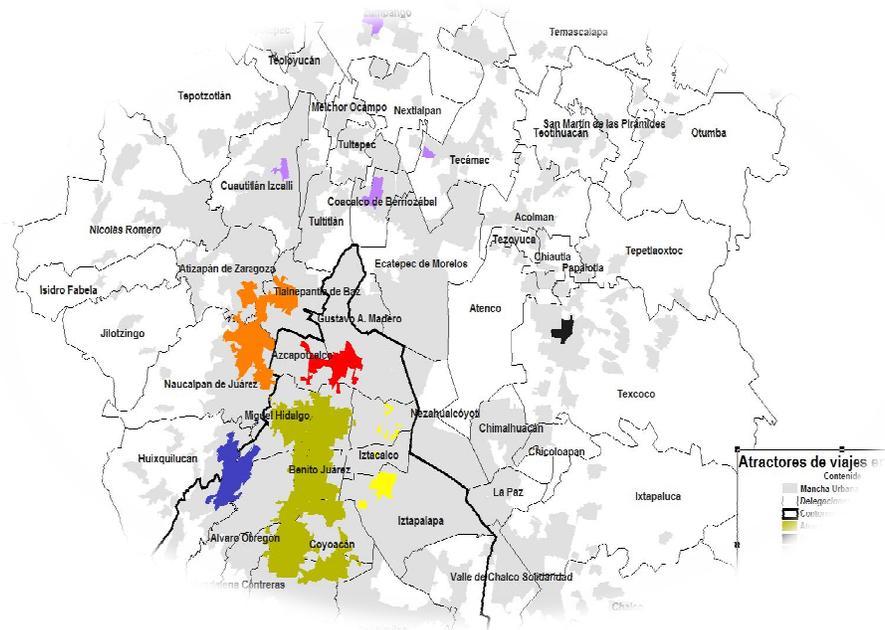


PROGRAMA PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AIRE EN LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO 2011-2020

Econometría Espacial que Relacione a la Estructura Urbana y Variables Socioeconómicas con los Viajes de los Habitantes de la ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO Y ÉSTOS CON LAS EMISIONES ATMOSFÉRICAS CONTAMINANTES.

Informe Final



Miguel Ángel Mendoza G.

Coordinador

Posgrado de la Facultad de Economía, UNAM.

30 de Noviembre de 2010



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ECONOMIA

Rector Dr. José Narro Robles

Secretario General Dr. Sergio Alcocer Martínez de Castro

Facultad de Economía

Dr. Leonardo Lomelí Vanegas
Director de la Facultad de Economía

Coordinador del Proyecto

Miguel Ángel Mendoza G.

Profesor de Tiempo Completo y Tutor del Posgrado en Economía

Equipo de Investigación

Hugo Harleston L.

Ricardo Espriella G.

Cynthia K. González G.

CONTENIDO

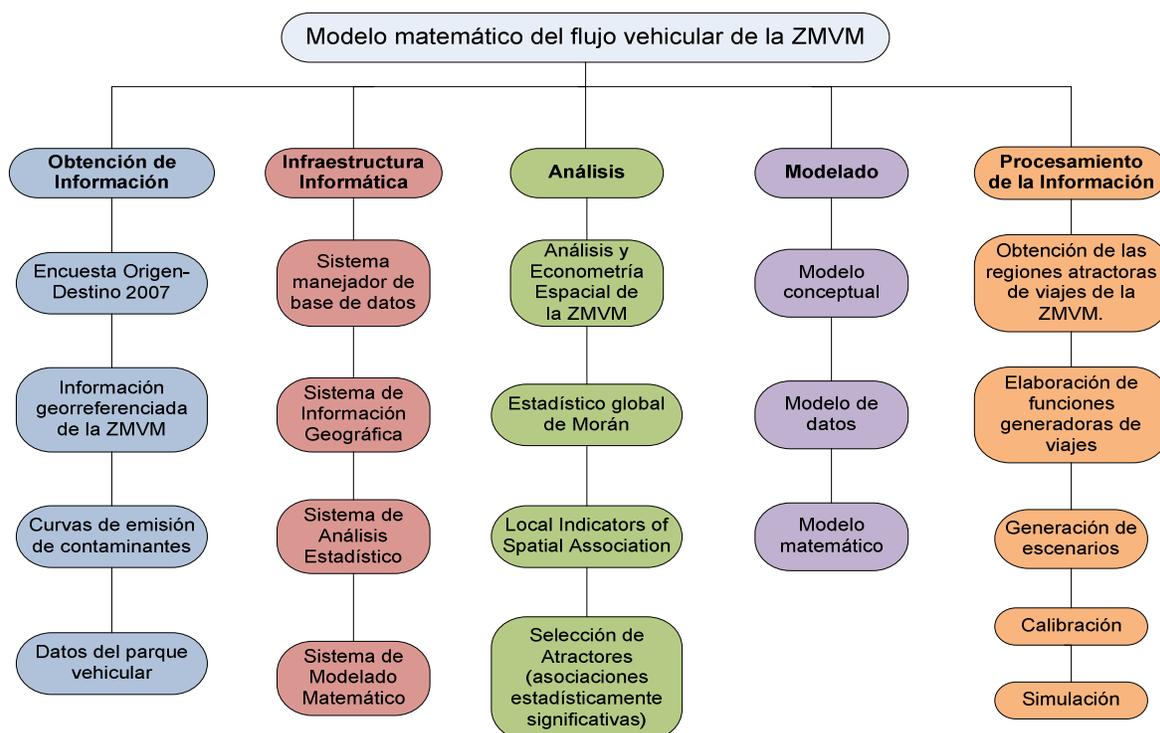
Introducción

- I. Revisión de la cartografía de la encuesta Origen-Destino 2007, de los Censos de Población 2000, del Censo 2005 y de los Censos Económicos 2004.
- II. Compilación de la cartografía por distritos (O-D, 2007), delegaciones y municipios (INEGI, 2005), AGEB (INEGI, 2005) y Manzanas (INEGI, 2005).
- III. Compilación de una base de datos de indicadores económicos y sociodemográficos por distritos y AGEBs.
- IV. Construcción de indicadores económicos y sociodemográfico espaciales de la ZMVM.
- V. Construcción de una base de datos de usos de suelo por distritos y AGEBs del Distrito Federal.
- VI. Definición de los modelos de generación-atracción, origen-destino, de viajes multimodales, que expliquen desde el punto de vista económico y urbano (usos de suelo), la generación y la atracción de los viajes internos en el Distrito Federal y entre regiones de la ZMVM.
- VII. Estimación econométrica de los modelos construidos
- VIII. Evaluación de los resultados de los modelos econométricos
- IX. Construcción de un modelo de simulación para el empleo, para evaluar los impactos económicos y de usos de suelo en la generación-atracción de los viajes en la ZMVM

Introducción

La Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal, solicitó a la Facultad de Economía de la UNAM bajo la coordinación de Miguel Ángel Mendoza, elaborar un estudio con nombre “Econometría espacial que relacione a la estructura urbana y variables socioeconómicas con los viajes de los habitantes de la zona metropolitana del valle de México y estos con las emisiones atmosféricas contaminantes”, acciones contempladas en el proyecto denominado: “Programa para Mejorar la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana del Valle de México 2011-2020”.

El *objetivo principal* del estudio consiste en la elaboración de **modelos econométricos** para obtener **los parámetros** que muestran **la relación** y los **impactos** de las condiciones económicas, urbanas y espaciales sobre la generación y atracción de los viajes multimodales entre los municipios y delegaciones que conforman la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM). Los parámetros estimados por los modelos econométricos son un insumo para la construcción de un “Modelo matemático del flujo vehicular de la ZMVM” que se elabora por el Dr. Leonardo Martínez como parte del PROAIRE 2011-2020.



Los modelos econométricos se definen por ecuaciones funcionales, que se usan para estimar los parámetros de interés. La ecuación funcional de referencia tiene la siguiente estructura general:

Modelos econométricos de viajes por modos origen- destino

$$Vk_{i,j} = \alpha_0 + \alpha_1 DisSuelo_{i,j} + \alpha_2 Aglome_{i,j} + \alpha_3 ConEco_{i,j} + e_{i,j}$$

Donde la variable $Vk_{i,j}$ indican los viajes que de originan en el sitio i y tienen como destino el sitio j . En general, los sitios son espacios territorialmente que normalmente se definen en los análisis para México como entidades, municipios, delegaciones, localidades, distritos, Áreas Geoestadística Básica (AGEB's) y manzanas. Los valores para la variable $Vk_{i,j}$ se obtiene de los componentes o vectores de una matriz de viajes origen-destino; como es el caso de la Encuesta Origen-Destino 2007.

Una matriz de Viajes Origen-Destino, se especifica como una tabla con i filas y j columnas. Por ello, los orígenes de los viajes se identifican en cada fila y los destinos en cada columna; como se observa en la siguiente tabla:

Matriz de viajes origen-destino

Sitios → Destinos ↓ Origen	$Vk_{i,1}$	$Vk_{i,2}$	$Vk_{i,3}$...	$Vk_{i,j}$
$Vk_{1,j}$
$Vk_{2,j}$
$Vk_{3,j}$					
⋮	⋮	⋮	⋮
$Vk_{i,j}$					

Las matrices origen-destino en general, son cuadradas por lo que se tiene el mismo número de orígenes y destinos. Con la matriz se puede analizar caso por caso los viajes pares origen-destino o si el interés es saber los sitios donde se originan los i viajes, que tienen como destino el sitio $j=3$, entonces de la matriz de viajes origen-destino se utiliza únicamente la columna $Vk_{i,3}$. En el caso de que se requiera analizar de manera individual cada uno de los j destinos por cada i origen, entonces se pueden revisar cada una de las columnas de matriz. La cantidad de observaciones que contiene cada columna depende del número de sitios que se estén analizando; por ejemplo, si el número de sitios es de 56 (16 delegaciones y 40 municipios), entonces para cada sitio destino (56 columnas) se identifican 56 observaciones (filas) relacionados para cada origen. Por tanto, el número de combinaciones de viajes origen-destino para analizar en una matriz con 56 sitios es 56×56 , lo cual significa 3,136 pares de viajes origen-destino.

El análisis de los sitios de origen de los viajes de cada destino por motivos y los modos es interesante de por sí, pero no explica la razón porque se generan o atraen viajes los sitios.

El modelo econométrico se utiliza para explicar la generación y la atracción de cada viaje por motivo y modos. Para ello, se consideran tres grupos de variables explicativas:

- 1) Distribución de usos de suelo (*DisSuelo*): son variables en proporciones de áreas territoriales de uso de suelo, clasificados en tres grupos (habitacional, actividades productivas y servicios, equipamiento e infraestructura urbana).
- 2) Economías de aglomeración (*Aglome*): son variables que miden la densidad en cada uso de suelo (Hogares por uso de suelo habitacional, empleos por uso de suelo de actividades económicas y servicios por uso de suelo de servicios).
- 3) Condiciones económicas (*ConEco*): son las variables que miden el número de empleados, salarios y el valor de la producción.

Con la variable $Vk_{i,j}$ de viajes origen-destino especificada como un componente o vector de una matriz, los tres grupos de variables que la explican definen como la *diferencia* entre el origen y el destino: de la distribución de usos de suelo, economías de aglomeración y las condiciones económicas.

Para el enfoque gravitacional, las variables explicativas del modelo econométrico se ponderan con el inverso de los costos de transacción (ct) al cuadrado: distancias o tiempos de recorrido ($1/ct^2$).

Delimitación territorial

La Encuesta Origen-Destino de 2007 (EOD 2007) consideró 16 delegaciones del DF y 40 municipios conurbados del Estado de México. El área de estudio se dividió en 156 distritos, 84 del DF y 72 mexiquenses, mismos que se conformaron mediante la agrupación de 5,256 Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB). La presentación de la EOD 2007 se enfoca en la información por los 156 distritos y por tanto la matriz de origen-destino que se publicó considera es de tamaño 156.

No obstante a lo anterior, se decidió que era mucho más rico el análisis si se utilizaba la información de la EOD 2007 por AGEB. Sin embargo, los retos computacionales fueron mayores debido a que se tuvieron que construir las matrices de viajes origen-destino para los 5,256 AGEB's que se consideran en la EOD 2007 y la especificación de 27,625,536 de viajes pares origen-destino.

Retos en la información

Aunque el reto de la construcción de las matrices origen-destino por AGEB's era relevante, también lo fue la construcción de las variables explicativas por distrito y por AGEB's, debido a que mucho de la información no es público o en los medios electrónicos tradicionales.

Enfoque espacial y presentación de resultados

Para el análisis, para la construcción de indicadores como de los modelos econométricos, el enfoque espacial de los viajes significó utilizar los formatos shape de los sistemas de información geográficos y la presentación de algunos resultados en mapas temáticos. Po lo que, mucha de información que resulta se encuentra en bases de datos en DBF, con los identificadores definidos por el INEGI.

El *informe final* se conforma con este documento y ***ocho DVD's*** como anexos, con las cartografías, las bases de datos en formato DBF, cuadros en Excel, Mapas en JPEG y los modelos econométricos estimados en archivos compatibles con el software econométrico Eviews 7. Es importante mencionar que el informe en su formato digital se incluye en el ***DVD 1***.

I. Revisión de la cartografía de la encuesta Origen-Destino 2007, de los Censos de Población 2000, del Conteo 2005 y de los Censos Económicos 2004.

- a. El INEGI decidió llevar a cabo la encuesta Origen-Destino de los viajes de los residentes de la Zona Metropolitana del Valle de México 2007 (EOD 2007), con la clasificación por distritos empleada en la EOD 94 con el objetivo de tener resultados que se pudieran comparar. La EOD 2007 cubrió 16 delegaciones y 40 municipios conurbados del Estado de México. El área de estudio se dividió en 156 distritos, 84 del D.F. y 72 del Estado de México, como resultado de la agrupación de 5,256 Áreas Geoestadísticas Básica (AGEB). En resumen, los gobiernos del D.F. y del Estado de México decidieron junto con el INEGI, trabajar la EOD 2007 con los distritos de la EOD de 1994, el marco geoestadístico del INEGI y definiendo cada distrito como la agrupación de AGEBs de acuerdo a la población resultado del II Conteo de Población y vivienda de 2005.
- b. En los primeros dos meses del estudio se revisaron la cartografía por distrito elaborada y se consiguió la cartografía 2000 y 2005 para todos los municipios del país por el INEGI. Con esta última se eligieron las 16 delegaciones y los 40 municipios conurbados del Estado de México.
- c. Por otro lado, se analizó la posibilidad de conseguir la cartografía por AGEB y Manzanas, con el objetivo de construir una base de datos de uso de suelo.

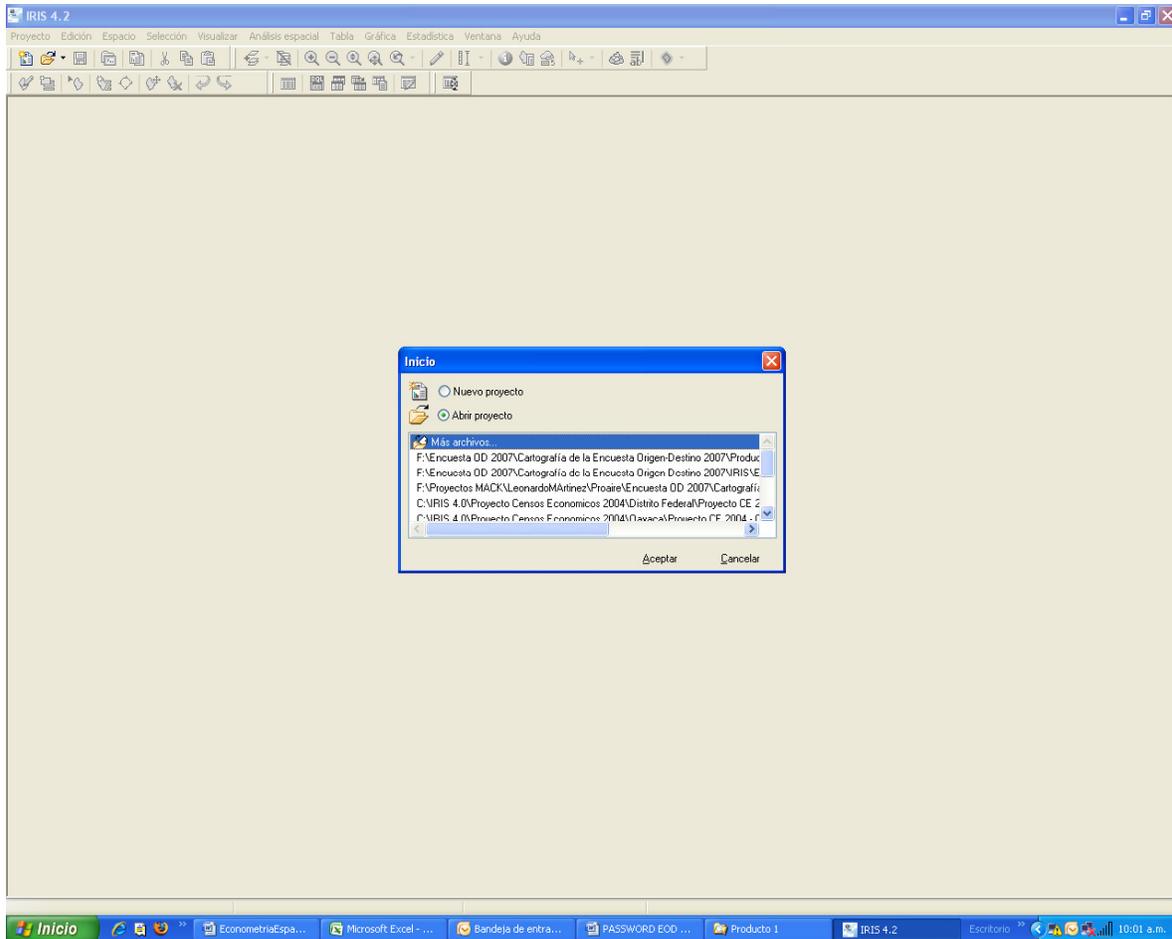
La información por distrito de la EOD 2007 en el software IRIS de INEGI

El INEGI tiene un sistema de información geográfico llamado IRIS, que maneja un formato propio pero también puede incorporar el formato shape, lo cual lo hace muy versátil para el análisis. El INEGI compiló los resultados de la EOD 2007 para poder manejarlo en el IRIS y lo que mostramos a continuación es una guía rápida para poder usarlo.

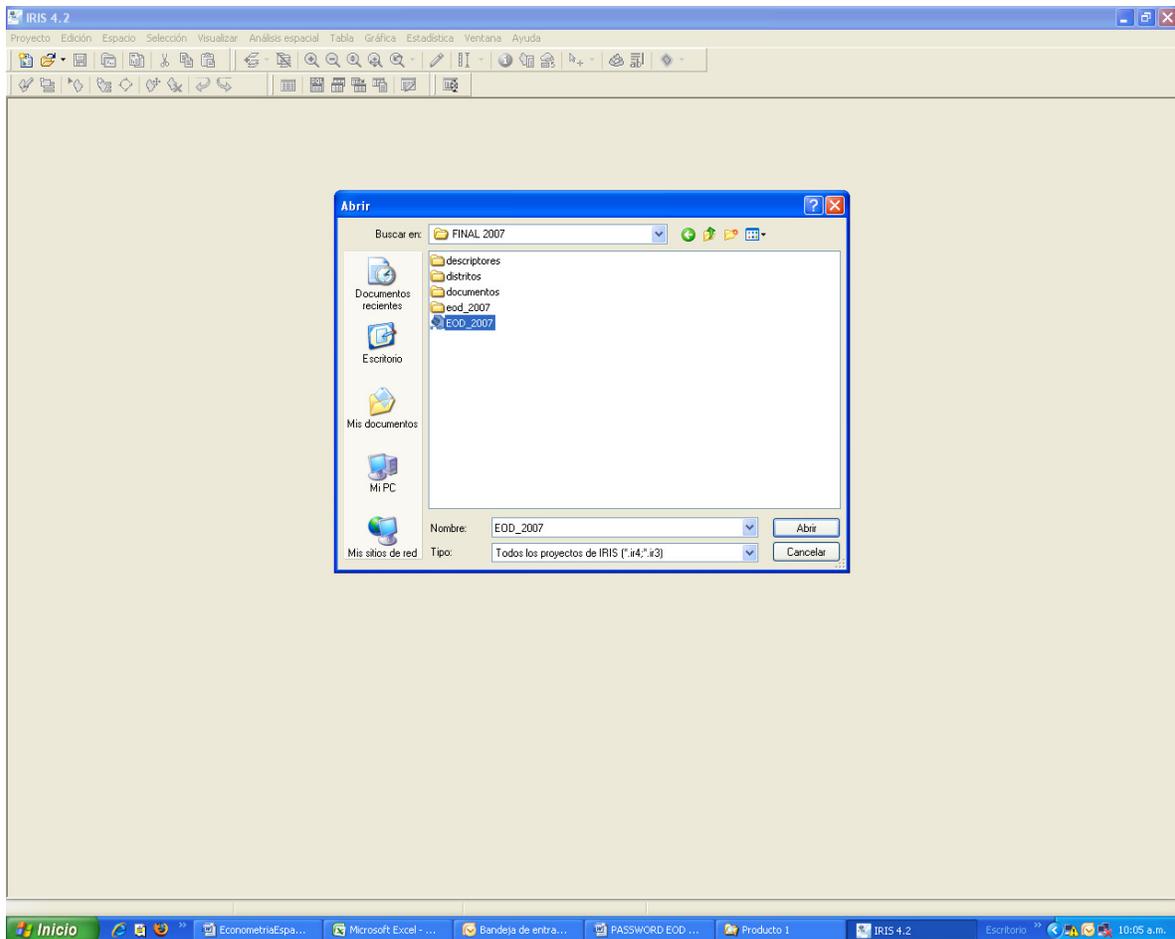
Requerimientos

- 1) El IRIS se consigue en el INEGI y el costo es muy accesible.
- 2) ***El DVD 1 con la etiqueta EOD 2007*** para IRIS, que se anexa al documento.

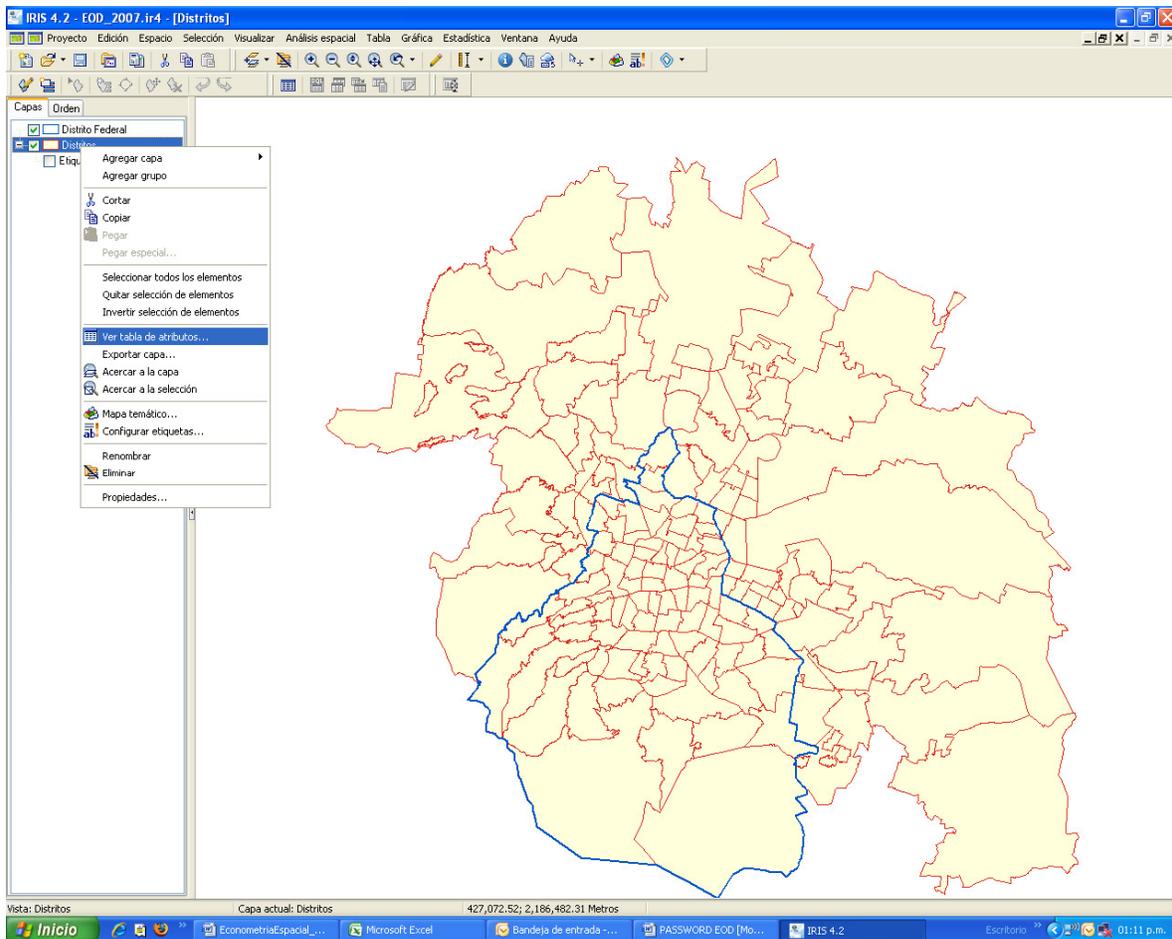
El primer paso es abrir el software IRIS y la primera ventana es la siguiente:



Elegir abrir proyecto y buscar en el DVD 1 el subdirectorío que dice Encuesta OD 2007 y elegir en el subdirectorío /ProductoEOD2007/FINAL 2007 el archivo con dibujo de IRIS y nombre EOD_2007.



