancia es una barrera que limita la interacción) y positivamente con algunas características de atracción de cada unidad.

La interacción espacial puede ser definida como el movimiento o la comunicación sobre un espacio, el cual es resultado de un proceso de decisión. El término incluye diversos comportamientos como migración, compras, viajes al trabajo, la elección de servicios de salud, recreación, movimientos de bienes, llamadas telefónicas, la elección de ciertas universidades por los estudiantes, tráfico aéreo y aún asistencia a eventos tales como conferencias, teatros o partidos de fútbol.

Los modelos de interacción espacial involucran como principales variables: la masa (medida en flujos de interacción total), la función del costo y la forma de la función del costo.

Los resultados de estos modelos pueden evaluarse cuantitativamente y por tanto ser útiles y prácticos para definir diversas tareas en el proceso planificador y de toma de decisiones de políticas públicas.

La teoría implica la síntesis de una realidad aparentemente caótica en una serie de razonamientos y proposiciones que explican, aunque sea parcialmente, la parte esencial de esa realidad. Los modelos, como las teorías, son limitados en su perspectiva. No representan la realidad en su totalidad sino sólo una parte —aunque esencial— de ella.

A pesar de la complejidad de los procesos urbanos y regionales, la gran mayoría de los modelos operativos son expresados en términos numéricos. Esto facilita su diseño y puesta en operación y permite generar resultados más claros y objetivos. Es evidente que la inmensa riqueza y variedad de la vida social es intraducible a ecuaciones matemáticas,

por lo que se tienen que reconocer tanto las bondades como las limitaciones de las herramientas cuantitativas.

Los modelos son simples herramientas generadoras de información en permanente necesidad de insumos y soporte técnico y se les considera como instrumentos de análisis complementarios a los razonamientos abstractos.

Quizá los aspectos más importantes de esta nueva manera de concebir los modelos urbano-regionales son, primero, que los modelos no son capaces de representar en su totalidad la complejidad de las estructuras socio-espaciales sino tan sólo algunas de sus principales características y segundo, que los modelos no resuelven ningún problema espacial ni social, sino que sólo ofrecen información limitada, pero valiosa, sobre probables escenarios futuros del sistema urbano-regional.

Esta información facilita el análisis de complejos aspectos de planeación relacionados principalmente con la localización espacial y sectorial de inversiones públicas y privadas: distribución de viviendas, empleo, comercios, oficinas, áreas recreativas, servicios educativos o de salud, transporte e infraestructura física y otros.

Los modelos permiten explorar diversos escenarios de política urbana y regional, identificar las áreas y los grupos de población que se benefician o resultan perjudicados en cada escenario, evaluar decisiones de planeación (pasadas y futuras) sobre limitadas pero claras bases analíticas y comparar y evaluar diversas alternativas de planeación asumiendo diferentes acciones y políticas antes de que tales acciones y/o políticas sean puestas en práctica.

Aunque los modelos resultan sumamente útiles para entender mejor los procesos y avanzar en su explicación, su papel principal en la planeación de ciudades y regiones es tanto prescriptivo como predictivo.

Los modelos ofrecen una estructura objetiva para que el planificador evalúe y prescriba las acciones más adecuadas a sus objetivos de planeación. En este proceso de evaluación-prescripción se requiere con frecuencia usar los modelos con fines predictivos para generar y evaluar escenarios que permitan comparar las bondades de diferentes soluciones de planeación. Estas comparaciones se realizan usualmente en términos relativos, lo que sugiere que los valores producidos por los modelos no necesitan ser correctos ni precisos en términos del problema analizado para ser útiles.

4.2 Modelo urbano-regional

Objetivo del modelo: lograr un modelo globalizador de la realidad urbano-regional que posea a la vez ciertas características dinámicas. Entre la estructura urbana y la regional se pueden establecer múltiples relaciones. Este sistema interrelacionado se puede desarrollar en el tiempo basándose en la hipótesis de que la dinámica de desarrollo interno de una ciudad es función de las variables regionales.

De esta forma, la ciudad se puede considerar como un sistema que alcanza un estado de equilibrio interno dadas ciertas condiciones externas: al cambiar éstas, la ciudad también cambia, llegando a un nuevo estado de equilibrio. Este proceso es continuo pero se puede dividir en etapas. Es posible construir un modelo que simule el desarrollo dinámico de estas condiciones externas y que a la vez esté ligado a un modelo estático de la estructura interna de la ciudad.

Como se requiere describir la estructura urbana, sólo se incluyen en el modelo regional aquellas variables que se consideren relevantes. Es importante señalar que un modelo estructurado en esta forma no corresponde propiamente a un modelo dinámico pero podría definirse como quasi-dinámico.

Se consideran como variables fundamentales: población y empleo, este último se considera a su vez dividido en sectores económicos. La población representa las

E_j^m = número de empleos en cada ciudad j y sector m durante el periodo t
 P_j^t = habitantes de la ciudad j durante el periodo t

El propósito de este modelo es simular los niveles de empleo y población para cada ciudad a través del tiempo, es decir, los elementos calculados son:

4.3 Modelo regional

La inversión puede considerarse como una variable de control (y por lo tanto exógena en cada periodo), la forma en que se desarrolle en el tiempo reflejará una política de inversión y por lo tanto puede ser estimada, ya sea directamente o a través de la proyección de una serie histórica.

La inversión generará empleo, de manera que las características económicas del sistema serán modificadas por la inversión en cada ciudad y sector económico, aunque su efecto no es directo debido a que una inversión no generará empleo necesariamente en la misma ciudad y sector en que ha sido localizado sino que puede generarlo en cualquier otro lugar.

El cambio del empleo se puede considerar como función de la inversión en cada ciudad (la cual es una variable exógena desde el punto de vista regional). La inversión fluye de un sector a otro y de una ciudad a otra; al producirse flujos, estas características cambian, generando un sistema que se desarrolla en el tiempo.

El crecimiento de la población se supone en función de una serie histórica de tasas de natalidad y mortalidad, a su vez afectadas por condiciones socioculturales y en función de los movimientos migratorios interregionales. La migración se considera como función de la demanda de empleo en cada ciudad.

características demográficas del sistema regional, mientras que el empleo representa las características económicas.

Cada periodo t es simulado como función de un periodo anterior $t-1$ y como función de los niveles de población y empleo futuros más probables dada una política de inversión regional. El modelo puede entonces simular una serie histórica o simular las políticas de inversión. El modelo puede entonces simular una serie histórica o simular los niveles de población y empleo futuros más probables dada una política de inversión regional.

El modelo se divide en un submodelo de generación de empleo regional y un submodelo parcial demográfico, los cuales están relacionados porque la distribución de la población en cada periodo será una función de la distribución de empleo (ya que el empleo es un factor de atracción de la migración), el cual a la vez será una función de la inversión.

La región económica considerada debe estar dividida en un número z de subregiones (en este caso ciudades), las cuales estarán representadas por sus respectivos centros geográficos y relacionadas entre sí por una red de transporte regional.

Por lo tanto, se tienen los siguientes elementos:

- a) un número z de ciudades
- b) una matriz de accesibilidad D cuyos elementos característicos (d_{ij}) representarán la distancia promedio entre la ciudad i y la ciudad j , esta distancia se medirá en tiempo del viaje, costo o distancia a través de la red
- c) el número de empleos en cada ciudad y sector de la economía E_j , y
- d) población en cada ciudad P_i

4.3.1 Modelo de generación de empleo regional

Simula la cantidad de empleos en cada ciudad y sector económico en cada periodo. Este proceso se basa en los siguientes supuestos:

i) el empleo total es una función lineal de la inversión,

$$I \cdot \delta = E \quad \text{donde } I = \text{inversión}$$

$\delta = \text{una constante}$

$E = \text{empleo}$

ii) la inversión en cada periodo será una proporción constante del Producto Interno Bruto (PIB)

$$I = 'G \cdot \epsilon \quad \text{donde } 'G = \text{PIB en el tiempo } t$$

$$\epsilon = \text{proporción del PIB que se invierte en el tiempo } t$$

iii) La tasa de crecimiento anual del PIB es constante, tal que:

$$'G = 'G \cdot \alpha \quad \text{donde } \alpha = \text{tasa de crecimiento. Este supuesto puede ser}$$

modificado si se cuenta con evidencia suficiente de un comportamiento diferente.

iv) Una política económica macro-regional puede asignar la inversión a las diferentes ciudades y sectores. Esta condición se puede expresar como:

$$'I_m = 'I \cdot 'y_m \quad \text{donde } 'I_m = \text{inversión en el sector } m \text{ de la ciudad } i$$

$$'y_m = \text{proporción de la inversión que se gastará en el sector } m \text{ de la ciudad } i$$

v) El empleo generado no se localizará necesariamente en la misma ciudad ni sector en los que se realizó la inversión. El dinero invertido fluirá de una región a otra, de una ciudad a otra y de un sector a otro. Este proceso se puede llamar "flujo de inversión interregional e intersectorial" y se puede expresar en una matriz F que represente la cantidad de dinero que fluye de una ciudad de origen i y de un sector m a una ciudad de destino j y un sector n . Si consideramos, por ejemplo, dos ciudades y tres sectores, la matriz F sería del siguiente tipo:

Sector	Ciudad 1	1	2	3	$\sum_j 'I_j$
	Ciudad 2	1	2	3	
Ciudad 1	1	1	2	3	$\sum_m 'I_m$
	2	1	2	3	
Ciudad 2	1	1	2	3	$\sum_m 'I_m$
	2	1	2	3	
					$\sum_i \sum_m 'I_{i,m}$

donde

$$\sum_j \sum_n F_{ij}^{mn} = I_i^m$$

$$\sum_i \sum_m F_{ij}^{mn} = I_j^n$$

$$\sum_i \sum_j \sum_m \sum_n F_{ij}^{mn} = I \text{ (inversión total)}$$

vi) Si cada elemento de F se multiplica por su distancia correspondiente d_{ij} , se puede obtener una distancia promedio para cada sector:

$$d^m = (\sum_m \sum_i \sum_j F_{ij}^{mn} d_{ij}) / (\sum_m \sum_i \sum_j F_{ij}^{mn})$$

así como una distancia promedio para todos los sectores:

$$d^r = (\sum_i \sum_j \sum_m \sum_n F_{ij}^{mn} d_{ij}) / (\sum_i \sum_j \sum_m \sum_n F_{ij}^{mn})$$

Estos promedios representan el grado de movilidad de la inversión, considerando cada sector en el primer caso y todos los sectores en el segundo caso.

vii) El empleo en cada ciudad se puede obtener sumando todas las columnas de la matriz F y multiplicándolas por δ :

$$\sum_i \sum_m F_{ij}^{mn} \cdot \delta = E_j^n$$

viii) Derivada de la matriz F , se puede obtener una matriz C , que represente la proporción de dinero que fluye de un sector m a un sector n considerando que se invierte una unidad en el sector m . La matriz C puede ser llamada "Coeficientes de Inversión Intersectorial" y se obtiene de la siguiente forma:

$$C^{mn} = (\sum_i \sum_j F_{ij}^{mn}) / (\sum_n \sum_i \sum_j F_{ij}^{mn})$$

El objetivo del modelo de generación de empleo regional se enfoca entonces a la simulación de la matriz F . En tal caso, el método consistirá en encontrar la matriz F con la información disponible y construir a partir de ella la matriz C . La matriz F estará cambiando constantemente en el tiempo —por definición—, pero la matriz C será más estable. Sus valores cambiarán lentamente porque dependerán de factores como el cambio tecnológico o algunos otros factores socio-económicos relativamente más estables. La

simulación comenzará por predecir probables estados futuros del sistema, por lo cual será necesario suponer que la matriz C se mantendrá constante.

La simulación de la matriz F, para un estado futuro, se puede obtener usando un modelo de maximización de la entropía, que se basa en los siguientes datos de entrada:

- Una política de inversión expresada en la matriz ${}^t\gamma_i^m$
- Los coeficientes de inversión intersectorial expresados en la matriz C^{mn}
- El empleo en cada sector y ciudad ${}^tE_j^n$ en el año base t
- La matriz de accesibilidad d_{ij} y la distancia promedio d^n

La matriz F se puede calcular para cada periodo de la siguiente forma:

$${}^{t+1}F_{ij}^{mn} = {}^tI_i^m C^{mn} {}^tW_j^n \exp(-\beta^n d_{ij}) {}^tA_i^m$$

donde:

${}^{t+1}F_{ij}^{mn}$ = La cantidad de dinero que fluye de una inversión en la ciudad i, sector m, a un sector n de la ciudad j durante el tiempo t + 1

${}^tI_i^m$ = Magnitud de la inversión en el sector m de la ciudad i durante el tiempo t

C^{mn} = Coeficientes de inversión intersectorial

${}^tW_j^n$ = Atracción de la inversión del sector n de la ciudad j durante el tiempo t, calculada de la siguiente manera:

$${}^tW_j^n = ({}^tE_j^n / \sum_n {}^tE_j^n) + ({}^tE_j^n / \sum_j {}^tE_j^n)$$

Donde el primer factor del lado derecho de la ecuación representa el empleo localizado en la ciudad j y el sector n, dividido entre el empleo total de la ciudad. Este factor representa la importancia relativa del sector n en la ciudad j y por lo tanto, representa la especialización de la ciudad j. El segundo factor representa el

empleo localizado en la ciudad j y el sector n dividido por el empleo total del mismo tipo pero en la Macro-región. Representa, la importancia relativa de la ciudad j en el sector n a nivel macro-regional.

$\exp(-\beta^n d_{ij})$ = Función del costo del flujo de inversión entre el origen y el destino.

$'A_i^m$ = Factor de balance que se obtiene mediante la fórmula:

$$[\sum_j \sum_n 'W_j^n \exp(-\beta^n d_{ij})]^{-1}$$

Este factor garantiza que el total de flujos por cada ciudad de origen sea igual a la inversión realizada en cada una de las ciudades de origen.

β^n = Parámetro para cada sector n ; ajusta la importancia relativa de la distancia y de acuerdo con el supuesto vi), debe ser diferente para cada tipo de empleo. El valor exacto de β^n se determina por calibración, pero una buena aproximación se obtiene de la siguiente forma:

$$\beta^n = 1 / d^{-n}$$

Este parámetro representa la fricción de la distancia, es decir, la tasa a la cual el volumen de interacción entre las ciudades decrece mientras la distancia entre los centros se incrementa.

Finalmente, el incremento del empleo en el intervalo de tiempo $[t, t+1]$ se puede calcular como:

$${}^{t+1}E_j^n = \sum_i \sum_m {}^{t+1}F_{ij}^{mn} \delta - 'E_j^n$$

Donde δ es la misma constante definida en el supuesto i).

