

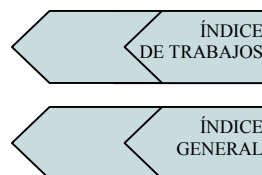
CÁLCULO DE MEDIDAS DE ACCESIBILIDAD GEOGRÁFICA, TEMPORAL Y ECONÓMICA GENERADAS MEDIANTE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Mirta Liliana RAMIREZ

1.- CONCEPTOS PRELIMINARES

Los conceptos de **localización**, **accesibilidad** y **movilidad** pueden ser considerados tres componentes fundamentales de la **justicia o equidad espacial** (o *criterio de Rawls*) concepto éste que se enmarca en un contexto mucho mayor en el que se considera que la esencia de la justicia social puede encarnarse en los criterios de necesidad, de contribución al bien común y de mérito, así la **justicia en una distribución geográfica** se juzgará estudiando hasta qué punto se han seguido estos criterios en su elaboración (SMITH, 1980:232). En el caso particular de la localización de cualquier equipamiento, bien, instalación o servicio ofertado por la Administración Pública -nacional, provincial o municipal- el criterio de justicia espacial es significativamente importante ya que los mismos son financiados por toda la población que, por lo tanto, tiene iguales derechos a usarlos en las mismas condiciones de acceso (BOSQUE SENDRA, 1992:226). En otras palabras la **accesibilidad diferencial** por parte de la población a un equipamiento, bien, instalación o servicio determinará injusticias espaciales o territoriales que, como indicamos, constituye una componente de la justicia social.

La justicia espacial depende de la mayor o menor facilidad de acceso y depende de la variabilidad de las distancias, tiempos y costos económicos que separan a cada individuo del bien¹ más próximo (BOSQUE SENDRA, 1992:226-227). Este criterio de equidad o justicia se relaciona sobremanera con el de "igualdad" que es la medida que mejor valora las distribuciones, sin embargo, no es tan fácil de aplicar. Es posible, por ejemplo que para conseguir unos resultados equitativos (nivel educativo, nivel de salud, etc.) haya que aceptar la desigualdad en la asignación de los recursos. Esto sugiere dos conceptos alternativos de igualdad: una perfecta igualdad de trato en el sentido que todos reciban la misma cantidad de beneficios e igualdad de trato en las mismas circunstancias, pudiendo justificar diferentes cantidades en diferentes circunstancias. Esta es la distinción formulada por Aristóteles entre igualdad aritmética e igualdad proporcional (SMITH, 1980:218). Otro concepto basado en este criterio es el de "discriminación" basada en el lugar de residencia, que lógicamente, puede desembocar en una distribución injusta de los bienes. El concepto de **justicia espacial se contrapone al de eficiencia espacial** (o *criterio de Weber*) que se refiere al volumen global de desplazamientos que el conjunto de la demanda (población que requiere el bien) debe efectuar para utilizar las instalaciones y trata de medir las distancias, los tiempos de recorrido o los costos que implica el desplazamiento. En la realidad es difícil alcanzar de manera conjunta en una distribución de bienes o servicios la justicia y la eficiencia espacial y territorial, por lo general la eficiencia espacial guía u orienta la localización y distribución de bienes o servicios privados mientras que la justicia espacial debería conducir la localización o distribución de los bienes o servicios públicos.



¹ En adelante cuando nos refiramos a "bien" estaremos haciendo mención de las instalaciones, equipamientos o servicios.

CÁLCULO DE MEDIDAS DE ACCESIBILIDAD GEOGRÁFICA, TEMPORAL Y ECONÓMICA GENERADAS MEDIANTE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Mirta Liliana RAMIREZ