Con el proyecto EOD_2007 cargado en IRIS, en la ventana se visualizan dos capas cartográficas: el contorno del D.F., que no tiene mayor información; y, la capa de distritos que contiene toda la información de matrices y tablas de la EOD_2007 que generó el INEGI, para los 156 distritos del Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Para poder observar o manipular la base de datos vinculada a la cartografía, se tiene que elegir la capa de distritos; para ello, solamente elegir con el mouse la capa y con el botón derecho se abren las opciones vinculadas a la cartografía. De todas las opciones, la más importante en estos momentos es aquella que dice Ver tablas de atributos; elegir con el botón derecho del mouse.



La tabla de atributos contiene diferentes matrices de información generadas con la EOD 2007 clasificados por distritos. La primera matriz de información es la que dice distritos, la segunda viajes en automóvil (elegir matriz con el botón izquierdo del mouse) y así sucesivamente hasta la matriz de información “Resumen de transportes”.

Regresar a la pestaña de “distritos” y revisar que la primera columna de la matriz dice “Clave de distrito origen” y la segunda columna “Nombre del distrito origen”. Lo anterior significa que cada fila de las columnas, se está refiriendo a un distrito con clave y nombre asignado. Por ejemplo, el distrito con nombre Zócalo se identifica con la clave 001 en la base de datos, pero en la cartografía de distritos es el objeto numero 7.

Las columnas siguientes nombradas con la clave y el nombre, son los distritos destino y las filas de tales columna tiene información de cada uno de los distritos origen.

Por ejemplo, para la columna con clave y nombre 001 Zócalo se señala la cantidad de 7,441 “viajes internos”; esto es, los viajes que tiene como origen y destino el mismo distrito “Zócalo”. El otro caso son los “viajes externos”, como es el caso de la cantidad de viajes que se originan en el Zócalo y tienen como destino la Zona Rosa (3,276).

Clave de distrito origen	Nombre del Distrito Origen	Identificador de objeto	CVE_DIST1	001 Zócalo	002 Zona Rosa	003 Buenavista	004 Tlatelolco	005 Morelos	006 Obrea	007 Condesa	008 Chapultepec	009 Las Lomas	010 Las Lomas II	011
010	Las Lomas II	1	010	805	1519	46	45	64	69	732	2714	1995	3546	
021	Cuasutepec	2	021	1618	1419	302	448	764	152	368	244	159	528	
032	Aeropuerto	3	032	190	63	0	0	70	0	0	0	70	69	
033	Panfilán	4	033	2518	1577	450	149	134	944	967	1327	0	318	
030	Romero Rubio	5	030	1725	1095	226	379	1075	907	209	987	49	383	
031	Mochtezuma	6	031	2490	1421	289	88	756	410	1024	212	206		
001	Zócalo	7	001	7441	3276	1311	350	170	1452	1912	380	911		
003	Buenavista	8	003	3579	3515	3011	1433		1164	1286	216	480		
002	Zona Rosa	9	002	3832	5516	1297	456		517	3686	568	1167		
040	Portales	10	040	2416	1831	535	271	9		1640	1475	105	565	
047	Águilas	11	047	1021	1800	232	0	4		1004	1608	490	1075	
048	Santa Lucía	12	048	1026	1526	80	90	2		1188	2457	783	1578	
050	Observatorio	13	050	860	986	269	37	11		648	2605	351	467	
045	Plateros	14	045	1375	2071	188	47	4		1452	2481	1291	808	
070	Cerro del Judio	15	070	994	1376	84	0	3		788	1201	381	636	
055	Ejército Constitucionalista	16	055	3173	1438	240	0	9		1088	1112	559	0	
054	UAM	17	054	1679	1561	207	150	3		736	448	312	212	
056	Santa. Martha Acacitla	18	056	2439	1094	513	169	4		667	836	209	0	
059	Santa Cruz Meyehualco	19	059	2115	963	344	469	5		403	721	0	223	
063	Pueblo de Culhuacán	20	063	1312	1700	255	58	2		1156	1067	87	77	
060	Jacarandas	21	060	2231	979	0	0	8		642	1009	380	304	
053	Central de Abastos	22	053	1834	1777	412	150	5		560	987	129	372	
035	Arenal	23	035	2961	1562	201	0	6		826	1612	0	637	
037	Palacio de los Deportes	24	037	2653	1026	229	235	2		1096	516	219	563	
036	UPIICSA	25	036	2352	839	267	71	2		403	491	0	259	
024	Deportivo los Galeana	26	024	1796	1825	387	243	750	211	397	669	132	310	
020	Reclusorio Norte	27	020	1926	1786	194	214	575	483	537	703	137	397	
025	Bosque de Aragón	28	025	1340	1094	250	85	363	199	803	529	74	59	
026	La Malinche	29	026	1450	1213	347	167	543	49	426	929	104	335	
023	San Felipe de Jesús	30	023	1687	1804	534	91	1380	472	476	394	0	565	
022	Tepeyac	31	022	1770	2434	386	751	1436	443	892	779	0	742	
019	Pobliónico	32	019	2014	1940	702	476	195	386	690	1069	253	419	
027	La Villa	33	027	1836	2441	335	73	1190	931	803	725	165	755	
066	Pedregal	34	066	996	316	38	97	235	244	291	263	112	264	
069	Campestre Churubusco	35	069	2097	1685	453	80	373	901	985	980	268	367	
065	Xotepingo	36	065	1547	1401	132	145	693	1253	415	865	423	159	
014	Clavería	37	014	1384	1296	549	470	770	422	372	2094	208	1047	
016	El Rosario	38	016	944	1173	163	247	512	494	229	1096	318	861	
058	Santa María Xalpa	39	058	1685	941	135	107	1101	690	864	725	1005	406	
057	San Miguel Teolongo	40	057	1449	1326	262	193	690	510	730	698	197	469	
074	Santa Catarina	41	074	669	410	63	255	102	214	231	161	0	74	

Es importante hacer un recorrido por la base de datos de cada pestaña, con la idea de entender cada una de ellas. Para poder cerrar esta opción, como cualquier hoja electrónica señalar x y se cierra, entonces aparece nuevamente la cartografía.

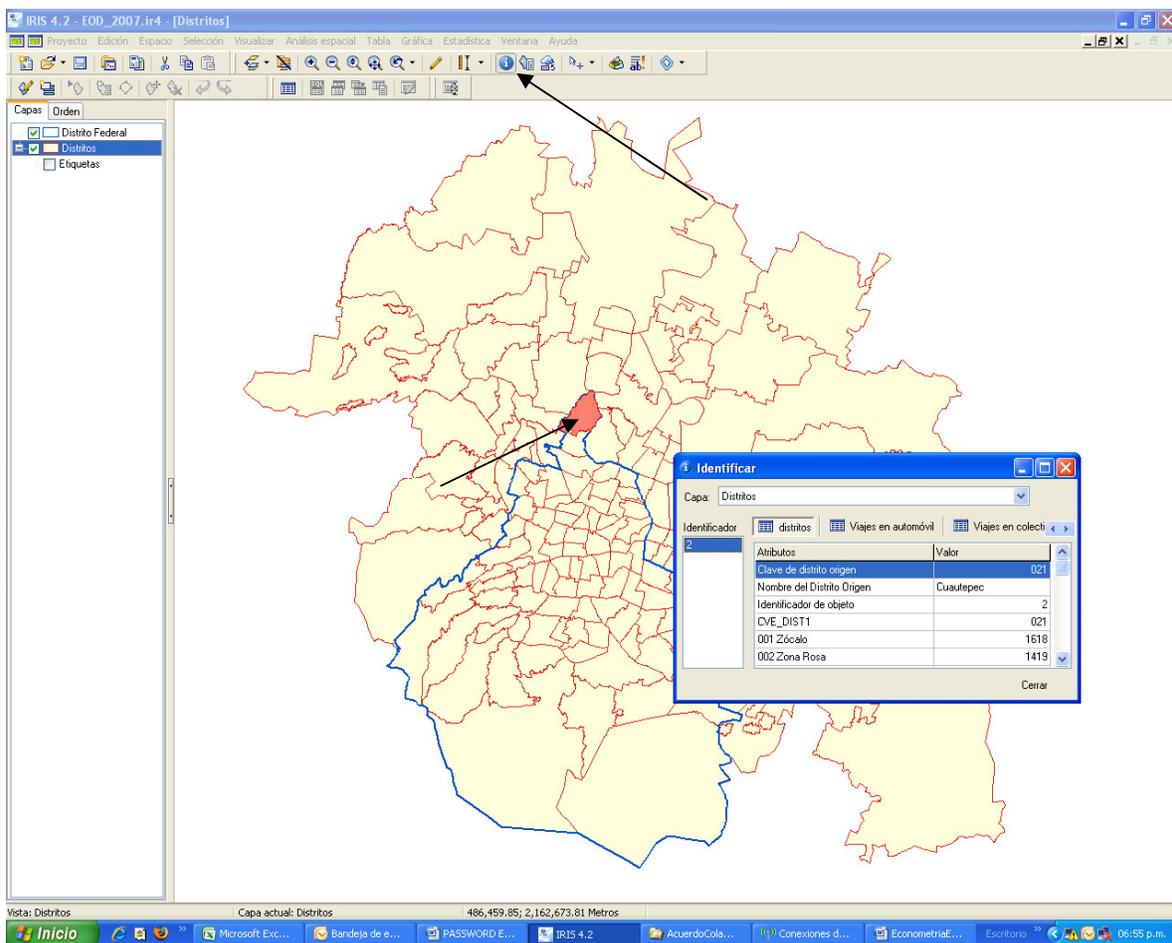


Otra opción interesante, es cuando se activa la opción de “identificar” y entonces se puede elegir con el mouse cualquier distrito como el que se señala en la siguiente imagen. En seguida aparece una ventana con la toda información relacionada con el distrito elegido.

Para regresar a la opción original, simplemente cerrar la venta de información y para borrar la selección, buscar en la barra de opciones “Selección” y “Quitar Selección”.

Para cerrar el proyecto ir a la barra y elegir proyecto, después cerrar proyecto, salvar o no salvar cambios de acuerdo a lo que convenga y entonces elegir salir del IRIS.

Para el mejor manejo del Sistema de Información Geográfico (SIG), *revisar la carpeta de presentaciones en IRIS 3 en el DVD 1*, así como todo el material anexo a la compra del software IRIS y en la página de usuarios de IRIS en la pagina del INEGI.



II. **Compilación de la cartografía por distritos (O-D, 2007), delegaciones y municipios (INEGI, 2005) y AGEB (INEGI, 2005).**

- a. Las cartografías por distrito, delegaciones, municipios y por AGEB estaban en diferentes proyecciones geográficas pero se pudieron trabajar conjuntamente al re-proyectar en el sistema Universal Transver Mercator (UTM).
- b. Todas las cartografías están en el formato vectorial tipo shape y se pueden cargar en los softwares IRIS, ArcView, Geoda (Econometría espacial) y Transcad (Transporte).

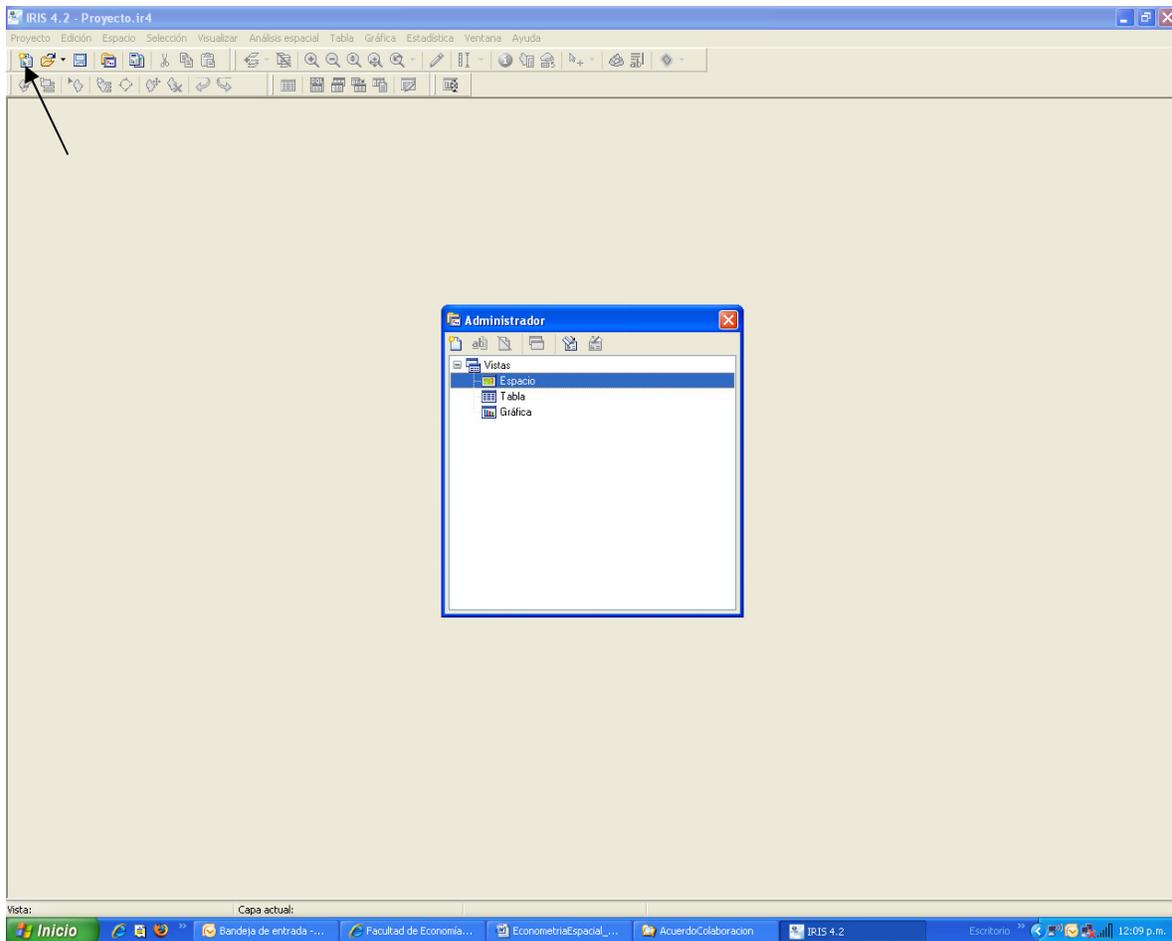
Compilación de las cartografías en un Sistema de Información Geográfica (SIG)

Las cartografías por distritos (O-D, 2007), delegaciones y municipios (INEGI, 2005) y AGEB (INEGI, 2005) se pueden compilar en un solo archivo en un SIG. Para fines prácticos, se muestra la compilación que se hizo en el SIG IRIS del INEGI.

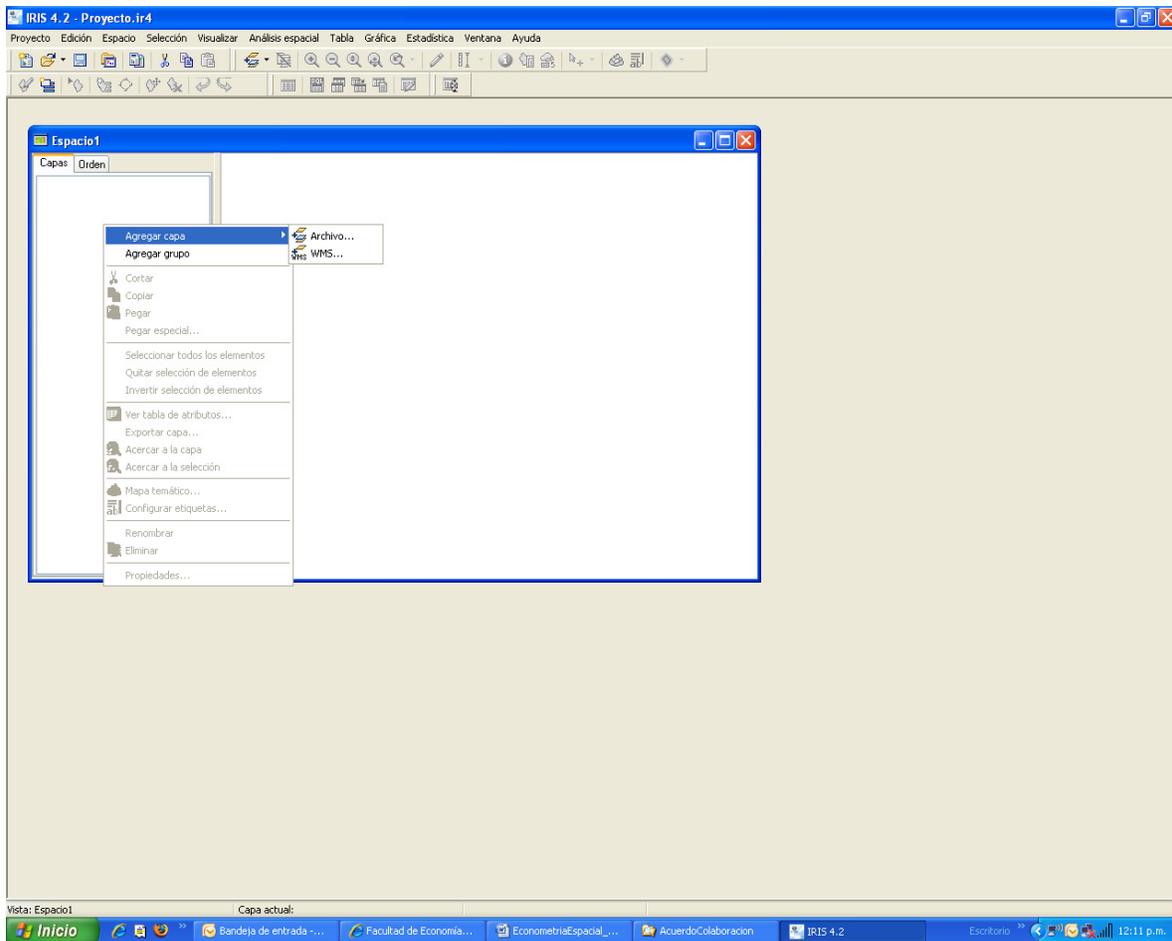
Requerimientos

- 1) El IRIS del INEGI.
- 2) ***El DVD 2 con la etiqueta cartografía***, que se anexa al documento.

El primer paso es abrir el software IRIS, elegir la opción de cancelar la primera ventana y en la segunda ventana elegir el icono que se señala en la imagen siguiente, con lo cual se abre otra ventana con el nombre “Administrador” que contiene tres tipos de vistas: espacio, tabla y gráfica. La vista que se tiene que elegir es “Espacio”.



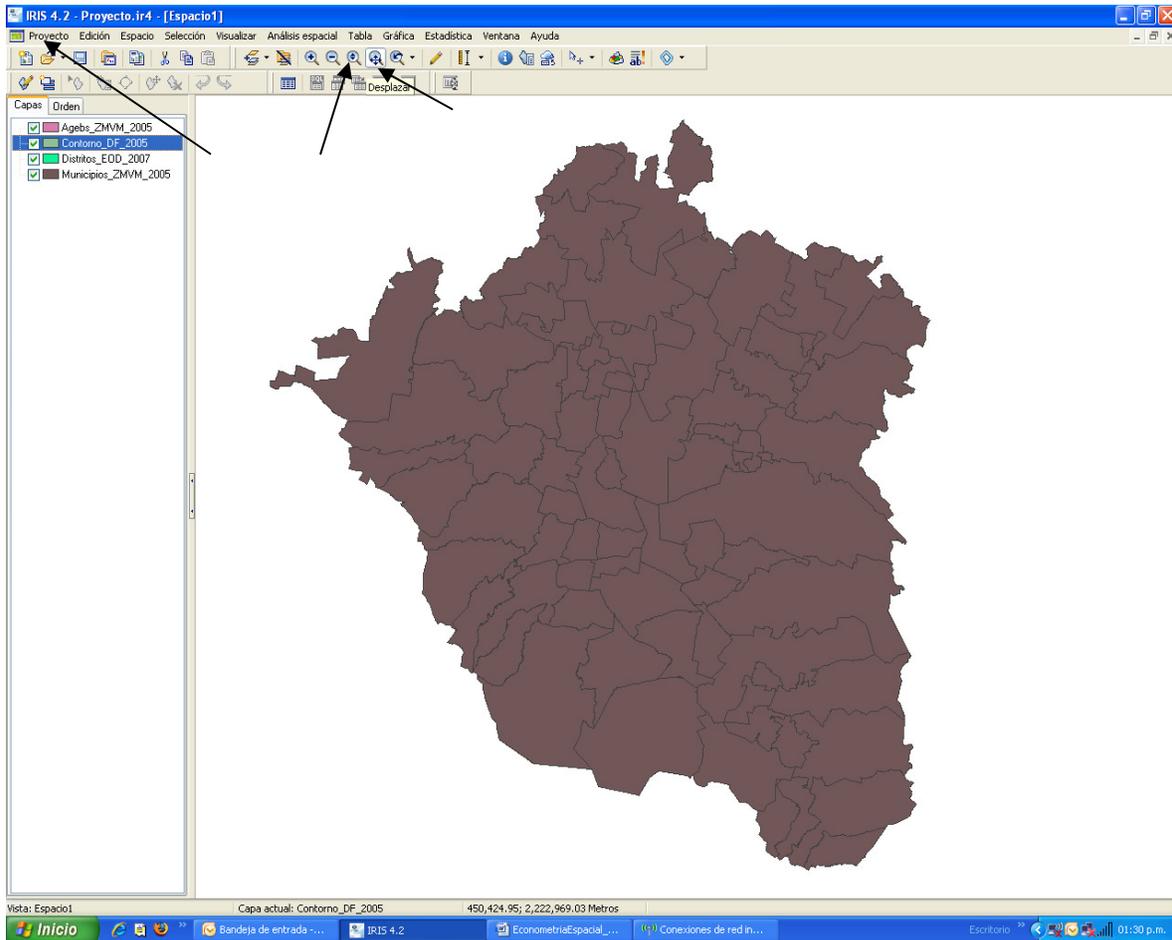
La nueva venta que se abre tiene el nombre de “espacio1” con dos pestañas “Capas” y “Orden”. La pestaña que se usa es la de “Capas” y para asegurarnos que este activa solamente se señala con el mouse. Una vez, que la pestaña “Capas” esta señala entonces colocar el mouse en el rectángulo en blanco que se encuentra debajo de la opción “Capas” y apretar el botón derecho del mouse, donde aparece una nueva venta con la opción de agregar capas, que a la vez tiene la opción de “archivo” y buscar las cartografías en el ***DVD 2 con la etiqueta cartografía.***



En el **DVD 2 con la etiqueta cartografía** aparecen cuatro cartografías: Agebs_ZMVM_2005, Contorno_DF_2005, Distritos_EOD_2007 y Municipios_ZMVM_2005. Elegir cada una de las capas, no importa el orden, pero en alguno momento aparece un aviso que menciona “que no existe sistema de coordenadas...” dar aceptar y continuar hasta cargar todas las capas en el IRIS. Como una anota el IRIS carga la cartografía con colores diferente en cada ocasión

Para visualizar mejor el mapa, elegir la opción rectángulo X en la parte superior de la venta. Para poder centra el mapa se elegí la opción de **desplazar** como se indica en la imagen siguiente y posteriormente para hacer más grande o más pequeño el mapa se elige la opción **acercar/alejar dinámico**, que se encuentra a la izquierda de **desplazar**. Con las dos opciones centrar y elegir el tamaño adecuado, como en la imagen siguiente.

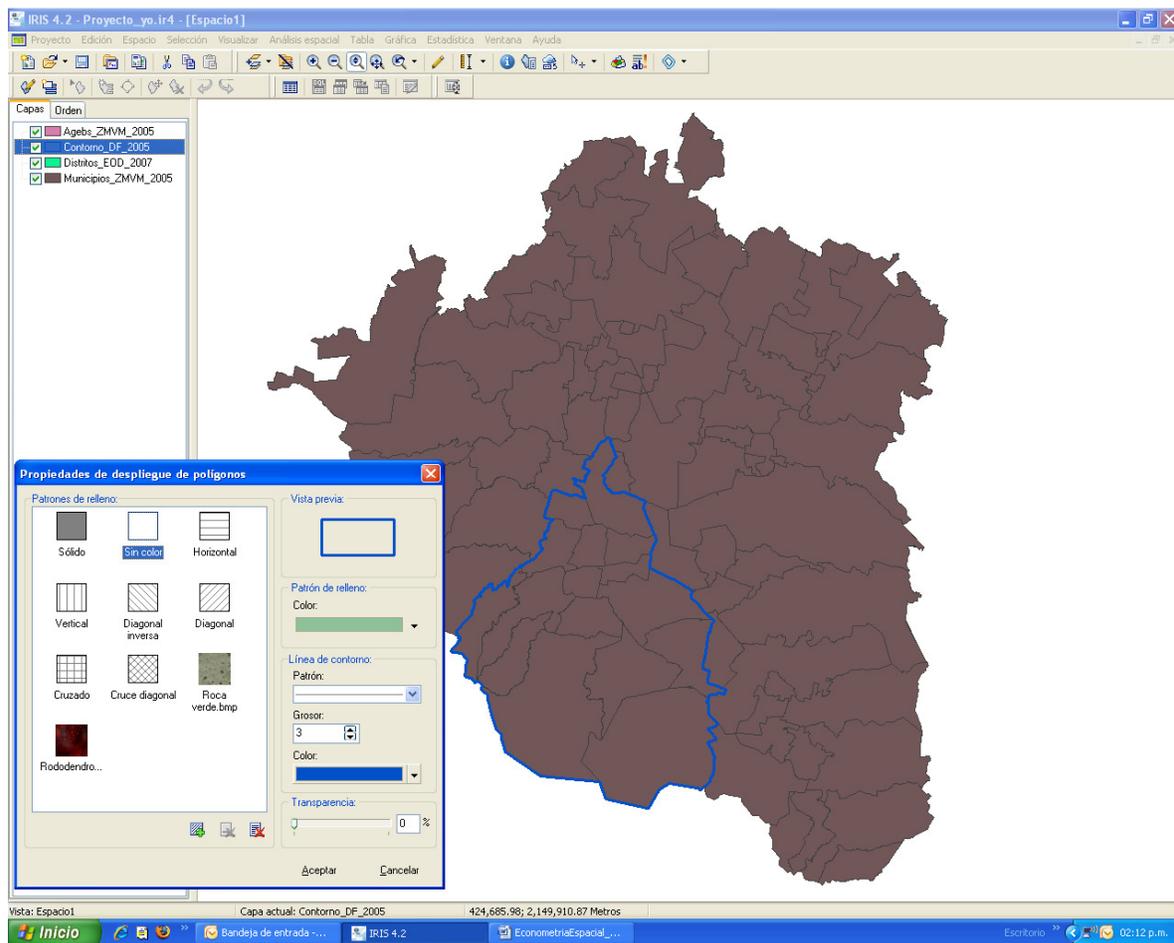
Antes de continuar es muy importante guardar el “proyecto” de IRIS, para ello señalar la opción de proyecto y salvar el disco duro con un nombre.