Una vez que se calcula el empleo en el tiempo $t+1$, se repite el mismo proceso para calcularlo en el tiempo $t+2$, de esta forma se genera una serie histórica que se puede continuar mientras se sigan teniendo en cuenta los principales supuestos del modelo.

Es necesario hacer notar que la información necesaria para construir la matriz F no se encuentra disponible directamente. Una derivación analítica puede ser hecha con un modelo de maximización de la entropía, utilizando la información disponible de empleo e inversión como se verá a continuación.

4.3.2 Derivación analítica de la matriz de flujos de inversión interregional e intersectorial (F_{ij}^{mn})

Los elementos necesarios para el calculo de esta matriz son:

- I_i^m = Inversión en la ciudad i y sector m (dado)
- E_j^n = Empleo generado en el sector n de la ciudad j (dado)
- c_{ij} = Costo de inversión entre las ciudades i y j (dado)
- C = Costo total de inversión
- δ = Inversión necesaria para generar un empleo (constante dada)

$$\delta = (\sum_i \sum_m I_i^m) / (\sum_j \sum_n E_j^n)$$

Se deben de satisfacer las siguientes condiciones:

$$1) \sum_j \sum_n F_{ij}^{mn} = I_i^m \tag{1}$$

$$2) \sum_i \sum_m F_{ij}^{mn} = E_j^n \cdot \delta \tag{2}$$

$$3) \sum_i \sum_j \sum_m \sum_n F_{ij}^{mn} c_{ij} = C \tag{3}$$

Estas condiciones representan las restricciones de la matriz F. Si se considera que $W(\{F_{ij}^{mn}\})$ representa el número de posibilidades de las cuales se puede seleccionar un elemento F_{ij}^{mn} , se puede llamar C_b^a al número de combinaciones que resulten de elegir b elementos de un total de a posibles.

Tenemos entonces que:

$$W(\{F_{ij}^{mn}\}) = C_{11}^F \cdot C_{12}^{F-F_{11}} \cdot C_{13}^{F-F_{11}-F_{12}} \cdot \dots \tag{4}$$

en forma más explícita:

$$W(\{F_{ij}^{mn}\}) = (F! / (F_{11}! (F - F_{11})!)) \cdot ((F - F_{11})! / (F_{11}! (F - F_{11} - F_{11})!)) \cdot \dots \quad (5)$$

simplificando:

$$W(\{F_{ij}^{mn}\}) = (F! / (F_{11}! F_{11}! F_{11}! \dots)) = (F! / (\prod_{ijmn} F_{ij}^{mn}!)) \quad (6)$$

La expresión de W es una función de la matriz F_{ij}^{mn} , la cual satisface las restricciones 1, 2 y 3. Esta matriz es desconocida y no hay sólo una que satisfaga las mismas condiciones por lo que, siguiendo el principio de Shannon de *maximización de la entropía*, la matriz más probable F_{ij}^{mn} será aquella que maximice la ecuación (6).

Para encontrar este máximo, bajo las restricciones ya planteadas, se utiliza el método de Lagrange. Ya que cualquier función de W es útil, el método se aplica a $l_n W$.

$$L = l_n W + \sum_i \sum_m \lambda_i^{m(1)} (I_i^m - \sum_j \sum_n F_{ij}^{mn}) + \sum_j \sum_n \lambda_j^{n(2)} (E_j^n - \sum_i \sum_m F_{ij}^{mn}) + \beta (C - \sum_i \sum_j \sum_m \sum_n F_{ij}^{mn} c_{ij}) \quad (7)$$

donde $\lambda_i^{m(1)}$, $\lambda_j^{n(2)}$ y β son los múltiplos de Lagrange. Usando la aproximación de Stirling para estimar los términos factoriales:

$$l_n A! = A l_n A - A \quad (8)$$

Para maximizar L y con ello encontrar la distribución más probable de F_{ij}^{mn} , se deben encontrar las soluciones de:

$$\partial L / \partial F_{ij}^{mn} = 0 \quad (9)$$

junto con las restricciones (1), (2) y (3). Tenemos entonces que:

$$\partial l_n A! / \partial A = l_n A \quad (10)$$

Seguendo la ecuación (6), $W(\{F_{ij}^{mn}\}) = (F! / (\prod_{ijmn} F_{ij}^{mn}!))$ se obtiene:

$$l_n W(\{F_{ij}^{mn}\}) = l_n F! - \sum_i \sum_j \sum_m \sum_n F_{ij}^{mn} ! \quad (11)$$

Por lo tanto:

$$\partial l_n W(\{F_{ij}^{mn}\}) / \partial F_{ij}^{mn} = \partial F_{ij}^{mn} ! / \partial F_{ij}^{mn} = -l_n F_{ij}^{mn} ! \quad (12)$$

Seguendo la ecuación (10), tenemos:

$$\partial L / \partial F_{ij}^{mn} = -l_n F_{ij}^{mn} - \lambda_i^{m(1)} - \lambda_j^{n(2)} - \beta c_{ij} \quad (13)$$

Lo cual implica que:

$$F_{ij}^{mn} = \exp (-\lambda_i^{m(1)} - \lambda_j^{n(2)} - \beta c_{ij}) \quad (14)$$

Reemplazando la expresión de F_{ij}^{mn} en las ecuaciones (1) y (2), se obtiene:

$$\begin{aligned} \sum_j \sum_n \exp (-\lambda_i^{m(1)} - \lambda_j^{n(2)} - \beta c_{ij}) &= \\ = \exp (-\lambda_i^{m(1)}) \sum_j \sum_n \exp (-\lambda_j^{n(2)} - \beta c_{ij}) &= I_i^m \end{aligned} \quad (15)$$

$$\begin{aligned} \sum_i \sum_m \exp (-\lambda_i^{m(1)} - \lambda_j^{n(2)} - \beta c_{ij}) &= \\ = \exp (-\lambda_j^{n(2)}) \sum_i \sum_m \exp (-\lambda_i^{m(1)} - \beta c_{ij}) &= E_j^n \cdot \delta \end{aligned} \quad (16)$$

De donde:

$$\exp (-\lambda_i^{m(1)}) / I_i^m = [\sum_j \sum_n \exp (-\lambda_j^{n(2)} - \beta c_{ij})]^{-1} = A_i^m \quad (17)$$

$$\exp (-\lambda_j^{n(2)}) / E_j^n \cdot \delta = [\sum_i \sum_m \exp (-\lambda_i^{m(1)} - \beta c_{ij})]^{-1} = B_j^n \quad (18)$$

Las cuales, reemplazadas en la ecuación (14) resultan:

$$F_{ij}^{mn} = I_i^m E_j^n \cdot \delta \exp(-\beta c_{ij}) A_i^m B_j^n \quad (19)$$

donde F_{ij}^{mn} = Flujo de inversión de origen en la ciudad i y sector m y destino en la ciudad j y sector n

I_i^m = Inversión en el ciudad de origen i y sector m

E_j^n = Empleo generado en el sector n y ciudad j

c_{ij} = Costo de inversión de i a j

β = Parámetro que representa la fricción de la distancia de los flujos de inversión (por ser calibrado)

$$A_i^m = [\sum_j \sum_n E_j^n \cdot \delta \exp(-\beta c_{ij}) B_j^n]^{-1} = \text{Factor de balance} \quad (20)$$

$$B_j^n = [\sum_i \sum_m I_i^m \exp(-\beta c_{ij}) A_i^m]^{-1} = \text{Factor de balance} \quad (21)$$

Estos factores de balance garantizan que se cumplan las condiciones 1 y 2.

4.3.3 Técnica de calibración de Hyman para el parámetro β del modelo de interacción espacial doblemente restringido con función de costo exponencial

El modelo particular para el cual se aplica esta técnica es el modelo de interacción espacial doblemente restringido que formalmente se puede escribir de la siguiente manera:

$$T_{ij} = A_i O_i B_j D_j \exp(-\beta c_{ij}) \quad (1)$$

Donde T_{ij} es el total de flujos de interacción entre las ciudades i y j , A_i y B_j son los factores de balance (también llamados de normalización) definidos como:

$$A_i = [\sum_j B_j D_j \exp(-\beta c_{ij})]^{-1} \quad (2)$$

$$B_j = [\sum_i A_i O_i \exp(-\beta c_{ij})]^{-1} \quad (3)$$

O_i es el flujo que se origina en la ciudad i ,

D_j es el flujo que tiene como destino la ciudad j ,

c_{ij} es el costo de “viajar” entre las ciudades i y j ,

β es el parámetro de fricción de la distancia.

Se asume que los resultados de la interacción se encuentran disponibles en la forma de un grupo de flujos observados N_{ij} , entre las ciudades i y j . Se deben considerar dos restricciones que operan sobre T_{ij} tales que:

$$\sum_i T_{ij} = \sum_i N_{ij} = D_j \quad (4)$$

$$\sum_j T_{ij} = \sum_j N_{ij} = O_i \quad (5)$$

Es decir, que el total de flujos de salida de la red, sea igual al total de flujos de llegada.

El problema de la calibración, se reduce ahora a encontrar una aproximación para β , tal que el valor de los T_{ij} 's obtenidos de la ecuación (1) sea, con base en algún criterio, una representación aproximada de los flujos observados N_{ij} . Uno de esos criterios es el de *máxima verosimilitud* que se usa a continuación. Una vez que se fija un valor para β , los valores de A_i y B_j se pueden encontrar usando iterativamente las ecuaciones (2) y (3).

$$c^* = \sum_{ij} N_{ij} c_{ij} / \sum_{ij} N_{ij}$$

Sea c^* la media del costo de "viaje" observada definida como:

donde: $T = \sum_{ij} T_{ij}(\beta)$ es la misma para toda β por virtud de (2) y (3).

$$(6) \quad c = c(\beta) = \sum_{ij} T_{ij}(\beta) c_{ij} / T$$

se puede definir como:

Como A_i y B_j en (1) están determinadas por las condiciones (4) y (5), T_{ij} debe ser considerada como una función de β , de tal manera que c (la media del costo de "viaje")

más general.

Este resultado también ha sido obtenido por Evans (1971) usando una aproximación por *maxima verosimilitud* y por Kirby (1974) como un caso particular de su aproximación

$$\sum_{ij} T_{ij} c_{ij} = \sum_{ij} N_{ij} c_{ij}$$

y los estimados sean iguales, i.e.

el criterio para calibrar β es elegir el valor tal que se cumpla que los valores observados

$$f(c_{ij}) = \exp(-\beta c_{ij})$$

de costo es de la forma exponencial:

Este método sigue una aproximación Bayesiana para la derivación del criterio de calibración y muestra, en el caso de un modelo doblemente restringido, donde la función

anteriores.

El método de calibración de Hyman involucra una serie convergente de aproximaciones para β donde el nuevo valor se obtiene por interpolación lineal de los dos resultados

$$\beta_{m+1} = (c^* - c_{m-1}) \beta_m - (c^* - c_m) \beta_{m-1} / (c_m - c_{m-1}) \quad (8)$$

Usando este valor para β_2 , se repite el proceso anterior, evaluando A_1 , usando el valor actual de β_j e iterando como antes hasta que los valores de A_j y B_j se estabilicen. Esto produce una nueva media del costo de "viaje" (c_2). En esta etapa y en las subsecuentes, Hyman usa una fórmula de convergencia más rápida para generar aproximaciones mejoradas de β :

$$\beta_2 = (c_1 \beta_1) / c^* \quad (7)$$

Para empezar con β_1 , se toma una aproximación inicial del valor de β . En la práctica, $1/c^*$ ha mostrado ser una primera aproximación útil. Usando este valor para β_1 y tomando a $B_1 = 1$ inicialmente, se puede encontrar una solución para A_1 en la ecuación (2), usando este nuevo valor para A_1 , B_1 puede ser re-evaluada con la ecuación (3). Este proceso continúa hasta que los cambios en las A_j 's y B_j 's entre cada iteración estén bajo los límites prescritos. Un nuevo valor para la media del costo de "viaje" (c_1) se puede obtener usando la ecuación (6). Para mejorar la exactitud de β_1 , c_1 se compara con la media del costo observada (c^*). Para generar una nueva aproximación de β , Hyman usa la fórmula:

relativamente directo teóricamente hablando, es una técnica muy poderosa.

Hyman sugiere un método por el cual se puede encontrar β . Este método, aunque es *máxima verosimilitud* del verdadero valor de β .

Evans ha mostrado que c es una función de β estrictamente decreciente asegurando que se satisfagan las ecuaciones (4) y (5). De aquí que a cada valor de c le corresponde un único valor de β . Sea $\hat{\beta}$ el valor tal que $c(\hat{\beta}) = c^*$. Evans muestra que $\hat{\beta}$ es el estimador de

Ya que $\exp(0) = 1$, (Baxter y Williams, 1972) se tiene que:

$$c_0 = \sum_{ij} c_{ij} T_{ij} / \sum_{ij} T_{ij} = (\sum_{ij} c_{ij} A_j B_j O_j D_j \exp(0)) / \sum_{ij} O_j \quad (9)$$

forma:

El costo medio del "viaje" c_0 , asociado con $\beta = 0$, se puede evaluar de la siguiente

siempre es positivo, esto implica que β debe ser también mayor que cero. consecuentemente, es necesario que $\exp(-\beta c_{ij})$ decrezca mientras c_{ij} aumenta. Ya que c_{ij} modelos postula que las interacciones decrecen si el costo de "viaje" se incrementa, costo de los flujos calculados se ajuste a los datos observados. La teoría detrás de estos Por lo anterior, siempre se puede encontrar un valor de β que haga que la media del

$$c_{min} < c^* < c_{max}$$

observada, tenemos que:

para una matriz dada de costos de "viaje". Como es necesaria una matriz de costos distribución de flujos podría obtener satisfaciendo las restricciones de origen y de destino Los valores de c_{min} y c_{max} son el valor mínimo y máximo del costo total que cualquier

$$\beta \rightarrow -\infty \Rightarrow c \rightarrow c_{max}$$

$$\beta \rightarrow +\infty \Rightarrow c \rightarrow c_{min}$$

Evans (1971) ha probado que hay valores límites de c , tales que:

Modificaciones y detalles prácticos

prescritos.