1.- CONCEPTOS PRELIMINARES

Los conceptos de **localización**, **accesibilidad** y **movilidad** pueden ser considerados tres componentes fundamentales de la **justicia o equidad espacial** (o *criterio de Rawls*) concepto éste que se enmarca en un contexto mucho mayor en el que se considera que la esencia de la justicia social puede encarnarse en los criterios de necesidad, de contribución al bien común y de mérito, así la **justicia en una distribución geográfica** se juzgará estudiando hasta qué punto se han seguido estos criterios en su elaboración (SMITH, 1980:232). En el caso particular de la localización de cualquier equipamiento, bien, instalación o servicio ofertado por la Administración Pública -nacional, provincial o municipal- el criterio de justicia espacial es significativamente importante ya que los mismos son financiados por toda la población que, por lo tanto, tiene iguales derechos a usarlos en las mismas condiciones de acceso (BOSQUE SENDRA, 1992:226). En otras palabras la **accesibilidad diferencial** por parte de la población a un equipamiento, bien, instalación o servicio determinará injusticias espaciales o territoriales que, como indicamos, constituye una componente de la justicia social.

La justicia espacial depende de la mayor o menor facilidad de acceso y depende de la variabilidad de las distancias, tiempos y costos económicos que separan a cada individuo del bien¹ más próximo (BOSQUE SENDRA, 1992:226-227). Este criterio de equidad o justicia se relaciona sobremanera con el de "igualdad" que es la medida que mejor valora las distribuciones, sin embargo, no es tan fácil de aplicar. Es posible, por ejemplo que para conseguir unos resultados equitativos (nivel educativo, nivel de salud, etc.) haya que aceptar la desigualdad en la asignación de los recursos. Esto sugiere dos conceptos alternativos de igualdad: una perfecta igualdad de trato en el sentido que todos reciban la misma cantidad de beneficios e igualdad de trato en las mismas circunstancias, pudiendo justificar diferentes cantidades en diferentes circunstancias. Esta es la distinción formulada por Aristóteles entre igualdad aritmética e igualdad proporcional (SMITH, 1980:218). Otro concepto basado en este criterio es el de "discriminación" basada en el lugar de residencia, que lógicamente, puede desembocar en una distribución injusta de los bienes. El concepto de **justicia espacial se contrapone al de eficiencia espacial** (o *criterio de Weber*) que se refiere al volumen global de desplazamientos que el conjunto de la demanda (población que requiere el bien) debe efectuar para utilizar las instalaciones y trata de medir las distancias, los tiempos de recorrido o los costos que implica el desplazamiento. En la realidad es difícil alcanzar de manera conjunta en una distribución de bienes o servicios la justicia y la eficiencia espacial y territorial, por lo general la eficiencia espacial guía u orienta la localización y distribución de bienes o servicios privados mientras que la justicia espacial debería conducir la localización o distribución de los bienes o servicios públicos.

2.- LAS MEDIDAS DE ACCESIBILIDAD

En concordancia con lo manifestado con antelación la **accesibilidad** es un concepto y elemento básico en la planificación locacional pero con amplias y variadas derivaciones. En una primera aproximación podemos señalar que esta estrechamente ligado al concepto de "distancia" en este sentido la accesibilidad es una función de la "cercanía" o "proximidad" a

¹ En adelante cuando nos refiramos a "bien" estaremos haciendo mención de las instalaciones, equipamientos o servicios.

un determinado bien. Aunque esta perspectiva o vertiente espacial es la que ha predominado, la accesibilidad ha sido objeto de variadas aproximaciones desde diversas perspectivas², al punto que los trabajos más recientes destacan la importancia del punto de vista social que considera muy trascendente el estudio de la *accesibilidad personal* frente al concepto clásico de accesibilidad locacional, en este sentido las características sociales, económicas o culturales de los distintos colectivos de población son factores de diferenciación en el acceso y utilización de los bienes. Otra postura es la que indica que en la actualidad la accesibilidad depende cada vez menos de la distancia real a los centros que ofrecen los servicios y cada vez más de la distancia a las infraestructuras de transportes (GUTIÉRREZ PUEBLA, 1998:73) que son en definitiva los que permite el acceso a los bienes.