Con el objetivo de visualizar mejor las cartografías que se cargaron, se modificaran los rellenos, los colores, nivel de transparencia, el orden de aparición y la elección de capas para visualizar en el mapa.

El contorno del D.F.

Con el objetivo de modificar las características del contorno del D.F., en primer lugar se elige con el mouse la capa “Contorno_DF_2005”, entonces apretar dos veces el botón izquierdo del mouse para que aparezca la ventana de Propiedades de despliegue de polígonos. En el patrón de relleno elegir “Sin color”, la línea de contorno elegir el grosor “3”, en color elegir el tercer azul de abajo hacia arriba y aceptar para cerrar la ventana. Para que el contorno del DF se visualice, entonces quitar y poner de la opción de la capa de “Contorno_DF_2005”.



Municipios y delegaciones de la ZMVM

En este caso, de las propiedades de despliegue de polígonos elegir “sin color”

Distritos de la ZMVM

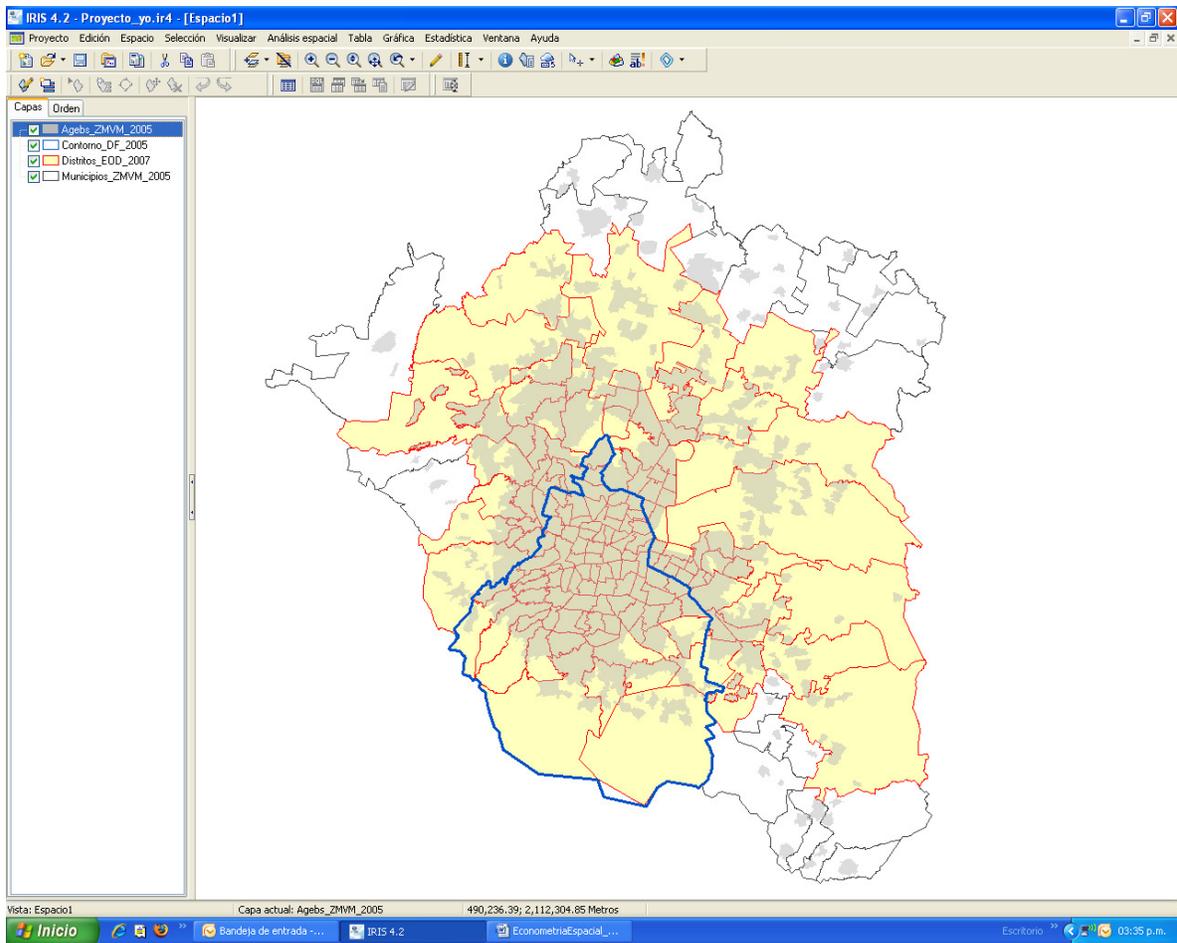
Para los distritos elegir, patrón de relleno “Sólido” y el color más claro del amarillo, y en la línea de contorno elegir el color rojo.

AGEB'S de la ZMVM

El patrón de relleno es “Sólido”, el color es el cuarto gris de arriba hacia abajo, el patrón de la línea de contorno es “sin línea” y en la opción de transparencia escribir “50 %”.

Para elegir orden de Capas

Para elegir el orden en que deben aparecer las capas, primero eliminar en cada capa la opción de hasta no visualizar ninguna de las capas. Posteriormente elegir las capas, con , en el siguiente orden: Municipios_ZMVM_2005, Distritos_EOD_2007, Agebs_ZMVM_2005 y finalmente Contorno_ZMVM_2005. Lo que resulta es el mapa con la siguiente imagen. Salvar con la opción de guardar, cerrar el proyecto (si) y salir del IRIS si se desea.



III. **Compilación de una base de datos de indicadores económicos y sociodemográficos por distritos y AGEBs. Fuentes: Censos de Población, Económicos y la encuesta O-D 2007.**

- a. La EOD 2007 contiene información de los viajes origen-destino *por modos*: privado - automóvil, bicicleta y motocicleta - y público – metro, tren ligero, metrobús, trolebús, Autobús RTP, Autobús suburbano, colectivo y taxi- y *motivos de viajes*, como: ir al trabajo, regresar a casa, ir a estudiar, compras, llevar o recoger a alguien, social, diversión, relacionado con el trabajo, ir a comer, ir a hacer un trámite y otros.
- b. Con los microdatos de la EOD 2007 se conformó una base de datos para generar matrices de viajes origen-destino por AGEB para el modo automóvil.
- c. Las bases de datos que se construyeron del censo de población 2000 y del conteo de 2005 por AGEB, son para las siguientes variables: Población total, población económicamente activa, población de 15 años y más, número de hogares, número de viviendas por diferentes características, etc.
- d. Las bases de datos que se construyeron con el censo económico 2004 es por AGEB, para las siguientes variables: producción bruta censal, población ocupada, remuneraciones totales, remuneración promedio o salarios, unidades económicas para los sectores productivos considerados en el censo.

Requerimientos

- 1) Excel y cualquier manejador de bases de datos.
- 2) ***El DVD 3 con la etiqueta base de datos de indicadores económicos y sociodemográficos por distritos y AGEBs***, que se anexa al documento.

Matrices Origen-Destino por AGEB para el modo Automóvil

Con los microdatos de la EOD 2007 se conformó una base de datos para generar matrices de viajes origen-destino por AGEB para el modo de viaje automóvil, para los siguientes motivos:

- 1) Comer
- 2) Compras
- 3) Estudio
- 4) Llevar
- 5) Otros
- 6) Social
- 7) Trabajo y relacionado con el trabajo
- 8) Tramite

En el *DVD 3* se encuentran las matrices de Origen-Destino para cada uno de los ocho motivos que se enlistaron anteriormente. Las matrices se escribieron en el formato CSV, pueden leerse con el Excel pero debido a que son matrices de 5432 X 3748 es muy difícil que un manejador de bases de datos común como el Access, pueda manipular la cantidad de información que contienen las matrices; por ello, no se manejan en el formato DBF. La recomendación es que si se tiene un manejador de bases de datos que soporte más de 2000 columnas se use para el análisis de las matrices.

Las matrices de Origen-Destino de cada motivo tienen las siguientes columnas:

- 1) Las tres primeras columnas son los identificadores continuos de los polígonos de los AGEBS y que tienen el mismo significado: obs, ID y OID.
- 2) La columna “*CLAVE*” es el identificador del AGEB con trece dígitos de acuerdo al INEGI.
- 3) La columna “*AGEB_Origen*” es el identificador del AGEB con nueve dígitos de acuerdo al INEGI y que se usa para saber el origen del viaje.
- 4) Las columnas para identificar el destino del viaje se escriben con una V_, se le añaden el motivo y el identificador del AGEB destino con nueve dígitos. Por

ejemplo, si la matriz que se abre es la del motivo comer (matriz_od_aut_trab_rtrab), en Excel aparece la siguiente imagen con columnas de los destinos de los viajes como: V_TRAB_RTRAB_090020010, V_TRAB_RTRAB_090020025, etc.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

	A	B	C	D	E	F	G	
1	obs	ID	OID	CLAVE	AGEB_ORIGEN	V_TRAB_RTRAB_090020010	V_TRAB_RTRAB_090020025	V_T
2	1	1	1	900200010665	90020665	NA	NA	NA
3	2	2	2	900200010010	90020010	NA	NA	NA
4	3	3	3	900200010025	90020025	NA	NA	NA
5	4	4	4	090020001010A	09002010A	NA	NA	NA
6	5	5	5	900200010097	90020097	NA	NA	NA
7	6	6	6	900200010966	90020966	NA	NA	NA
8	7	7	7	900200011042	90021042	NA	NA	NA
9	8	8	8	900200010608	90020608	NA	NA	NA
10	9	9	9	900200011080	90021080	NA	NA	NA
11	10	10	10	900200010171	90020171	NA	NA	NA
12	11	11	11	900200011076	90021076	NA	NA	NA
13	12	12	12	900200010970	90020970	NA	NA	NA
14	13	13	13	090020001099A	09002099A	NA	NA	NA
15	14	14	14	900200010985	90020985	NA	NA	NA
16	15	15	15	900200011004	90021004	NA	NA	NA
17	16	16	16	900200011038	90021038	NA	NA	NA
18	17	17	17	900200011095	90021095	NA	NA	NA
19	18	18	18	900200011023	90021023	NA	NA	NA
20	19	19	19	900200011019	90021019	NA	NA	NA
21	20	20	20	900200010260	90020260	NA	NA	NA
22	21	21	21	900200010186	90020186	NA	NA	NA
23	22	22	22	900200010167	90020167	NA	NA	NA
24	23	23	23	900200010275	90020275	NA	NA	NA
25	24	24	24	900200010913	90020913	NA	NA	NA
26	25	25	25	900200011127	90021127	NA		102 NA
27	26	26	26	900200010190	90020190	NA	NA	NA

Base de datos por AGEB de Censo de Población 2000 y Conteo 2005

Las bases de datos que se construyeron del censo de población 2000 y del conteo de 2005 por AGEB, son para las siguientes variables:

CAMPO	DESCRIPTORES
P0015priin	Personas de 15 años o más con primaria incompleta 2000
P00agua_te	Número de hogares que no cuentan con agua entubada dentro del terreno 2000
P00agua_vi	Número de hogares que no cuentan con agua entubada dentro de la vivienda 2000
P00bao	Número de hogares que no cuentan con baño 2000
P00bao_agu	Número de hogares que no cuentan con agua en el cuarto de baño 2000
P00compul	Número de hogares que no disponen de computadora 2000
P00depdemo	Índice promedio de dependencia demográfica 2000
P00drena	Hogares sin drenaje o desag ³ e 2000
P00edadj	Edad promedio del jefe de familia 2000
P00escj	Escolaridad promedio del jefe de familia 2000
P00hacina	Índice promedio de hacinamiento 2000
P00hogares	Número de hogares 2000
P00INGM	Ingreso mensual en pesos de personas mayores de 15 años 2000
P00lava	Número de hogares que no disponen de lavadora 2000
P00luz_ele	Número de hogares que no cuentan con servicio de luz eléctrica 2000
P00may65	Población de 65 años y más 2000
P00Men15	Población menor a 15 años 2000
P00niños	Personas de 0 a 11 años 2000
P00Noas515	Población de 5 a 15 años que no asiste a la escuela 2000
P00p15anal	Población de 15 años o más analfabeta 2000
P00pisotie	Número de hogares con piso de tierra 2000
P00refri	Número de hogares que no disponen de refrigerador 2000
P00sexoj	Número de hogares en que el jefe de familia es del sexo femenino 2000
P00ss	Población que no tiene derecho a servicio de salud en alguna institución 2000
P00Totpers	Total de personas 2000
P00tv	Número de hogares que no disponen de televisión 2000
P00Z101	Población económicamente activa 2000
P00Z114	Población ocupada que no recibe ingreso por trabajo 2000
P00Z115	Población ocupada que recibe menos de un salario mínimo mensual de ingreso por trabajo 2000
P00Z116	Población ocupada que recibe 1 y hasta 2 salarios mínimos mensuales de ingreso por trabajo 2000
P00Z117	Población ocupada con más de 2 y hasta 5 salarios mínimos mensuales de ingreso por trabajo 2000
P00Z118	Población ocupada que recibe más de 5 salarios mínimos mensuales de ingreso por trabajo 2000
P00Z120	Viviendas particulares habitadas 2000
P00Z148	Viviendas particulares propias 2000
P00Z149	Viviendas particulares propias pagadas 2000

P00Z150	Viviendas particulares rentadas 2000
P00Z58	Población de 5 años y más católica 2000
P00Z59	Población de 5 años y más con alguna religión no católica 2000
P00Z60	Población de 5 años y más no católica (incluye sin religión) 2000
P00Z73	Población de 15 años y más con instrucción posprimaria 2000
P00Z75	Población de 15 años y más con instrucción Secundaria o estudios técnicos o comer. con primaria terminada 2000
P00Z77	Población de 15 años y más con secundaria incompleta 2000
P00Z78	Población de 15 años y más con instrucción media superior o superior 2000
P00Z81	Población de 18 años y más sin instrucción superior 2000
P00Z84	Población soltera de 12 años y más 2000
P00Z90	Población casada de 12 años y más 2000
P00Z93	Población en unión libre de 12 años y más 2000
P05AGUA_TER	Número de hogares que no cuentan con agua entubada dentro del terreno 2005
P05AGUA_VIV	Número de hogares que no cuentan con agua entubada dentro de la vivienda 2005
P05BAO	Número de hogares que no cuentan con baño 2005
P05BAO_AGUA	Número de hogares que no cuentan con agua en el cuarto de baño 2005
P05COMPU1	Número de hogares que no disponen de computadora 2005
P05DEPDEMOG	Índice promedio de dependencia demográfica 2005
P05DRENA	Hogares sin drenaje o desag ³ e 2005
P05EDADJ	Edad promedio del jefe de familia 2005
P05ES CJ	Escolaridad promedio del jefe de familia 2005
P05HACINA	Índice promedio de hacinamiento 2005
P05HOGARES	Número de hogares 2005
P05LAVA	Número de hogares que no disponen de lavadora 2005
P05LEE_ESCJ	Jefes de hogar analfabetas 2005
P05LUZ_ELEC	Número de hogares que no cuentan con servicio de luz eléctrica 2005
P05MAY65	Población mayor a 65 años 2005
P05MEN15	Población menor a 15 años 2005
P05NINOS	Personas de 0 a 11 años 2005
P05NOASI515	Población de 5 a 15 años que no asiste a la escuela 2005
P05P15_PRI_IN	Personas de 15 años o más con primaria incompleta 2005
P05P15ANALF	Población de 15 años o más analfabeta 2005
P05PISO_TIE	Número de hogares con piso de tierra 2005
P05REFRI	Número de hogares que no disponen de refrigerador 2005
P05SEXOJ	Número de hogares en que el jefe de familia es del sexo femenino 2005
P05SS	Población que no tiene derecho a servicio de salud en alguna institución 2005
P05TOTPERS	Total de personas 2005
P05TV	Número de hogares que no disponen de televisión 2005

La base de datos como los descriptores de la variables se encuentran en el formato DBF con los nombres de: BDATOS_CEPOB2000Y2005_AGEB_ZMVM y DESCRIPTORES_CEPOB2000Y2005_AGEB_ZMVM respectivamente en el *DVD 3*.

Base de datos por AGEB del Censo Económico 2003

Las bases de datos que se construyó con el censo económico 2003 por AGEB, contiene las siguientes variables:

CAMPO	DESCRIPTORES
NOM_MPO	Nombre de Municipio
CVE_AGEB	Clave de AGEB
PO_man	Población Ocupada en la Manufactura
Rem_man	Remuneraciones en la Manufactura
UE_man	Unidades Económicas en la Manufactura
Sal_man	Sueldos y Salarios medios en la Manufactura
PBC_man	Producción Bruta Censal en la Manufactura
PO_com	Población Ocupada en el Comercio
Rem_com	Remuneraciones en el Comercio
UE_com	Unidades Económicas en el Comercio
Sal_com	Sueldos y Salarios medios en el Comercio
PBC_com	Producción Bruta Censal en el Comercio
PO_ser	Población Ocupada en los servicios
Rem_ser	Remuneraciones en los servicios
UE_ser	Unidades Económicas en los servicios
Sal_ser	Sueldos y Salarios medios en los servicios
PBC_ser	Producción Bruta Censal en los servicios

La base de datos como los descriptores de la variables se encuentran en el formato DBF con los nombres de: BDATOS_CE2003_AGEB_ZMVM y DESCRIPTORES_CE2003_AGEB_ZMVM en el *DVD 3*.

IV. Construcción de indicadores económicos y sociodemográficos espaciales de la ZMVM.

- a. Para la construcción de los modelos econométricos fue necesario construir una serie de indicadores económicos y sociodemográficos, con los cuales se pueda establecer las características de los sitios o lugares de origen y del destino por AGEB. En otras palabras, se construyeron *indicadores* compilados en matrices origen-destino por AGEB.

Requerimientos

- 1) Excel y cualquier manejador de bases de datos.
- 2) ***El DVD 4 indicadores económicos y sociodemográficos espaciales de la ZMVM***, que se anexa al documento.

Los indicadores económicos y sociodemográficos se construyeron en la misma estructura de las matrices de viajes origen-destino, con el objetivo de poder relacionarlas en el modelo econométrico. Por ello, los indicadores que se presentan a continuación se escribieron también en el formato CSV y se hace la misma recomendación para el manejo de las matrices. Esto es, pueden leerse con el Excel pero debido a que son matrices de más de 3000 filas y columnas es muy difícil manejar en paquetes como el Access.

Las matrices de indicadores construidos fueron:

Indicadores económicos

- 1) Producción Bruta Censal por AGEB origen y destino: BDatos_PBC_AGEB_Origen y BDatos_PBC_AGEB_Destino.
- 2) Población Ocupada por AGEB origen y destino: BDatos_PO_AGEB_Origen y BDatos_PO_AGEB_Destino.
- 3) Unidades Económicas por AGEB origen y destino: BDatos_UE_AGEB_Origen y BDatos_UE_AGEB_Destino.

Indicadores sociodemograficos

- 4) Personas por AGEB origen y destino: BDatos_Personas_AGEB_Origen y BDatos_Personas_AGEB_Destino.
- 5) Hogares por AGEB origen y destino: BDatos_Hogares_AGEB_Origen y BDatos_Hogares_AGEB_Destino.

Las matrices de indicadores económicos y sociodemográficos se dividen en las que muestran y las que caracterizan del origen y las del destino, por ello en el **DVD 4** aparecen nombres de los archivos muy parecidos pero que al final se distinguen por decir origen o destino:

- 1) En cualquier archivo, ya sea para el origen o el destino, la primera columna es para el identificador del AGEB origen: Ageb_Origen.
- 2) Las siguientes columnas muestran las características del AGEB origen o destino, de acuerdo a la variable que se esté analizando. El orden de la lista de AGEB es la misma que se usó para la matriz de viajes origen-destino, con el fin de empatar para la construcción de los modelos econométricos.

En las siguientes dos imágenes, se muestran las matrices para los hogares por AGEB del origen y destino.

Matriz del indicador hogares por AGEB Origen

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	AGEB_Origen	Hog_ori_090020010	Hog_ori_090020025	Hog_ori_090	Hog_ori_090	Hog_ori_090	Hog_ori_090	Hog_ori_090	Hog_ori_090
2	90020010	857	857	857	857	857	857	857	857
3	90020025	1650	1650	1650	1650	1650	1650	1650	1650
4	90020044	1426	1426	1426	1426	1426	1426	1426	1426
5	90020097	576	576	576	576	576	576	576	576
6	09002010A	857	857	857	857	857	857	857	857
7	90020114	2586	2586	2586	2586	2586	2586	2586	2586
8	90020129	898	898	898	898	898	898	898	898
9	90020133	1903	1903	1903	1903	1903	1903	1903	1903
10	90020148	710	710	710	710	710	710	710	710
11	90020167	863	863	863	863	863	863	863	863
12	90020171	693	693	693	693	693	693	693	693
13	90020186	2091	2091	2091	2091	2091	2091	2091	2091
14	90020190	2032	2032	2032	2032	2032	2032	2032	2032
15	90020203	1632	1632	1632	1632	1632	1632	1632	1632
16	90020218	1321	1321	1321	1321	1321	1321	1321	1321
17	90020222	1624	1624	1624	1624	1624	1624	1624	1624
18	90020237	1841	1841	1841	1841	1841	1841	1841	1841
19	90020256	1085	1085	1085	1085	1085	1085	1085	1085
20	90020260	1278	1278	1278	1278	1278	1278	1278	1278
21	90020275	1977	1977	1977	1977	1977	1977	1977	1977
22	09002028A	1068	1068	1068	1068	1068	1068	1068	1068
23	90020294	1641	1641	1641	1641	1641	1641	1641	1641
24	90020307	1716	1716	1716	1716	1716	1716	1716	1716
25	90020311	964	964	964	964	964	964	964	964
26	90020326	2176	2176	2176	2176	2176	2176	2176	2176
27	90020330	597	597	597	597	597	597	597	597

Matriz del indicador hogares por AGEB Destino

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	AGEB_Origen	Hog_des_090020010	Hog_des_090020025	Hog_des_090	Hog_des_090	Hog_des_090	Hog_des_090	Hog_des_090	Hog_des_090
2	90020010	857	1650	1186	1426	576	857	2586	898
3	90020025	857	1650	1186	1426	576	857	2586	898
4	90020044	857	1650	1186	1426	576	857	2586	898
5	90020097	857	1650	1186	1426	576	857	2586	898
6	09002010A	857	1650	1186	1426	576	857	2586	898
7	90020114	857	1650	1186	1426	576	857	2586	898
8	90020129	857	1650	1186	1426	576	857	2586	898
9	90020133	857	1650	1186	1426	576	857	2586	898
10	90020148	857	1650	1186	1426	576	857	2586	898
11	90020167	857	1650	1186	1426	576	857	2586	898
12	90020171	857	1650	1186	1426	576	857	2586	898
13	90020186	857	1650	1186	1426	576	857	2586	898
14	90020190	857	1650	1186	1426	576	857	2586	898
15	90020203	857	1650	1186	1426	576	857	2586	898
16	90020218	857	1650	1186	1426	576	857	2586	898
17	90020222	857	1650	1186	1426	576	857	2586	898
18	90020237	857	1650	1186	1426	576	857	2586	898
19	90020256	857	1650	1186	1426	576	857	2586	898
20	90020260	857	1650	1186	1426	576	857	2586	898
21	90020275	857	1650	1186	1426	576	857	2586	898
22	09002028A	857	1650	1186	1426	576	857	2586	898
23	90020294	857	1650	1186	1426	576	857	2586	898
24	90020307	857	1650	1186	1426	576	857	2586	898
25	90020311	857	1650	1186	1426	576	857	2586	898
26	90020326	857	1650	1186	1426	576	857	2586	898
27	90020330	857	1650	1186	1426	576	857	2586	898

V. Construcción de una base de datos de usos de suelo por distritos y AGEBs del Distrito Federal.

- a. Con el objetivo de contar con una base de datos de usos de suelo por distrito y AGEB's, se estableció una estrategia para capturar la información en formato digital y georeferenciada, todo ello debido a que no está disponible la información para la ZMVM. La estrategia consistió en trabajar con la cartografía disponible a nivel de manzana y los programas de desarrollo urbano por delegación del D.F. y municipios del Estado de México en formato PDF y disponibles por internet. En los programas de desarrollo urbano se define por manzana el uso de suelo y con ellos se identifica manzana por manzana el uso de suelo y se cargó digitalmente a la base de datos de la cartografía por AGEB, para cada una de las delegaciones y municipios de la ZMVM. La base de datos de áreas de usos de suelo por AGEB, se constituyó para las 16 delegaciones del D.F. y los 40 municipios del Estado de México.
- b. Con la base de datos anterior se construyeron cuatro indicadores de usos de suelo en la ZMVM: Hogares (Us_habit); mezcla de hogares con actividades generadores de empleo (US_empleo); mezcla de hogares con servicios en general (US_servi); y, mezcla de hogares con la parte de patrimonio cultural, áreas naturales, etc. (US_Cul_Amb).
- c. Las fuentes para este apartado fueron los programas de desarrollo urbano por delegación y municipios. (Nota: Esta información no se encuentra en formato digital, por lo que se tuvo que capturar en el SIG a partir de los programas impresos).

