

# APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DE REDES A LA LOCALIZACIÓN DE CENTROS DE SALUD EN ALCALÁ DE HENARES<sup>1</sup>

Francisco J. ESCOBAR MARTÍNEZ

Dpto. de Geografía - Universidad de Alcalá de Henares

## 1.- INTRODUCCIÓN

La progresiva adopción de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) por parte de los diferentes organismos de la Administración Pública ha contribuido enormemente a su difusión en España. Entre las tareas para las que han sido adquiridos e implementados destaca la localización de servicios.

En esta comunicación, con el objetivo de optimizar esta aplicación de los SIG, se propone una metodología para evaluar las consecuencias espaciales de la localización actual de los equipamientos asociados a un servicio social en un área urbana. Para ilustrar dicha metodología se expone, a modo de ejemplo, la problemática vinculada a la localización de los centros de atención primaria en la ciudad de Alcalá de Henares, problemática inmersa en el marco de un estudio amplio en donde el servicio considerado responde a parámetros similares a los de cualquier otro bien, público o privado, sujeto a las leyes mercantiles de la oferta y la demanda.

De las tareas o fases que deben ser consideradas a la hora de actuar sobre la provisión de un determinado servicio, Moreno (1992) señalaba, entre otras, la delimitación y medición de la demanda de dicho servicio y la definición del sistema de oferta.

Tratar estas tareas mediante un SIG aplicado al servicio sanitario en un medio urbano representa considerar tanto a la población de la ciudad (demanda) como a los centros de salud (oferta) inmersos ambos en una red de comunicación viaria capaz de conectarlos. Por tanto, tres elementos -población, centros de salud y red viaria- deberán ser incluidos en el SIG diseñado para conocer y gestionar las implicaciones espaciales de la localización del servicio sanitario. La base de datos gráfica vinculada a cada uno de estos elementos podrá ser digitalizada mediante los procedimientos habituales, ahora bien, el problema se plantea a la hora de decidir qué atributos temáticos deberán ir asociados a esas bases de datos gráficas para alcanzar el objetivo planteado.

En estas páginas exponemos la información a incluir en la base de datos del SIG relativa a cada uno de los tres elementos considerados así como el funcionamiento básico de la herramienta empleada -módulo NETWORK de Pc ARC/INFO- y los resultados obtenidos tras el análisis de la situación actual.

## 2.- EL ANÁLISIS DE REDES CON Pc ARC/INFO

Básicamente, el S.I.G. creado para el análisis que nos ocupa debía contar con las siguientes capas temáticas:

---

<sup>1</sup> Este trabajo ha sido financiado por la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT), proyecto PB90-970

1.- Red de calles de la ciudad de Alcalá de Henares con direcciones. Necesaria para "volcar" sobre la misma los ficheros temáticos referentes a la población demandante de los servicios sociales considerados y los ficheros concernientes a los centros de oferta de tales servicios.

2.- Población demandante. Obtenida tras el volcado del padrón municipal de Alcalá de Henares sobre la red de calles de la ciudad. Constituida por una cobertura de puntos en donde cada uno de ellos representa a un habitante de la ciudad ubicado en el punto equivalente a la dirección postal que figura en el padrón.

3.- Oferta de centros de atención primaria. Como en el caso anterior, es obtenida tras el volcado de un fichero temático sobre la cobertura de calles. El resultado obtenido es una nueva cobertura compuesta por elementos puntuales representantes de los respectivos centros de atención primaria de Alcalá.

A continuación pasamos a detallar el proceso seguido para obtener las bases de datos mencionadas. Junto a ello, se expone brevemente el fundamento y las peculiaridades del análisis de redes en un S.I.G. vectorial, ya que es este tipo de análisis el que ha sido necesario realizar y en consecuencia, algunas de las características de las bases de datos están condicionadas por los requerimientos concretos de este tipo de análisis.