Las aportaciones teóricas, mencionadas aquí de manera muy escueta, desembocaron indudablemente en las formulaciones matemáticas que permiten "medir" de forma más objetiva la accesibilidad. En la mayoría de los casos se han desarrollado medidas tendientes a calcular la accesibilidad espacial o geográfica y, posteriormente, por analogía, han sido utilizadas para evaluar la accesibilidad temporal y económica. Las medidas que han proliferado consideran de manera individual o conjunta a los puntos de demanda o lugares donde reside la población y a los puntos de oferta o lugares donde se brinda el bien o servicio, sin descuidar a la distancia que separa ambos componentes. Las expresiones matemáticas que más han sido empleadas en el cálculo de la accesibilidad tienen en cuenta:

- a) *los puntos de demanda*
- b) *los puntos de oferta*
- c) *la oferta y la demanda*
- d) *la distancia*
- e) *la distancia y la oferta*

Lo que resulta de lo expuesto es que siempre encontramos involucrados a la *oferta* de algún bien o servicio brindado por un determinado equipamiento o instalación, a la *demand*a que necesita de ese servicio y a la *distancia* que separa a un punto de oferta de la demanda que lo requiere, esta distancia, medida en términos espaciales/geográficos, temporales o económicos, es la que permite definir la accesibilidad al servicio³, de allí que las principales medidas de accesibilidad envuelvan a estos tres elementos.

3.- LA ACCESIBILIDAD Y LOS SIG

Las definiciones teóricas que hacen referencia a la accesibilidad y sus correspondientes expresiones matemáticas han sido llevadas también al ámbito geométrico, ello ha permitido desarrollar modelos de la realidad a partir de los cuales se pueden establecer áreas con accesibilidad diferencial en un territorio determinado. Estos modelos pueden ser fácilmente incorporados a los Sistemas de Información Geográfica de tipo vectorial que se han convertido en las últimas décadas en herramientas muy idóneas para evaluar y valorar la accesibilidad de la población a determinados bienes o servicios, ya que entre los múltiples análisis espaciales que se pueden llevar adelante se cuenta con las funciones de *conectividad* y dentro de ellas específicamente el *análisis de redes*. Una red

² Se puede hablar de "accesibilidad jurídico-política" (O'SHANAHAN, 1988:156), que condiciona el acceso a los equipamientos sanitarios, de significativos conjuntos de personas calificados como "pobres" o "indigentes". El mismo autor señala la existencia de una "accesibilidad administrativa-política" que dificulta el acceso a determinados servicios que no poseen una distribución frecuente en el territorio. También señala la "accesibilidad cultural" que impide a los más marginados o que sufren privaciones de tipo cultural o social, beneficiarse de una información y condiciones de vida para acceder a condiciones, conocimientos, actitudes y conductas más favorables para su salud.

³ "...en las distintas aproximaciones a los factores que parecen incidir en la composición de la demanda de un centro, se observa una clara preponderancia de las cuestiones de accesibilidad espacial (hasta un 90% de la varianza explicada) quedando en un segundo plano factores como la especificidad de la oferta, las relaciones sociales que allí se establecen, el precio, la calificación del personal que atiende los servicios del centro, el buen funcionamiento o prestigio, el conocimiento previo, etc. (MORENO *et al.*, 1991, cit. por GARCÍA SALADO, 2001:43).

es un conjunto interconectado de entidades lineales que forman una estructura espacial por la cual se desplazan recursos, sean vehículos, personas, bienes o información; las redes se representan sobre la base de segmentos y nudos que corresponden a cruces de segmentos, en sintonía con la teoría matemática de los grados (COMAS y RUIZ, 1993: 174).

En un entorno SIG la accesibilidad espacial o geográfica puede ser entendida como el total de distancias recorridas por la demanda potencial que hace uso de un bien o servicio, esta expresión se traduciría como un producto entre la distancia que separa dos puntos (uno de oferta y otro de demanda) por la cantidad de población o usuarios que requieren ese bien o servicio. En un análisis de red en donde los segmentos o arcos representan la red vial por donde se desplazan los usuarios y los nodos representan los puntos de demanda u oferta según el caso, calcular la accesibilidad en términos de cercanía o proximidad es una labor relativamente sencilla, ya que la sumatoria de la longitud de cada arco que separa ambos puntos constituye el resultado final de accesibilidad, por lo tanto a mayor distancia menor accesibilidad y viceversa. Pero este procedimiento puede mejorarse si además de la distancia se considera el tiempo que se emplea en recorrer esa distancia, ya que dos pares de puntos pueden estar separados por la misma distancia geográfica, pero si consideramos la posibilidad de que los arcos o red vial que los separa presenta características diferentes como puede ser un camino de tierra y otro pavimentado, la velocidad de desplazamiento será diferente y, en consecuencia, idénticas distancias geográficas no necesariamente significan iguales tiempos de llegada.