Para toda $m > 2$. Aquí, β_m es la m -ésima aproximación de β . Se repite el procedimiento completo hasta que la diferencia en los valores sucesivos de β_m esté bajo los límites

El segundo término puede ser considerado un factor de corrección de β_m y como tal, requerirá pocos dígitos significativos mientras se acerca al número de convergencia.

$$\beta_{m+1} = \beta_m + (c^* - c_m)(\beta_m - \beta_{m-1}) / (c_m - c_{m-1}) \quad (11)$$

Una desventaja aparente de este método es que mientras se aproxima la convergencia, la ecuación (8) requiere la sustracción de dos cantidades casi iguales, las cuales, cuando se usa una computadora, pueden perder exactitud a menos que se use doble precisión aritmética. Este problema se puede disminuir si la ecuación se escribe de la siguiente forma:

El método de calibración de Hyman se puede perfeccionar en varias formas. Ya se ha mostrado que c_0 (la media del costo de "viaje correspondiente a $\beta = 0$) puede ser encontrado sin tener que evaluar las interacciones de las A_i 's y B_j 's, por lo tanto, $\beta = 0$ y c_0 pueden ser tomados como valores iniciales. Esto significa que cuando c_1 ha sido evaluado, la ecuación (10) puede ser utilizada inmediatamente para evaluar β_2 . Esto acelera el proceso completo de calibración. El uso de la ecuación (8), (la fórmula de la interpolación lineal) se conoce en análisis numérico como el método de la secante.

c_0 corresponde a la media del costo de los flujos estimados sin efectos de fricción de la distancia o aversión al "viaje". Para β positiva, el costo medio del "viaje" observado (c^*) debe estar en el rango (c_{min} , c_0). Los puntos c_{min} y c_{max} pueden ser evaluados usando cualquier método para la solución del problema de interacción. Sin embargo, no es necesario evaluar c_{max} y c_{min} en la práctica cuando se calibra β para una c^* dada. Este típico se cubre en la mayoría de los libros de programación lineal, (por ejemplo Gass, 1958).

$$c_0 = (\sum_j c_j^0 Q_j D_j) / T^2 \quad (10)$$

Otra desventaja más seria es que el método de la secante no garantiza convergencia en todos los casos. Batty (1971) ha mostrado que si las aproximaciones iniciales no están lo suficientemente cerca del valor correcto, entonces la convergencia —si ocurre— puede ser lenta inicialmente. En la práctica, valores realistas de la media del costo de “viaje” (c^*) no divergen muy seguido. En general, las aproximaciones iniciales β_0 y β_1 descritas anteriormente son suficientes para garantizar una convergencia rápida.

La ecuación (7) es siempre convergente, puede ser usada inicialmente y cuando los valores β_m empiecen a converger, el método de la secante (ecuación 11), puede ser usada para acelerar dicha convergencia.

4.4 Modelo demográfico

El propósito de este modelo es simular los niveles de población en el sistema regional usando la información provista por el modelo de generación de empleo regional ya descrito. En términos muy generales se puede decir que el cambio en el nivel de población en cierta región será función de las tasas de natalidad, de mortalidad y de los movimientos migratorios que afecten a la región.

Las tasas de natalidad y mortalidad dependen de muchos factores tales como la fecundidad, edad, tipo de trabajo, ingresos, educación, religión, clima, condiciones ambientales y servicios de salud disponibles. Debido a que estos factores son complicados y numerosos, la construcción de un modelo para simular su comportamiento sería extremadamente difícil. Tomando ventaja de su comportamiento más bien estable en el tiempo, la extrapolación —usando métodos estadísticos— provee un buen ajuste con las series históricas.

Una manera adecuada de hacer esto es ajustando un polinomio de grado alto a la curva de tasas de natalidad y mortalidad acumuladas de cada región, el cual puede ser obtenido

usando el método de mínimos cuadrados. Por ejemplo, un polinomio de quinto grado tendría la siguiente forma:

$$y = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + a_3 x^3 + a_4 x^4 + a_5 x^5 \quad (1)$$

donde:

y = tasa acumulada

x = año - año base ($t - t_{base}$)

a = grupo de parámetros a ser estimados por el método de mínimos cuadrados

En el caso de migración, es posible construir un modelo para explicar su comportamiento. Se han construido varios de estos modelos en el pasado, entre los cuales se puede mencionar el trabajo de Ravenstein (1885) que usó una analogía con la ley de la Gravitación de Newton, Zipf (1949), Lowry (1966) y Rogers (1965), todos construidos con una base similar.

Los siguientes factores que afectan la migración deben ser considerados:

i) La atracción de la ciudad de destino. Esta fuerza puede ser positiva en el caso de una gran demanda de trabajo, o negativa en el caso de un alto nivel de desempleo. Como consecuencia, la atracción puede ser medida por la relación entre el empleo y la población de cierta ciudad en un cierto periodo de tiempo.

ii) La función de la distancia, la cual afecta la migración reduciendo sus posibilidades a largas distancias.

iii) La competencia de otras regiones que también atraen migrantes, considerando la accesibilidad de estas ciudades.

Expresada en forma matemática, la probabilidad de migrar sería:

$$\text{Pr: } {}^{t+1}M_{ij} = ([{}^tW_j]^\phi \exp(-\beta c_{ij})) / (\sum_j [{}^tW_j]^\phi \exp(-\beta c_{ij})) \quad (2)$$

donde:

$\text{Pr: } {}^{t+1}M_{ij}$ = Migración probable de la ciudad i a la ciudad j durante t+1

tW_j = Atracción de la ciudad j durante el tiempo t

c_{ij} = Costo de migrar entre las ciudades i y j

β, ϕ = Parámetros

El factor de atracción tW_j se asume como la relación entre el empleo y la población de la siguiente forma:

$${}^tW_j = {}^tE_j / {}^tP_j = \text{Tasa bruta de participación económica} \quad (3)$$

donde:

tE_j = empleo en la ciudad j durante t

tP_j = población en la ciudad j durante t

Esta probabilidad de migrar representa una cadena de Markov:

Definición: Una *Cadena de Markov* es un tipo especial de proceso estocástico, que se puede describir de la siguiente manera: En cualquier instante de tiempo n dado, cuando el estado actual X_n y todos los estados previos X_1, \dots, X_{n-1} del proceso son conocidos, las probabilidades de los estados futuros X_j ($j > n$) dependen solamente del estado actual X_n y no dependen de los estados anteriores X_1, \dots, X_{n-1} . Formalmente, una cadena de Markov es un proceso estocástico tal que para $n = 1, \dots, m$ y para cualquier sucesión posible de estados x_1, x_2, \dots, x_{n+1} , $\text{Pr}(X_{n+1} = x_{n+1} \mid X_1 = x_1, X_2 = x_2, \dots, X_n = x_n) = \text{Pr}(X_{n+1} = x_{n+1} \mid X_n = x_n)$.

Definición: La sucesión de observaciones x_1, x_2, \dots, x_n se denomina *Proceso estocástico o Proceso aleatorio*, porque los valores de estas observaciones no se pueden predecir exactamente de antemano, pero se pueden especificar las probabilidades para los distintos valores posibles en cualquier instante del tiempo (DeGoot, 1988).

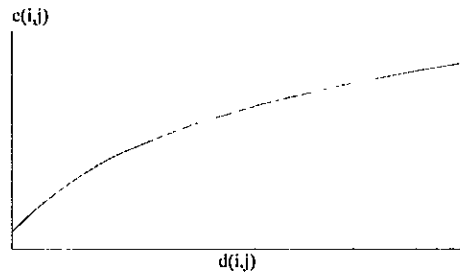
El costo de migración (c_{ij}) no puede ser considerado como una función lineal de la distancia. De hecho, hay un costo inicial de migración alto, de tal manera que un movimiento migratorio corto tendrá un costo más alto por unidad de distancia que uno largo. Los valores de c_{ij} pueden ser obtenidos con la siguiente función:

$$c_{ij} = (d_{ij})^\lambda \quad (4)$$

donde:

λ = parámetro por ser calibrado (≤ 1)

El efecto de esta función se puede ver en la siguiente figura:



Efecto de la distancia en el costo de migración entre las regiones

El parámetro β en la función de costo de migración debe ser obtenido a través de la calibración, pero una buena aproximación puede ser obtenida de la forma:

$$\beta \cong 1 / \bar{d} \quad (5)$$

donde \bar{d} representa la distancia promedio de migración. Esta debe ser obtenida de una tabla de migración disponible.

Este modelo de migración se puede combinar con las tasas de natalidad y mortalidad, de tal forma que la ecuación final del modelo demográfico será:

$${}^{t+1}M_{ij} = {}^tP_i (1 + {}^tB_i - {}^tD_i) ({}^tE_j / {}^tP_j)^\phi \exp(-\beta c_{ij}) {}^tA_i \quad (6)$$

donde:

$$\begin{aligned} {}^{t+1}M_{ij} &= \text{Migración de la ciudad } i \text{ a la ciudad } j \text{ durante el tiempo } t+1 \\ {}^tP_i &= \text{Población viviendo en la ciudad } i \text{ al tiempo } t \\ {}^tB_i &= \text{Tasa de natalidad de la ciudad } i \text{ durante el tiempo } t \\ {}^tD_i &= \text{Tasa de mortalidad de la ciudad } i \text{ durante el tiempo } t \\ c_{ij} &= \text{Costo de migración entre las ciudades } i \text{ y } j \\ {}^tA_i &= [\sum_j ({}^tE_j ({}^tP_j)^{-1})^\phi \exp(-\beta c_{ij})]^{-1} = \text{factor de balance} \\ {}^tE_j &= \text{Empleo en la ciudad } j \text{ al tiempo } t \end{aligned} \quad (7)$$

Finalmente, la población en cada ciudad es calculada como:

$${}^{t+1}P_i = \sum_j {}^{t+1}M_{ij} \quad (8)$$

4.5 Variables y fuentes de información utilizadas en el modelo urbano-regional

Para el desarrollo de los modelos de interacción espacial, se consideraron las siguientes variables:

- Formación bruta de capital fijo por ciudad y sector de actividad económica. Es el valor de los activos fijos comprados por las unidades económicas durante el año de referencia del Censo, que haya sido nacionales o importados, nuevos o usados, tales como: maquinaria y equipo de producción, edificios, locales y otras construcciones e instalaciones, unidades y equipos de transporte, mobiliarios, equipos de oficina y otros bienes. A este valor se deduce el de los ingresos obtenidos por la venta de activos fijos en el mismo periodo. Incluye el valor de las renovaciones, mejoras y reformas mayores realizadas en el año de referencia del Censo a los activos fijos y que prolongan su vida útil en más de un año o su productividad, así como los activos fijos producidos en ese periodo por las unidades económicas para uso propio. Esta variable representa la inversión privada y es la que se usa en el modelo como I_m^1 (inversión en

la zona de origen i y sector m) pues no se cuenta con la información de la inversión pública a este nivel de desagregación.

- Personal ocupado total promedio por ciudad y sector de actividad económica. Es la suma de los promedios de personal ocupado total de cada unidad económica. El promedio de cada unidad económica se calcula dividiendo entre dos la suma del personal ocupado total que se obtuvo en dos fechas (30 de junio y 31 de diciembre de 1993). En los casos de las unidades económicas que por alguna razón no reportaron los datos, el promedio del personal ocupado será igual al número de personas que laboraron en la fecha en que sí se tiene dato. Esta variable se utilizó como E_j^n (empleo generado en la ciudad j y sector n).

Fuente de las dos variables anteriores: INEGI, XIV Censo Industrial y XI Censo Comercial y de Servicios por estado, 1993.

- Distancia en kilómetros entre pares de ciudades por carretera y por la vía más corta, calculada directamente por el equipo de investigación del CONAPO, con base en mapas elaborados por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 1994. Con estos datos se elaboró la matriz de costos c_{ij} (costo de la inversión).
- Población total por ciudad (P_i). Fuente: Censo 95 de Población y Vivienda, Resultados definitivos, Tabulados básicos por estado, 1996.

Tasas de natalidad (B_i) y de mortalidad (D_i) por ciudad. Fuente: Secretaría de Salud. Bases de información para la salud, cifras municipales 1994, México, marzo 1996.

4.6 Resultados del modelo urbano-regional

Debido a que no se contaba con la información necesaria para construir la matriz de flujos de inversión interregional e intersectorial (F), fue necesario aplicar el modelo de

interacción espacial para tener dicha matriz en el tiempo inicial, en este caso 1993, a partir de la información de inversión y empleo proporcionada por los Censos Económicos de 1993 y de la matriz de costos. A continuación se presentan las matrices resultantes.

4.6.1 Matriz de flujos de inversión interregional e intersectorial

En los Cuadros 26 al 28 se presentan los insumos necesarios para la obtención de los flujos de inversión, los cuales se muestran en el Cuadro 29.

En el Cuadro 27 se muestra también la constante δ que representa la inversión necesaria para generar un empleo en la Macro-región, en este caso es de 4.72 mil pesos, este costo es el mismo para la generación del empleo en cualquiera de los tres sectores considerados (manufactura, comercio o servicios).

Cabe hacer notar que se cumplió con las restricciones de este modelo, es decir, los totales por ciudad de origen son iguales al empleo multiplicado por la constante δ y los totales por ciudad de destino son iguales al total de la inversión realizada en cada ciudad, este resultado fue posible gracias al buen ajuste de los parámetros, lo cual demuestra que la técnica de Hyman para la calibración es un buen método.

Asimismo, llama la atención el hecho de que la ZMG (Zona Metropolitana de la Ciudad de Guadalajara) atrae una gran proporción de los flujos de cada ciudad en los tres sectores considerados, lo cual muestra también que es la ciudad de mayor jerarquía o importancia dentro del grupo de ciudades analizado. El resto de ciudades, tiene una distribución de flujos de acuerdo con la actividad económica en la que se especializan (Capítulo 2).

Con estos resultados se puede apreciar la validez y utilidad de un modelo doblemente restringido para conocer la distribución de los flujos cuando solo se conocen los totales por origen y por destino.