La cartografía base empleada para la digitalización y creación del S.I.G. de Alcalá ha sido el mapa parcelario publicado por el Servicio de Contribución Territorial Urbana del Ayuntamiento de la ciudad a escala 1:1000, en proyección U.T.M.

El nivel de detalle es por tanto más que suficiente para los propósitos de este trabajo ya que lo fundamental para el mismo es la red viaria intraurbana, digitalizada a partir de los espacios inter-bloques.

Las redes pueden ser definidas como sistemas de conexión de figuras lineales que forman un marco por el que fluyen los recursos (Pc NETWORK, User's Guide, 1992) o bien como un sistema interconectado de elementos lineales, que forman una estructura espacial por la que pueden pasar flujos de algún tipo: personas, mercancías, energía, información. (Bosque, 1992). Otras definiciones no añaden diferencias sustanciales con las dos anteriores, así Aronoff (1989) define las redes como un conjunto de elementos lineales interconectados que forman un marco o modelo.

- Preparación de coberturas de red.

Actualmente existe en el mercado una relativamente alta variedad de *software* que permiten implementar y realizar análisis de redes. Las diferencias entre unos y otros sistemas estriban fundamentalmente en su capacidad para simular todos los elementos que en la realidad configuran las redes, en su capacidad para interaccionar y prever resultados ante modificaciones eventuales, y en su capacidad para manejar volúmenes importantes de información (Aronoff, 1989).

Un sistema para automatizar modelos de redes debe gestionar los datos que definen las coordenadas de los elementos de los grafos a la vez que debe permitir asociar datos de coste de recorrido en cada arista y en cada par de aristas conectadas. Por

ejemplo, el programa de S.I.G. Pc ARC/INFO almacena una red como un conjunto de elementos lineales con atributos asociados. Los elementos lineales consisten en los pares de coordenadas que los definen y en un identificador. Los atributos de estos elementos se almacenan en una tabla de un sistema gestor de bases de datos con un identificador común al que define los elementos lineales lo que permite poder relacionar los elementos gráficos con sus atributos.

Una contribución importante del mundo S.I.G. al análisis de redes es la capacidad que los gestores de bases de datos ofrecen para calcular las limitaciones de los flujos reales. O lo que es lo mismo, los costes de recorrido asociados a cada arista de la red pueden ser calculados en función de operaciones realizadas con varias características temáticas simultáneamente, incluidas en el gestor de base de datos.

"La ventaja de los análisis de redes integrados en un S.I.G. frente a los que no lo están proviene de la posibilidad de actuar interactivamente (empleando ratón o cursor)" (Lupien et al., 1987) para experimentar, por ejemplo, con distintos escenarios de origen / destino o para ver los efectos de la localización de nuevos centros de servicios, todo ello obteniendo de forma rápida resultados gráficos y numéricos.

Para acometer con éxito la creación de una red en un S.I.G. vectorial como Pc ARC/INFO deben seguirse los siguientes pasos:

**Paso 1:** Digitalización de una cobertura de líneas o redes. Si se han digitalizado arcos, es necesario orientar todos los de una misma calle o carretera en la misma dirección. La orientación de los arcos es importante en la asignación de las impedancias<sup>2</sup> de "doble vía" (el coste del movimiento en cada dirección a lo largo de los arcos) y en la asignación de direcciones.

**Paso 2:** Asegurar la secuencialidad de los nodos para poder construir con éxito las tablas de giros. La secuencialidad de los nodos se consigue generando topología de polígonos y posteriormente topología de líneas en la cobertura de red.

**Paso 3:** Decidir qué medida será empleada para determinar las impedancias direccionales de los arcos. Si van a utilizarse los valores de la longitud (ítem LENGTH), iremos al siguiente paso. En caso contrario:

\* Añadiremos dos ítems (ADDITEM) al fichero AAT de la cobertura para almacenar los valores de dirección "inicio-fin" (from-node) y "fin-inicio" (to-node). Puede ser un único ítem si los valores son iguales en las dos direcciones de cada arco.