De acuerdo con lo expresado en el párrafo anterior si en un entorno SIG de tipo vectorial los arcos que forman la red tienen incorporado como atributo, además de la propia longitud, la velocidad de desplazamiento, es posible calcular la accesibilidad temporal, entendida como el total de tiempo que emplean los usuarios que requieren un servicio. También, como en el caso anterior, se puede expresar como el producto entre el tiempo de recorrido que separa a dos puntos (uno de oferta y otro de demanda) por la cantidad de población que hace uso del servicio.

De manera semejante se puede incorporar a los arcos que forman la red vial un atributo adicional que es el costo del transporte que habitualmente emplea la población para acceder al bien o servicio y en este caso es posible conocer los costos económicos, tanto individuales como colectivos, que se requieren para hacer accesible un servicio a la población. Es indudable que la evaluación de los costos anuales que se requieren para acceder a servicios esenciales que permiten satisfacer necesidades básicas, podría ser un elemento concluyente en el momento de tomar una decisión acerca de una nueva localización de un bien o servicio.

4.- LA ACCESIBILIDAD A LOS HOSPITALES PÚBLICOS EN LA PROVINCIA DEL CHACO MEDIDA A TRAVÉS DE UN SIG VECTORIAL

En un reciente estudio realizado hemos intentado mostrar la accesibilidad diferencial a los hospitales públicos que enfrenta la población de la provincia del Chaco. Así el análisis realizado estuvo apoyado en la modelización del territorio a través de una red compuesta por 380 arcos y 284 nodos y el software empleado ha sido el ArcView 3.1.

Los 380 arcos conforman la red viaria, además de la longitud que le es propia a cada arco, y que por sí misma constituye la impedancia o fricción para recorrerlos, ellos se caracterizan por pertenecer a un tipo de ruta, así se distinguen rutas nacionales pavimentadas, rutas nacionales de tierra, rutas provinciales pavimentadas y rutas provinciales de tierra, éstas a su vez se ven caracterizadas por presentar una velocidad de traslado diferencial lo que nos permitió calcular el tiempo que se emplea en recorrerlas. Por otro lado, los datos oficiales suministrados por la Subsecretaría de Obras y Servicios Públicos de la Provincia, nos permitieron conocer el valor del transporte público -en caminos