Matriz de flujos de inversión interregional e intersectorial.

lim = inversión en la zona de origen i y sector m, 1993
(Miles de pesos)

ZM Aguascalientes	164,117.2	Lagos de Moreno	31,375.8
01001	62,728.1	14053	11,861.2
	129,167.9		1,466.2
ZM Colima	8,421.8	Ocotlan	22,020.2
06002	14,770.7	14063	3,438.7
	31,916.6		1,999,832.6
ZM Manzanillo	2,670.5	Tepic	4,600.2
06007	4,697.3	14093	3,158.2
	10,329.5		3,903.7
ZM Tecomán	8,428.8	Puerto Vallarta	746.1
06009	3,928.7	14067	10,580.8
	1,775.6		300,245.2
ZM Acámbaro	730.8	Cd. Hidalgo	1,080.4
11002	2,429.2	16034	1,674.1
	1,184.2		1,509.6
ZM San Miguel de Allende	4,379.6	Lazaro Cardenas	181,437.4
11003	2,907.5	16032	9,203.9
	2,933.2		9,735.2
ZM Colima	122,102.0	Morelia	59,898.0
11007	23,249.1	16053	50,176.5
	28,146.4		58,421.9
ZM Conazar	15,127.2	La Piedad	7,164.3
11011	2,383.1	16069	2,492.5
	2,137.2		4,549.8
ZM Guanajuato	828.1	Salvayo	1,403.6
11015	(2,556.7)	16076	1,785.1
	3,878.8		1,201.4
ZM Jalisco	80,092.8	Uruapan	38,167.3
11017	22,658.1	16102	12,729.1
	17,818.3		19,449.5
ZM Leon	188,797.8	Zitacuaro	4,634.4
11020	74,878.3	16112	3,677.9
	71,348.0		1,844.5
ZM Salamanca	21,214.0	Apatzingan	1,190.1
11027	6,180.5	16006	3,675.9
	21,354.2		3,616.0
ZM Silao	13,776.9	ZM Zamora	53,809.5
11037	6,357.3	16103	12,953.9
	2,151.8		32,120.3
ZM Valle de Santiago	412.3	Tepic	20,120.7
11042	670.7	18017	22,647.2
	4,806.7		31,961.9
ZM Cd. Guzman	5,174.8	Fresnillo	7,805.6
14023	3,029.8	33010	6,402.2
	1,184,388.8		5,612.3
ZM Guadaluajara	339,437.0	ZM Zacatecas	8,866.5
14039	313,327.6	33056	12,080.1
			10,006.7

Cuadro 37
Ejrn = Empleo generado en el sector r.u.y zona s. 1993

ZN Ags Manufactura	01001 Comercio	30,974	29,038	ZN Cohima Manufactura	06002 Comercio	8,568	9,351	Marzanillo Manufactura	66007 Comercio	4,439	6,695	Tecoman Manufactura	06009 Comercio	4,461	2,265	Acumbato Manufactura	11002 Comercio	3,235	1,938	San Miguel de Allende Manufactura	11003 Comercio	3,373	3,012	Cdya Manufactura	11007 Comercio	16,504	17,701	18,046
43,833				830																								
Conzar Manufactura	11011 Comercio	2,616	1,149	Guanajuato Manufactura	11015 Comercio	3,800	3,905	Ipacua Manufactura	11017 Comercio	16,889	11,259	ZN Leon Manufactura	11020 Comercio	52,604	37,805	Salamanca Manufactura	11027 Comercio	8,182	5,452	Silao Manufactura	11027 Comercio	1,345	2,935	Valle de Santiago Manufactura	11042 Comercio	731	2,426	1,370
3,149				1,150				18,503																				
Cd Guzman Manufactura	14023 Comercio	4,561	3,020	ZN Guadalupe Manufactura	14039 Comercio	169,181	133,000	Lagos de Moreno Manufactura	14053 Comercio	3,346	1,712	Ocotlan Manufactura	14063 Comercio	4,038	3,627	Tepehuan Manufactura	14093 Comercio	1,928	3,043	Puerto Vallarta Manufactura	14067 Comercio	1,047	7,922	Cd Hidalgo Manufactura	16034 Comercio	2,019	2,489	1,432
1,758				177,172				3,922																				
Lazaro Cardenas Manufactura	16052 Comercio	6,097	5,622	Morelia Manufactura	16033 Comercio	26,134	23,578	La Piedad Manufactura	16069 Comercio	3,881	3,129	Sahuayo Manufactura	16076 Comercio	2,992	2,251	Uruapan Manufactura	16102 Comercio	9,707	6,050	Zinacantan Manufactura	16112 Comercio	1,683	4,830	Apatzingan Manufactura	16906 Comercio	1,231	4,263	3,482
5,992				13,882				2,397																				
ZN Zamora Manufactura	18108 Comercio	9,988	7,013	Tepec Manufactura	18017 Comercio	14,248	11,384	Prenillo Manufactura	32010 Comercio	6,155	3,827	ZN Zacatecas Manufactura	32056 Comercio	3,229	10,335													
7,372				7,606				3,858																				

Cuadro 25
 54 = Matriz de covarianza (distancias en kilómetros entre pares de ciudades), 1994

Ciudad	ZM Aguascalientes	ZM Cobahua	ZM Manzanillo	Tecoman	Acambaro	San Miguel de Allende	Celaya	Corazar	Guanajuato	Impuato	ZM Leon	Salamanca	Silao	Valle de Santiago	Cd Guzman	ZM Guadaluajara
ZM Aguascalientes																
ZM Colima	523															
Manzanillo	99	523														
Tecoman	576	607	576													
Acambaro	329	516	614	569												
San Miguel de Allende	758	758	614	569	329											
Celaya	541	541	614	569	329	516										
Corazar	709	709	614	569	329	516	18									
Guanajuato	660	660	614	569	329	516	18	95								
Impuato	593	593	614	569	329	516	18	95	46							
ZM Leon	680	680	614	569	329	516	18	95	46	67						
Salamanca	640	640	614	569	329	516	18	95	46	67	87					
Silao	702	702	614	569	329	516	18	95	46	67	87	55				
Valle de Santiago	182	182	614	569	329	516	18	95	46	67	87	55	77			
Cd Guzman	349	349	614	569	329	516	18	95	46	67	87	55	77	477		
ZM Guadaluajara	258	258	614	569	329	516	18	95	46	67	87	55	77	477	124	
Lago de Moreno	86	466	565	519	243	221	243	243	225	234	229	296	251	187	187	134
Quotlan	342	267	426	320	319	431	347	295	283	347	229	296	251	187	187	134
Tepic	181	342	426	320	319	431	347	295	283	347	229	296	251	187	187	134
Puerto Vallarta	597	577	378	358	785	763	711	699	641	650	583	670	617	692	439	88
Cd Hidalgo	425	526	631	579	171	283	229	250	275	229	250	275	251	187	439	88
Lázaro Cárdenas	704	525	534	372	487	621	569	587	631	553	575	533	607	511	581	359
Morelia	324	427	522	480	72	203	203	169	176	130	197	110	152	88	530	361
Sanhuayo	284	284	357	245	245	202	150	168	208	89	152	109	184	87	230	193
Juarez	380	183	282	158	158	208	256	274	315	224	259	204	291	182	259	160
Zacatecas	470	344	443	397	217	355	303	321	363	285	305	265	337	241	308	346
Apaxtlan	430	373	672	626	210	256	392	410	399	276	276	236	284	234	496	507
ZM Zamora	523	453	552	486	263	444	392	410	399	276	276	236	284	234	496	507
Tepic	485	492	576	545	216	257	205	223	262	211	262	243	240	240	195	184
Fresnillo	191	644	697	620	320	623	599	628	529	558	471	558	580	580	581	327
ZM Zacatecas	130	583	667	656	459	409	385	373	315	324	257	344	366	366	442	318

CUADRO 28
 Cij = Matriz de costos (distancias en kilómetros entre pares de ciudades), 1994
 Continuación

Ciudad	Lagos de Moreno	Oceñán	Tepatlán	Puerto Vallarta	Cd Hidalgo	Lazaro Cárdenas	Mercúo	La Piedad	Sahuayo	Uruapan	Zitacuaro	Apatzámán	ZM Zamora	Tepe	Fresnillo	ZM Zacatecas
ZM Aguascalientes	86	342	181	597	423	704	324	284	380	474	470	323	337	485	191	130
ZM Colima	466	267	342	377	526	325	427	284	183	744	573	433	231	492	644	583
Manzanillo	565	366	426	278	631	334	522	383	282	443	672	532	330	576	743	667
Tecoman	519	320	395	338	579	272	480	480	236	397	626	486	284	545	697	636
Acámbaro	245	319	369	785	171	487	72	245	158	217	210	265	216	675	520	459
San Miguel de Allende	221	451	347	763	283	621	205	202	308	355	236	444	257	623	470	409
Celaya	169	245	295	711	250	569	151	150	256	303	184	392	205	599	446	385
Corazar	157	367	283	699	155	587	169	168	274	321	202	410	223	628	454	373
Guamajuato	97	507	225	641	175	651	176	208	315	361	399	450	267	529	376	315
Japupo	108	318	234	650	229	555	197	152	254	283	276	329	282	538	385	324
ZM León	41	251	167	585	296	575	110	109	204	263	343	394	211	471	318	257
Salamanca	128	338	254	670	209	533	110	184	291	357	375	426	245	558	405	344
Silao	73	283	201	617	251	607	152	87	182	241	234	287	240	580	427	366
Valle de Santiago	150	360	276	692	187	511	88	87	143	308	456	397	165	593	442	391
Cd Guzmán	318	202	201	439	449	581	350	250	160	346	507	435	184	227	379	318
ZM Guadalupe	201	82	83	339	460	555	361	195	291	346	384	433	252	450	277	216
Lagos de Moreno	•	213	117	540	337	616	238	193	66	203	388	292	90	309	461	400
Ocoelán	•	•	134	423	341	473	242	99	337	423	584	512	261	304	372	311
Tepatlán	•	•	•	422	337	632	438	270	337	499	846	774	523	166	718	657
Puerto Vallarta	•	•	•	•	799	804	700	532	499	685	846	774	523	166	718	657
Cd Hidalgo	•	•	•	•	•	479	99	283	318	213	47	312	251	687	614	555
Lazaro Cárdenas	•	•	•	•	•	•	380	423	450	270	526	243	383	910	893	834
Morelio	238	242	438	804	479	380	•	181	219	110	146	199	152	588	515	454
La Piedad	193	99	270	532	283	423	181	96	96	153	330	242	53	408	470	409
Sahuayo	291	66	237	499	318	450	219	110	180	180	365	270	67	387	577	516
Uruapan	346	203	423	683	213	270	110	153	180	•	256	89	115	573	623	502
Zitacuaro	384	388	584	846	47	526	146	350	365	256	•	359	298	734	661	600
Apatzámán	435	292	512	774	312	243	199	242	270	89	559	•	202	662	712	651
ZM Zamora	232	309	261	523	251	383	152	53	67	115	298	202	•	411	606	545
Tepe	450	309	304	166	687	910	588	408	387	573	734	662	411	•	606	545
Fresnillo	277	461	372	718	614	895	575	470	577	623	661	712	429	•	468	61
ZM Zacatecas	216	400	311	637	553	834	454	409	516	562	600	651	468	•	545	61

Country	Entity	ATI/US		ATI/China		ATI/India		ATI/Other		ATI/Other		ATI/Other		ATI/Other		ATI/Other		ATI/Other		ATI/Other	
		Income	Dividends	Income	Dividends	Income	Dividends	Income	Dividends	Income	Dividends	Income	Dividends	Income	Dividends	Income	Dividends	Income	Dividends	Income	Dividends
Australia	ABC Pty Ltd	1,234	567	1,234	567	1,234	567	1,234	567	1,234	567	1,234	567	1,234	567	1,234	567	1,234	567	1,234	567
	XYZ Pty Ltd	2,345	1,234	2,345	1,234	2,345	1,234	2,345	1,234	2,345	1,234	2,345	1,234	2,345	1,234	2,345	1,234	2,345	1,234	2,345	1,234
Canada	ABC Inc	3,456	1,234	3,456	1,234	3,456	1,234	3,456	1,234	3,456	1,234	3,456	1,234	3,456	1,234	3,456	1,234	3,456	1,234	3,456	1,234
	XYZ Inc	4,567	2,345	4,567	2,345	4,567	2,345	4,567	2,345	4,567	2,345	4,567	2,345	4,567	2,345	4,567	2,345	4,567	2,345	4,567	2,345
France	ABC SA	5,678	3,456	5,678	3,456	5,678	3,456	5,678	3,456	5,678	3,456	5,678	3,456	5,678	3,456	5,678	3,456	5,678	3,456	5,678	3,456
	XYZ SA	6,789	4,567	6,789	4,567	6,789	4,567	6,789	4,567	6,789	4,567	6,789	4,567	6,789	4,567	6,789	4,567	6,789	4,567	6,789	4,567
Germany	ABC AG	7,890	5,678	7,890	5,678	7,890	5,678	7,890	5,678	7,890	5,678	7,890	5,678	7,890	5,678	7,890	5,678	7,890	5,678	7,890	5,678
	XYZ AG	8,901	6,789	8,901	6,789	8,901	6,789	8,901	6,789	8,901	6,789	8,901	6,789	8,901	6,789	8,901	6,789	8,901	6,789	8,901	6,789
Japan	ABC Co Ltd	9,012	7,890	9,012	7,890	9,012	7,890	9,012	7,890	9,012	7,890	9,012	7,890	9,012	7,890	9,012	7,890	9,012	7,890	9,012	7,890
	XYZ Co Ltd	10,123	8,901	10,123	8,901	10,123	8,901	10,123	8,901	10,123	8,901	10,123	8,901	10,123	8,901	10,123	8,901	10,123	8,901	10,123	8,901
UK	ABC Ltd	11,234	9,012	11,234	9,012	11,234	9,012	11,234	9,012	11,234	9,012	11,234	9,012	11,234	9,012	11,234	9,012	11,234	9,012	11,234	9,012
	XYZ Ltd	12,345	10,123	12,345	10,123	12,345	10,123	12,345	10,123	12,345	10,123	12,345	10,123	12,345	10,123	12,345	10,123	12,345	10,123	12,345	10,123
USA	ABC Corp	13,456	11,234	13,456	11,234	13,456	11,234	13,456	11,234	13,456	11,234	13,456	11,234	13,456	11,234	13,456	11,234	13,456	11,234	13,456	11,234
	XYZ Corp	14,567	12,345	14,567	12,345	14,567	12,345	14,567	12,345	14,567	12,345	14,567	12,345	14,567	12,345	14,567	12,345	14,567	12,345	14,567	12,345

4.6.2 Modelo de generación de empleo regional

Una vez obtenida la matriz F para el año base 1993, se procedió a simular la cantidad de empleos en cada ciudad y sector económico para ese mismo año. El primer paso fue obtener los coeficientes de inversión intersectorial que representan la proporción de dinero que fluye de un sector m (de una ciudad de origen) a un sector n (de una ciudad de destino) considerando que se invierte un peso en el sector m de la ciudad de origen. Al observar esta matriz (Cuadro 30) las proporciones de inversión son muy similares para los tres sectores, el sector en el que se invierte menos es en servicios, con el 29.8% y el sector en el que se invierte más es el comercio con 36.5% mientras que a la manufactura se destina el 33.7% de cada peso invertido en la Macro-región.