\* Calcularemos los valores de los ítems "inicio-fin" y "fin-inicio". La dirección de los arcos está basada en el "from-node", que es el primer vértice de un arco, y el "to-node", que es el último. Desde TABLES o ARCEDIT pueden ser editados los nuevos ítems.

**Paso 4:** El coste de los giros en una red es importante para simular sin error una

---

<sup>2</sup> Impedancia es definida como el esfuerzo que tiene que salvar un recurso para atravesar una arista de la red.

red real. Necesitaremos crear una tabla de giros "turntable", y añadir los items y valores de la impedancia de los giros a la misma.

\* Ejecutando el comando **TURNTABLE**, desde el *prompt* principal ([ARC]) puede crearse un fichero TRN. Este comando puede también ser empleado para actualizar una tabla de giros ya existente. Una vez creada la tabla de giros, ésta aparecerá representada en el directorio de la cobertura como un fichero llamado TRN. Esta tabla tendrá tantos registros como posibles comunicaciones existan entre las aristas en los nodos de toda la red. De esta forma, en el caso de un cruce con 5 aristas, la tabla TRN presentará 25 registros reflejando las 5 posibilidades de giro en el nodo para cada una de las 5 aristas.

Puesto que las bases de datos a utilizar en el análisis deben ser tanto en el caso de la oferta como en el de la demanda sendas coberturas de puntos, pasamos a exponer el modo de preparar coberturas de puntos a partir de ficheros de datos.

Para la realización de este tipo de operación es preciso contar con una cobertura de red en donde un fichero ADD almacene las direcciones postales de cada elemento de la misma. El fichero ADD, al igual que los ficheros PAT, AAT, TIC, BND, etc. cuelga del directorio de la cobertura. Este fichero es creado por el usuario con el comando **ACREATE** desde el *prompt* principal y en él deben incluirse los items que componen la dirección completa de cada tramo de arco, es decir, nombre de la calle, tipo de calle y número del nodo inicial izquierdo, del nodo inicial derecho, del nodo final derecho y del nodo final izquierdo.

Por tanto, en cada arco de la cobertura de direcciones deberán editarse los items señalados según el siguiente ejemplo:

n°3	ARCO 1	n°17
n°8	C/ ALCALÁ	n°42

\$Recno	Inic.izq	Inic.dch	Final.izq	Final.dch	Tipo	Nombre
1	3	8	17	42	calle	alcala

Tabla 1. Ejemplo de tabla ADD.

Una vez ejecutado el comando **ACREATE** debe ejecutarse el comando **ABUILD** con el objeto de generar la relación entre el fichero ADD y los elementos (en este caso arcos) de la cobertura.

Además, es preciso contar con un listado de individuos y sus direcciones para poder volcarlos sobre la red de direcciones generando así una nueva cobertura de puntos, localizados exactamente en la coordenada de la cobertura de red correspondiente a la dirección indicada. La estructura del fichero de datos que contiene estas direcciones deberá incluir, al menos, los items relativos al identificador del individuo y a su dirección.

Normalmente, los items que incluirá este fichero son: identificador, nombre de la calle, tipo de calle (avenida, plaza etc.) y número de la dirección:

Identificador	numero	calle	tipo
Sujeto_1	2	Castellana	Avenida
Sujeto_2	4	Alcala	Calle

Tabla 2. Ejemplo de fichero de direcciones estándar.

Una vez generado este fichero es preciso crear un ítem que contenga, simultáneamente, todos los items referentes a la dirección. El comando que posibilita esta operación es **APARSE** y tras su ejecución, la estructura del fichero sería:

Identificador	numero	calle	tipo	direccion
Sujeto_1	2	Castellana	Avenida	2 Avenida Castellana
Sujeto_2	4	Alcala	Calle	4 Calle Alcala

Tabla 3. Ejemplo de fichero de direcciones en ARC/INFO.