Requerimientos

- 1) Excel y cualquier manejador de bases de datos.
- 2) ***El DVD 5 indicadores de usos de suelo de la ZMVM***, que se anexa al documento.

Para llevar a cabo la construcción de la base de datos de usos de suelo por AGEB, se utilizó la clasificación de usos de suelo para el D.F. y el Estado de México, para generar cuatro grupos de usos de suelo: a) Hogares; b) Mezcla Hogares con actividades generadores de Empleo; c) Mezcla de hogares con servicios en general; y, d) Mezcla de hogares con la parte de patrimonio cultural, áreas naturales, etc.

Clasificación de usos de suelo para el D.F.

1. Hogares (Us_habit)

H, HR y HRB

2. Mezcla Hogares con actividades generadores de Empleo (US_empleo)

HC, HM, HO, HRC, I y PRA.

3. Mezcla de hogares con servicios en general (US_servi)

CB, E y ER

4. Mezcla de hogares con la parte de patrimonio cultural, áreas naturales, etc.

(US_Cul_Amb)

AV, EA, PE y RE

USO	DESCRIPCIÓN
AV	Áreas Verdes de Valor Ambiental. Bosques, Barrancas y Zonas Verdes
CB	Centro de Barrio
E	Equipamiento
EA	Espacios Abiertos. Deportivos, Parques, Plazas y Jardines
ER	Equipamiento Rural
H	Habitacional
HC	Habitacional con Comercio
HM	Habitacional Mixto
HO	Habitacional con Oficinas
HR	Habitacional Rural
HRB	Habitacional Rural de Baja Densidad

HRC	Habitacional Rural con Comercio y Servicios
I	Industria
PE	Preservación Ecológica
PRA	Producción Rural Agroindustrial
RE	Rescate Ecológico

Clasificación de usos de suelo para EDOMEX

1. Hogares (Us_habit)

Todos H

2. Mezcla Hogares con *actividades* generadores de Empleo (US_empleo)

Corredores Urbanos (CRU), Centros Urbanos (CU) y Centro Urbano Regional (CUR) donde se mezcla el uso de suelo en:

A: Habitacional

B: Habitacional con comercio

C: Comercio

D: Comercio

E: Habitacional con comercio

Industria pesada (IG) e industria mediana (IM)

Construcción de los indicadores

1) *Área por AGEB de la ZMVM*

Con los SIG's se puede calcular el área en metros cuadrados de los polígonos territoriales, ya sean entidades, municipios y en nuestro caso AGEB's. Para calcular el área de los AGEBs de la ZMVM se utilizó la cartografía de 2005 y el software IRIS. Posteriormente se construyeron los indicadores de área por AGEB de origen y de destino.

Las matrices del área por AGEB de la ZMVM se encuentran en ***el DVD 5 indicadores de usos de suelo de la ZMVM***, con los siguientes nombres: BDatos_Area_AGEB_origen y BDatos_Area_AGEB_destino.

2) Usos de suelo por AGEB en la ZMVM

Como se mencionó anteriormente, con los programas de desarrollo urbano por delegación y municipios se calculó el uso de suelo de cada AGEB de la ZMVM. La estrategia consistió en determinar la proporción del área de cada AGEB, que pertenece a cada uno de los cuatro usos de suelo identificados, como: Hogares (Us_habit); mezcla de hogares con actividades generadores de empleo (US_empleo); mezcla de hogares con servicios en general (US_servi); y, mezcla de hogares con la parte de patrimonio cultural, áreas naturales, etc. (US_Cul_Amb).

Las matrices de proporción de usos de suelo por AGEB de la ZMVM se encuentran en ***el DVD 5 indicadores de usos de suelo de la ZMVM***, con los siguientes nombres:

- a) *Uso de suelo hogares (US_habit)*: BDatos_UsoSueloHabitacional_AGEB_origen y BDatos_UsoSueloHabitacional_AGEB_destino.
- b) *Uso de suelo de mezcla de hogares con actividades generadores de empleo (US_empleo)*: BDatos_UsoSueloEmpleo_AGEB_origen y BDatos_UsoSueloEmpleo_AGEB_destino.
- c) *Uso de suelo de mezcla de hogares con servicios en general (US_servi)*: BDatos_UsoSueloServicios_AGEB_origen y BDatos_UsoSueloServicios_AGEB_destino.
- d) *Uso de suelo de mezcla de hogares con la parte de patrimonio cultural, áreas naturales, etc. (US_Cul_Amb)*: BDatos_UsoSueloCulAmb_AGEB_origen y BDatos_UsoSueloCulAmb_AGEB_destino.

- 3) Con los cuatro indicadores de usos de suelo se construyó un índice de mezcla de uso de suelo (MUS), que tiene como referencia los modelos matemáticos de entropía.

Definición del índice de mezcla de uso de suelo (MUS)

El *MUS* se deriva de la fórmula de entropía que miden si la distribución de los usos de suelo está concentrado en uno solo o si la distribución entre los usos de suelo es equitativa. En el caso de este estudio, el *MUS* se construyó considerando los cuatro usos de suelo definidos anteriormente para los AGEBS de la ZMVM.

$$MUS = - \sum_{i=1}^n \frac{p_i \ln p_i}{\ln n}$$

p_i = proporción del área en m² asignada al uso de suelo i en cada uno de los AGEBS.

n = número de diferentes usos de suelo; en este caso son cuatro.

$$0 \leq MUS \leq 1$$

Cuando se concentra en solamente un uso de suelo $0 \leftarrow MUS$

Cuando la distribución entre los n usos de suelo es equitativa $MUS \rightarrow 1$

Las matrices del *MUS* origen y destino por AGEBS de la ZMVM se encuentran en ***el DVD 5 indicadores de usos de suelo de la ZMVM***, con los siguientes nombres:

Índice de mezcla de usos de suelo (MUS): BDatos_MUS_AGEBS_origen y BDatos_MUS_AGEBS_destino.

VI. Definición de los *modelos econométricos* de generación-atracción, origen-destino, de viajes multimodales, que expliquen desde el punto de vista económico y urbano (usos de suelo), la generación y la atracción de los viajes internos en el Distrito Federal y entre regiones de la *ZMVM*.

Con el objetivo de definir si existen grandes zonas geográficas de atracción de viajes multimodal, se llevo a cabo el análisis exploratorio de datos espacial, conocido como la metodología LISA (Local Indicators of Spatial Association). Con esta metodología se pudieron definir los atractores de viajes, que consiste en una agrupación de AGEB's que tienen la característica de atraer muchos viajes y ser al mismo tiempo vecinos geográficos. Una vez que se definieron los atractores de viajes, se construyeron modelos de generación-atracción por cada para origen-destino, para los 5,256 AGEB's donde se originan los viajes y los 497 AGEB's que conforman los diferentes zonas atractoras. Los modelos que se construyeron para cada motivo de viajes consideran como variables explicativas a las características sociodemográficas, económicas y de usos de suelo del origen y del destino.

Requerimientos

- 1) La cartografía y las bases de datos que se describieron anteriormente, se compilaron en IRIS, GEODA, EVIEWS y TRANSCAD para generar el análisis. Los mapas que resultaron están en formato JPEG y los cuadros en Excel, en el ***DVD 6 modelos econométricos de generación-atracción de viajes ZMVM***, que se anexa al documento.

Identificación de patrones de atracción o atractores de viajes en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM)

La identificación de patrones de atracción o atractores de los viajes origen-destino en la ZMVM, resulta muy importante para definir si la dinámica de los viajes de la ZMVM es mono-céntrica o poli-céntrica. En el primer caso se supone que la mayoría de los viajes que se generan en la ZMVM tiene como destino un centro de atracción, donde se concentran la mayoría de las actividades que pueden atraer a las personas que hacen los viajes: empleo, centros de estudio, social, etc. Mientras que en el caso poli-céntrico, se acepta que existen dos o más centros de atracción de los viajes en la ZMVM. El suponer que la dinámica de los viajes en la ZMVM tiene como destino uno o más centros de atracción, tiene una clara consecuencia sobre el comportamiento del transporte y la generación de contaminantes y por tanto en la construcción de instrumentos de políticas de transporte y ambientales.

Base de datos y construcción de los indicadores

El INEGI decidió llevar a cabo la encuesta Origen-Destino de los viajes de los residentes de la Zona Metropolitana del Valle de México 2007 (EOD 2007) con la clasificación por distritos empleada en la EOD 94, con la idea de tener resultados que se pudieran compararse. La EOD 2007 cubrió 16 delegaciones y 40 municipios conurbados del Estado de México, del total de 59 que se consideran en la ZMVM. El área de estudio se dividió en 156 distritos, 84 del D.F. y 72 del Estado de México, como resultado de la agrupación de 5,256 Áreas Geoestadísticas Básica (AGEB).

Para el caso de este estudio es muy importante mencionar que en primera instancia se trabajo con la clasificación por distritos de la EOD 2007, sin embargo después de considero que los aspectos analíticos y empíricos de las interrelaciones entre lo urbano, sociodemográfico, económico, del transporte y ambiental no eran muy claros en tal espacio territorial, se decidió trabajar con los microdatos de la EOD 2007 para elaborar las bases de datos y las matrices de origen-destino por AGEB's, considerando los mismos propósitos y modos de viajes de la EOD 2007 y como marco de georeferencia la cartografía de las 16 delegaciones del D.F. y 40 municipios del Estado de México.

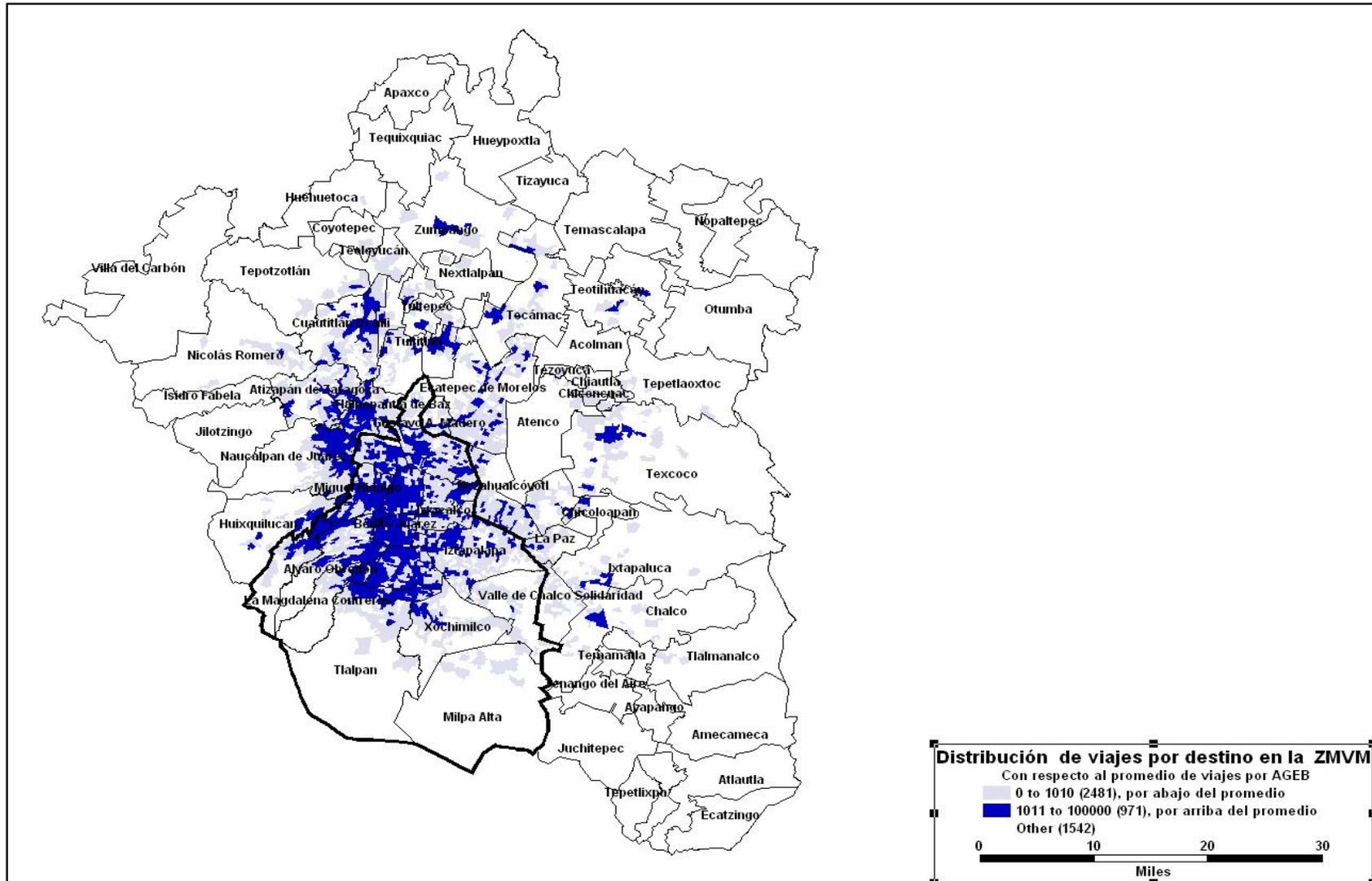
Con la generación de la base de datos de los viajes origen-destino por AGEB's se elaboraron las matrices de viajes Origen-Destino entre los 5,256 AGEB's de los microdatos de la EOD 2007. Las matrices se construyeron para 8 de los 10 propósitos que considera la EOD 2007, debido a que el propósito de regreso a casa no es un indicador de atracción de viajes, y que el motivo trabajo y relacionado con el trabajo se agruparon en uno solo. Los ocho propósitos considerados son: ir al trabajo y relacionado con el trabajo, ir a estudiar, compras, llevar o recoger a alguien, social o diversión, ir a comer e ir a hacer un trámite y otros. El modo de transporte considerado para el análisis en este documento es únicamente el automóvil.

Distribución de viajes por destino

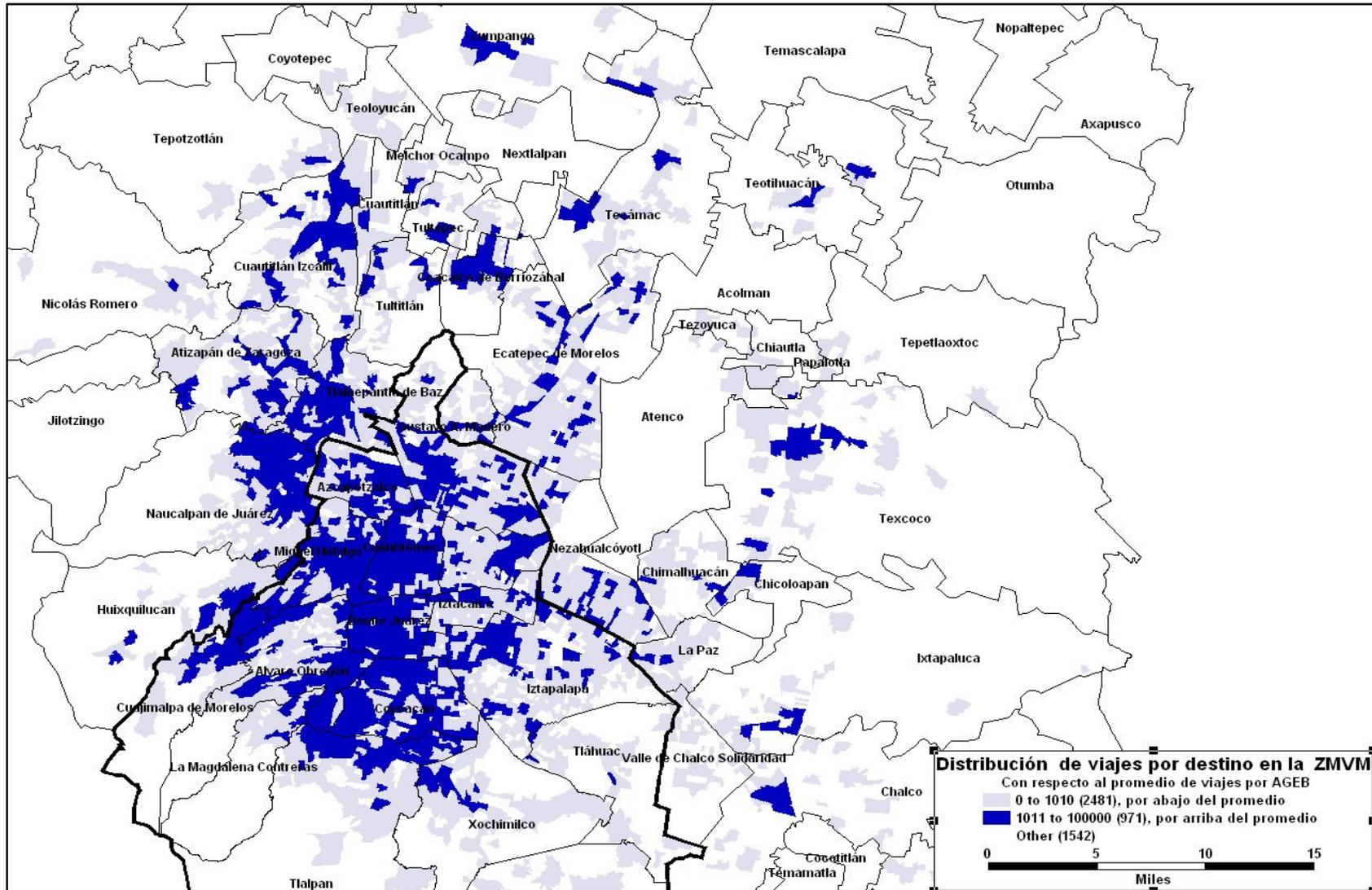
Con el fin de revisar si existe evidencia de un patrón de comportamiento espacial de los viajes por destino, se construyó un mapa temático con la distribución de los viajes por destino en la ZMVM. En el mapa 1 y mapa 2 se muestra dos grupos de AGEB's clasificados simplemente por su posición con respecto al promedio de viajes por destino. La clasificación considera a los AGEB's que atraen viajes por abajo y los que se encuentran por arriba del promedio del total de viajes por destino en la ZMVM.

Esta distribución simple de los viajes por destino por AGEB's, muestra claramente que existe un patrón de concentración. Como se puede ver en los mapas 1 y 2, el grupo de AGEB's que tiene la característica de ser destino de viajes y tener un número de ellos por arriba del promedio, se concentran en ciertas regiones de AGEB'S de ciertas delegaciones y municipios de la ZMVM. Las mayores concentraciones parecen localizarse en AGEB's que conforman un corredor que va de Coyoacán hasta las delegaciones Cuauhtémoc, Miguel Hidalgo, Azcapotzalco y Gustavo A. Madero; un grupo en Cuajimalpa y Huixquilucan; otro entre Naucalpan de Juárez, Tlalnepantla y Atizapan de Zaragoza; y, finalmente otro grupo grande entre Cuatitlán Izcalli, Cuatitlán y Tutitlán. En los mapas también se pueden observar otros casos, donde no existe una clara concentración de AGEB's y más bien se encuentran dispersos en las delegaciones o municipios de la ZMVM.

Mapa 1: Patrón de distribución de los viajes por destino en la ZMVM



Mapa 2: Acercamiento del patrón de distribución de los viajes por destino en la ZMVM



Metodología del Análisis y Econometría Espacial

Los instrumentos del Análisis y Econometría Espacial se utilizan en este apartado para identificar agrupaciones de AGEB's que son destino de los viajes en la ZMVM. Con esta metodología se pueden identificar las agrupaciones de AGEB's o atractores, que cumplen con atraer muchos viajes y que estadísticamente se interrelacionan con vecinos geográficos que cumplen la misma condición.

La metodología tiene como etapas: 1) Calcular el estadístico global de Moran para identificar si existe evidencia de autocorrelación espacial, es decir si los AGEB's con valores similares de viajes por destino tienden a estar agrupadas espacialmente; 2) En segundo lugar se utiliza la metodología LISA (Local Indicators of Spatial Association), donde el estadístico Local de Moran se calcula y cada AGEB es comparado con todos sus vecinos, con el objetivo de identificar el tipo de asociación que tienen entre ellos. En el caso del que el AGEB este rodeado con AGEB's con número de viajes por destino similares, el estadístico Local de Moran presenta valores positivos. En cambio, si el AGEB está rodeado con AGEB's con características diferentes, entonces el estadístico presenta valores negativos; 3) Con la consideración de incluir asociaciones solamente significativas, esto es estadísticamente diferente de cero, se construyen mapas que muestran cuatro tipos de asociaciones entre los AGEB's: HH o alto-alto, es el grupo de AGEB's que tienen la característica de atraer muchos viajes; LL o bajo-bajo, es el grupo de AGEB's que tienen la característica de atraer pocos viajes; HL o alto-bajo, es el AGEB individual que atrae muchos viajes, pero está asociado con vecinos que generan pocos viajes; y por último, los LH o bajo-alto, que son AGEB's que se caracterizan por atraer pocos viajes y tener vecinos que atraen muchos viajes.

En esta investigación se definen a los atractores de viajes en la ZMVM, como aquellas regiones o aglomeraciones de AGEB's que cumplen con ser HH a un nivel de significancia de 95% de acuerdo a la metodología LISA.

Patrones de atracción (atractores) de viajes en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM)

Con la aplicación de la metodología LISA se identificaron 497 AGEBS que conforman siete regiones atractoras de viajes en la ZMVM. Esto AGEBS representan el 9.5% del total de AGEBS y en ellos se dirigen 1.6 millones de viajes, que representa el 44.7% de todos los viajes por destino en la ZMVM. Las regiones atractoras de viajes por destino y orden de importancia, es la siguiente:

- 1) ***Atractor Central***: se conforma con 322 AGEBS de las delegaciones de Cuauhtémoc, Miguel Hidalgo, Benito Juárez, Álvaro Obregón, Coyoacán, Magdalena Contreras, Tlalpán y un AGEB de Venustiano Carranza. El atractor Central es el más importante debido a que concentra el 28.8% de todos los viajes de la ZMVM.

Debido a que el atractor central tiene la mayor concentración y se distribuye en siete delegaciones del D.F., se decidió dividirlo en tres partes: *el centro* se identifica por el territorio de la Benito Juárez y lo que se encuentre al este y oeste de la delegación; *el norte* se clasificó todo lo que se encuentre por arriba de la línea territorial superior de la Benito Juárez; y, *el sur* todo lo que se encuentre por abajo de la línea territorial inferior de la Benito Juárez, de acuerdo al mapa 4.

Las cartografías del atractor central completo, como las tres divisiones, se encuentran en el ***DVD 6 modelos econométricos de generación-atracción de viajes ZMVM***, con los nombres:

- a) ClusterAtractor_Central
- b) ClusterAtractor_Central_Norte
- c) ClusterAtractor_Central_Centro
- d) ClusterAtractor_Central_Sur

- 2) **Atractor Naucalpan:** incluye 74 AGEB's de los municipios de Naucalpan, Tlalnepantla de Baz, Atizapán de Zaragoza y un AGEB de Azcapotzalco. Es el segundo atractor, por concentrar el 6.6% de todos los viajes (Mapa 5).

La cartografía del atractor Naucalpan, se encuentran en el **DVD 6 modelos econométricos de generación-atracción de viajes ZMVM**, con nombre: ClusterAtractor_Naucalpan

- 3) **Atractor Gustavo A. Madero (GAM):** contiene 42 AGEB's de las delegaciones Gustavo A. Madero, Azcapotzalco y dos AGEB's de la Cuauhtémoc. El atractor GAM concentra 2.7% de todos los viajes (Mapa 6).

La cartografía del atractor Gustavo A. Madero (GAM), se encuentran en el **DVD 6 modelos econométricos de generación-atracción de viajes ZMVM**, con nombre: ClusterAtractor_GAM.

- 4) **Atractor Santa Fe:** es de 20 AGEB's de las delegaciones Miguel Hidalgo, Alvaro Obregón, Cuajimalpa y del municipio de Huixquilucan. Al atractor Santa Fe se dirigen el 2.2% de todos los viajes (Mapa 7).

La cartografía del atractor Santa Fe, se encuentran en el **DVD 6 modelos econométricos de generación-atracción de viajes ZMVM**, con nombre: ClusterAtractor_SantaFe.

- 5) **Atractor Oriente:** tiene 18 AGEB's de las delegaciones Venustiano Carranza, Iztacalco e Iztapalapa. Este atractor se conforma en realidad por tres grupos de AGEB's para cada delegación, pero que en términos geográficos son relativos cercanos. Este atractor concentra 1.6% de todos los viajes (Mapa 8).

La cartografía del atractor Oriente, se encuentran en el **DVD 6 modelos econométricos de generación-atracción de viajes ZMVM**, con nombre: ClusterAtractor_Oriente.