El Cuadro 31 muestra los factores de atracción de la inversión obtenidos para cada ciudad y cada sector de destino. La ciudad más atractiva en todos los sectores fue la ZMG (Zona Metropolitana de la Ciudad de Guadalajara), la cual obtuvo coeficientes muy significativos, seguida por las Zonas Metropolitanas de León y Aguascalientes, mientras que las ciudades menos atractivas para la inversión en el sector manufactura fueron Manzanillo y Puerto Vallarta, el resto de las ciudades varió en los diferentes sectores.

El Cuadro 32 muestra la distancia promedio y el parámetro inicial para cada sector de actividad económica. Esta distancia representa el costo promedio de invertir en cada sector en las ciudades de destino, nuevamente, al igual que en los coeficientes de inversión, estos costos son muy parecidos entre sí, aunque el costo menor fue del sector manufactura con 224 kms. en promedio y el costo mayor fue para el sector servicios con 248 kms., mientras que el sector comercio tuvo un costo de 241 kms.

Finalmente, el Cuadro 33 muestra los flujos de empleo calculados entre cada par de ciudades. En los totales por ciudad de destino se puede observar el empleo en los años 1993 y 1994 además del incremento en este intervalo de tiempo, en total, en la Macro-

Modelo de generación de empleo regional

Cuadro 30
Caus = Coeficientes de inversión intersectorial, 1993

	Manufactura	Comercio	Servicios
Manufactura	0.3167	0.3650	0.2983
Comercio	0.3165	0.3650	0.2983
Servicios	0.3377	0.3648	0.2977

Cuadro 31
(W)ij = Atractividad de inversión del sector *i* a la región de destino, 1993

Zona	ZVI Colima			Nanamilillo			Tecuaman			Aconibano			San Miguel de Allende			Celaya				
	Comercio	Servicios	Manufactura	Comercio	Servicios	Manufactura	Comercio	Servicios	Manufactura	Comercio	Servicios	Manufactura	Comercio	Servicios	Manufactura	Comercio	Servicios			
ZVI Ags Manufactura	0.53	0.37	0.36	0.17	0.44	0.07	0.38	0.16	0.53	0.27	0.16	0.53	0.32	0.33	0.37	0.33	0.35	0.38	0.39	
Corazar Manufactura	0.46	0.37	0.19	0.14	0.46	0.42	0.40	0.27	0.62	0.44	0.33	0.40	0.39	0.23	0.49	0.29	0.16	0.54	0.31	
Cf Guanajuato Manufactura	0.10	0.30	0.33	0.79	0.72	0.65	0.17	0.11	0.35	0.42	0.26	0.43	0.33	0.04	0.34	0.88	0.34	0.42	0.24	
Lazaro Cardenas Manufactura	0.35	0.36	0.33	0.25	0.47	0.42	0.26	0.42	0.34	0.22	0.45	0.23	0.45	0.38	0.19	0.55	0.28	0.14	0.48	0.40
ZVI Zamora Manufactura	0.32	0.45	0.31	0.25	0.46	0.37	0.29	0.46	0.29	0.15	0.50	0.40								

Cuadro 32
Distancia promedio y Parametro inicial para cada sector, 1993

Distancia d'(i-n)	Parametro Inicial		
	Manufactura	Comercio	Servicios
224	241	248	0.0045
			0.0031
			0.0040

Table with 18 columns: Ciudad, Puerto Vallarta, CA, Jalisco, Leon, Coahuila, La Piedad, Jalisco, Salamanca, Durango, Cienfuegos. Rows list various cities and their corresponding economic and demographic data for 1970.

región hubo un incremento de 721,434 empleos al pasar de 1,258,362 personas ocupadas a 1,979,796, el sector que mayor incremento tuvo fue el comercio con 267,060 personas ocupadas seguido por la manufactura con 235,979 y finalmente los servicios con 218,395.

Las ciudades que obtuvieron los mayores incrementos en empleo fueron la ZM de Aguascalientes, ZM Colima, Celaya, Irapuato, ZM León, Salamanca, ZM Guadalajara, Morelia y Uruapán, mientras que las ciudades con menor incremento fueron Acámbaro, Valle de Santiago y Ciudad Hidalgo; por otro lado, la ZM Zamora sufrió una pérdida en el sector manufactura pero grandes incrementos en comercio y servicios.

Por último, se implementó el modelo demográfico con los resultados siguientes.

4.6.3 Modelo demográfico

El Cuadro 34 muestra la población total, las tasas de natalidad y las tasas de mortalidad por ciudad que son los insumos para este modelo, destaca el gran volumen de población de las Zonas Metropolitanas de la Ciudad de Guadalajara y de la Ciudad de León y las tasas de natalidad tan elevadas para algunas ciudades como San Miguel de Allende y Silao (Guanajuato), Lázaro Cárdenas y Zitácuaro (Michoacán), así como las elevadas tasas de mortalidad en la ZM Colima, Ciudad Guzmán (Jalisco) y Zitácuaro (Michoacán).

En el Cuadro 35 se muestra la función de costo utilizada, la cual es la misma matriz de distancias que se utilizó para los otros modelos pero con el parámetro λ que permite que el costo no sea sólo una función lineal de la distancia, por lo cual esta matriz ya no es simétrica como en los casos anteriores.

Las probabilidades de migrar de una ciudad a otra o bien de permanecer en la misma se muestran en el Cuadro 36, un resultado que llama la atención es el hecho de que la ZM

Modelo demográfico

Cuadro 34
Población total, tasas de natalidad y tasas de mortalidad 1995

Ciudad	tP: Población total	tB: Tasa de natalidad	tD: Tasa de mortalidad
ZM Acapulcaltentes	637,303	29.4	4.1
ZM Coahuila	187,081	21.2	5.6
Minzantillo	80,568	27.6	4.6
Tecoman	68,847	25.0	4.7
Acambaro	54,323	23.7	5.2
San Miguel de Allende	52,966	44.4	5.5
Cetaya	251,724	31.0	4.8
Cortazar	51,617	28.1	5.2
Guanajuato	69,970	37.2	4.7
Irapuato	299,604	32.1	4.6
ZM León	1,139,401	35.9	4.6
Salamanca	135,824	27.6	4.2
Silao	38,457	41.1	4.7
Valle de Santiago	56,517	29.5	4.3
Ciudad Guzmán	81,720	23.7	5.6
ZM Guadalajara	3,461,819	28.2	5.1
Lagos de Moreno	75,220	34.1	5.5
Ocotlán	70,537	28.5	5.1
Tepic y San Juan de los Ríos	65,930	34.4	5.3
Puerto Vallarta	121,843	36.0	4.8
Ciudad Hidalgo	55,225	37.9	4.4
Lázaro Cárdenas	63,723	49.6	2.8
Morelia	512,169	31.7	4.5
La Piedad	72,041	31.0	5.4
Sahuayo	57,612	29.4	5.3
Uruapan	215,449	30.9	4.6
Zitacuaro	74,834	47.2	5.6
Apaxtzingan	89,834	36.0	5.5
ZM Zamora	214,938	31.4	4.8
Tepic	254,531	33.3	4.8
Fresnillo	89,338	32.3	4.4
ZM Zacatecas	226,265	29.8	4.6

Cuadro 35
ej. f. = función de costo, 1994

Ciudad	ZM Agüascalientes	ZM Colima	Vanzanillo	Tecoman	Acámbaro	San Miguel de Allende	Celaya	Cortazar	Guangajuato	Impuntio	ZM Leon	Salamanca	Siñao	Valle de Santiago	Cd. Guzman	ZM Guadalupe
ZM Aguascalientes	0	523	607	576	329	279	255	243	185	194	127	314	161	236	382	258
ZM Colima	21	21	10	7	21	22	20	23	20	23	21	23	20	25	9	15
Vanzanillo	23	10	0	8	23	26	22	25	24	24	25	24	24	25	13	18
Tecoman	35	9	10	0	35	36	32	39	35	37	35	38	32	38	16	25
Acámbaro	329	516	615	569	0	122	74	88	185	155	202	115	170	125	414	446
San Miguel de Allende	279	561	758	614	122	0	52	70	94	113	150	95	112	100	548	424
Celaya	255	442	541	495	74	52	0	18	109	61	128	41	96	51	496	372
Cortazar	343	625	709	678	88	70	18	0	95	49	116	29	84	30	484	360
Guangajuato	185	487	664	520	183	94	109	95	0	46	58	66	24	88	426	302
Impuntio	194	576	660	629	115	115	61	49	0	67	20	35	55	42	455	311
ZM Leon	127	509	595	562	202	150	128	116	58	67	0	87	0	32	109	368
Salamanca	161	596	680	649	115	95	41	29	66	20	87	0	37	22	455	244
ZM Leon	443	640	496	496	170	112	96	84	24	53	32	55	0	22	455	331
Siñao	256	618	702	671	123	100	51	30	88	42	109	22	77	0	477	278
Valle de Santiago	20	9	13	12	20	25	22	22	21	21	19	21	20	22	0	11
Cd. Guzman	258	365	349	318	446	424	372	360	302	311	244	351	278	355	124	0
ZM Guadalupe	66	322	386	357	175	160	124	116	74	82	33	96	56	111	225	146
Lago de Moreno	342	267	366	320	319	451	345	367	307	318	251	338	283	300	202	82
Ocotlan	181	342	426	395	369	347	395	285	225	234	167	254	201	276	201	83
Puerto Vallarta	166	115	90	105	207	202	191	189	176	178	163	182	171	187	130	106
Cd. Hidalgo	423	526	621	579	171	285	250	155	275	229	296	209	251	187	449	466
Luzaro Cuernavaca	86	51	52	45	67	79	75	76	80	75	75	71	78	69	76	71
Morelia	324	427	522	480	72	203	151	169	176	130	197	110	152	88	330	361
La Piedad	284	284	385	337	245	202	150	168	208	89	152	109	184	87	250	193
Sahuayo	380	183	282	236	158	274	315	274	315	224	259	204	291	182	143	166
Unapao	434	344	443	397	217	355	305	321	361	283	305	265	337	241	308	346
Zinacuaro	470	573	672	626	210	236	184	202	399	276	345	236	375	234	496	507
Apiztlan	43	38	45	41	28	39	36	37	39	32	36	31	38	30	36	38
ZM Zamora	337	231	330	284	216	257	205	223	267	282	211	262	245	240	195	184
Tepic	526	361	419	398	486	452	455	387	393	393	346	407	422	422	370	173
Fresnillo	191	644	743	697	520	470	446	454	376	385	318	405	352	437	503	379
ZM Zacatecas	130	583	667	656	459	409	383	373	315	324	257	344	291	366	442	318

Cuadro 35
 c1^a £ = función de costo, 1994
 (Continuación)

Ciudad	Lagos de Moreno	Ocotlán	Tepantlán	Puerto Vallarta	Cd Hidalgo	Lazaro Cardenas	Morelia	La Piedad	Sahuayo	Unupán	Zitacuaro	Apatzingán	ZM Zamora	Tepic	Fresnillo	ZM Zacatecas
ZM Aguascalientes	86	342	181	597	423	704	324	284	380	434	470	523	337	485	191	130
ZM Colima	20	15	17	18	22	17	19	16	15	17	22	20	14	21	24	23
Nanzanillo	22	18	19	16	23	17	18	18	16	20	24	21	17	23	26	24
Tecoman	33	25	28	26	35	33	32	26	31	29	57	32	24	34	39	37
Acambaro	243	319	369	785	171	487	72	245	158	317	210	243	219	673	320	459
San Miguel de Allende	221	451	347	765	283	621	203	202	308	555	236	246	257	663	470	409
Celsia	169	245	295	711	250	569	151	150	256	303	184	394	202	599	466	388
Cortazar	157	367	283	699	155	587	169	168	374	321	202	412	223	623	454	373
Guangajuato	97	307	225	641	275	651	176	208	376	561	399	450	287	529	376	315
Irapuato	108	318	234	650	229	553	130	89	224	785	276	329	282	358	385	324
ZM Leon	41	251	167	583	209	535	197	152	259	305	343	364	211	471	318	257
Salamanca	128	338	254	670	253	607	152	184	291	327	375	426	282	358	405	344
Silao	73	283	201	617	251	607	152	184	291	327	375	426	282	358	405	344
Valle de Santiago	150	360	276	692	187	511	88	87	182	341	234	287	240	380	427	386
Cd Guzman	18	14	14	21	21	24	19	16	12	18	22	20	14	19	22	21
ZM Ciudadahajara	201	82	87	339	460	555	361	193	160	346	567	475	184	227	370	318
Lagos de Moreno	0	154	88	370	238	419	171	141	207	244	269	302	181	289	198	156
Ocotlán	213	0	134	425	341	475	242	99	66	203	338	292	90	309	461	400
Tepantlán	117	134	0	422	537	632	438	270	327	423	584	512	261	304	372	311
Puerto Vallarta	155	126	0	479	210	211	189	152	144	186	230	205	180	60	193	179
Cd Hidalgo	337	341	537	799	0	479	99	283	318	215	217	312	251	687	614	553
Lazaro Cardenas	79	66	80	95	66	66	57	64	64	45	71	42	27	103	102	97
Morelia	238	242	438	700	99	380	0	181	219	110	146	199	122	388	515	454
La Piedad	193	99	270	532	283	423	181	0	56	153	330	242	55	408	470	409
Sahuayo	291	66	237	499	318	430	219	96	180	180	365	270	67	387	377	311
Unupán	346	203	423	685	215	270	110	153	180	0	256	89	113	373	623	562
Zitacuaro	384	388	584	846	47	526	146	320	365	256	0	359	298	734	661	600
ZM Zamora	38	30	42	54	31	27	24	24	29	15	34	0	24	49	31	49
Apatzingán	252	90	261	523	251	585	152	55	67	113	298	202	0	411	429	468
Tepic	318	232	228	1239	496	647	427	302	387	117	578	478	304	0	440	398
Fresvillo	277	461	372	718	614	895	515	470	577	623	461	712	429	606	0	51
ZM Zacatecas	216	400	311	657	553	834	454	409	516	562	600	651	468	345	61	0

Cuadro 36

Probabilidad de migrar o permanecer en la misma ciudad
 $Pr: (i \rightarrow j) = (I_{ij} / \sum_j I_{ij}) \cdot \exp(-d_{ij}) / (\sum_i \sum_j I_{ij} \cdot \exp(-d_{ij}))$, 1994