Con el fichero recién actualizado por medio de **APARSE** y con la cobertura de direcciones preparada, puede realizarse el volcado del fichero de direcciones contra la cobertura. El resultado será la obtención de una nueva cobertura de puntos, donde cada uno de ellos representará la localización del domicilio de cada sujeto incluido en el fichero inicial.

La capacidad del programa Pc ARC/INFO para el análisis de redes viene determinada por sus módulos **ROUTE**, **ALLOCATE** y **ADDRESS MATCHING** que permiten determinar caminos óptimos para el movimiento de recursos a través de una red, realizar análisis de distribución y crear coberturas de puntos localizándolos según las direcciones existentes en un fichero alfanumérico de datos respectivamente.

### 3.- EL SERVICIO SANITARIO EN ALCALÁ DE HENARES: LA OFERTA.

A raíz de las reformas que la transición democrática promovió desde el primer gobierno de la UCD, el Sistema Nacional de Salud (SNS) fue revisado en profundidad. Esta revisión culminó con los supuestos elaborados y expuestos en el conocido Informe Abril (Julio de 1991) cuyas conclusiones más relevantes para el tema que nos ocupa fueron:

- Necesidad de creación de una nueva compartimentación territorial del Estado en áreas de salud.
- Necesidad de gestionar el SNS como cualquier compañía mercantil, prestando especial atención a los "niveles de servicio, la calidad del producto, el cumplimiento de los presupuestos, la reducción de los costos, la productividad, la motivación y retribución del personal, la investigación y desarrollo y, a largo plazo, la viabilidad de la empresa". Es decir, aunque el SNS no pretende ningún beneficio económico, si pretende un

beneficio social, por lo que debe ser considerado como cualquier otro servicio en donde existe una oferta, en este caso por parte de la Administración, y una demanda por parte de la población.

Las consecuencias más inmediatas para la Comunidad Autónoma de Madrid (CAM) de la primera conclusión señalada anteriormente, fue la división de la región madrileña en 11 áreas de salud (Real Decreto 137/1984) de las que la ciudad de Alcalá de Henares junto a la de Torrejón de Ardoz constituyeron los distritos 1 y 2 respectivamente del Área-3 (Figura 1). El distrito 3.1 correspondiente a Alcalá fue a su vez dividido en 7 zonas básicas de salud.