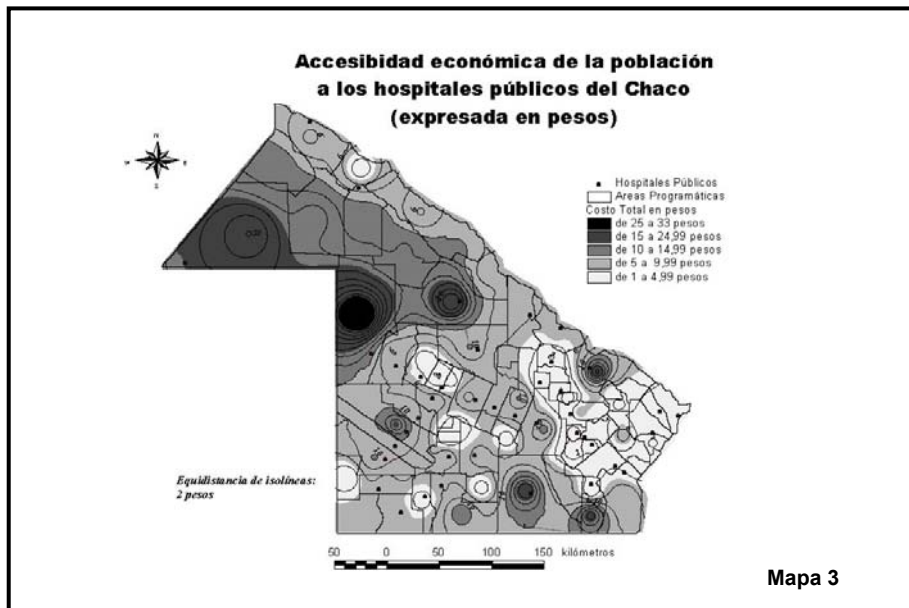
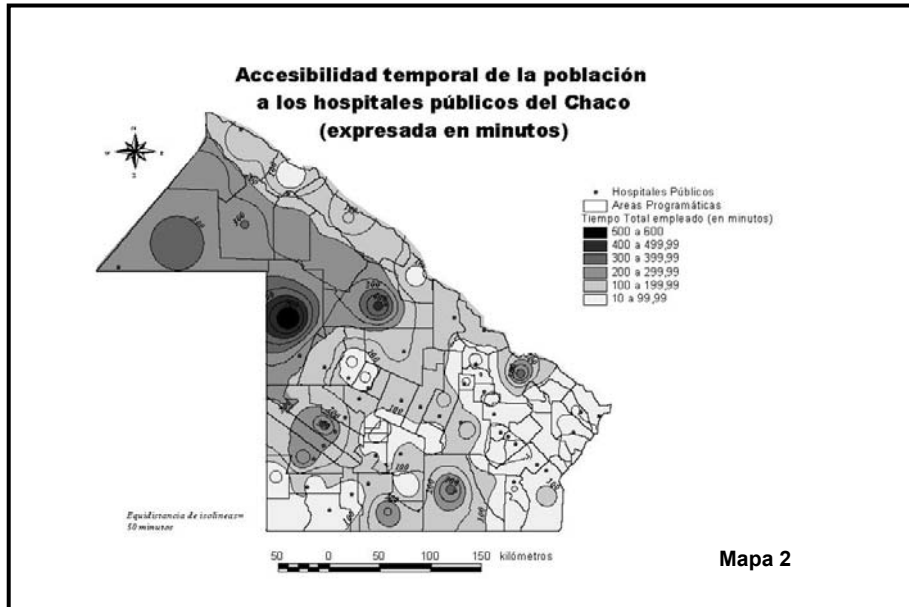
de tierra y en caminos pavimentados- con el cual obtuvimos el costo que implica recorrer cada tramo de arco que conforman la red vial.

De los 284 nodos 67 constituyen puntos de demanda en donde se asienta población que potencialmente puede hacer uso del hospital público, mientras que 41 nodos son puntos de oferta, es decir, equipamientos hospitalarios que en la actualidad brindan servicios.

El análisis efectuado siempre se ha realizado desde los puntos de demanda hasta alcanzar el punto de oferta más próximo, considerando que en cuestiones sanitarias el usuario siempre se dirigirá al equipamiento más cercano a pesar de los diferenciales servicios que éste pueda ofrecer con relación a otros más alejados.

Los resultados logrados son estadísticos y cartográficos, aquí solo presentamos una parte de los últimos señalados, ya que no sólo es posible calcular la distancia o longitud máxima recorrida, el tiempo máximo empleado y el costo máximo involucrado (mapas 1, 2 y 3 respectivamente), sino también las distancias, tiempos y costos mínimos, máximos y medios. Información que hace mucho más profundo el estudio y permite arribar a aseveraciones más concluyentes.





5.- CONSIDERACIONES FINALES

Como se puede apreciar en la cartografía presentada el análisis de la accesibilidad espacial, temporal o económica, demuestra áreas que ostentan serias dificultades de acceso a los hospitales públicos. Nos referimos a grupos de población que, a su vez, en la actualidad revelan altas tasas de mortalidad y morbilidad, situación que, sin un acceso adecuado al servicio sanitario público puede empeorar en el futuro. Creemos que metodologías y procedimientos como el que sucintamente hemos tratado de explicar en estas páginas puede ayudar a tomar decisiones más equitativas y justas. Según la Organización de las Naciones Unidas el ochenta por ciento de las decisiones gubernamentales que se toman son de carácter territorial, esta circunstancia obliga a apoyarnos en herramientas como los SIG y los SADE, tecnología que debe estar al servicio de quienes tienen en sus manos la posibilidad de mejorar la calidad de vida de la población.