Ciudad	ZM Aguascalientes	ZM Colima	Manzanillo	Tecoman	Acámbaro	San Miguel de Allende	Celaya	Corizaco	Guanajuato	Irapuato	ZM Leon	Salamanca	Siho	Valle de Santiago	Cd Guzman	ZM Guadalajara
ZM Aguascalientes	0.07	0.01	0.02	0.02	0.02	0.05	0.04	0.05	0.03	0.04	0.15	0.04	0.03	0.02	0.02	0.03
ZM Colima	0.04	0.02	0.04	0.04	0.03	0.02	0.05	0.02	0.02	0.03	0.03	0.11	0.03	0.02	0.02	0.03
Manzanillo	0.04	0.02	0.04	0.03	0.04	0.03	0.05	0.02	0.02	0.03	0.11	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03
Tecoman	0.04	0.02	0.04	0.03	0.04	0.03	0.05	0.02	0.02	0.03	0.11	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03
Acámbaro	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.13	0.07	0.01	0.04	0.03	0.06	0.01	0.02	0.00	0.00
San Miguel de Allende	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.06	0.04	0.04	0.04	0.16	0.06	0.05	0.05	0.01	0.02
Celaya	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.06	0.05	0.04	0.04	0.16	0.06	0.03	0.05	0.01	0.02
Corizaco	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.04	0.05	0.03	0.03	0.18	0.06	0.03	0.05	0.01	0.02
Guanajuato	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.04	0.05	0.03	0.03	0.18	0.06	0.04	0.02	0.01	0.02
Irapuato	0.04	0.00	0.01	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.04	0.04	0.17	0.07	0.04	0.02	0.01	0.02
ZM Leon	0.05	0.01	0.02	0.01	0.02	0.03	0.04	0.02	0.03	0.04	0.17	0.04	0.03	0.02	0.02	0.03
Salamanca	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.04	0.07	0.05	0.06	0.18	0.09	0.04	0.04	0.00	0.01
Valle de Santiago	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.04	0.05	0.04	0.05	0.19	0.05	0.04	0.02	0.00	0.02
Cd Guzman	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.09	0.07	0.04	0.09	0.16	0.12	0.04	0.07	0.00	0.06
ZM Guadalajara	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.05	0.02	0.02	0.05	0.03
Lagos de Moreno	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.28	0.05	0.04	0.00	0.00	0.02
Occitan	0.04	0.02	0.04	0.02	0.02	0.02	0.04	0.02	0.02	0.02	0.12	0.05	0.02	0.01	0.03	0.04
Tepanahu	0.05	0.02	0.05	0.03	0.02	0.02	0.05	0.02	0.02	0.05	0.13	0.04	0.02	0.02	0.05	0.04
Puerto Vallarta	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cd Hidalgo	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.02	0.05	0.02	0.03	0.06	0.04	0.02	0.02	0.00	0.00
Lazaro Cardenas	0.03	0.02	0.04	0.03	0.05	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.10	0.05	0.02	0.03	0.00	0.00
Morelia	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.05	0.05	0.03	0.03	0.05	0.13	0.06	0.03	0.03	0.01	0.01
La Piedad	0.03	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04	0.03	0.02	0.05	0.14	0.05	0.02	0.02	0.03	0.03
Salvayo	0.04	0.02	0.05	0.03	0.03	0.03	0.05	0.02	0.02	0.03	0.11	0.04	0.02	0.02	0.05	0.03
Uruapan	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.05	0.05	0.02	0.02	0.03	0.11	0.04	0.02	0.02	0.02	0.03
Zitacuaro	0.03	0.01	0.02	0.02	0.02	0.05	0.04	0.03	0.02	0.04	0.12	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02
Apaxtzingan	0.04	0.02	0.05	0.03	0.03	0.02	0.05	0.02	0.02	0.05	0.11	0.05	0.02	0.02	0.02	0.03
ZM Zamora	0.03	0.02	0.03	0.03	0.02	0.03	0.04	0.02	0.02	0.03	0.12	0.03	0.02	0.02	0.05	0.04
Tres	0.04	0.02	0.05	0.03	0.02	0.03	0.04	0.02	0.02	0.03	0.11	0.03	0.02	0.02	0.03	0.04
Presillo	0.10	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.15	0.03	0.02	0.02	0.01	0.03
ZM Zacatecas	0.11	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.02	0.03	0.05	0.16	0.05	0.02	0.01	0.01	0.03

Cuadro 36
 Probabilidad de migrar o permanecer en la misma ciudad

$$Pr. r_i = (N_i) = \frac{(PW_i)P_{exp(i)}(f_i)}{(Suma_j (W_j)P_{exp(j)}(f_j))}$$

 (Continuación)

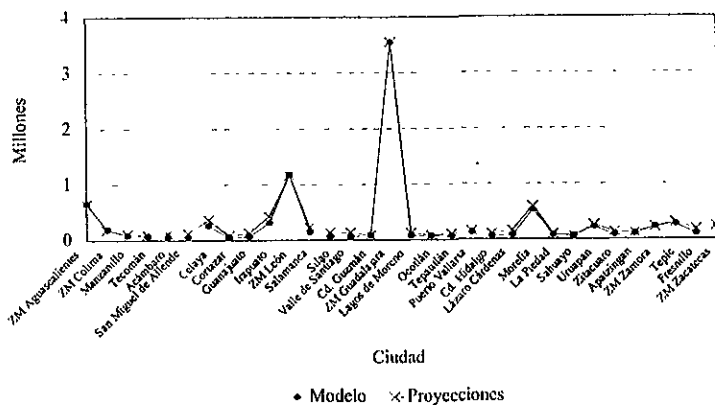
Ciudad	Lagos de Moreno	Ocotlán	Tepatitlán	Puerto Vallarta	Cd Hidalgo	Lazaro Cardenas	Morelia	La Piedad	Sahuayo	Unupapan	Zitacuaro	Apatzingán	ZM Zamora	Tepec	Fresnillo	ZM Zacatecas	Suma
ZM Aguascalientes	0.05	0.02	0.04	0.04	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.04	0.03	1.00
ZM Colima	0.05	0.02	0.03	0.03	0.05	0.06	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.05	0.02	0.05	0.05	0.02	1.00
Manzanillo	0.03	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.05	0.05	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	1.00
Tecmán	0.02	0.02	0.05	0.05	0.02	0.06	0.05	0.05	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.05	0.02	1.00
Acambaro	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.12	0.00	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	1.00
San Miguel de Allende	0.04	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	1.00
Chalaya	0.04	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	1.00
Corazár	0.04	0.02	0.02	0.01	0.03	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	1.00
Guanajuato	0.05	0.02	0.05	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	1.00
ZM Leon	0.04	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.04	0.04	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	1.00
Salamanca	0.04	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	1.00
Silao	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.04	0.04	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	1.00
Valle de Santiago	0.03	0.00	0.01	0.00	0.02	0.02	0.05	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	1.00
Cd Guzmán	0.03	0.01	0.03	0.01	0.02	0.02	0.05	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	1.00
ZM Guadalupe	0.00	0.01	0.05	0.04	0.02	0.06	0.03	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	1.00
Lagos de Moreno	0.11	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Ocotlán	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04	0.02	0.03	0.04	0.04	0.03	0.05	0.02	0.03	0.03	0.05	0.02	1.00
Tepatitlán	0.04	0.04	0.03	0.04	0.02	0.04	0.03	0.04	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00	0.02	0.02	1.00
Puerto Vallarta	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Cd Hidalgo	0.01	0.01	0.00	0.00	0.24	0.01	0.11	0.02	0.01	0.03	0.17	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	1.00
Luzaro Cardenas	0.03	0.02	0.02	0.05	0.02	0.12	0.05	0.05	0.02	0.03	0.02	0.05	0.03	0.02	0.02	0.01	1.00
Morelia	0.03	0.04	0.02	0.01	0.00	0.04	0.03	0.02	0.02	0.03	0.04	0.02	0.03	0.02	0.01	0.01	1.00
La Piedad	0.03	0.04	0.02	0.01	0.02	0.05	0.02	0.03	0.02	0.03	0.04	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	1.00
Sahuayo	0.03	0.05	0.03	0.04	0.02	0.05	0.03	0.05	0.04	0.05	0.02	0.02	0.03	0.00	0.01	0.01	1.00
Unupapan	0.03	0.05	0.03	0.05	0.02	0.06	0.03	0.03	0.05	0.05	0.02	0.02	0.04	0.01	0.02	0.02	1.00
Zitacuaro	0.03	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.04	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05	0.03	0.02	0.02	0.02	1.00
Apatzingán	0.03	0.02	0.03	0.04	0.02	0.04	0.05	0.03	0.02	0.03	0.05	0.02	0.03	0.01	0.02	0.02	1.00
ZM Zamora	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.05	0.03	0.02	0.03	0.05	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	1.00
Tepec	0.05	0.05	0.03	0.06	0.02	0.04	0.04	0.05	0.04	0.04	0.02	0.02	0.05	0.02	0.02	0.01	1.00
Fresnillo	0.05	0.01	0.03	0.01	0.01	0.03	0.03	0.05	0.05	0.05	0.02	0.01	0.02	0.04	0.03	0.02	1.00
ZM Zacatecas	0.06	0.02	0.03	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.22	0.10	1.00
							0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.13	0.11	1.00

de la Ciudad de León es la que tuvo las probabilidades más grandes de toda la región, lo cual significa que debido a las características de población y empleo que posee, existe una alta probabilidad de migrar hacia esa ciudad o permanecer en ella, mientras que la ZM de la Ciudad de Guadalajara tiene probabilidades muy bajas, lo cual implica que está perdiendo importancia en cuanto a atracción de migrantes por cuestiones laborales.

El Cuadro 37 muestra los flujos de población entre pares de ciudades, destaca la ZM de la Ciudad de León pues debido a las probabilidades ya mencionadas, tiene flujos de población más altos que la ZM de la Ciudad de Guadalajara para la mayoría de las ciudades, por lo que esta ciudad (ZML) está adquiriendo una gran importancia.

Finalmente, en el Cuadro 38 se presenta una comparación entre la población total obtenida con el modelo presentado en este trabajo y la población total estimada por el Consejo Nacional de Población, ambas para 1996. Cabe hacer notar que se obtuvieron resultados muy parecidos a las proyecciones ya existentes, como lo muestra la Gráfica 11, en este mismo Cuadro, se encuentran los valores ya calibrados de los tres parámetros considerados.

Gráfica 11
COMPARACION ENTRE LA POBLACION ESTIMADA POR EL MODELO URBANO-REGIONAL Y LAS PROYECCIONES DE CONAPO, 1996



Cuadro 37
 $t+1M_{ij} = tP_i(1 + tR_i - tD_i) + t(F_j / tF_j) \exp(-tR_j) tA_i =$ Flujos entrelagos de población, 1996

Ciudad	ZM Agudacientes	ZM Cólma	Miapanile	Tecoman	Atzacaco	San Miguel de Allende	Celajá	Comazar	Guantajuato	Irapuato	ZM León	Salmuán	Silao	Valle de Santiago	Cd Guzman	ZM Guadajara
ZM Agudacientes	48 134	7 054	12 055	10 371	13 808	18 548	23 464	16 768	19 455	23 431	101 249	26 076	18 238	11 396	13 102	20 387
ZM Cólma	7 357	3 329	6 685	5 421	4 340	5 270	6 370	4 428	4 385	6 092	21 249	6 502	4 105	3 058	4 637	5 702
Miapanile	3 399	1 453	2 922	2 254	1 882	2 281	2 762	1 921	1 984	2 645	9 216	2 820	1 775	1 344	2 006	2 472
Tecoman	2 896	1 235	2 497	2 040	1 660	1 942	2 351	1 650	1 692	2 245	7 836	2 395	1 514	1 141	1 721	2 111
Atzacaco	35	1	0	0	22 105	2 542	7 174	3 888	6 600	2 088	1 904	3 325	6 96	1 298	6	4
San Miguel de Allende	3 171	1 382	1 135	842	1 925	3 374	5 481	2 301	2 410	2 780	8 665	1 151	1 872	1 471	566	1 016
Celajá	8 570	1 246	2 332	2 215	10 151	13 445	19 960	12 959	9 294	14 998	39 960	17 345	8 757	7 945	1 976	4 017
Comazar	2 975	452	384	452	1 829	2 347	3 308	2 436	1 390	2 890	8 234	3 270	1 748	1 537	588	1 057
Guantajuato	13 444	5 494	4 521	6 335	8 865	2 957	5 409	2 480	3 404	3 949	13 269	5 970	2 833	1 772	948	1 705
ZM León	13 529	1 130	1 637	1 479	2 768	11 658	17 307	12 669	13 433	21 184	56 443	20 877	12 369	9 114	2 791	5 674
Salmuán	57 939	11 219	19 227	16 245	27 668	37 231	46 912	33 325	38 538	50 826	202 431	51 155	36 610	23 784	20 896	33 153
Silao	2 888	184	275	710	4 295	6 095	10 637	7 236	6 221	10 918	25 443	13 143	5 944	3 491	603	1 455
Valle de Santiago	974	9	8	7	1 241	2 228	2 819	2 059	2 819	3 246	11 410	3 264	2 422	1 457	810	2 19
Cd Guzman	3 405	1 571	3 049	2 311	1 870	2 304	2 088	1 381	1 968	2 615	9 262	2 778	2 496	4 086	51	2 19
ZM Guadajara	12	3	0	0	0	0	0	0	1	1	65	0	2	0	5 637	3 438 579
Lagos de Moreno	5 840	1 87	200	217	1 088	1 555	2 645	2 004	3 154	3 885	22 025	3 660	3 253	1 472	694	1 850
Tepic	2 608	1 260	2 096	1 858	1 512	1 469	2 570	1 405	1 635	2 130	8 482	2 184	1 354	997	2 016	3 173
Trenitán	3 144	1 113	2 074	1 731	1 445	1 792	2 277	1 607	1 758	2 351	8 643	2 423	1 611	1 132	1 890	2 508
Puerto Vallarta	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cd Hidalgo	365	51	42	52	3 495	990	1 660	3 994	951	1 964	3 200	3 560	1 058	1 521	165	181
Luzero Cárdenas	2 234	1 322	2 655	2 798	1 498	1 614	2 037	1 398	1 289	1 981	6 767	2 154	1 268	1 048	1 451	1 838
Naraha	13 012	3 232	4 075	4 066	25 460	16 056	23 077	15 996	19 536	26 711	66 257	31 516	16 071	16 771	6 674	7 821
La Piedad	2 273	945	1 389	1 253	1 471	2 123	3 152	2 043	1 800	2 671	10 446	3 805	1 772	1 980	1 521	2 365
Salamanca	2 187	1 107	2 033	1 722	1 512	1 582	2 090	1 377	1 364	1 389	6 091	2 167	1 249	1 056	1 619	1 971
Luzmapán	8 119	3 694	6 782	5 744	5 585	5 915	7 510	5 146	1 163	1 348	25 038	8 003	4 675	3 900	5 379	6 412
Zhuacarán	2 644	1 488	1 319	2 462	2 841	3 801	2 558	1 801	1 781	2 085	9 239	3 370	1 671	1 079	1 466	1 776
Azacarán	3 802	1 588	3 203	2 997	2 136	2 569	3 106	2 165	2 230	2 989	10 373	3 195	1 997	1 525	2 235	2 162
ZM Zamora	8 892	3 802	5 863	5 444	5 223	5 827	8 213	5 425	6 232	26 946	7 087	4 720	3 609	6 092	7 796	9 453
Tepic	10 887	4 504	8 615	7 119	5 252	6 658	8 162	5 582	6 410	8 165	25 800	8 997	5 611	4 057	6 987	9 453
Frenillo	9 346	403	499	508	969	1 549	2 119	1 578	2 170	2 575	13 823	2 462	1 137	1 147	2 640	3 239
ZM Zacatecas	26 391	1 139	1 518	1 433	2 820	4 401	5 984	4 453	6 115	7 785	37 909	7 520	6 166	3 212	7 455	7 455