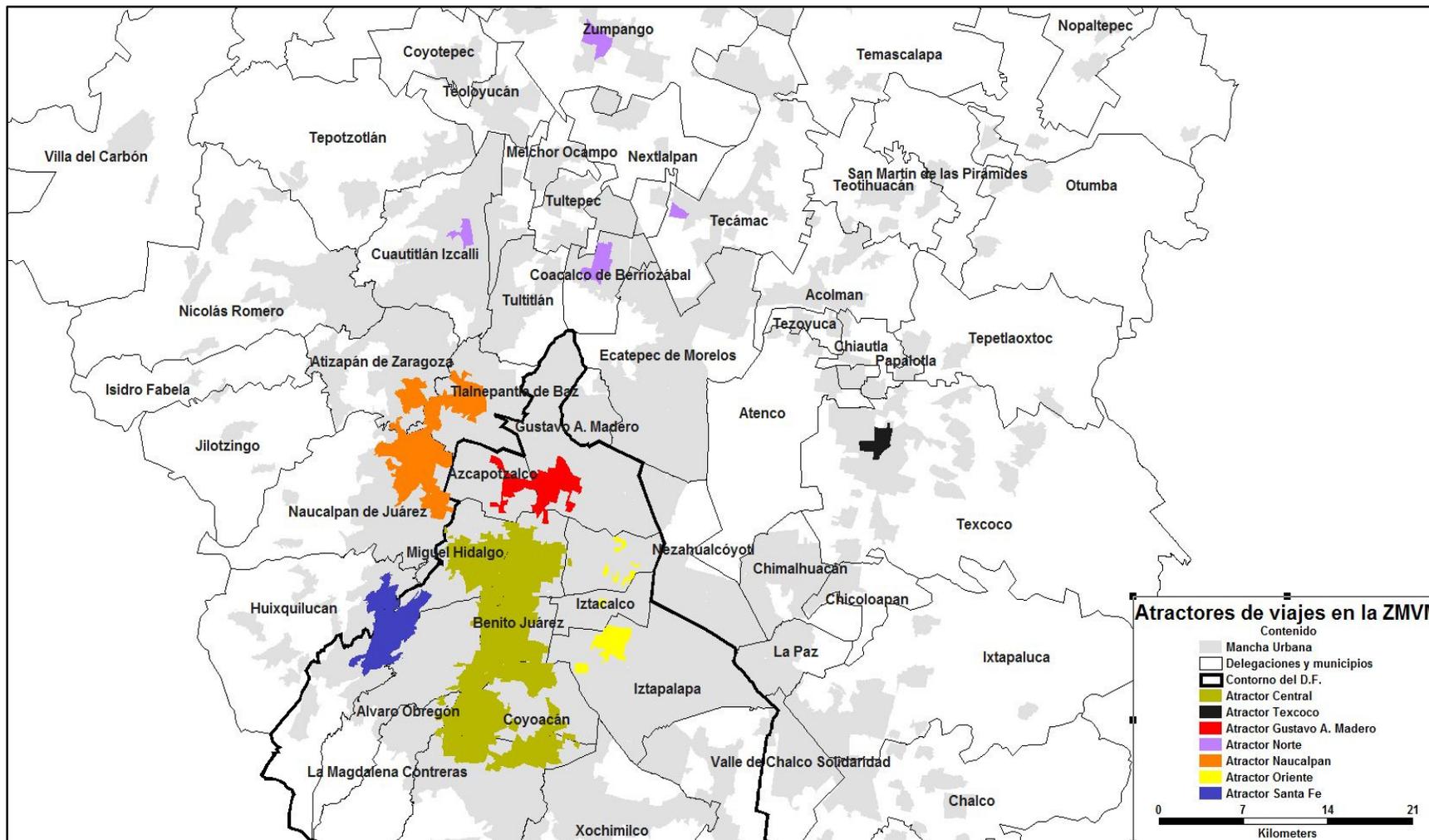
- 6) **Atractor Norte:** contiene 14 AGEB's de municipios de Cuatitlán Izcalli, Zumpango, Tecámac y Coacalco de Berriozábal. Este atractor no tiene la típica conformación de los otros atractores y lo que los une es simplemente su posición al norte de los atractores principales. Este conjunto de atractores concentran 1.3% de todos los viajes (Mapa 9).

La cartografía del atractor Norte, se encuentran en el **DVD 6 modelos econométricos de generación-atracción de viajes ZMVM**, con nombre: ClusterAtractor_Norte.

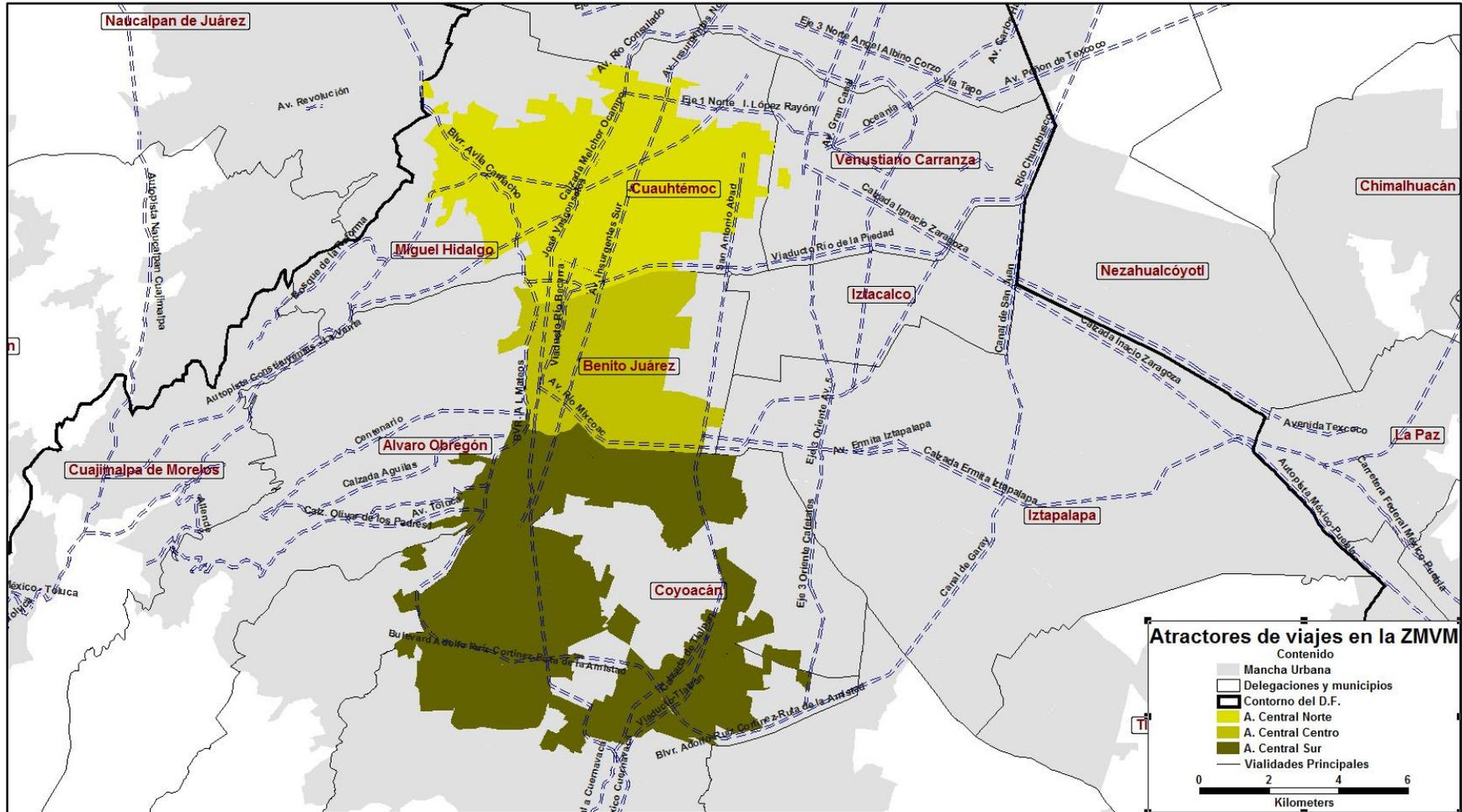
- 7) **Atractor Texcoco:** Es un atractor singular debido a que se conforma con AGEB's de un solo municipio. En Texcoco se atrae solamente 0.5% de todos los viajes por destino en la ZMVM (Mapa 10).

La cartografía del atractor Texcoco, se encuentran en el **DVD 6 modelos econométricos de generación-atracción de viajes ZMVM**, con nombre: ClusterAtractor_Texcoco.

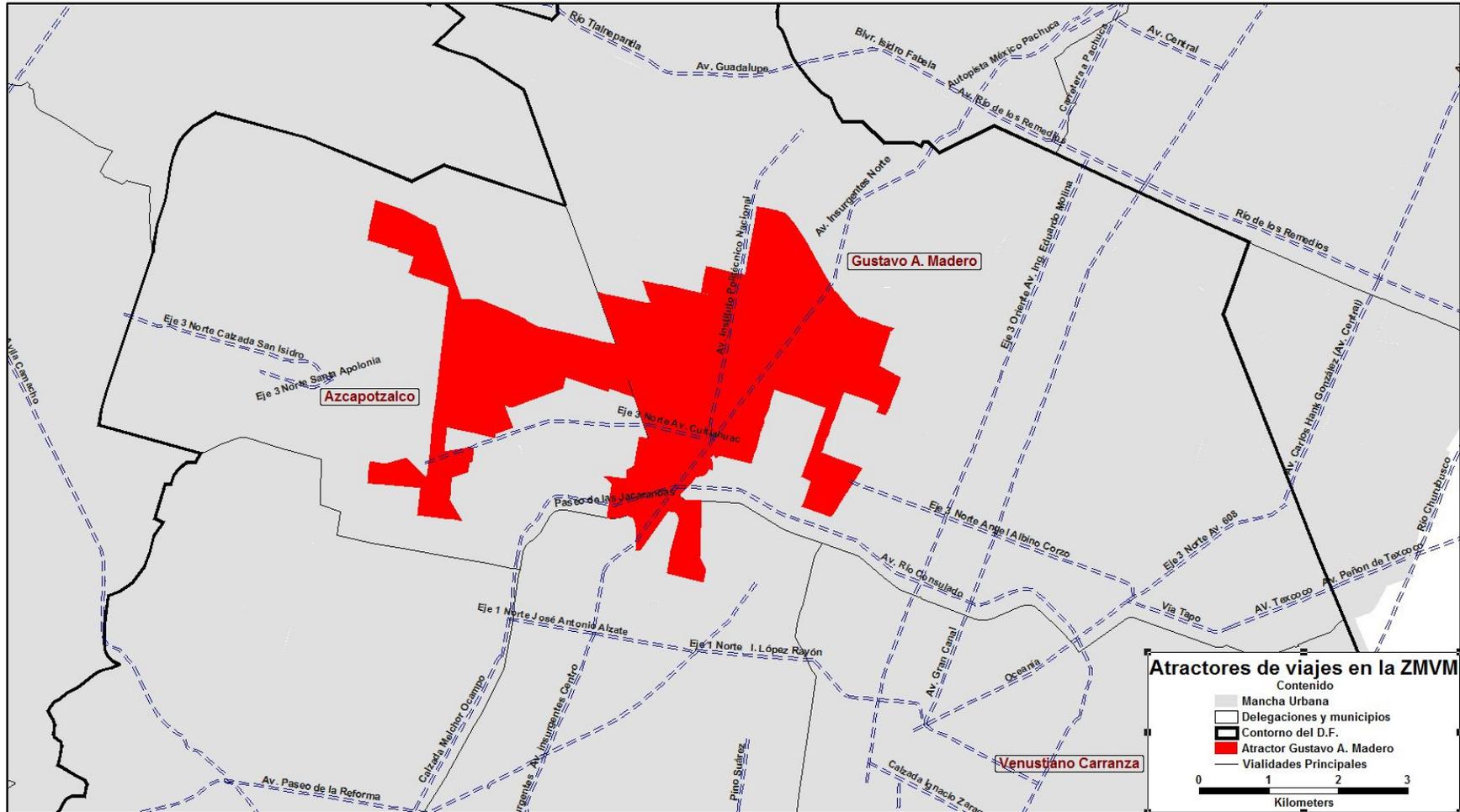
Mapa 3: **Atractores de viajes por automóvil** en la ZMVM, todos los propositos excepto regreso a casa



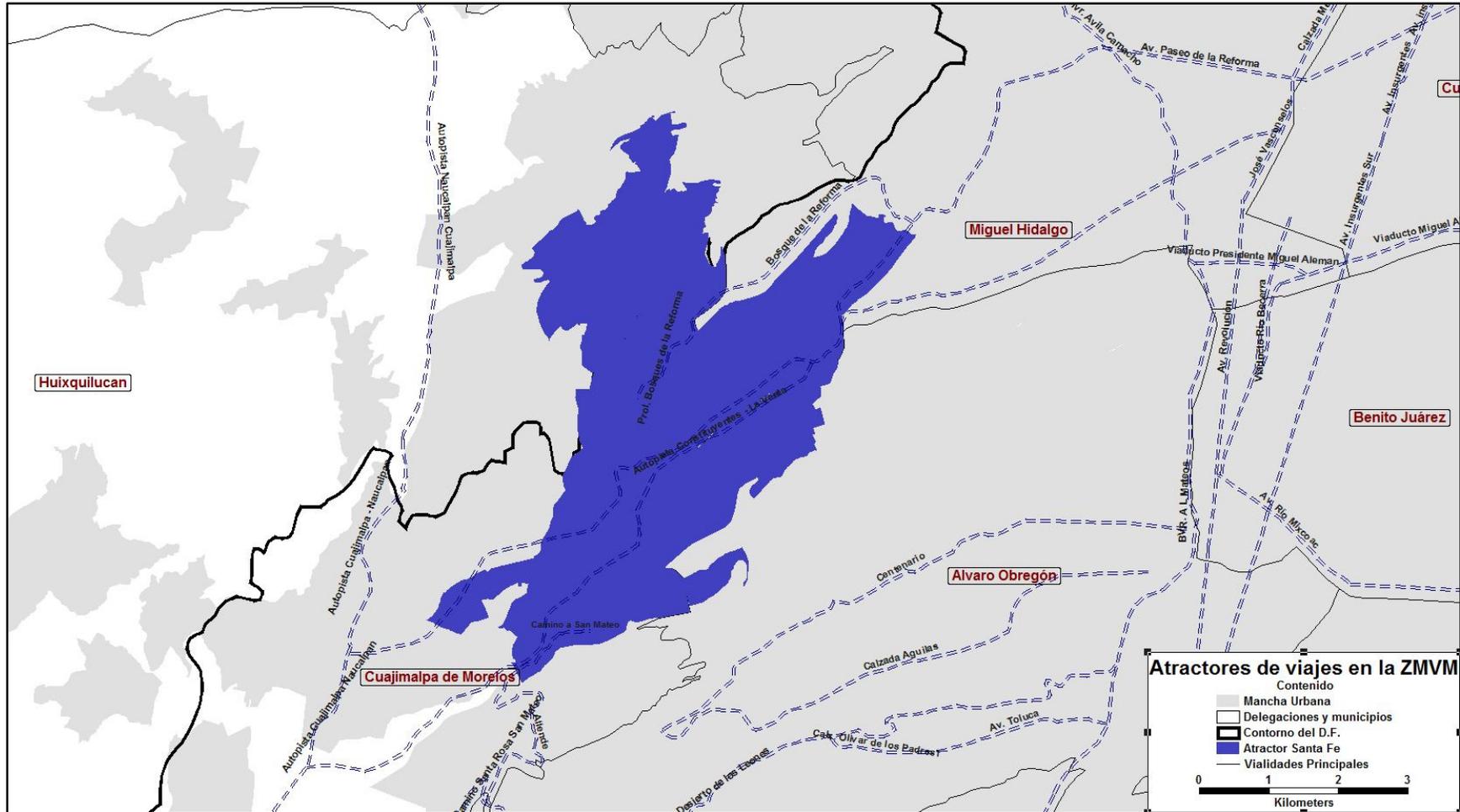
Mapa 4: **Atractor Central** de viajes por automóvil en la ZMVM



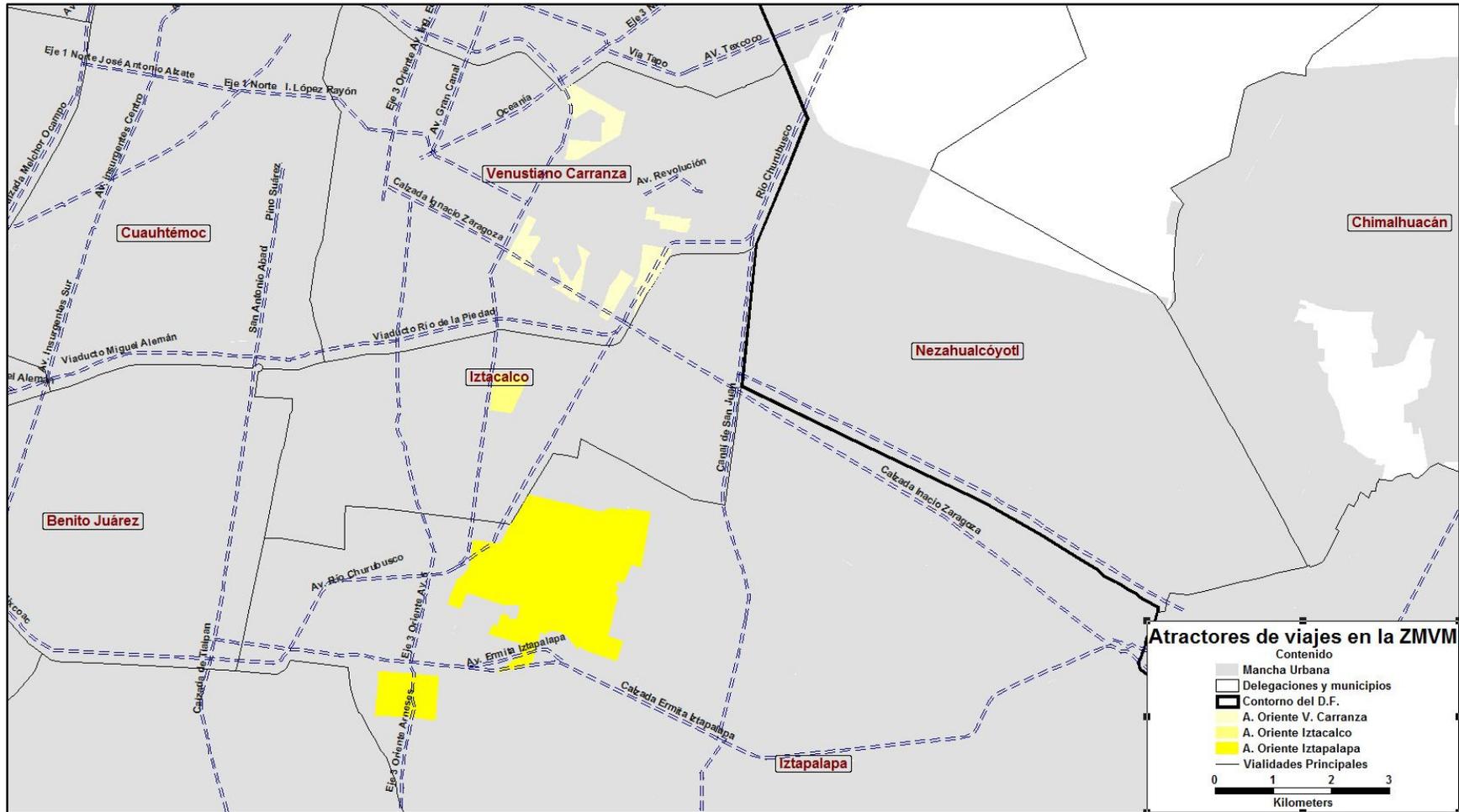
Mapa 6: **Atractor Gustavo A. Madero (GAM)** de viajes por automóvil en la ZMVM



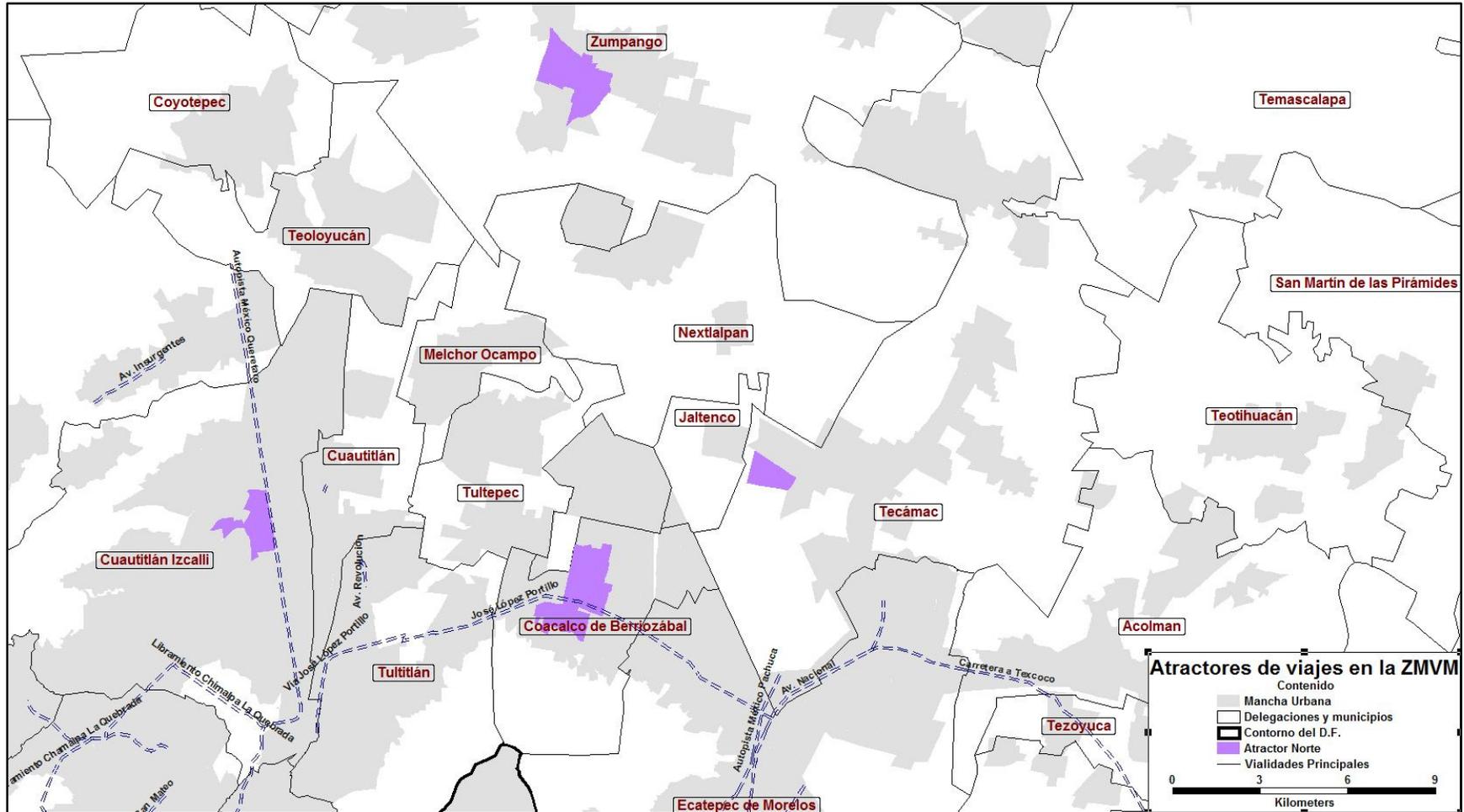
Mapa 7: **Atractor Santa Fe** de viajes por automóvil en la ZMVM



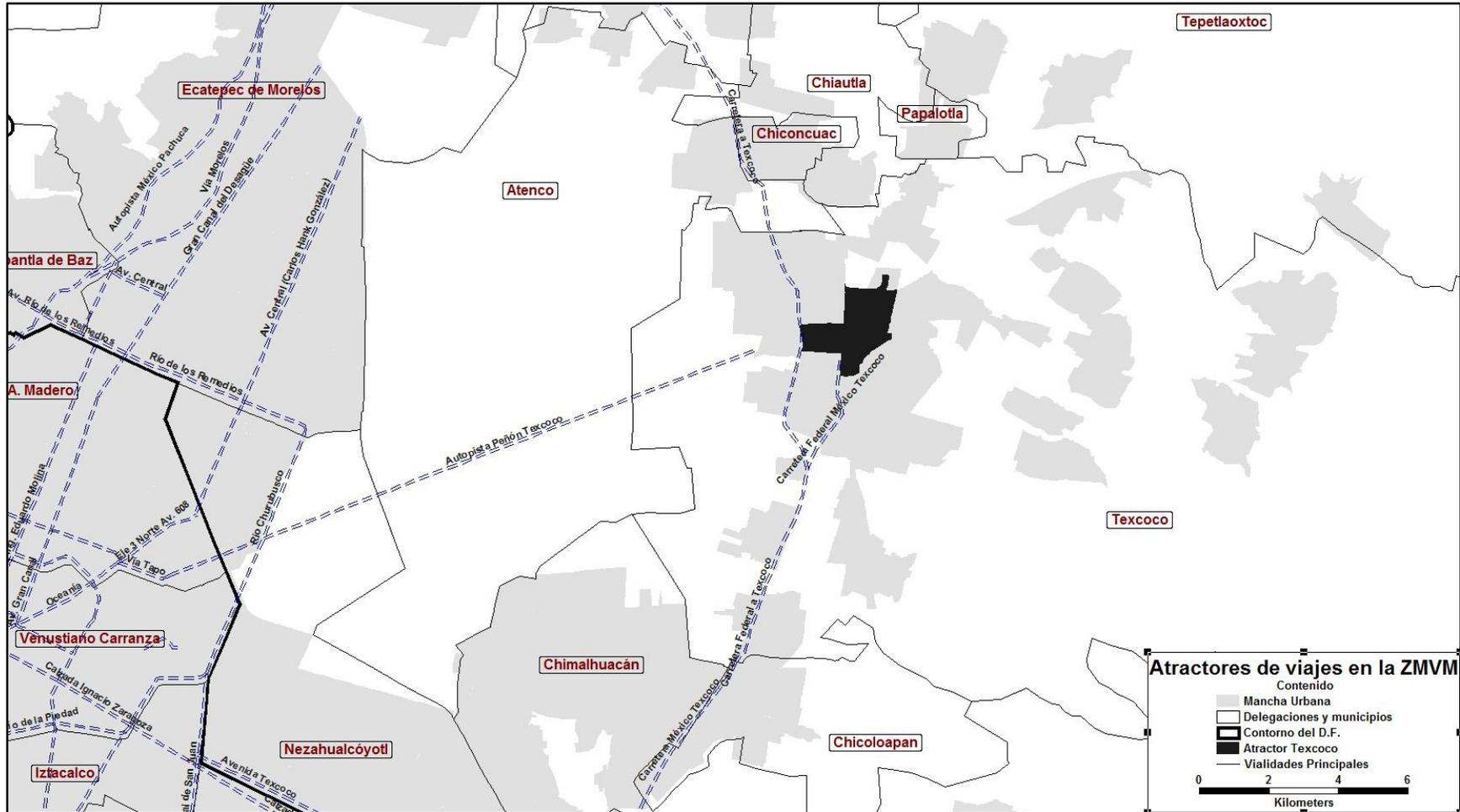
Mapa 8: **Atractor Oriente** de viajes por automóvil en la ZMVM



Mapa 9: **Atractor Norte** de viajes por automóvil en la ZMVM



Mapa 10: **Atractor Texcoco** de viajes por automóvil en la ZMVM



Especificación de los Modelos econométricos de viajes por modos origen-destino

Los modelos econométricos que se analizarán, se fundamentan en la teoría de la interacción espacial que se genera en los flujos de viajes entre los orígenes y los destinos. En el modelo se establece, que cada viaje que se genere u origina en un sitio y tiene un destino o un atractor, se puede explicar por las condiciones o características del origen y el destino, como son la distribución del uso de suelo, las economías de aglomeración y las condiciones económicas. En tal sentido, la siguiente especificación del modelo econométrico es la base de la construcción de los diferentes modelos que se estiman y analizan más adelante:

$$Vk_{i,j} = \alpha_0 + \alpha_1 DisSuelo_{i,j} + \alpha_2 Aglome_{i,j} + \alpha_3 ConEco_{i,j} + e_{i,j}$$

Donde la variable $Vk_{i,j}$ indican los viajes que se originan en el sitio i y tienen como destino el sitio j . Para los modelos econométricos que se estimaran, los sitios son las Áreas Geoestadística Básica (AGEB's). Los valores para la variable $Vk_{i,j}$ son los componentes o vectores de las matrices de viajes origen-destino por automóvil y para los ocho motivos descritos anteriormente.