## AREAS DE SALUD DE LA COMUNIDAD DE MADRID

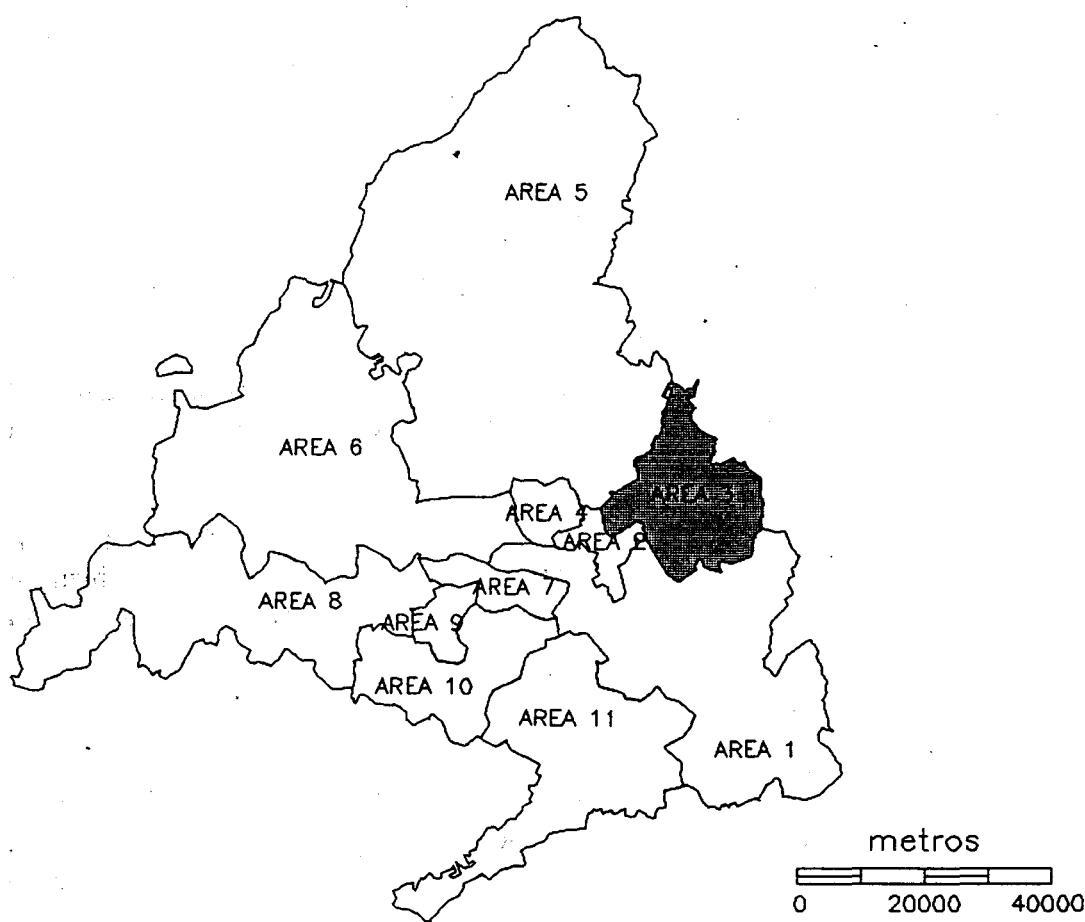


Figura 1. Localización del Área de Salud 3 de la C.A.M.

La figura 2 representa la zonificación del Área-3 con sus distritos mientras que la figura 3, más detallada, representa las zonas básicas de salud en que quedó dividida la zona de Alcalá.

AREA 3 DE LA C.A.M.  
DISTRITOS DE SALUD

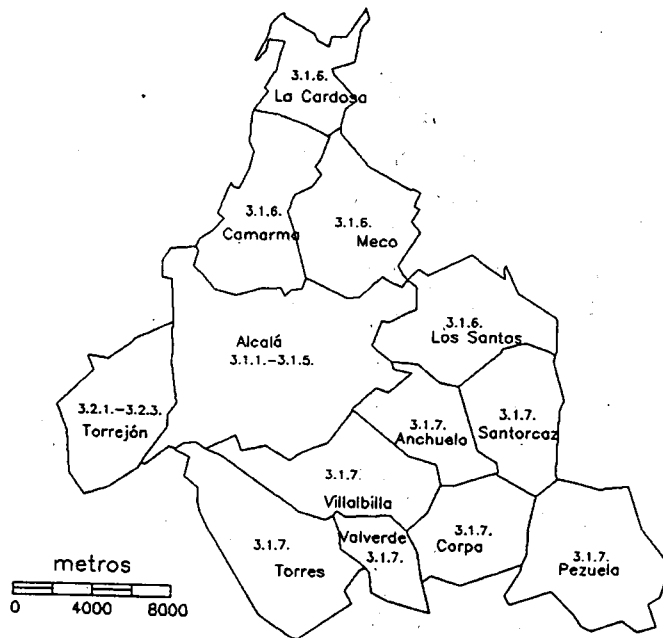


Figura 2. División en Zonas Básicas de Salud de los distritos 1 y 2 del Área-3 de la C.A.M.

Como puede apreciarse en la figura 3, en cada zona básica de salud del distrito 3.1 (Alcalá) encontramos algún tipo de equipamiento sanitario, sea éste ambulatorio, centro de salud o consultorio, público o privado.