Cuadro 38
 Comparación entre los flujos estimados y las proyecciones de población 1996
 y parámetros del modelo

Ciudad	t-1996 = 1996 *	Pob 1996 **	b	B	E
ZM Atlascalcates	653,427	649,017	1.02	0.002	1.00
ZM Colima	189,959	189,826	1.29	0.001	0.49
Manzanillo	82,421	109,830	1.06	0.001	0.19
Tecoman	70,245	92,355	1.07	0.001	0.56
Acambaro	55,641	114,821	1.12	0.020	1.00
San Miguel de Allende	55,026	121,084	1.30	0.003	1.00
Celaya	258,319	365,508	1.31	0.004	1.00
Corazar	52,799	82,170	1.24	0.003	1.00
Guaratzo	72,244	131,519	1.13	0.003	1.00
Irapuato	307,843	476,277	1.13	0.004	1.00
ZM Leon	1,175,064	1,169,206	0.41	0.002	1.00
Salamanca	139,053	226,348	1.12	0.006	1.00
Shilo	60,585	136,100	1.10	0.003	1.00
Valle de Santiago	57,941	135,430	1.10	0.010	1.00
Cd. Guzman	83,363	85,229	1.10	0.010	0.50
ZM Guadalupe	3,541,787	3,552,406	1.10	0.050	1.00
Lagos de Moreno	77,371	129,044	1.11	0.010	0.94
Ocotlan	72,188	79,920	1.23	0.002	1.00
Tepic	67,849	111,888	1.14	0.001	1.00
Puerto Vallarta	125,694	155,446	1.10	0.110	0.80
Cd. Hidalgo	37,075	103,098	1.10	0.010	1.00
Lazaro Cardenas	66,705	160,517	1.10	0.010	0.68
Morelia	526,100	593,349	1.05	0.005	1.00
La Piedad	73,885	90,537	1.11	0.004	1.00
Sahuayo	59,000	61,113	1.10	0.001	1.00
Uruapan	231,115	257,443	1.11	0.001	1.00
Zitacuaro	77,937	134,126	1.10	0.002	1.00
Apatzingan	92,574	116,509	1.10	0.001	0.60
ZM Zamora	230,720	219,664	1.10	0.005	1.00
Tepic	261,780	295,087	1.10	0.001	0.95
Jresillo	91,831	181,120	1.10	0.005	1.00
ZM Zacatecas	231,967	232,555	1.10	0.005	1.00

* Estimación del modelo demográfico
 ** Proyecciones de población: CONAPO, Situación demográfica por Estado, diciembre 1996

Cuadro 37
 (±)MIJ = eP_i (1 + rB_i - tD_i) (tE_i / tP_j)P exp (-tB_j) tAI = Flujos calculados de población, 1996
 (Continuación)

Ciudad	Lagos de Moreno	Ocotlán	Tepatitlán	Puerto Vallarta	Cd Hidalgo	Lazaro Cardenas	Moravia	La Piedad	Sahuayo	Uruapan	Zinacuan	Apaxtangan	Zamora	Tepec	Fresnillo	ZM Zacatecas
ZM Aguascalientes	30,481	13,681	23,033	16,157	11,319	18,197	17,638	18,127	13,384	13,065	11,557	8,545	14,247	12,376	26,896	18,343
ZM Colima	5,899	4,439	5,406	8,706	4,292	12,160	5,499	5,225	4,698	5,086	4,802	3,966	4,582	5,317	6,587	5,887
Manzanillo	2,538	1,924	2,344	3,792	1,861	5,282	2,384	2,269	2,053	2,304	2,082	1,719	1,985	2,306	2,774	1,977
Tecoman	2,177	1,643	1,998	3,239	1,583	4,518	2,030	1,937	1,741	1,880	1,769	1,464	1,687	1,961	2,355	1,425
Acambaro	233	38	17	0	715	4	6,623	197	1,007	336	367	105	308	0	0	0
San Miguel de Allende	1,942	775	1,216	563	1,175	1,302	1,909	1,817	1,183	1,117	1,515	668	1,346	524	1,001	705
Celaya	9,407	5,198	5,193	1,585	4,957	3,902	9,415	8,968	5,251	4,732	7,238	2,599	6,289	1,519	3,389	2,605
Corazari	2,620	806	1,265	585	1,480	1,142	1,814	1,727	1,124	1,062	1,440	654	1,279	443	1,545	694
Guanguato	3,274	1,306	2,038	943	1,398	1,355	2,406	2,074	1,346	1,235	1,079	763	1,518	808	1,545	1,119
Irapuato	13,287	4,296	7,335	2,239	5,966	4,604	11,333	12,668	6,604	5,673	5,536	3,688	5,115	2,146	4,274	3,880
ZM Leon	51,724	25,454	36,736	23,769	23,650	35,328	35,264	36,607	26,440	26,227	23,067	17,155	28,438	19,798	32,544	22,066
Salamanca	5,518	1,172	2,367	314	2,475	998	5,725	5,464	2,765	1,110	2,088	1,251	1,907	377	1,139	922
Silao	2,798	1,116	1,742	806	1,195	1,159	2,056	1,772	1,150	1,090	923	1,652	1,298	690	1,319	956
Valle de Santiago	1,730	159	449	11	871	96	2,996	2,871	993	599	609	293	543	21	118	131
Cd Guzman	2,604	1,022	2,468	3,717	1,834	5,025	2,404	2,348	2,183	2,245	2,032	1,713	2,090	2,377	2,706	1,697
ZM Guadalajara	134	44,369	51,494	0	0	0	0	204	948	0	0	278	270	58	0	0
Lagos de Moreno	8,480	1,556	3,217	308	574	264	1,423	1,834	846	638	471	278	1,073	385	1,238	1,166
Ocotlan	2,538	2,911	2,716	2,456	1,432	3,101	2,231	2,817	2,692	2,226	1,459	1,456	2,507	1,882	1,682	1,147
Tepatitan	2,520	1,856	2,389	2,736	1,206	3,094	1,705	1,911	1,767	1,995	1,289	1,141	1,685	1,885	2,123	1,364
Puerto Vallarta	0	0	0	125,580	0	0	0	0	0	0	0	0	0	108	0	0
Cd Hidalgo	644	464	80	9	13,648	320	6,483	977	616	1,914	9,552	556	1,176	18	44	49
Lazaro Cardenas	1,810	1,544	1,632	2,280	1,493	8,186	2,163	1,911	1,666	2,184	1,601	1,729	1,738	1,285	1,566	993
Morelia	15,038	11,040	5,055	2,199	21,954	15,192	46,041	17,670	13,073	24,519	19,433	12,729	17,851	2,237	4,096	3,356
La Piedad	2,459	2,682	1,651	953	1,250	2,401	2,903	4,702	2,863	2,481	1,160	1,588	3,224	938	884	681
Sahuayo	1,797	1,686	1,734	2,150	1,275	3,150	1,799	1,930	1,901	1,727	1,362	1,133	1,726	1,472	1,469	943
Uruapan	6,665	5,760	6,639	6,995	5,547	10,861	7,144	6,321	8,099	5,980	5,700	4,490	6,497	4,790	5,498	3,529
Zinacuan	2,361	1,754	1,446	1,380	3,375	3,651	3,559	2,244	1,939	2,622	1,151	1,667	2,165	1,657	1,476	1,007
Apaxtangan	2,871	2,168	2,613	4,162	2,106	5,966	2,713	2,566	2,281	2,527	2,352	2,004	2,249	2,561	3,083	1,867
ZM Zamora	6,668	8,047	5,878	4,317	4,839	9,166	8,309	10,608	9,100	8,651	4,697	3,158	10,886	6,699	4,229	2,272
Tepic	8,506	6,929	8,497	15,134	5,186	12,168	7,097	7,633	6,610	6,619	5,624	4,585	6,566	10,517	8,190	5,159
Fresnillo	4,571	1,364	2,597	742	618	1,205	1,559	1,659	806	697	347	349	1,681	706	19,869	8,844
ZM Zacatecas	12,946	3,852	7,334	2,096	1,744	1,207	3,637	4,345	2,277	1,967	1,544	983	2,827	2,246	30,485	24,974

4.7 Simulación de la distribución del empleo regional considerando diferentes políticas de inversión

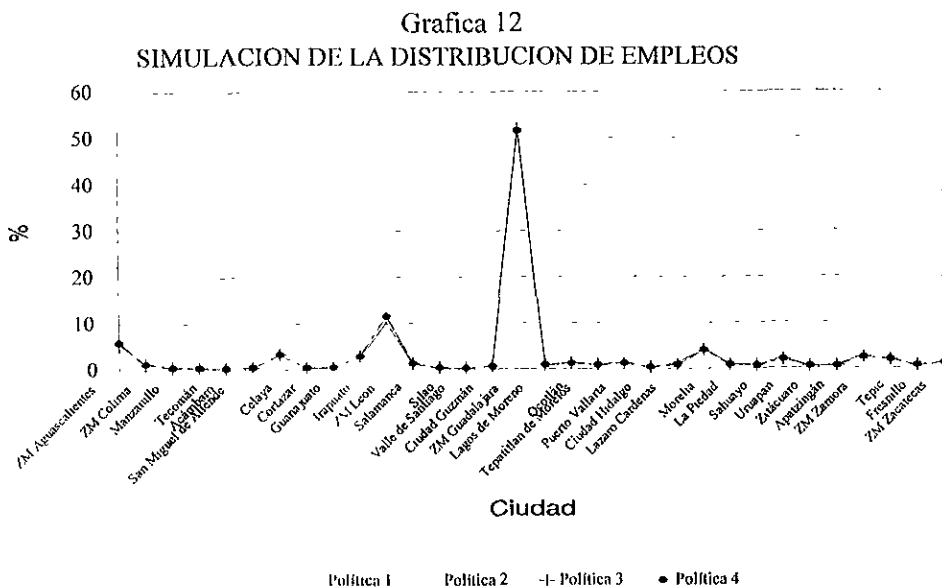
El último paso consiste en realizar algunas simulaciones sobre el modelo de generación de empleo regional para ver cómo cambiaría la distribución de los flujos de empleo dadas ciertas políticas de inversión. Como un experimento, se probaron las cuatro políticas siguientes como se muestra en la Gráfica 12.

Política 1: Inversión observada.

Política 2: No invertir en ningún sector en las ciudades que obtuvieron un índice de desarrollo rural alto en educación y servicios (capítulo 3).

Política 3: No invertir en el sector servicios en las ciudades que obtuvieron un índice de desarrollo rural alto en educación y servicios.

Política 4: Invertir un 33.3% adicional en las ciudades con un índice de desarrollo rural muy bajo y mantener la inversión en las demás.



Se pueden notar cambios en la distribución porcentual de los empleos debido a las diferentes políticas consideradas. Con excepción de la política 1, las otras no intentan ser políticas realistas, sino simplemente son pruebas abstractas para mostrar el funcionamiento de este modelo y cómo los resultados obtenidos pueden ser discutidos para formular nuevas políticas más exactas y menos simples para la toma de decisiones de inversión privada en cada ciudad considerada.

Debido a que las políticas aquí planteadas afectan al mismo grupo de ciudades en cada caso y como la gráfica se muestra en proporciones de inversión para los sectores agregados, los cambios parecen ser muy pequeños, sin embargo, el ejercicio se hizo de esta manera con fines de simplificación, con otro tipo de políticas se obtendrán resultados diferentes.

CAPITULO 5

5. Conclusiones

El principal propósito de este trabajo ha sido mostrar la aplicación y utilidad de diferentes técnicas matemáticas orientadas hacia el proceso de planeación demográfica.

En los diferentes Capítulos se han obtenido resultados muy útiles e importantes para el conocimiento de la Macro-región Occidente y la comprensión de los fenómenos socio-demográficos que tienen lugar, lo cual ayuda a la toma de decisiones para incidir en el comportamiento de dichos fenómenos con vistas a mejorar la calidad de vida de la población. Estos resultados han sido comentados en cada capítulo correspondiente y han mostrado ser coherentes en cada etapa y guardar una relación con los demás.

En lo personal, a pesar de que todos los capítulos han representado un gran trabajo tanto por la investigación realizada como por la obtención de información y la forma en que fue utilizada, considero que los capítulos más importantes fueron el 3 y el 4, ya que son los que presentan formas de estudio nuevas que no habían sido abordadas para el análisis regional, especialmente el Capítulo 4 en el que el presente es un trabajo pionero, mientras que la técnica de componentes principales del Capítulo 3 ha sido empleada (hasta el momento) solamente para el Estado de Puebla y con diferentes variables y definición de niveles de desarrollo.

Para la obtención del Índice de Desarrollo Rural del Capítulo 3, el uso de software especial como SPSS y ArcVIEW fue de gran ayuda para el manejo de la gran base de datos de los municipios de la región. Con SPSS, los resultados estadísticos se obtuvieron rápidamente, lo cual representa una mayor flexibilidad metodológica al realizar diferentes ejercicios en un breve tiempo, por ejemplo, el uso de indicadores alternativos en caso de que se requiera mejorar algunos estadísticos.