Es muy importante mencionar, que los modelos econométricos tienen como objetivo principal explicar los viajes que se generan en los AGRB's i y tienen como destino los AGEB's de los siete cluster o atractores de viajes de la ZMVM.

Las matrices de viajes origen-destino por automóvil y para los ocho motivos, que se construyeron se localizan en el **DVD 3**. Para recordar, los orígenes de los viajes se identifican en cada fila y los destinos en cada columna; como se observa en la siguiente tabla:

Matriz de viajes origen-destino

Sitios → Destinos ↓ Origen	$Vk_{i,1}$	$Vk_{i,2}$	$Vk_{i,3}$...	$Vk_{i,j}$
$Vk_{1,j}$
$Vk_{2,j}$
$Vk_{3,j}$					
⋮	⋮	⋮	⋮
$Vk_{i,j}$					

Las matrices origen-destino en general son cuadradas, por lo que se tiene el mismo número de orígenes y destinos. Sin embargo, para nuestro caso tenemos que los clústeres se localizan alrededor de 500 AGEB's destino o columnas y 5,256 AGEB's origen o filas de la matriz origen-destino; lo cual multiplicar da 2,628,000 pares de viajes origen destino.

Como se mencionó el modelo econométrico se utiliza para explicar la generación y la atracción de cada viaje por motivo y modos. Para ello, se consideran tres grupos de variables explicativas:

- 1) Distribución de usos de suelo (*DisSuelo*): son variables en proporciones de áreas territoriales de uso de suelo, clasificados en tres grupos (habitacional, actividades productivas y servicios, equipamiento e infraestructura urbana).

- 2) Economías de aglomeración (*Aglo me*): son variables que miden la densidad en cada uso de suelo (Hogares por uso de suelo habitacional, empleos por uso de suelo de actividades económicas y servicios por uso de suelo de servicios).
- 3) Condiciones económicas (*ConEco*): son las variables que miden el número de empleados, salarios y el valor de la producción.

Con la variable $Vk_{i,j}$ de viajes origen-destino especificada como un componente o vector de una matriz, los tres grupos de variables que la explican definen como la *diferencia* entre el origen y el destino: de la distribución de usos de suelo, economías de aglomeración y las condiciones económicas.

Para el enfoque gravitacional, las variables explicativas del modelo econométrico se ponderan con el inverso de los costos de transacción (ct) al cuadrado: distancias o tiempos de recorrido ($1/ct^2$).

VII. Estimación econométrica de los modelos construidos.

Para llevar a cabo la estimación de los modelos econométricos para el medio de transporte automóvil y por motivo, se modificó el modelo para obtener la probabilidad de viaje ponderando por el total de viajes al AGEB destino $Vk_{i,t}$. Por otro lado, las variables distribución de usos de suelo (*DisSuelo*), Economías de aglomeración (*Aglome*) y condiciones económicas (*ConEco*) para el origen y el destino, se transformaron en una variable que captura el diferencial entre los dos sitios. Por ejemplo, si X es una variable exógena con información para el origen y el destino, el diferencial se escribe como $\Delta X_{i,j} = X_i / X_j$. Por otro lado, para considerar que los costos son importantes, las variables exógenas se ponderan por distancia $(1/(1+dis)^2)$ o por tiempo $(1/(1+tp)^2)$ entre los sitios origen y destino.

$$Vk_{i,j}/Vk_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 \Delta DisSuelo_{i,j} + \alpha_2 \Delta Aglome_{i,j} + \alpha_3 \Delta ConEco_{i,j} + e_{i,j}$$

Requerimientos

- 1) Los modelos estimados con el Software Eviews 7 y los resultados en Excel, se encuentran en el ***DVD 7 estimación econométrica de modelos de viajes ZMVM***, que se anexa al documento.

Modelos estimados para el *modo Automóvil* por *motivo comer* y ponderado por la distancia

Modelos para viajes en automóvil por pares origen-destino en Cluster de ZMVM: $(1+(v_comer_?/v_comer_tot))$

Muestra de datos: 3,959 AGEB's origen y 847 AGEB's que conforman los clusteres atrectores de la ZMVM.

Motivo comer

Método de estimación: Panel con efectos fijos

Variables explicativas/Modelos por motivos	Formas funcionales/ todas las variables			
	Lineal	Log_lineal	Log-Log	Lineal-Log
Numero de observaciones: pares origen-destino				
Mezcla de uso de suelo (ajustado) <i>MUS_</i> : Diferencia entre indice de mezcla de uso de suelo entre origen y destino. Todo entre la distancia al cuadrado $(1/(1+dis)^2)$	5.3896	2.9883	0.0501	0.0788
<i>Probabilidad</i>	0.37	0.44	0.00	0.00
Economías de Aglomeración <i>Ddens_hog</i> : Diferencia en la densidad de población por área de uso suelo habitacional, entre origen y destino. Todo entre la distancia al cuadrado $(1/(1+dis)^2)$	0.1656	0.0956	-0.0003	0.0005
<i>Probabilidad</i>	0.71	0.73	0.92	0.91
Condiciones económicas <i>D_emp</i> : Diferencia de empleos de actividades productivas, entre origen y destino. Todo entre la distancia al cuadrado $(1/(1+dis)^2)$	-5.3923	-2.9847	-0.0487	-
<i>Probabilidad</i>	0.37	0.44	0.00	0.0776
R²	0.589	0.587	0.629	0.632

Modelos estimados para el *modo Automóvil* por *motivo comer* y ponderado por tiempo de traslado

Modelos para viajes en automóvil por pares origen-destino en Cluster de ZMVM: $(1+(v_comer_?/v_comer_tot))$

Muestra de datos: 3,959 AGEB's origen y 847 AGEB's que conforman los clusters atractores de la ZMVM.

Motivo comer

Método de estimación: Panel con efectos fijos

Variables explicativas/Modelos por motivos	Formas funcionales/ todas las variables			
	Lineal	Log_lineal	Log-Log	Lineal-Log
Numero de observaciones: pares origen-destino				
Mezcla de uso de suelo (ajustado) <i>MUS_</i> : Diferencia entre indice de mezcla de uso de suelo entre origen y destino. Todo entre el tiempo de traslado promedio al cuadrado $(1/(1+tp)^2)$	-1.2521	-0.8469	0.0360	0.0581
<i>Probabilidad</i>	0.72	0.70	0.03	0.03
Economías de Aglomeración <i>Ddens_hog</i> : Diferencia en la densidad de población por área de uso suelo habitacional, entre origen y destino. Todo entre el tiempo de traslado promedio al cuadrado $(1/(1+tp)^2)$	-1.0167	-1.8630	0.0000	0.0007
<i>Probabilidad</i>	0.95	0.87	0.99	0.86
Condiciones económicas <i>D_emp</i> : Diferencia de empleos de actividades productivas, entre origen y destino. Todo entre el tiempo de traslado promedio al cuadrado $(1/(1+tp)^2)$	-3.3330	-2.1633	-0.0480	-
<i>Probabilidad</i>	0.19	0.18	0.00	0.0769
R ²	0.596	0.595	0.633	0.635

Modelos estimados para el *modo Automóvil* por *motivo compras* y ponderado por la distancia

Modelos para viajes en automóvil por pares origen-destino en Cluster de ZMVM: $(1+(v_compras_?/v_compras_tot))$

Muestra de datos: 3,959 AGEB's origen y 847 AGEB's que conforman los clusteres atrectores de la ZMVM.

**Motivo
compras**

Método de estimación: Panel con efectos fijos

Variables explicativas/Modelos por motivos	Formas funcionales/ todas las variables			
	Lineal	Log_lineal	Log-Log	Lineal-Log
Numero de observaciones: pares origen-destino				
Mezcla de uso de suelo ajustado <i>MUS_</i> : Diferencia entre indice de mezcla de uso de suelo entre origen y destino. Todo entre la distancia al cuadrado $(1/(1+dis)^2)$	-0.0039	0.0055	-0.0037	-
<i>Probabilidad</i>	0.95	0.89	0.51	0.37
Economías de Aglomeración <i>Ddens_hog</i> : Diferencia en la densidad de población por área de uso suelo habitacional, entre origen y destino. Todo entre la distancia al cuadrado $(1/(1+dis)^2)$	0.0389	0.0312	0.0027	0.0043
<i>Probabilidad</i>	0.60	0.51	0.03	0.03
Condiciones económicas				
R²	0.366	0.369	0.373	0.370

Modelos estimados para el *modo Automóvil* por *motivo compras* y ponderado por el tiempo de traslado

Modelos para viajes en automóvil por pares origen-destino en Cluster de ZMVM: $(1+(v_compras_?/v_compras_tot))$

Muestra de datos: 3,959 AGEB's origen y 847 AGEB's que conforman los clusteres atractores de la ZMVM.

**Motivo
compras**

Método de estimación: Panel con efectos fijos

Variables explicativas/Modelos por motivos	Formas funcionales/ todas las variables			
	Lineal	Log_lineal	Log-Log	Lineal-Log
Numero de observaciones: pares origen-destino				
Mezcla de uso de suelo ajustado <i>MUS_</i> : Diferencia entre indice de mezcla de uso de suelo entre origen y destino. Todo entre la distancia al cuadrado $(1/(1+Tp)^2)$	0.0000	0.0000	-0.0012	-
<i>Probabilidad</i>	0.71	0.73	0.84	0.89
Economías de Aglomeración <i>Ddens_hog</i> : Diferencia en la densidad de población por área de uso suelo habitacional, entre origen y destino. Todo entre la distancia al cuadrado $(1/(1+Tp)^2)$	0.0000	0.0000	0.0028	0.0044
<i>Probabilidad</i>	0.78	0.77	0.03	0.03
Condiciones económicas				
R²	0.364	0.366	0.370	0.368

Modelos estimados para el *modo Automóvil* por *motivo estudios* y ponderado por la distancia

Modelos para viajes en automóvil por pares origen-destino en Cluster de ZMVM: $(1+(v_estudio_?/v_estudio_tot))$

Muestra de datos: 3,959 AGEB's origen y 847 AGEB's que conforman los clusters atractores de la ZMVM.

Motivo estudio

Método de estimación: Panel con efectos fijos

Variables explicativas/Modelos por motivos	Formas funcionales/ todas las variables			
	Lineal	Log_lineal	Log-Log	Lineal-Log
Numero de observaciones: pares origen-destino				
Distribución del uso de suelos ajustado				
<i>MUS_</i> : Diferencia entre índice de mezcla de uso de suelo entre origen y destino. Todo entre la distancia al cuadrado $(1/(1+dis)^2)$	-0.2475	-0.1735	-0.0183	-
<i>Probabilidad</i>	0.07	0.05	0.00	0.00
Economías de Aglomeración				
<i>Ddens_hog</i> : Diferencia en la densidad de población por área de uso suelo habitacional, entre origen y destino. Todo entre la distancia al cuadrado $(1/(1+dis)^2)$	0.7608	0.5070	0.0031	0.0044
<i>Probabilidad</i>	0.30	0.29	0.00	0.01
<i>Ddens_ser</i> : Diferencia en la densidad de servicios por área de uso de suelo para equipamiento y servicios, entre origen y destino. Todo entre la distancia al cuadrado $(1/(1+dis)^2)$	0.2493	0.1698	0.0000	0.0000
<i>Probabilidad</i>	0.12	0.10	0.98	1.00
Condiciones económicas				
R ²	0.304	0.306	0.313	0.310

Modelos estimados para el *modo Automóvil* por *motivo estudios* y ponderado el tiempo de traslado

Modelos para viajes en automóvil por pares origen-destino en Cluster de ZMVM: $(1+(v_estudio_?/v_estudio_tot))$

Muestra de datos: 3,959 AGEB's origen y 847 AGEB's que conforman los clusters atractores de la ZMVM.

Motivo estudio

Método de estimación: Panel con efectos fijos

Variables explicativas/Modelos por motivos	Formas funcionales/ todas las variables			
	Lineal	Log_lineal	Log-Log	Lineal-Log
Numero de observaciones: pares origen-destino				
Distribución del uso de suelos ajustado				
<i>MUS_</i> : Diferencia entre índice de mezcla de uso de suelo entre origen y destino. Todo entre el tiempo de traslado promedio al cuadrado $(1/(1+tp)^2)$	-3.2123	-1.9557	-0.0195	-
<i>Probabilidad</i>	0.04	0.06	0.00	0.00
Economías de Aglomeración				
<i>Ddens_hog</i> : Diferencia en la densidad de población por área de uso suelo habitacional, entre origen y destino. Todo entre el tiempo de traslado promedio al cuadrado $(1/(1+tp)^2)$	-0.4750	-0.2757	0.0032	0.0047
<i>Probabilidad</i>	0.67	0.70	0.00	0.00
<i>Ddens_ser</i> : Diferencia en la densidad de servicios por área de uso de suelo para equipamiento y servicios, entre origen y destino. Todo entre el tiempo de traslado promedio al cuadrado $(1/(1+tp)^2)$	0.4530	0.2668	-0.0001	-
<i>Probabilidad</i>	0.62	0.65	0.92	0.89
Condiciones económicas				
R ²	0.305	0.306	0.317	0.315

Modelos estimados para el *modo Automóvil* por *motivo Lleva* y ponderado por la distancia

Modelos para viajes en automóvil por pares origen-destino en Cluster de ZMVM: $(1+(v_lleva_?/v_lleva_tot))$

Muestra de datos: 3,959 AGEB's origen y 847 AGEB's que conforman los clusteres atractores de la ZMVM.

Motivo Lleva

Método de estimación: Panel con efectos fijos

Variables explicativas/Modelos por motivos	Formas funcionales/ todas las variables			
	Lineal	Log_lineal	Log-Log	Lineal-Log
Numero de observaciones: pares origen-destino				
Distribución del uso de suelos ajustado <i>MUS_</i> : Diferencia entre indice de mezcla de uso de suelo entre origen y destino. Todo entre la distancia al cuadrado $(1/(1+dis)^2)$ <i>Probabilidad</i>	-0.0511 0.82	-0.0374 0.80	0.0313 0.00	0.0464 0.00
Economías de Aglomeración <i>Ddens_hog</i> : Diferencia en la densidad de población por área de uso suelo habitacional, entre origen y destino. Todo entre la distancia al cuadrado $(1/(1+dis)^2)$ <i>Probabilidad</i>	0.1145 0.14	0.0803 0.12	0.0007 0.40	0.0010 0.43
Condiciones económicas <i>D_emp</i> : Diferencia de empleos de actividades productivas, entre origen y destino. Todo entre la distancia al cuadrado $(1/(1+dis)^2)$ <i>Probabilidad</i>	-0.0708 0.74	-0.0461 0.75	-0.0399 0.00	-0.0591 0.00
R ²	0.247	0.248	0.322	0.319

Modelos estimados para el *modo Automóvil* por *motivo Lleva* y ponderado por el tiempo de traslado

Modelos para viajes en automóvil por pares origen-destino en Cluster de ZMVM: $(1+(v_lleva_?/v_lleva_tot))$

Muestra de datos: 3,959 AGEB's origen y 847 AGEB's que conforman los clusteres atractores de la ZMVM.

Motivo Lleva

Método de estimación: Panel con efectos fijos

Variables explicativas/Modelos por motivos	Formas funcionales/ todas las variables			
	Lineal	Log_lineal	Log-Log	Lineal-Log
Numero de observaciones: pares origen-destino				
Distribución del uso de suelos ajustado <i>MUS_</i> : Diferencia entre indice de mezcla de uso de suelo entre origen y destino. Todo entre el tiempo de traslado promedio al cuadrado $(1/(1+tp)^2)$ <i>Probabilidad</i>	-3.1569 0.00	-2.1779 0.00	0.0303 0.00	0.0439 0.00
Economías de Aglomeración <i>Ddens_hog</i> : Diferencia en la densidad de población por área de uso suelo habitacional, entre origen y destino. Todo entre el tiempo de traslado promedio al cuadrado $(1/(1+tp)^2)$ <i>Probabilidad</i>	0.0681 0.15	0.0466 0.14	0.0006 0.48	0.0008 0.51
Condiciones económicas <i>D_emp</i> : Diferencia de empleos de actividades productivas, entre origen y destino. Todo entre el tiempo de traslado promedio al cuadrado $(1/(1+tp)^2)$ <i>Probabilidad</i>	-0.0050 0.94	-0.0029 0.95	-0.0393 0.00	-0.0579 0.00
R ²	0.246	0.247	0.319	0.315

Modelos estimados para el *modo Automóvil* por *motivo Social* y ponderado por la distancia

Modelos para viajes en automóvil por pares origen-destino en Cluster de ZMVM: $(1+(v_social_?/v_social_tot))$

Muestra de datos: 3,959 AGEB's origen y 847 AGEB's que conforman los clusters atractores de la ZMVM.

Motivo social

Método de estimación: Panel con efectos fijos

Variables explicativas/Modelos por motivos	Formas funcionales/ todas las variables			
	Lineal	Log_lineal	Log-Log	Lineal-Log
Numero de observaciones: pares origen-destino				
Distribución del uso de suelos ajustado				
<i>MUS_</i> : Diferencia entre índice de mezcla de uso de suelo entre origen y destino. Todo entre la distancia al cuadrado $(1/(1+dis)^2)$	22.8998	14.6607	0.0271	0.0437
<i>Probabilidad</i>	0.04	0.04	0.08	0.06
Economías de Aglomeración				
<i>Ddens_hog</i> : Diferencia en la densidad de población por área de uso suelo habitacional, entre origen y destino. Todo entre la distancia al cuadrado $(1/(1+dis)^2)$	-0.3263	-0.1770	0.0020	0.0032
<i>Probabilidad</i>	0.49	0.56	0.26	0.24
Condiciones económicas				
<i>D_emp</i> : Diferencia de empleos de actividades productivas, entre origen y destino. Todo entre la distancia al cuadrado $(1/(1+dis)^2)$	-1.9117	-1.1186	-0.0287	-
<i>Probabilidad</i>	0.43	0.47	0.00	0.0443
<i>D_sal</i> : Diferencia de salarios promedios de actividades productivas, entre origen y destino. Todo entre la distancia al cuadrado $(1/(1+dis)^2)$	-21.2787	-13.7340	-0.0314	-
<i>Probabilidad</i>	0.06	0.06	0.02	0.0499
R²	0.491	0.489	0.545	0.547

Modelos estimados para el *modo Automóvil* por *motivo Social* y ponderado por el tiempo de traslado

Modelos para viajes en automóvil por pares origen-destino en Cluster de ZMVM: $(1+(v_social_?/v_social_tot))$

Muestra de datos: 3,959 AGEB's origen y 847 AGEB's que conforman los clusteres atractores de la ZMVM.

Motivo social

Método de estimación: Panel con efectos fijos

Variables explicativas/Modelos por motivos	Formas funcionales/ todas las variables			
	Lineal	Log_lineal	Log-Log	Lineal-Log
Numero de observaciones: pares origen-destino				
Distribución del uso de suelos ajustado				
<i>MUS_</i> : Diferencia entre índice de mezcla de uso de suelo entre origen y destino. Todo entre el tiempo de traslado promedio al cuadrado $(1/(1+tp)^2)$	-2.2279	-1.3558	0.0338	0.0536
<i>Probabilidad</i>	0.44	0.47	0.02	0.02
Economías de Aglomeración				
<i>Ddens_hog</i> : Diferencia en la densidad de población por área de uso suelo habitacional, entre origen y destino. Todo entre el tiempo de traslado promedio al cuadrado $(1/(1+tp)^2)$	-0.5559	-0.3557	0.0016	0.0026
<i>Probabilidad</i>	0.85	0.85	0.37	0.35
Condiciones económicas				
<i>D_emp</i> : Diferencia de empleos de actividades productivas, entre origen y destino. Todo entre el tiempo de traslado promedio al cuadrado $(1/(1+tp)^2)$	-0.1485	-0.0724	-0.0324	-
<i>Probabilidad</i>	0.69	0.76	0.00	0.0500
<i>D_sal</i> : Diferencia de salarios promedios de actividades productivas, entre origen y destino. Todo entre el tiempo de traslado promedio al cuadrado $(1/(1+tp)^2)$	0.3187	0.1074	-0.0280	-
<i>Probabilidad</i>	0.88	0.94	0.04	0.0446
R²	0.477	0.475	0.540	0.542

Modelos estimados para el *modo Automóvil* por *motivo trabajo y relacionado con trabajo* y ponderado por la distancia

Modelos para viajes en automóvil por pares origen-destino en Cluster de ZMVM: $(1+(V_TRAB_RTRAB_?/V_TRAB_RTRAB_TOT))$

Muestra de datos: 3,959 AGEB's origen y 847 AGEB's que conforman los clusteres atractores de la ZMVM.

Motivo trabajo y relacionado al trabajo

Método de estimación: Panel con efectos fijos

Variables explicativas/Modelos por motivos	Formas funcionales/ todas las variables			
	Lineal	Log_lineal	Log-Log	Lineal-Log
Numero de observaciones: pares origen-destino				
Mezcla de uso de suelo ajustado				
<i>MUS_</i> : Diferencia entre indice de mezcla de uso de suelo entre origen y destino. Todo entre la distancia al cuadrado $(1/(1+dis)^2)$	0.0382	7.7567	0.0382	0.0501
<i>Probabilidad</i>	0.00	0.00	0.00	0.00
Economías de Aglomeración				
<i>Ddens_hog</i> : Diferencia en la densidad de población por área de uso suelo habitacional, entre origen y destino. Todo entre la distancia al cuadrado $(1/(1+dis)^2)$	0.0255	0.0231	0.0018	0.0022
<i>Probabilidad</i>	0.50	0.41	0.00	0.00
Condiciones económicas				
<i>D_emp</i> : Diferencia de empleos de actividades productivas, entre origen y destino. Todo entre la distancia al cuadrado $(1/(1+dis)^2)$	-0.1796	-0.1494	-0.0234	-0.0304
<i>Probabilidad</i>	0.04	0.03	0.00	0.00
<i>D_sal</i> : Diferencia de salarios promedios de actividades productivas, entre origen y destino. Todo entre la distancia al cuadrado $(1/(1+dis)^2)$	-9.8156	-7.6581	-0.0199	-0.0266
<i>Probabilidad</i>	0.00	0.00	0.00	0.00
R²	0.121	0.123	0.236	0.222

Modelos estimados para el *modo Automóvil* por *motivo trabajo y relacionado con trabajo* y ponderado tiempo de traslado

Modelos para viajes en automóvil por pares origen-destino en Cluster de ZMVM: $(1+(V_TRAB_RTRAB_?/V_TRAB_RTRAB_TOT))$

Muestra de datos: 3,959 AGEB's origen y 847 AGEB's que conforman los clusteres atractores de la ZMVM.