6.- BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

1. **Bosque Sendra, Joaquín (1992).** *Sistemas de Información Geográfica.* Ediciones Rialp S.A. Madrid, España. 451 páginas.
2. **Bosque Sendra, Joaquín (1999).** "La Ciencia de la Información Geográfica y la Geografía". En: *VII Encuentro de Geógrafos de América Latina* (publicación en CD). San Juan de Puerto Rico. Puerto Rico.
3. **Bosque Sendra, Joaquín y García, Rosa (2000).** "El uso de los Sistemas de Información Geográfica en la planificación territorial". En: *Anales de Geografía de la Universidad Complutense.* N° 20. Pp. 49-67. Madrid, España.
4. **Bosque Sendra, Joaquín; Gómez Delgado, Montserrat; Moreno Jiménez, Antonio y dal Pozzo, Francesco (2000).** "Hacia un sistema de ayuda a la decisión espacial para la localización de equipamientos". En: *Revista de Estudios Geográficos.* N° 241. Pp. 567-598. Madrid, España.
5. **Cao, Huhua y Villeneuve, Paul (1998).** "La localisation des garderies dans l'espace social de l'agglomération de Québec". En: *Cahiers de Géographie du Québec.* Vol. 42. N° 115. Pp. 35-65. Toronto. Canadá.
6. **Carrizosa Priego, Emilio (1996).** "Localización de un servidor en el plano con múltiples criterios". En: *Lecturas en Teoría de la Localización.* Puerto Albandoz, Justo (1996) (Editor). Universidad de Sevilla. Sevilla, España.
7. **Comas, David y Ruiz Ernest (1993).** *Fundamentos de los Sistemas de Información Geográfica.* Editorial Ariel S.A. Barcelona, España. 295 páginas.
8. **Curtis, Sarah (1989-a).** "The development of geographical information systems for locality planning in health care". En: *Area.* 21,4. Pp. 391-399. London, UK.
9. **Curtis, Sarah (1989-b).** *The geography of public welfare provision.* Routledge. London and New York. 145 páginas.
10. **Drezner, Zvi y Hamacher, Horst (editors) (2002).** *Facility Location. Applications and Theory.* Springer-Verlag. Germany-USA.
11. **Escobar Martínez, Francisco (1995).** *Los Sistemas de Información Geográfica en la localización de servicios. Centros de Salud y Clubes de Jubilados de Alcalá de Henares.* Tesis Doctoral. Universidad de Alcalá. Alcalá de Henares, España.
12. **Fernández Palacín, Fernando (1992).** "Algunas ideas sobre análisis locacional". En: *Cuadernos de Geografía.* N° 3. Pp.49-58. Universidad de Cádiz. Cádiz, España.
13. **Garrocho, Carlos (1990).** "Servicios de salud y planeación en el Estado de México". En: *Estudios Territoriales.* Vol. 33. Pp.55-72. Madrid, España.
14. **Garrocho, Carlos (1998).** "Los sistemas de información geográfica en la Geografía Médica". En: *Economía, Sociedad y Territorio.* Volumen I, n° 3. Enero-Junio, 1998. Pp 597-618. El Colegio Mexiquense A.C. México.