En lo que respecta a ArcVIEW, considero que representa una gran ventaja pues al hacer una referencia visual de diferentes elementos, se pueden observar fenómenos particulares

en las diferentes zonas y no sólo se tienen resultados puntuales que, sólo en caso de conocer todas las unidades de estudio se pueden asociar por grupos, como en este caso, las áreas carentes de servicios de algún tipo pero que poseen cierto tipo de recursos. Con ArcVIEW también se pueden resolver problemas basados en la localización de las ciudades, es decir, se pueden establecer ciertas condiciones que permitan identificar aquellas ciudades que pueden ser fortalecidas para atender sus necesidades y las de su área circundante. Esto se hace definiendo dentro del Sistema de Información Geográfica las condiciones necesarias para las diferentes ciudades, por ejemplo, las poblaciones mayores de cierto tamaño, el otorgamiento de cierto tipo de servicios específicos, las ciudades que se encuentran cerca de las vías de comunicación más adecuadas para el transporte de bienes y servicios, cierto tipo de climas, cierto tipo de suelo para la localización de alguna empresa y otras características importantes, ArcVIEW hace la selección y muestra un resultado gráfico.

Sin embargo, estos paquetes no son de uso común, por lo que se requiere un conocimiento especializado de ellos, además, para ArcVIEW es necesario contar con las bases de datos necesarias para lo que se quiera resolver, por ejemplo tamaños de población a nivel nacional, tipos de clima, tipos de suelo, etc., con lo cual se pueden obtener resultados a grandes niveles de desagregación.

En el Capítulo 4, se exploró y se definió en términos matemáticos la interrelación entre la región y la estructura urbana y se buscó una estricta consistencia y continuidad de la formulación de los diferentes tipos de modelo y las diferentes variables pueden ser seguidas a través del sistema propuesto completo. Por otro lado, el modelo tiene el poder de predecir estados futuros de la estructura urbana dadas ciertas políticas de inversión regional.

El modelo urbano-regional, a pesar del nivel de agregación de sus variables, puede ser usado para la toma de decisiones a ese nivel al predecir estados futuros en la región completa.

Desde un punto de vista práctico, la implementación de los diferentes tipos de modelos que se aplicaron en el análisis urbano-regional a la Macro-región Occidente ha sido útil al probar la validez de los mismos de manera experimental. Se observa que el fundamento teórico de los modelos permite obtener resultados comparables con otras técnicas alternativas. En todos los modelos, el ajuste entre la realidad y los resultados estimados ha sido bueno, por ejemplo, al comparar los resultados del modelo demográfico con las proyecciones ya existentes de población para la Macro-región, se obtienen datos muy similares, lo cual refleja la competitividad de las técnicas aquí abordadas.

En lo que respecta a los modelos de inversión interregional e intersectorial y de generación de empleo, proporcionan información muy valiosa a un gran nivel de desagregación, lo cual no se puede obtener tan fácilmente de otras fuentes de información, como por ejemplo los flujos de inversión entre ciudades para cada sector de actividad considerado.

Sin embargo, en la implementación de los diferentes modelos, se observaron algunos problemas de orden metodológico, por ejemplo, al querer trabajar con una mayor desagregación de la inversión o del personal ocupado en las diferentes actividades económicas, debido a la cantidad de ciudades consideradas, iba aumentando la dificultad en el manejo de matrices de orden cada vez mayor, lo cual volvía lento el proceso de obtención de resultados pues no era tan fácil el manejo de los diferentes archivos, el software que se utilizó fue una hoja de cálculo (Lotus 5.0 para Windows).

Otro problema observado fue el proceso de calibración de los parámetros, donde en algunos casos la convergencia de los mismos no era tan rápida, por lo que hubo necesidad de ajustarlos por el método de ensayo y error, particularmente el parámetro β del modelo de generación de empleo.

Con las técnicas utilizadas en este trabajo, se logró la obtención de elementos que contribuyen a la planeación demográfica, se ha demostrado que las técnicas son competitivas ya que reflejan la realidad observada en la Macro-región: condiciones favorables para la población de algunas grandes ciudades y carencia de servicios en gran parte de la Macro-región. Con el apoyo de inversiones a aquellas ciudades que interactúan poco con otras y que tienen bajos niveles de educación y servicios pero que cuentan con grandes niveles de organización, tecnología, comercialización y recursos agroforestales, se podrían crear nuevos centros proveedores de servicios, lo cual contribuiría al desarrollo de esas zonas y de sus respectivas áreas de influencia, a la vez, ocurriría una descentralización de las grandes ciudades, por ejemplo, la mayoría de las ciudades del estado de Zacatecas que en diferentes estudios ha mostrado ser uno de los estados más pobres del país pero que cuenta con recursos para su desarrollo.

Entre los trabajos posteriores que pueden ser abordados está el realizar simulaciones de la distribución del empleo con políticas de inversión más realistas y complejas, con la asesoría de las personas que toman las decisiones de inversión.

Un trabajo más complicado sería implementar otros modelos de interacción espacial que utilicen las salidas del modelo regional para obtener información adicional acerca de las características espaciales del sistema en cada elemento, por ejemplo, distribuir el empleo de cada sector proporcionado por el modelo regional a través de las diferentes zonas de cada ciudad, las características espaciales de cada ciudad a través de la localización de cada tipo de actividad, o un modelo de transporte que simule la cantidad de viajes urbanos y su distribución por cada medio de transporte: público, privado, etc.; es decir, modelos con un mayor nivel de desagregación de la información.

Desde luego, el trabajo inmediato será la aplicación de las técnicas aquí exploradas a nivel nacional para actualizar el estudio *Sistema Nacional de Ciudades* realizado por CONAPO.

Como puede verse, aún hay mucho trabajo por hacer y que constituye una buena técnica para contribuir a una mejor planeación demográfica, en la cual, la práctica de los conocimientos del Actuario en técnicas matemáticas competitivas que constituyen herramientas analíticas de gran utilidad dentro de un trabajo formal de esta índole es muy importante por la contribución que puede hacer al enriquecimiento del análisis regional con información más oportuna, de mayor desagregación, más profunda y más precisa, la cual se presenta de una manera más formal debido a la formación académica interdisciplinaria que posee.

Glosario de términos fundamentales utilizados en la investigación

Análisis espacial o regional: estudio de las diferentes características de un conjunto de áreas geográficas específicas, por ejemplo, recursos físicos, servicios, actividades, tipos de asentamientos humanos, vínculos con otras áreas geográficas, etc.

Area marginal: área geográfica con déficit social, es decir, aquella que no disfruta de la cantidad y calidad de los bienes y servicios que se consideran mínimos de bienestar en comparación con el nivel de desarrollo alcanzado por el país.

Atractividad: medida relativa de la fuerza de una zona para atraer interacciones con el resto de las zonas consideradas (interacción espacial), ya sean éstas por transacción económica o por motivos sociales y/o políticos.

Densidad de población: número de habitantes por unidad de superficie (generalmente por kilómetro cuadrado) de una zona.

Descentralización: fortalecimiento de áreas geográficas de menor importancia relativa para que dejen de depender de un centro común y puedan servir a la población de su área de influencia circundante.

Disperso: aislado, alejado del área geográfica central.

Georreferenciación: representación abstracta de elementos tales como recursos naturales, lugar de residencia, de trabajo, de provisión de servicios, etc., que se asocian a una localización real sobre la superficie, dada en coordenadas geográficas y que se realiza por medio de software especial (sistemas de información geográfica).

Integración funcional espacial: existencia de una red de asentamientos humanos que sirven para distribuir los bienes y servicios producidos en centros especializados a los consumidores de otros lugares

Interacción espacial: acción recíproca, movimiento o comunicación sobre un espacio, el cual es el resultado de un proceso de decisión, por ejemplo, migración, llamadas telefónicas, tráfico aéreo, etc.

Lugar central: zona de mayor importancia relativa para poner al alcance de sus habitantes y de aquellos de las áreas menos importantes los bienes y servicios producidos en lugares especializados.

Jerarquía: rango, categoría o importancia relativa de cada área geográfica en cuanto a su capacidad de satisfacer las necesidades de bienes y servicios de la población residente, en su periferia o en otras zonas.

Política: estrategia, fundamento y desarrollo de la organización y conducción de acciones para la toma de decisiones (por ejemplo de inversión o de distribución de población). Tiene un carácter interdisciplinar.

Potencial: capacidad para el desarrollo de actividades que beneficien a otras zonas.

Relativo: importancia de un elemento respecto al conjunto considerado.

Sistema de ciudades: conjunto organizado de asentamientos humanos que, en un marco de complementariedad mantienen relaciones estrechas de índole demográfica, económica, cultural y comercial, entre otras, generalmente bajo la supremacía de uno de los centros del sistema.

Sistema de información geográfica: software especializado diseñado para desarrollar un análisis geográfico que permita resolver problemas basados en la localización de áreas, sus características y relaciones con las demás. Es una herramienta excelente para resolver problemas espaciales, organizar, mantener, visualizar, analizar y georreferenciar información en mapas, lo que permite presentar los resultados gráficamente a los tomadores de decisiones.

Bibliografía

- BATTY, M. *Exploratory calibration of a retail location model using search by golden section*, Environment and Planning 3, 1971.
- CONSEJO NACIONAL DE POBLACION. Direccion de Estudios Socioeconómicos y Regionales. *El enfoque de sistemas de asentamientos como una herramienta para la planificación del desarrollo regional: el caso de Puebla, México*, septiembre 1997, inédito.
- Direccion de Estudios Socioeconómicos y Regionales. *Distribución espacial de la población, sistema de ciudades y asentamientos rurales en México*, Documento preliminar, Segundo informe, México, febrero 1997, inédito.
- *Indicadores Socioeconómicos e Índice de Marginación Municipal 1990*, Primer informe técnico del proyecto "Desigualdad regional y marginación municipal en México", México, enero de 1993.
- *La población de los municipios de México 1950-1990*, México, octubre de 1994.
- *Propuesta para una política de distribución espacial de la población en México*, Documento preeliminar, México, mayo 1994, inédito.
- *Sistema de ciudades y distribución espacial de la población en México*, México, agosto 1991.
- *Situación demográfica del Estado de Guabajuato, Michoacán, Nayarit y Zacatecas*, México, diciembre 1996.
- DEGROOT, Morris H. *Probabilidad y Estadística*, Addison-Wesley Iberoamericana, Wilmington, Delaware, U.S., 1988.

DE LA BARRA, Tomás; ECHENIQUE, Marcial; GUENDELMAN, Jorge; Y QUINTANA, Marianela. *An Urban-regional model*, Land Use and Built Form Studies, Cambridge, U.K. 1974.

ECHENIQUE, Marcial (compilador). *Modelos matemáticos de la estructura espacial urbana: aplicaciones en América Latina*, Ediciones SIAP, Buenos Aires, Argentina, julio 1975.

ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE, INC. *Sistemas de Información Geográfica. Introducción a ArcVIEW*, California, USA, 1995.

--- *Sistemas de Información Geográfica, Introducción a PC ARC/INFO*, California, USA, 1995.

EVANS, A. W. *The calibration of trip distribution models with exponential or similar cost functions*, Transportation Research 5, 1971.

FOTHERINGHAM, A.S. *Some theoretical aspects of destination choice and their relevance to production-constrained gravity models (paper)*, Environment and Planning, Pion, Gran Bretaña, 1983.

--- *Spatial competition and agglomeration in urban modelling (paper)*, Environment and Planning, Pion, Gran Bretaña, 1985.

--- *Spatial flows and spatial patterns (paper)*, Environment and Planning, Pion, Gran Bretaña, 1984.

FOTHERINGHAM, A.S.; O'KELLY, M., E. *Spatial Interaction Models: Formulations and Applications*, Kluwer Academic Publishers, Gran Bretaña, 1984.

GARROCHO, Carlos. *Un modelo de simulación de los flujos de migración interna de México: aplicación empírica de un modelo de interacción espacial*, El Colegio Mexiquense, Toluca, Estado de México, noviembre 1995.

GARZA, Gustavo; RIVERA, Salvador. *Dinámica macroeconómica de las ciudades en México*, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, El Colegio de México, Instituto de Investigaciones Sociales-UNAM, México, mayo 1995.

GASS, S. I. *Linear Programming*, McGraw-Hill, New York, 1958.

GRAIZBORD, Boris. "Planeación estratégica regional en el estado de Guanajuato", en *Estudios Demográficos y Urbanos*, vol. 10, no. 2, El Colegio de México, mayo-agosto 1995. pgs. 375-411

GRUPO FINANCIERO BANAMEX-ACCIVAL. *México social 1992-1993*, División de Estudios Económicos y Sociales, Banco Nacional de México, S.A; México, 1993.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA. *XI Censo General de Población y Vivienda 1990*, México 1991.

--- *XI, XII y XIII Censo Industrial y IX, X y XI Censo Comercial y de Servicios, 1985, 1988 y 1993*, México, 1986, 1989 y 1994 respectivamente.

--- *Conteo 95 de Población y Vivienda, Resultados definitivos, Tabulados básicos por estado, Aguascalientes, Colima, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Nayarit y Zacatecas*, México 1996.

--- *Estadísticas del Medio Ambiente, México 1994*, México, 1995.

- KIRBY, H. R. *Theoretical requirements for calibrating gravity models*, Transportation Research 8, 1974.
- NORUSIS, MARIJA J. *SPSS for Windows: Professional Statistics, Release 6.0*, United States, 1993.
- PAELINCK, Jean H.P; NIJKAMP, Peter. *Operational theory and method in regional economics*, Saxon House/Lexington Books, Hampshire, England, 1978.
- RACIONERO-GRAU, Luis. *Sistemas de ciudades y ordenación del territorio*, Alianza Universidad, Madrid, 1981.
- RONDINELLI, Dennis A. *Applied Methods of Regional Analysis. The Spatial Dimensions of Development Policy*, Westview Press, Colorado, 1985.
- RUIZ-PANTOJA, Teresita Elisa. *Tendencias actuales de la migración y desarrollo urbano en México*, Tesis de licenciatura, UNAM, México, 1997.
- SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL (SEDESOL). *Escenarios del Crecimiento Urbano para el Ordenamiento Territorial del País, Resumen ejecutivo*, México, noviembre 1993.
- SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO. *VII y VIII Censo Industrial, Comercial y de Servicios 1975 y 1980*, México, 1976 y 1981.
- SECRETARIA DE SALUD. *Bases de información para la salud, cifras municipales 1994*, México, marzo 1996.
- SERRANO CAMARENA, ANTONIO; SANDOVAL MÚSI ALFREDO. *Atracción de la inversión en México*, ITESM, febrero, 1997.

STETZER, F. *Parameter estimation for the constrained gravity model: a comparison of six methods (paper)*, Environment and Planning, Pion, Gran Bretaña, 1976.

SANCHEZ-VILLAREAL, FRANCISCO. *Curso de análisis de conglomerados*, Investigación y desarrollo en matemáticas aplicadas, PRAGMA, S.A. de C.V.

WILLIAMS IAN. *A comparison of some calibration techniques for doubly constrained models with an exponential cost function (paper)*, Pergamon Press, Gran Bretaña, 1976.