Motivo trabajo y relacionado al trabajo

Método de estimación: Panel con efectos fijos

Variables explicativas/Modelos por motivos	Formas funcionales/ todas las variables			
	Lineal	Log_lineal	Log-Log	Lineal-Log
Numero de observaciones: pares origen-destino				
Mezcla de uso de suelo ajustado				
<i>MUS_</i> : Diferencia entre indice de mezcla de uso de suelo entre origen y destino. Todo entre el tiempo de traslado promedio al cuadrado $(1/(1+tp)^2)$	0.0364	-1.2002	0.0364	0.0480
<i>Probabilidad</i>	0.02	0.02	0.00	0.00
Economías de Aglomeración				
<i>Ddens_hog</i> : Diferencia en la densidad de población por área de uso suelo habitacional, entre origen y destino. Todo entre el tiempo de traslado promedio al cuadrado $(1/(1+tp)^2)$	-0.0287	-0.0214	0.0018	0.0023
<i>Probabilidad</i>	0.12	0.11	0.00	0.00
Condiciones económicas				
<i>D_emp</i> : Diferencia de empleos de actividades productivas, entre origen y destino. Todo entre el tiempo de traslado promedio al cuadrado $(1/(1+tp)^2)$	-0.2136	-0.1759	-0.0235	-0.0306
<i>Probabilidad</i>	0.05	0.04	0.00	0.00
<i>D_sal</i> : Diferencia de salarios promedios de actividades productivas, entre origen y destino. Todo entre el tiempo de traslado promedio al cuadrado $(1/(1+tp)^2)$	-0.9865	-0.7888	-0.0188	-0.0251
<i>Probabilidad</i>	0.01	0.01	0.00	0.00
R²	0.116	0.118	0.234	0.220

Modelos estimados para el *modo Automóvil* por *motivo tramite* y ponderado por la distancia

Modelos para viajes en automóvil por pares origen-destino en Cluster de ZMVM: $(1+(v_tramite_?/v_tramite_tot))$

Muestra de datos: 3,959 AGEB´s origen y 847 AGEB´s que conforman los clusteres atractores de la ZMVM.

**Motivo
tramite**

Método de estimación: Panel con efectos fijos

Variables explicativas/Modelos por motivos	Formas funcionales/ todas las variables			
	Lineal	Log_lineal	Log-Log	Lineal-Log
Numero de observaciones: pares origen-destino				
Mezcla de uso de suelo ajustada <i>MUS_</i> : Diferencia entre indice de mezcla de uso de suelo entre origen y destino. Todo entre la distancia al cuadrado $(1/(1+dis)^2)$	0.0780	0.0595	-0.0067	-0.0118
<i>Probabilidad</i>	0.67	0.60	0.53	0.49
Economías de Aglomeración <i>Ddens_ser</i> : Diferencia en la densidad de servicios por área de uso de suelo para equipamiento y servicios, entre origen y destino. Todo entre la distancia al cuadrado $(1/(1+dis)^2)$	-0.0859	-0.0580	0.0030	0.0045
<i>Probabilidad</i>	0.77	0.75	0.11	0.15
Condiciones económicas				
R ²	0.572	0.569	0.576	0.578

Modelos estimados para el *modo Automóvil* por *motivo tramite* y ponderado por el tiempo de traslado

Modelos para viajes en automóvil por pares origen-destino en Cluster de ZMVM: $(1+(v_tramite_?/v_tramite_tot))$

Muestra de datos: 3,959 AGEB´s origen y 847 AGEB´s que conforman los clusteres atractores de la ZMVM.

Motivo tramite

Método de estimación: Panel con efectos fijos

Variables explicativas/Modelos por motivos	Formas funcionales/ todas las variables			
	Lineal	Log_lineal	Log-Log	Lineal-Log
Numero de observaciones: pares origen-destino				
Mezcla de uso de suelo ajustada <i>MUS_</i> : Diferencia entre indice de mezcla de uso de suelo entre origen y destino. Todo entre la distancia al cuadrado $(1/(1+Tp)^2)$	0.0000	0.0000	0.0124	0.0188
<i>Probabilidad</i>	0.44	0.43	0.22	0.24
Economías de Aglomeración <i>Ddens_ser</i> : Diferencia en la densidad de servicios por área de uso de suelo para equipamiento y servicios, entre origen y destino. Todo entre la distancia al cuadrado $(1/(1+Tp)^2)$	0.0000	0.0000	0.0034	0.0050
<i>Probabilidad</i>	0.27	0.24	0.07	0.10
Condiciones económicas				
R ²	0.577	0.575	0.581	0.582

VIII. Evaluación de los resultados de los modelos econométricos

La evaluación de los resultados obtenidos de los modelos econométricos, se hacen en dos sentidos: 1) La primera evaluación es sobre la solidez estadística y econométrica de los parámetros de los modelos; y, 2) La segunda evaluación es sobre la consistencia y significado económico de los parámetros. También es importante mencionar que para cada motivo de viaje se estimaron dos grupos de modelos; el primer grupo considera a las variables exógenas ponderadas por el inverso de la distancia al cuadrado y el segundo grupo las pondera por el inverso del tiempo de traslado al cuadrado. Finalmente, para cada motivo y grupo de variables ponderadas se estimaron cuatro formas funcionales: lineal, log-lineal, log-log y lineal-log. Lo anterior implica que el total de modelos estimados resulta de multiplicar los ocho motivos, por los dos grupos de variables ponderadas y las cuatro formas funcionales; que en total resulta en **64 modelos econométricos** de motivos de viajes estimados.

Evaluación estadística y econométrica

La evaluación estadística que se hace los modelos consiste en revisar que los parámetros sean estadísticamente diferentes de cero y la evaluación econométrica se enfoca en revisar el coeficiente de determinación R^2 .

La evaluación estadística de los parámetros, consiste en probar en contrastar las siguientes hipótesis nula y alternativa:

$$H_n: \alpha_i = 0$$

$$H_n: \alpha_i \neq 0$$

Si se acepta la hipótesis nula, entonces se establece que el parámetro de interés es estadísticamente igual a cero, mientras que la hipótesis alternativa indica que el parámetro de interés es estadísticamente diferente cero.

El t -estadístico y la probabilidad asociada se utilizan para revisar si se cumple la hipótesis nula o alterativa.

*Modelos modo automóvil por **motivo comer**, variables ponderados por la distancia y tiempo de traslado.*

Los dos modelos incluyen tres variables explicativas: La diferencia entre el índice de mezcla de uso de suelo, la diferencia en la densidad de población por área de uso de suelo habitacional y la diferencia de empleos de actividades productivas, entre todos los AGEB's origen y los AGEB's destino localizados en los cluster o atractores.

Formas funcionales de los dos grupos de variables ponderadas

En el caso de los dos modelos lineales se encontró que los tres parámetros de interés son estadísticamente igual a cero, pero la R^2 establece que en conjunto explican entre el 59 y 60% de los viajes.

En el modelo log-lineal se encontró el mismo resultado que en el caso lineal.

En el modelo log-log, las variables de la diferencia de mezcla de uso de suelo como la diferencia de empleo resultaron ser estadísticamente diferente cero y de acuerdo a la R^2 en conjunto explican entre el 62 y 63% de los viajes.

En el modelo lineal-log se encontró el mismo resultado que en el caso log-log.

El análisis muestra que los modelos log-log y lineal-log tienen los mejores resultados estadísticos y econométricos.

*Modelos modo automóvil por **motivo compras**, variables ponderados por la distancia y tiempo de traslado.*

Los dos modelos incluyen dos variables explicativas: La diferencia entre el índice de mezcla de uso de suelo y la diferencia en la densidad de población por área de uso de suelo habitacional, entre todos los AGEB's origen y los AGEB's destino localizados en los cluster o atractores.

Formas funcionales de los dos grupos de variables ponderadas

En el caso de los dos modelos lineales se encontró que los dos parámetros de interés son estadísticamente igual a cero, pero la R^2 establece que en conjunto explican entre el 36 y 37% de los viajes.

En el modelo log-lineal se encontró el mismo resultado que en el caso lineal.

En el modelo log-log, las variables de diferencia en la densidad de población por área de uso de suelo habitacional resultaron ser estadísticamente diferente cero y de acuerdo a la R^2 en conjunto explican 37% de los viajes.

En el modelo lineal-log se encontró el mismo resultado que en el caso log-log.

El análisis muestra que los modelos log-log y lineal-log tienen los mejores resultados estadísticos y econométricos.

*Modelos modo automóvil por **motivo estudio**, variables ponderados por la distancia y tiempo de traslado.*

Los dos modelos incluyen tres variables explicativas: La diferencia entre el índice de mezcla de uso de suelo, la diferencia en la densidad de población por área de uso de suelo habitacional y la diferencia en la densidad de servicios por área de uso de suelo para equipamiento y servicios, entre todos los AGEB's origen y los AGEB's destino localizados en los cluster o atractores.

Formas funcionales de los dos grupos de variables ponderadas

En el caso de los dos modelos lineales se encontró que solamente los parámetros de la variable de diferencia de mezcla de uso de suelo son estadísticamente diferente cero, pero la R^2 establece que en conjunto explican el 30% de los viajes.

En el modelo log-lineal se encontró el mismo resultado que en el caso lineal.

En el modelo log-log, las variables de la diferencia de mezcla de uso de suelo como la diferencia en la densidad de población por área de uso de suelo habitacional resultaron ser estadísticamente diferente cero y de acuerdo a la R^2 en conjunto explican entre el 31 y 32% de los viajes.

En el modelo lineal-log se encontró el mismo resultado que en el caso log-log.

El análisis muestra que los modelos log-log y lineal-log tienen los mejores resultados estadísticos y econométricos.

*Modelos modo automóvil por **motivo lleva**, variables ponderados por la distancia y tiempo de traslado.*

Los dos modelos incluyen tres variables explicativas: La diferencia entre el índice de mezcla de uso de suelo, la diferencia en la densidad de población por área de uso de suelo habitacional y la diferencia de empleos de actividades productivas, entre todos los AGEB's origen y los AGEB's destino localizados en los cluster o atractores.

Formas funcionales de los dos grupos de variables ponderadas

En el caso del modelo lineal con variables ponderadas por la distancia se encontró que ninguno de los parámetros de interés son estadísticamente diferente cero. Mientras que en el modelo lineal con variables ponderadas por tiempo de traslado, se encontró que el parámetro de la diferencia entre el índice de mezcla de uso de suelo es el único estadísticamente diferente cero. Para los dos modelos la R^2 establece que en conjunto todas las variables explican el 25% de los viajes.

En el modelo log-lineal se encontró el mismo resultado que en el caso lineal.

En el modelo log-log, las variables de la diferencia de mezcla de uso de suelo como la diferencia de empleos de actividades productivas resultaron ser estadísticamente diferente cero y de acuerdo a la R^2 en conjunto explican el 32% de los viajes.

En el modelo lineal-log se encontró el mismo resultado que en el caso log-log.

El análisis muestra que los modelos log-log y lineal-log tienen los mejores resultados estadísticos y econométricos.

*Modelos modo automóvil por **motivo social**, variables ponderados por la distancia y tiempo de traslado.*

Los dos modelos incluyen cuatro variables explicativas: La diferencia entre el índice de mezcla de uso de suelo, la diferencia en la densidad de población por área de uso de suelo habitacional, la diferencia de empleos de actividades productivas y la diferencia de salarios promedios de actividades productivas, entre todos los AGEB's origen y los AGEB's destino localizados en los cluster o atractores.

Formas funcionales de los dos grupos de variables ponderadas

En el caso del modelo lineal con variables ponderadas por la distancia se encontró que los parámetros de la diferencia en la mezcla de uso de suelo y la diferencia de salarios promedios son estadísticamente diferente cero. Mientras que en el modelo lineal con variables ponderadas por tiempo de traslado, se encontró que todos los parámetros de interés son estadísticamente igual a cero. Para los dos modelos la R^2 establece que en conjunto todas las variables explican entre el 48 y 49% de los viajes.

En el modelo log-lineal se encontró el mismo resultado que en el caso lineal.

En el modelo log-log, las variables la diferencia en la mezcla de uso de suelo, la diferencia de empleo de actividades productivas y la diferencia de salarios promedios son estadísticamente diferente cero y de acuerdo a la R^2 en conjunto explican entre el 54 y 55% de los viajes.

En el modelo lineal-log se encontró el mismo resultado que en el caso log-log.

El análisis muestra que los modelos log-log y lineal-log tienen los mejores resultados estadísticos y econométricos.

*Modelos modo automóvil por **motivo trabajo y relacionado con el trabajo**, variables ponderados por la distancia y tiempo de traslado.*

Los dos modelos incluyen cuatro variables explicativas: La diferencia entre el índice de mezcla de uso de suelo, la diferencia en la densidad de población por área de uso de suelo habitacional, la diferencia de empleos de actividades productivas y la diferencia de salarios promedios de actividades productivas, entre todos los AGEB's origen y los AGEB's destino localizados en los cluster o atractores.

Formas funcionales de los dos grupos de variables ponderadas

En el caso de los dos modelo lineales con variables ponderadas por la distancia y tiempo de traslado se encontró que la mayoría de los parámetros de interés son estadísticamente diferente de cero, únicamente los parámetros de la variable diferencia en la densidad de población por área de uso de suelo habitacional son estadísticamente igual a cero. Para los dos modelos la R^2 establece que en conjunto todas las variables explican entre el 11 y 12% de los viajes.

En el modelo log-lineal se encontró el mismo resultado que en el caso lineal.

En el modelo log-log, los parámetros de las cuatro variables resultaron estadísticamente diferente cero y de acuerdo a la R^2 en conjunto explican entre el 23 y 24% de los viajes.

En el modelo lineal-log se encontró el mismo resultado que en el caso log-log.

El análisis muestra que los modelos log-log y lineal-log tienen los mejores resultados estadísticos y econométricos.

*Modelos modo automóvil por **motivo tramites**, variables ponderados por la distancia y tiempo de traslado.*

Los dos modelos incluyen dos variables explicativas: La diferencia entre el índice de mezcla de uso de suelo y la diferencia en la densidad de servicios por área de uso de suelo para equipamiento y servicios, entre todos los AGEB's origen y los AGEB's destino localizados en los cluster o atractores.

Formas funcionales de los dos grupos de variables ponderadas

En el caso de los dos modelos lineales se encontró que ningún parámetro de interés es estadísticamente diferente de cero. Para los dos modelos la R^2 establece que en conjunto todas las variables explican entre el 56 y 57% de los viajes.

En el modelo log-lineal se encontró el mismo resultado que en el caso lineal.

En el modelo log-log, en general los parámetros de las variables resultaron estadísticamente igual a cero, solamente el parámetro de la diferencia en la densidad de servicios por área de uso de suelo para equipamiento y servicios resultó estadísticamente diferente de cero en el modelo con variables ponderadas por el tiempo de traslado. La R^2 en los modelos establece que en conjunto las variables explican entre el 57 y 58% de los viajes.

En el modelo lineal-log se encontró el mismo resultado que en el caso log-log.

El análisis muestra que los modelos log-log y lineal-log tienen los mejores resultados estadísticos y econométricos.

Evaluación económica de los modelos econométricos

La evaluación económica consiste en revisar que los parámetros tengan el signo esperado y que las elasticidades tengan las magnitudes adecuadas. Como se mostró en el apartado anterior, para cada motivo de viaje se estimaron cuatro formas funcionales, donde cada una de ellas supone características específicas de las elasticidades. La característica más general, es que pueden ser constantes o cambiantes de acuerdo a las magnitudes de las variables exógenas. De la evaluación estadística y econométrica, se encontró que una de las formas funcionales con mejores resultados fue la log-log, que supone que los parámetros de interés son al mismo tiempo elasticidades. Por ello, la evaluación económica de los modelos econométricos se hace únicamente con forma funcional log-log, donde el signo y la magnitud de los parámetros que son al mismo tiempo elasticidades,

*Modelos modo automóvil por **motivo comer**, variables ponderados por la distancia y tiempo de traslado.*

De acuerdo a los resultados de los dos modelos ponderados por distancia y tiempo de traslado:

- 1) La elasticidad de la *diferencia entre índice de mezcla de uso de suelo* entre el origen y destino, tiene el signo positivo y la magnitud está entre 0.03 y 0.05. Lo cual significa, que si la mezcla de uso de suelo en el origen se incrementa en un 10% más que en el destino, entonces los viajes en automóvil por motivo comer se incrementan entre 0.3 y 0.5%.
- 2) La elasticidad de la *diferencia en la densidad de la población por área de usos de suelo habitacional* entre el origen y destino, tiene el signo negativo y la magnitud está entre cero y -0.0003. Lo cual significa, que si la densidad de la población por área de usos de suelo habitacional en el origen se incrementa en un 10% más que en el destino, entonces los viajes en automóvil por motivo comer se reducen hasta 0.003%.
- 3) La elasticidad de la *diferencia de empleos de actividades productivas* entre el origen y destino, tiene el signo negativo y la magnitud está entre 0.04 y 0.05. Lo cual

significa, que si los empleos de actividades productivas en el origen se incrementa en un 10% más que en el destino, entonces los viajes en automóvil por motivo comer se reducen entre 0.4 y 0.5%.

Las magnitudes de las elasticidades muestran que los viajes en automóvil por motivo comer, se determinan por orden de importancia: los empleos de actividades productivas, por la mezcla de uso de suelo y al último por la densidad de la población por área de uso de suelo habitacional.

*Modelos modo automóvil por **motivo compras**, variables ponderados por la distancia y tiempo de traslado.*

De acuerdo a los resultados de los dos modelos ponderados por distancia y tiempo de traslado:

- 1) La elasticidad de la *diferencia entre índice de mezcla de uso de suelo* entre el origen y destino, tiene el signo negativo y la magnitud está entre 0.001 y 0.004. Lo cual significa, que si la mezcla de uso de suelo en el origen se incrementa en un 10% más que en el destino, entonces los viajes en automóvil por motivo compras se reducen entre 0.01 y 0.04%.
- 2) La elasticidad de la *diferencia en la densidad de la población por área de usos de suelo habitacional* entre el origen y destino, tiene el signo positivo y la magnitud está entre 0.002 y 0.003. Lo cual significa, que si la densidad de la población por área de usos de suelo habitacional en el origen se incrementa en un 10% más que en el destino, entonces los viajes en automóvil por motivo compras se reducen hasta 0.003%.

Las magnitudes de las elasticidades muestran que los viajes en automóvil por motivo compras, se determinan en la misma magnitud por la mezcla de uso de suelo y la densidad de la población por área de uso de suelo habitacional.

*Modelos modo automóvil por **motivo estudios**, variables ponderados por la distancia y tiempo de traslado.*

De acuerdo a los resultados de los dos modelos ponderados por distancia y tiempo de traslado:

- 1) La elasticidad de la *diferencia entre índice de mezcla de uso de suelo* entre el origen y destino, tiene el signo negativo y la magnitud está entre 0.01 y 0.02. Lo cual significa, que si la mezcla de uso de suelo en el origen se incrementa en un 10% más que en el destino, entonces los viajes en automóvil por motivo estudios se reducen entre 0.1 y 0.2%.
- 2) La elasticidad de la *diferencia en la densidad de la población por área de usos de suelo habitacional* entre el origen y destino, tiene el signo positivo y la magnitud hasta 0.003. Lo cual significa, que si la densidad de la población por área de usos de suelo habitacional en el origen se incrementa en un 10% más que en el destino, entonces los viajes en automóvil por motivo estudios se incrementan hasta 0.03%.
- 3) La elasticidad de la *diferencia en la densidad de servicios por área de usos de suelo para equipamiento y servicios* entre el origen y destino, tiene el signo negativo y la magnitud de cero hasta 0.0001. Lo cual significa, que si la densidad de servicios por área de usos de suelo para equipamiento y servicios en el origen se incrementa en un 10% más que en el destino, entonces los viajes en automóvil por motivo estudios se reducen hasta 0.001%.

Las magnitudes de las elasticidades muestran que los viajes en automóvil por motivo estudios, se determinan por orden de importancia: por la mezcla de uso de suelo, la densidad de la población por área de uso de suelo habitacional y finalmente por densidad de servicios por área de usos de suelo para equipamiento y servicios.

*Modelos modo automóvil por **motivo Lleva**, variables ponderados por la distancia y tiempo de traslado.*

De acuerdo a los resultados de los dos modelos ponderados por distancia y tiempo de traslado:

- 1) La elasticidad de la *diferencia entre índice de mezcla de uso de suelo* entre el origen y destino, tiene el signo positivo y la magnitud de 0.03. Lo cual significa, que si la mezcla de uso de suelo en el origen se incrementa en un 10% más que en el destino, entonces los viajes en automóvil por motivo llevar se reducen en 0.3%.
- 2) La elasticidad de la *diferencia en la densidad de la población por área de usos de suelo habitacional* entre el origen y destino, tiene el signo positivo y la magnitud hasta 0.0007. Lo cual significa, que si la densidad de la población por área de usos de suelo habitacional en el origen se incrementa en un 10% más que en el destino, entonces los viajes en automóvil por motivo llevar se incrementan hasta 0.007%.
- 3) La elasticidad de la *diferencia de empleos de actividades productivas* entre el origen y destino, tiene el signo negativo y la magnitud de 0.03 hasta 0.04. Lo cual significa, que si la diferencia de empleos de actividades productivas en el origen se incrementa en un 10% más que en el destino, entonces los viajes en automóvil por motivo llevar se reducen hasta 0.4%.

Las magnitudes de las elasticidades muestran que los viajes en automóvil por motivo llevar, se determinan por orden de importancia: por el empleo de actividades productivas, la mezcla de uso de suelo y por último por la densidad de la población por área de uso de suelo habitacional.

*Modelos modo automóvil por **motivo social**, variables ponderados por la distancia y tiempo de traslado.*

De acuerdo a los resultados de los dos modelos ponderados por distancia y tiempo de traslado:

- 1) La elasticidad de la *diferencia entre índice de mezcla de uso de suelo* entre el origen y destino, tiene el signo positivo y la magnitud entre 0.02 y 0.03. Lo cual

significa, que si la mezcla de uso de suelo en el origen se incrementa en un 10% más que en el destino, entonces los viajes en automóvil por motivo social se incrementan entre 0.2 y 0.3%.

- 2) La elasticidad de la *diferencia en la densidad de la población por área de usos de suelo habitacional* entre el origen y destino, tiene el signo positivo y la magnitud entre 0.001 y 0.002. Lo cual significa, que si la densidad de la población por área de usos de suelo habitacional en el origen se incrementa en un 10% más que en el destino, entonces los viajes en automóvil por motivo social se incrementan hasta 0.02%.
- 3) La elasticidad de la *diferencia de empleos de actividades productivas* entre el origen y destino, tiene el signo negativo y la magnitud de 0.02 hasta 0.03. Lo cual significa, que si la diferencia de empleos de actividades productivas en el origen se incrementa en un 10% más que en el destino, entonces los viajes en automóvil por motivo social se reducen hasta 0.3%.
- 4) La elasticidad de la *diferencia de salarios promedios de actividades productivas* entre el origen y destino, tiene el signo negativo y la magnitud de 0.02 hasta 0.03. Lo cual significa, que si la diferencia de salarios promedios de actividades productivas en el origen se incrementa en un 10% más que en el destino, entonces los viajes en automóvil por motivo social se reducen hasta 0.3%.

Las magnitudes de las elasticidades muestran que los viajes en automóvil por motivo llevar, se determinan por orden de importancia: por los salarios promedios de actividades productivas, por el empleo de actividades productivas, la mezcla de uso de suelo y por último por la densidad de la población por área de uso de suelo habitacional.

*Modelos modo automóvil por **motivo trabajo y relacionado con el trabajo**, variables ponderados por la distancia y tiempo de traslado.*

De acuerdo a los resultados de los dos modelos ponderados por distancia y tiempo de traslado:

- 1) La elasticidad de la *diferencia entre índice de mezcla de uso de suelo* entre el origen y destino, tiene el signo positivo y la magnitud de 0.04. Lo cual significa,

que si la mezcla de uso de suelo en el origen se incrementa en un 10% más que en el destino, entonces los viajes en automóvil por motivo trabajo y relacionado con el trabajo se incrementan entre hasta 0.4%.

- 2) La elasticidad de la *diferencia en la densidad de la población por área de usos de suelo habitacional* entre el origen y destino, tiene el signo positivo y la magnitud de 0.002. Lo cual significa, que si la densidad de la población por área de usos de suelo habitacional en el origen se incrementa en un 10% más que en el destino, entonces los viajes en automóvil por motivo trabajo y relacionado con el trabajo se incrementan hasta 0.02%.
- 3) La elasticidad de la *diferencia de empleos de actividades productivas* entre el origen y destino, tiene el signo negativo y la magnitud de 0.02. Lo cual significa, que si la diferencia de empleos de actividades productivas en el origen se incrementa en un 10% más que en el destino, entonces los viajes en automóvil por motivo trabajo y relacionado con el trabajo se reducen hasta 0.2%.
- 4) La elasticidad de la *diferencia de salarios promedios de actividades productivas* entre el origen y destino, tiene el signo negativo y la magnitud de 0.02. Lo cual significa, que si la diferencia de salarios promedios de actividades productivas en el origen se incrementa en un 10% más que en el destino, entonces los viajes en automóvil por motivo trabajo y relacionado con el trabajo se reducen hasta 0.2%.

Las magnitudes de las elasticidades muestran que los viajes en automóvil por motivo trabajo y relacionado con el trabajo, se determinan por orden de importancia: por la mezcla de uso de suelo, por el empleo de actividades productivas, los salarios promedios de actividades productivas y por último por la densidad de la población por área de uso de suelo habitacional.