Como quedó reflejado en apartado de "logros" del Informe Abril, la universalización de la asistencia en España constituyó un hito social, si bien se aprecia una tendencia a aumentar el gasto en especialidades en detrimento del gasto en atención primaria, sector que nos ocupa.

a.- La atención primaria.

Los llamados Equipos de Atención Primaria (EAP) "son un conjunto de profesionales sanitarios y no sanitarios con actuación en la Zona Básica de Salud; tienen como localización física principal el Centro de Salud. Componen el EAP básicamente los médicos de Medicina General y Pediatría - Puericultura de zona, Ayudantes Técnicos Sanitarios o Diplomados en Enfermería, Auxiliares de Enfermería, Auxiliares Administrativos y Celadores".

Los EAP asumen acciones curativas y rehabilitadoras así como aquellas que tienden a la promoción y prevención de la salud del individuo y de la comunidad. Prestan asistencia ambulatoria y a domicilio comprendiendo los servicios sanitarios de medicina general, pediatría y odontología, contando con el apoyo de los servicios de salud mental, salud buco-dental, orientación familiar y atención a la mujer, fisioterapia y trabajo social.

ZONAS BÁSICAS DE SALUD DEL DISTRITO 3.1  
ALCALA DE HENARES



Figura 3. Zonas Básicas de Salud en el distrito 3.1. Ubicación de los EAP



La ciudad de Alcalá de Henares cuenta con 11 EAP localizados físicamente en 6 centros de salud diferentes. La ubicación de estos centros constituye una cuestión de gran interés ya que se encuentra en estrecha relación con artículos fundamentales de la Ley General de Sanidad como es el 3.3 dedicado a la superación de desigualdades (en este caso espaciales) en salud y con el espíritu mismo de la reforma sanitaria en la que existió una gran preocupación por la nueva zonificación del Estado en Áreas de salud, distritos y zonas básicas de salud en aras a conseguir una mayor justicia espacial así como una mayor eficacia del servicio.

En la figura 3 quedó reflejada la ubicación de los Centros de Salud con EAP en la ciudad de Alcalá de Henares. La cobertura espacial de estos EAP y las posibles situaciones de desigualdad espacial derivadas de una inadecuada distribución es uno de los aspectos que este trabajo pretende mostrar. Para ello se ha empleado Pc ARC/INFO y por tanto es necesario generar una base de datos en función de los requerimientos de tal programa, expuestos en el apartado 2.

#### b.- Su tratamiento en Pc ARC/INFO

Se generó un fichero de datos con la información disponible para cada uno de los 6 centros de salud. Puesto que los análisis de asignación de Pc ARC/INFO solicita el límite y la capacidad de cada centro, se estimó de la siguiente manera:

El límite podía ser calculado en función del criterio de la administración, es decir, en función de la compartimentación de las zonas básicas de salud, o en función del criterio de los usuarios, expresado a través de una campaña de encuestas realizada en los propios centros durante el año 1993. Del análisis de dichas encuestas se obtiene que el 91.2% de los usuarios de los EAP acuden a los mismos apie, que la distancia máxima que estiman que debe separar a los EAP de los domicilios de los usuarios es de 12.24 minutos de recorrido andando y que la velocidad media de estos usuarios es de 3.5 km/h por lo que el límite de cobertura espacial de los EAD no debe sobrepasar los 714 metros.

En cuanto a la capacidad, su cálculo resulta más problemático ya que el programa utilizado pone en relación la demanda total con la capacidad total. Esto implica el que no pueda asumirse como capacidad de un centro ninguna característica física del mismo, empleada en otro tipo de servicios como pueden ser cines etc. Es decir, la superficie del centro, su número de sillas, el tamaño de la plantilla etc. no puede ser empleado para el cálculo de su capacidad. Si la demanda total es la población total del área servida por el centro, la capacidad del mismo debe hacer referencia a esta población total. Se disponen de los datos de carga asistencial diaria, proporcionados por el INSALUD, y también se cuenta con el número de cartillas asignadas a cada médico de medicina general. A través de estos datos se estimó la capacidad de cada centro de la siguiente manera:

$$\text{Capacidad} = (N/S) * \bar{S}$$

Donde  $N = n^{\circ}$  de médicos por la población asignada a cada uno

$S =$  presión media asistencial por médico

Este cálculo permitió relacionar el tamaño de la plantilla con la población total a la que sirve y al mismo tiempo evitar el posible sesgo introducido por las idferentes presiones asistenciales diarias de cada profesional.