15. **Gatrell, Anthony y Löytönen, Markku (editors) (1998).** *GIS and Health*. European Science Foundation. Taylor & Francis. UK. USA. 213 páginas.
16. **Ghosh, Avijit y Rushton, Gerard (1987).** *Spatial analysis and location-allocation models*. Van Nostrand Reinhold Company. New York. USA. 373 páginas.
17. **González Pérez, Jesús (2000).** "La demanda de una verdadera ordenación territorial sanitaria en Galicia. Desarrollo actual del mapa de saúde: ¿cuándo y para qué?. En: *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*. N° 29. Pp. 29-51. A.G.E. Madrid, España.
18. **Gutiérrez Puebla, Javier (1991).** "Indicadores de accesibilidad en transporte público en el medio rural: una propuesta metodológica". En: *Estudios Geográficos*. Tomo LII, N° 203. Pp. 205-221. Instituto de Economía y Geografía Aplicadas. CSIC. Madrid, España.
19. **Gutiérrez Puebla, Javier (1998).** "Redes, espacio y tiempo". En: *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*. N° 18. Pp. 65-86. Universidad Complutense de Madrid. España.
20. **Gutiérrez Puebla, Javier y Gould, Michael (1994).** *SIG: Sistemas de Información Geográfica*. Editorial Síntesis. Colección Espacio y Sociedades, Serie General No. 2. Madrid, España. 251 páginas.
21. **Moreno Jiménez, Antonio (1989).** "La accesibilidad espacial". Trabajo Inédito.
22. **Moreno Jiménez, Antonio (1991-a).** "Una panorámica de las perspectiva teóricas sobre los servicios colectivos". En: *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*. N° 12. 2ª. época. Pp. 33-58. AGE. Madrid, España.
23. **Moreno Jiménez, Antonio (1991-b).** "Los centros culturales en Madrid: un análisis geográfico de la provisión y el uso". En: *Estudios Geográficos*. Tomo LII, N° 205. Pp. 697-730. Instituto de Economía y Geografía Aplicadas. CSIC. Madrid, España.
24. **Moreno Jiménez, Antonio (1995).** "Planificación y Gestión de servicios a la población desde la perspectiva territorial: algunas propuestas metodológicas". En: *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*. N° 20. Madrid, España.
25. **Moreno Jiménez, Antonio (1999).** "Localización de equipamientos con SIG". En: *Curso de Doctorado*. Universidad de Alcalá. Alcalá de Henares, España.
26. **Moreno Jiménez, Antonio (2000).** "Localización de la población y servicios de farmacia". En: *Población y Espacio de la Comunidad de Madrid. Análisis y aplicaciones a nivel microgeográfico*. Informe monográfico del Tomo 4 de la Estadística de Población de la Comunidad de Madrid. Sitio Web: www.comadrid.es/iestadis.
27. **Moreno Jiménez, Antonio (2003).** "Modelos de localización óptima de instalaciones y equipamientos". En: **Bosque Sendra, Joaquín (2003)** (editor) *Localización de equipamientos y SIG*. Editorial RA-MA (en prensa). Madrid, España.
28. **Moreno Jiménez, Antonio (Director) (2001).** *Geomarketing con Sistemas de Información Geográfica*. Departamento de Geografía de la Universidad Autónoma de Madrid - Grupo de Métodos Cuantitativos, SIG y Teledetección. Madrid, España.
29. **Moreno Jiménez, Antonio y Escolano Utrilla, Severino (1992-a).** *El comercio y los servicios para la producción y el consumo*. Colección Espacio y Sociedades N° 20. Editorial Síntesis. 240 páginas. Madrid, España.
30. **Moreno Jiménez, Antonio y Escolano Utrilla, Severino (1992-b).** *Los servicios y el territorio*. Colección Espacio y Sociedades N° 19. Editorial Síntesis. 189 páginas. Madrid, España.
31. **O'Shanahan, José Joaquín (1988).** "Estudio de accesibilidad de la población de la comarca sur-sureste de Gran Canaria para la ubicación de un hospital comarcal. En: *Salud y Equidad*. VIII Jornadas de Economía de la Salud. Ministerio de Sanidad y Consumo. Las Palmas de Gran Canaria, España.
32. **Pitarch Garrido, María Dolores (2000).** "Los modelos de planificación espacial de los servicios públicos: el caso de los servicios educativos". En: *Cuadernos de Geografía N° 67/68*. Pp. 119-136. Departament de Geografia. Universitat de València. Valencia, España.
33. **Pujadas, Roma y Font, Jaume (1998).** *Ordenación y Planificación Territorial*. Editorial Síntesis. Madrid, España. 399 páginas.
34. **Salado García, María Jesús (2001).** *Incorporación de medidas de accesibilidad espacio-temporal a un SIG*. Tesis Doctoral. Universidad de Alcalá. Alcalá de Henares, España.