*Modelos modo automóvil por **motivo tramite**, variables ponderados por la distancia y tiempo de traslado.*

De acuerdo a los resultados de los dos modelos ponderados por distancia y tiempo de traslado:

- 1) La elasticidad de la *diferencia entre índice de mezcla de uso de suelo* entre el origen y destino, tiene el signo negativo cuando se pondera por la distancia y positivo cuando se pondera el tiempo de traslado y la magnitud entre -0.007 y 0.01. Lo cual significa, que si la mezcla de uso de suelo en el origen se incrementa en un 10% más que en el destino, entonces los viajes en automóvil por motivo tramite se pueden reducir por distancia en 0.07 y aumentar por tiempo de traslado en 0.1%.
- 2) La elasticidad de la *diferencia en la densidad de servicios por área de usos de suelo para equipamiento y servicios* entre el origen y destino, tiene el signo positivo y la magnitud de 0.003. Lo cual significa, que si la densidad de servicios por área de usos de suelo para equipamiento y servicios en el origen se incrementa en un 10% más que en el destino, entonces los viajes en automóvil por motivo tramite se incrementan hasta 0.03%.

Las magnitudes de las elasticidades muestran que los viajes en automóvil por motivo tramite, se determinan principalmente por la densidad de servicios por área de usos de suelo para equipamiento y servicios.

IX. Construcción de un modelo de simulación para el empleo, para evaluar los impactos económicos y de usos de suelo en la generación-atracción de los viajes en la ZMVM.

El modelo de simulación es un conjunto de ecuaciones econométricas que se compilan con el objetivo de pronosticar el comportamiento del empleo en la ZMVM de 2010 al 2020. Este modelo de simulación genera el comportamiento del empleo, que su vez se puede utilizar como insumo en un modelo del transporte.¹

Para la construcción del modelo de simulación del empleo en la ZMVM, primero se explican las especificaciones y determinantes económicos del empleo, se presentan las estimaciones econométricas, se compila el sistema de ecuaciones y finalmente se construyen los escenarios para pronosticar el empleo en la ZMVM de 2010 al 2020.

Requerimientos

- 1) El modelo de simulación compilado Eviews 7 y los resultados en Excel, se encuentran en el ***DVD 8: modelo de simulación para el empleo en la ZMVM***, que se anexa al documento.

¹ El modelo de transporte para el programa PROAIRE fue diseñado por otro consultor y no es un producto de esta investigación.

Determinantes económicos y espaciales del empleo

De acuerdo a la literatura sobre los determinantes económicos de la demanda de empleo, este se puede determinar por los sueldos y salarios, y por la demanda del bien que produzca la empresa (demanda efectiva). Por el otro, en un enfoque espacial la demanda de empleo depende de la localización de los hogares, de las empresas y de los costos de transacción, que dependen por las distancias y los tiempos.

Especificación

La ecuación que se utiliza para estimar la demanda de empleo ($E_{i,t}$) en función de los sueldos y salarios ($Sal_{i,t}$), la cantidad de producción ($Pib_{i,t}$) y el número de unidades económicas ($UE_{i,t}$).

$$E_{i,t} = \beta_0 + \rho_1 WE_{i,t} + \beta_1 Sal_{i,t} + \beta_2 Pib_{i,t} + \beta_3 UE_{i,t} + u_{i,t}$$

$$i = 1, 2, \dots, N \text{ AGEB} \quad t = 2003$$

donde una los AGEB son Área Geoestadística Básica que pertenecen a la ZMVM.

Los costos de transacción se incorporan al modelo, por medio de la matriz W de ponderaciones espaciales. Esta matriz se construye por medio de la inversa de la distancia Euclidiana al cuadrado, de cada i AGEB de la ZMVM. La matriz tiene como característica ceros en la diagonal y simétrica, por lo que es una matriz positiva.

W = Matriz de ponderaciones con inversa de la distancia al cuadrado

Sitios	S_1	S_2	S_3	...	S_i
S_1	0	$1/d^2$	0	...	
S_2	0	0			
S_3	$1/d^2$		0		
:	:	:	:	0	
S_i					0

Con esta matriz se capta la interrelación de la demanda de empleo, entre los AGEB vecinos cercanos definidos por la inversa de la distancia al cuadrado. Por lo anterior, se considera que el modelo es dinámico en el espacio por lo que se requiere trabajar con la especificación final de la ecuación, para analizar y simular comportamientos.

La especificación final de la ecuación del empleo, se encuentra resolviendo en términos de $E_{i,t}$:

$$E_{i,t} = (I - \rho_1 W)^{-1} (\beta_0 + \beta_1 \text{Sal}_{i,t} + \beta_2 \text{Pib}_{i,t} + \beta_3 \text{UE}_{i,t} + u_{i,t})$$

Como se observa, para que se pueda encontrar el empleo de equilibrio se requiere que la parte de $(I - \rho_1 W)^{-1}$ exista y sea estable, para ello es suficiente que la raíz característica en modulo sea menor que uno $\|\lambda_1\| < 1$.

Con esta condición se garantiza que se pueda hacer análisis de impacto y generar escenarios de pronósticos. En el caso de la medición de los impactos, por ejemplo se puede contestar la pregunta de cuál es el impacto en empleo si se modifica la producción en los AGEB de la ZMVM, la respuesta es la derivada parcial del empleo con respecto a la producción. Como se observa en la derivada parcial, el impacto depende del parámetro ρ_1 , de la matriz de ponderaciones espaciales W y del parámetro relacionado con la producción.

$$\frac{\partial E_{i,t}}{\partial \text{Pib}_{i,t}} = (I - \rho_1 W)^{-1} \beta_2$$

Estimaciones econométricas

El modelo anterior se utiliza para estimar la demanda de empleo para los trabajadores y los empleados por AGEB de la ZMVM. Los datos que se utilizaron son del censo económico de 2003 donde: PO_TRA es la población ocupada trabajadora; PO_EMP es la población ocupada empleada; W es la matriz de ponderaciones de la inversa de la distancia al cuadrado calculada con en GEODA y R; PSAL son los salarios y sueldos de los trabajadores y empleados respectivamente; PPBC es el monto de la Producción Bruta y PUE es el número de unidades económicas.

En el siguiente cuadro se presentan los resultados de la estimación econométrica para los trabajadores y empleados por AGEB de la ZMVM.

Modelo para trabajadores

Los resultados de la estimación muestran que la *demanda de trabajadores* por AGEB en la ZMVM, dependen *negativamente de los sueldos* que se paga en el AGEB, del número de empresas que se localicen en el AGEB y por último por la producción bruta del AGEB. El parámetro ρ relacionado con la matriz W indica que existe una relación positiva entre la dinámica del empleo de cada AGEB con respecto a la demanda de empleo de los AGEB vecinos, lo cual implica la presencia de externalidades positivas y aglomeración del empleo en la ZMVM.

Modelo para empleados

Los resultados de la estimación muestran que la *demanda de empleados* por AGEB en la ZMVM, dependen *positivamente de los salarios* que se pagan en el AGEB, del número de empresas que se localicen en el AGEB y por último por la producción bruta del AGEB. De la misma manera que la demanda de trabajadores, el parámetro ρ relacionado con la matriz W indica que existe una relación positiva entre la dinámica del empleo de cada AGEB con respecto a la demanda de empleo de los AGEB vecinos.

En comparación, los resultados muestran que mientras que la demanda de trabajadores depende negativamente de los salarios que se ofrecen, la demanda de empleados depende positivamente de los sueldos. La demanda de trabajadores responde más a la localización de las empresas que la demanda de empleados. En los dos casos, el parámetro ρ de la matriz W muestra que la demanda de trabajadores y de empleados tiene efectos de externalidades y aglomeración.

Modelos de localización del empleo trabajadores y empleados en la ZMVM

Datos: 4979 AGEB de la ZMVM

Modelos/VARIABLES explicativas	Rezago espacial (WD) del empleo	Distribución de Sueldos y Salarios	Distribución de la Producción	Distribución de Unidades Económicas
	WDPO_?	PSAL?	PPBC?	PUE?
Modelo para trabajadores (TRA)				
PO_TRA	0.55195	-0.85026	0.00039	0.38093
<i>Probabilidad</i>	0.00	0.00	0.00	0.00
R²	0.71			
Modelo para empleados (EMP)				
PO_EMP	0.58341	1.02266	0.00011	0.06865
<i>Probabilidad</i>	0.00	0.00	0.00	0.00
R²	0.59			

Nota: WD es la matriz normalizada del inverso de la distancia euclidiana entre ageb's

Trabajadores: Son las personas ocupadas directamente en las actividades productivas de la unidad económica, así como el personal que participa en tareas auxiliares o de apoyo

Empleados: Son las personas que laboraron para la unidad económica recibiendo un pago de manera regular por desempeñar trabajos de oficina, administración, contabilidad, actividades auxiliares y complementarias, así como labores ejecutivas, de planeación, organización, dirección y control.

El cuadro se localiza en el **DVD 8**, en el archivo de Excel con nombre ResultadosModelos_12Dic2010.

Compilación del sistema de ecuaciones

Con el objetivo de utilizar las estimaciones econométricas de la demanda de trabajadores y de los empleados en un modelo de simulación, se tiene que compilar las dos ecuaciones como un sistema de ecuaciones.

$$PO_tra_{i,t} = (I - 0.55W)^{-1}(\beta_0 - 0.85Sal_{i,t} + 0.00039Pib_{i,t} + 0.38093UE_{i,t} + u_{i,t})$$

$$PO_emp_{i,t} = (I - 0.58W)^{-1}(\beta_0 + 1.02Sal_{i,t} + 0.00011Pib_{i,t} + 0.06865UE_{i,t} + u_{i,t})$$

La compilación del sistema de ecuaciones se escribe en el Software Eviews. Lo primero que se tiene que hacer es escribir las dos ecuaciones en términos de especificaciones en su forma final y entonces encontrar la matrices inversas. Esto es $(I - 0.55W)^{-1}$ y $(I - 0.58W)^{-1}$, que son matrices cuadradas de tamaño de 4,979. El problema computacional consiste en resolver tales matrices inversas, lo cual se logró en 15 minutos en promedio cada matriz.

Las instrucciones para estimar las matrices inversas son las siguientes:

```
'MATRIX B=@INVERSE(I-0.551947*Wd)
'MATRIX B1=@INVERSE(I-0.58341*Wd)
```

El modelo se compiló para poder generar escenarios de pronósticos modificando la producción para cada uno de los i AGEB de la ZMVM, pero también se identifican los AGEB que conforman los clúster atractores de empleo en la ZMVM. La programación para generar un crecimiento diferenciado del empleo de los trabajadores y empleados de los clúster, es la siguiente:

```
'Cluster de la ZMVM
'smpl @all if id_cluster="Central Centro" or id_cluster="Central Norte" or
id_cluster="Central Sur" or id_cluster="GAM" or id_cluster="Norte" or
id_cluster="Naucalpan" or id_cluster="Oriente" or id_cluster="Santa Fe" or
id_cluster="Texcoco"
```

'Cluster Central

'smpl @all if id_cluster="Central Norte" or id_cluster="Central Centro" or
id_cluster="Central Sur"

'Cluster Gustavo A. Madero (GAM)

'smpl @all if id_cluster="GAM"

'Cluster Norte (Norte)

'smpl @all if id_cluster="Norte"

'Cluster Norte (Naucalpan)

'smpl @all if id_cluster="Naucalpan"

'Cluster Norte (Oriente)

'smpl @all if id_cluster="Oriente"

'Cluster Norte (Santa Fe)

'smpl @all if id_cluster="Santa Fe"

'Cluster Norte (Texcoco)

'smpl @all if id_cluster="Texcoco"

Las dos ecuaciones econométricas para la demanda de trabajadores y de empleados que se estimaron, se escriben en versión matricial para los momentos 0 y 1 para la simulación de momentos, como:

'Modelo para Trabajadores

matrix v0=(constante+0.000394*PPBC+0.380929*PUE-0.850261*PSAL+add_ope)

matrix po_ope0=B*v0

Mtos(po_ope0,po_ope_0)

matrix v1=(constante+0.000394*PPBC1+0.380929*PUE-0.850261*PSAL+add_ope1)

matrix po_ope1=B*v1

Mtos(po_ope1,po_ope_1)

'Modelo para Empleados

matrix v2=(constante2+0.000106*PPBC+0.068654*PUE+1.022656*PSAL+add_pro)

```
matrix po_pro0=B1*v2
Mtos(po_pro0,po_pro_0)
```

```
matrix v3=(constante2+0.000106*PPBC1+0.068654*PUE+1.022656*PSAL+add_pro1)
matrix po_pro1=B1*v3
Mtos(po_pro1,po_pro_1)
```

El modelo compilado en conjunto y utilizando transformación de grupo de variables, por vectores y matrices es la siguiente.

'Modelo de simulación espacial para el Empleo de Trabajadores y Empleados en la ZMVM

'Miguel Angel Mendoza (Diciembre de 2010), Posgrado en Economía UNAM.

```
'MATRIX B=@INVERSE(I-0.551947*Wd)
'MATRIX B1=@INVERSE(I-0.58341*Wd)
```

```
smpl @all
```

```
genr
pbc1=pbc*1.05*1.0395*1.0363*1.045*1.0232*1.0353*1.047*1.015*1.034*1.041*1.052
```

'Cluster de la ZMVM

```
'smpl @all if id_cluster="Central Centro" or id_cluster="Central Norte" or
id_cluster="Central Sur" or id_cluster="GAM" or id_cluster="Norte" or
id_cluster="Naucalpan" or id_cluster="Oriente" or id_cluster="Santa Fe" or
id_cluster="Texcoco"
```

'Cluster Central

```
'smpl @all if id_cluster="Central Norte" or id_cluster="Central Centro" or
id_cluster="Central Sur"
```

'Cluster Gustavo A. Madero (GAM)

```
'smpl @all if id_cluster="GAM"
```

'Cluster Norte (Norte)

```
'smpl @all if id_cluster="Norte"
```

'Cluster Norte (Naucalpan)

```
'simpl @all if id_cluster="Naucalpan"
```

```
'Cluster Norte (Oriente)
```

```
'simpl @all if id_cluster="Oriente"
```

```
'Cluster Norte (Santa Fe)
```

```
'simpl @all if id_cluster="Santa Fe"
```

```
'Cluster Norte (Texcoco)
```

```
'simpl @all if id_cluster="Texcoco"
```

```
'genr pbc1=ppbc*1.00
```

```
simpl @all
```

```
stomna(pbc1,ppbc1)
```

```
matrix add_ope1=1.00*add_ope
```

```
matrix add_pro1=1.00*add_pro
```

```
'Modelo para Trabajadores
```

```
matrix v0=(constante+0.000394*PPBC+0.380929*PUE-0.850261*PSAL+add_ope)
```

```
matrix po_ope0=B*v0
```

```
Mtos(po_ope0,po_ope_0)
```

```
matrix v1=(constante+0.000394*PPBC1+0.380929*PUE-0.850261*PSAL+add_ope1)
```

```
matrix po_ope1=B*v1
```

```
Mtos(po_ope1,po_ope_1)
```

```
'Modelo para Empleados
```

```
matrix v2=(constante2+0.000106*PPBC+0.068654*PUE+1.022656*PSAL+add_pro)
```

```
matrix po_pro0=B1*v2
```

```
Mtos(po_pro0,po_pro_0)
```

```
matrix v3=(constante2+0.000106*PPBC1+0.068654*PUE+1.022656*PSAL+add_pro1)
```

```
matrix po_pro1=B1*v3
```

```
Mtos(po_pro1,po_pro_1)
```

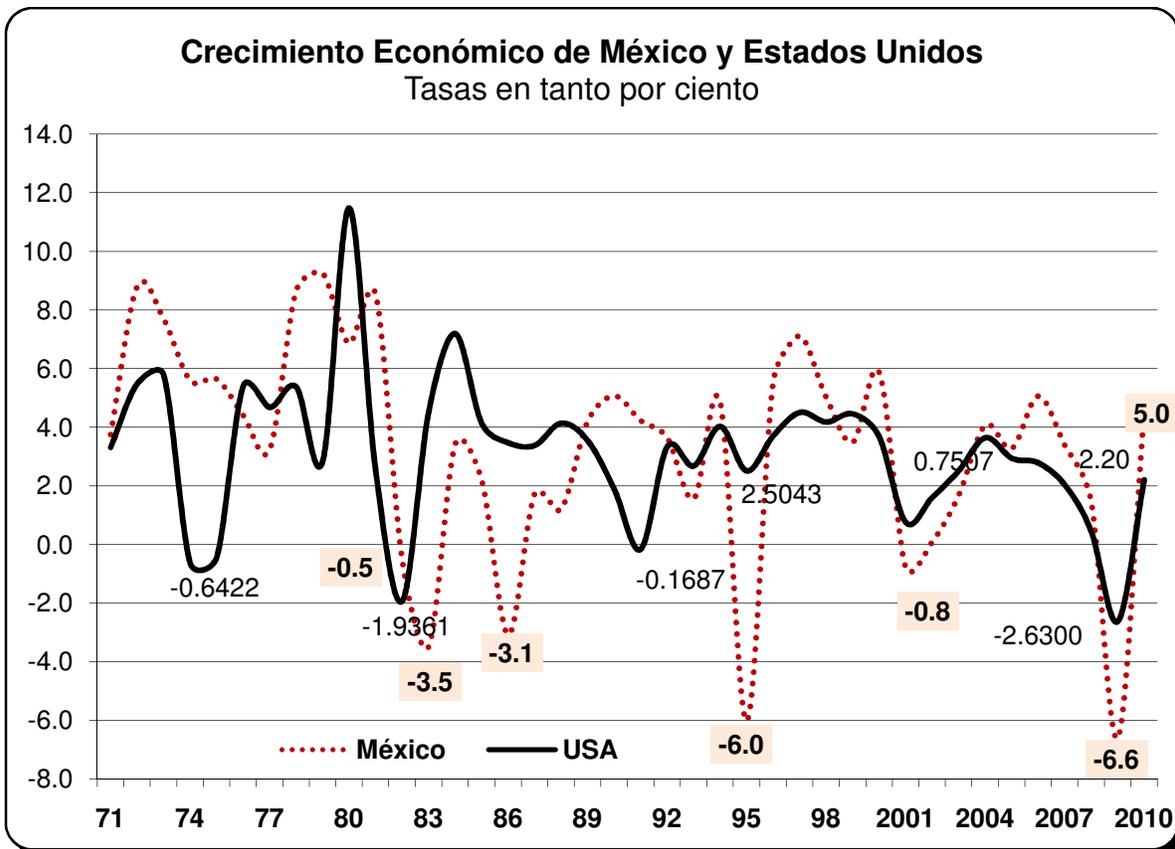
El archivo del programa y la base de datos escritos en EViews 7, se localizan en el **DVD 8** y tienen los nombres de **modelo_empleo_ageb_29nov2010.wfl** y **modelo_empleo_29nov2010.prg** respectivamente.

Escenario de pronóstico de la demanda de empleo en la ZMVM de 2010-2020

La economía mexicana

La dinámica de la economía mexicana se caracteriza por ciclos económicos de mediano plazo, cinco o seis años, que después del TLCAN en 1994 se ha sincronizado al ciclo económico de Estados Unidos. Los ciclos económico son procesos estilizados que se caracterizan por cuatro etapas principales: 1) Etapa de crecimiento económico acelerado hasta alcanzar un máximo; 2) Etapa de desaceleración económica; 3) Etapa de crecimientos mínimos, que pueden ser crisis económicas si se observan tasas son negativas; y, 4) Etapa de recuperación económica.

En la siguiente gráfica se presentan las tasas de crecimiento de las economías mexicanas y estadounidense y se observa el comportamiento cíclico de la dinámica económica, con las siguientes hechos estilizados: 1) La economía mexicana tiene ciclos económicos mucho más cortos que la economía mexicana, aunque después de 1994 los dos ciclos de sincronizan; 2) Los momentos de crisis económicas de México durante el periodo 1970-2010 han sido cinco: 1982-1983, 1986, 1994, 2001 y 2009; 3) La crisis de 1994 se originó por problemas financieros internos y de problemas de sostenibilidad de los niveles de la cuenta corriente, pero tuvo repercusiones internacionales por lo que se le llamo la crisis Tequila; 4) Las crisis de 2001 y sobre todo la 2009 se generó en Estados Unidos y se transmitió a la economía mundial, pero México es considerado como el país con la peor crisis económica del continente americano, al presentar un tasa de crecimiento de -6.6%.



Fuente: Elaboración propia con información de INEGI

Perspectivas económicas 2010-2020

De acuerdo a la dinámica de la economía mexicana de 1970-2010, es muy probable que el crecimiento económico de 2010-2020 se caracterice por uno o dos ciclos. En particular, se puede esperar que se presente un ciclo económico que puede durar por lo menos seis años, con las siguientes etapas: 1) El ciclo económico comienza con la crisis económica de 2009; 2) El periodo de recuperación es 2010; 3) El periodo de crecimiento sostenido de 2011-2016; y, 4) En el año de 2017 existe una alta probabilidad que se presente un ajuste económico, que no necesariamente puede ser crisis económica. Lo anterior implica que a partir de 2018 se puede esperar el inicio de un nuevo ciclo económico.

Con los hechos estilizados anteriores se construyó un escenario para estimar la demanda de trabajadores y de empleados en la ZMVM, el cual se basa en los siguientes supuestos:

- 1) La economía mexicana crecerá 5% en 2010 y tendrá un crecimiento menor de 4% en 2011; para el periodo de 2010-2020 se supone un crecimiento promedio de 3.8%.
- 2) El crecimiento económico nacional se utilizó para aumentar en la misma proporción, la producción de cada uno de los AGEB de la ZMVM.

Con tales supuestos, se resolvió el modelo de simulación y los resultados se presentan en los dos cuadros siguientes:

- 1) Lo primero que se observa es que con el escenario de crecimiento económico, se espera que se generen hasta 65,643 nuevos empleos en 2010 y alrededor de 60,000 nuevos empleos en promedio para el periodo de 2010-2020.
- 2) Si la producción por AGEB crece a la misma tasa, la demanda de empleo se concentrara en los AGEBs fuera de los clúster atradores de empleo (Cuencas) de la ZMVM. Esto es, de los 60,000 nuevos empleos que se esperan para el periodo de 2010-2020, alrededor de 4,000 se localizaran en los clúster de la ZMVM.
- 3) De la misma manera, de los 60,000 nuevos empleos 13,500 son para empleados y los restantes 46,500 son para trabajadores.

Escenarios de crecimiento económico y empleos adicionales en la ZMVM

Crecimiento Económico Nacional		Empleos adicionales		
		ZMVM	Clúster ZMVM	Cuencas ZMVM
2010	5.0	65,643	4,379	61,264
2011	4.0	54,451	3,632	50,819
2012	3.6	52,016	3,470	48,546
2013	4.5	66,823	4,458	62,366
2014	2.3	36,002	2,402	33,600
2015	3.5	56,049	3,739	52,310
2016	4.7	77,260	5,154	72,107
2017	1.5	25,817	1,722	24,094
2018	3.4	59,395	3,962	55,433
2019	4.1	74,059	4,940	69,119
2020	5.2	97,779	6,522	91,257

Supuestos: El crecimiento económico se aplicó igual a la producción por cada AGEB de la ZMVM.

Escenarios de crecimiento económico y empleos adicionales en la ZMVM

Crecimiento Económico Nacional		Empleos adicionales		
		ZMVM	Empleados	Trabajadores
2010	5.0	65,643	14,681	50,962
2011	4.0	54,451	12,178	42,273
2012	3.6	52,016	11,633	40,383
2013	4.5	66,823	14,945	51,878
2014	2.3	36,002	8,052	27,950
2015	3.5	56,049	12,535	43,514
2016	4.7	77,260	17,279	59,981
2017	1.5	25,817	5,774	20,043
2018	3.4	59,395	13,284	46,111
2019	4.1	74,059	16,563	57,496
2020	5.2	97,779	21,868	75,911

Supuestos: El crecimiento económico se aplicó igual a la producción por cada AGEB de la ZMVM.

Trabajadores: Son las personas ocupadas directamente en las actividades productivas de la unidad económica, así como el personal que participa en tareas auxiliares o de apoyo

Empleados: son las personas que laboraron para la unidad económica recibiendo un pago de manera regular por desempeñar trabajos de oficina, administración, contabilidad, actividades auxiliares y complementarias, así como labores ejecutivas, de planeación, organización, dirección y control.

Los dos cuadros se localizan en el **DVD 8**, en el archivo de Excel con nombre Simulacion_empleo_ZMVM_12Dic_2010.

Bibliografía

Econometría Espacial

- 1) Anselin (1988) *Spatial Econometrics: Methods and Models*
- 2) LeSage, J. and Pace (2009) *Introduction to Spatial Econometrics*, CRC Press.
- 3) Schaffer, W. (1999) *Regional Impact Models*, Georgia Institute Technogy.
- 4) Vayá, E. y Moreno, R. (2000) *La utilidad de la Econometría Espacial en el Ámbito de la Ciencia Regional*, documento de trabajo, Universidad de Barcelona.

Modelos de corte transversal y Panel

- 1) Greene, W. (1998) *Análisis Econométrico*, Prentice Hall, Tercera edición.
- 2) Hsiao, C. 2003. *Analysis of Panel Data*. Cambridge University Press: segunda edición.
- 3) Cameron, C. y Trivedi, P. (2005) *Microeconometrics, Methods and Applications*, primera edición, Cambridge University Press.
- 4) Wooldridge, J. (2002) *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*, Massachusetts Institute of Technology.
- 5) Frees, E. (2004) *Longitudinal and Panel Data, Analysis and Applications in the Social Sciences*, Cambridge University Press.

Software especializado

- 1) IRIS 4.2 Información Referenciada geoespacialmente Integrada en un Sistema (IRIS), INEGI.
- 2) E-Views 7.1 Quantitative Micro Software
- 3) TransCad 4.5 Transportation GIS Software, Caliper Corporation.