Calculados así la capacidad y el límite de cobertura espacial de cada centro y a través de una operación de tipo *addressmatching* se generó la cobertura CSALUD compuesta por 6 puntos representantes de otros tantos centros de salud que posteriormente fue empleada como cobertura de centros en el análisis de asignación.

De esta forma, la oferta quedaba configurada como un documento georreferenciado bajo la forma de cobertura de puntos en Pc ARC/INFO (Figura 4)

#### 4.- LOS USUARIOS DEL SERVICIO SANITARIO: LA DEMANDA

Como ya hemos mencionado anteriormente, en España se ha conseguido la práctica universalización de la asistencia médica en el seno de la Seguridad Social. Este hecho condiciona el que la totalidad de la población pueda ser considerada como potencialmente demandante del servicio sanitario público. Sin embargo, existen algunos grupos de población que no demandan este servicio por tener cubiertas sus necesidades en el sector privado. Junto a ello, hay que tener en cuenta que no todas las personas demandan el servicio sanitario en la misma medida, así, parecen evidenciarse ciertas tendencias al uso de este servicio en grupos de población con determinadas características personales: por ejemplo, los niveles socio-culturales más bajos junto a la población anciana y femenina hacen un uso del servicio sanitario superior al de otros grupos de población.

Basándonos en estas diferencias y en la observación directa a través de la campaña de encuestas a la que nos referíamos anteriormente, se ha estimado lo que hemos llamado *demanda potencial ajustada* que nos puede dar una idea más realista de la verdadera demanda que sufre un centro de salud en su zona de cobertura.

##### a.- Distribución espacial de la demanda.

Al igual que se conoce la distribución espacial de los centros de oferta, interesa conocer la distribución de las personas demandantes. Consideramos el domicilio como el punto desde donde se efectúa la demanda.

Definir la distribución espacial de la demanda representa una doble problemática: por un lado constituye una cuestión técnica si se quiere tratar con Pc ARC/INFO ya que este programa exige que la demanda sea incluida en la base de datos temática de los arcos de la red y nosotros contamos con una cobertura de puntos, obtenida tras el volcado del padrón municipal sobre una cobertura de direcciones de toda la ciudad siguiendo el procedimiento expuesto en el apartado 2. No existiendo posibilidad de realizar análisis directos de punto en línea en Pc ARC/INFO, para convertir los datos de esta cobertura de puntos en los valores temáticos de la cobertura de calles pueden seguirse uno de estos dos procedimientos:

A) - Mediante el comando NEAR de Pc ARC/INFO se calculan las distancias que separan a los arcos de la cobertura de direcciones de los puntos de la cobertura de población demandante, esto permite obtener un ítem, en la cobertura de población, conteniendo el identificador interno del arco más próximo de la cobertura de direcciones por lo que los valores temáticos de la cobertura de puntos pueden ser trasvasados a la cobertura de elementos lineales a través de la unión de las bases de datos temáticas de ambas coberturas a través de ese ítem común.

B) - Agrupar, estadísticamente la información de todos los puntos pertenecientes a un mismo arco. Es decir, de contar con una serie de puntos georreferenciados con información temática para cada uno de ellos, se pasa a contar con información referida a cada arco agrupando los datos de los puntos incluidos en él. La siguiente gráfica muestra esta transformación:

### GRÁFICAMENTE

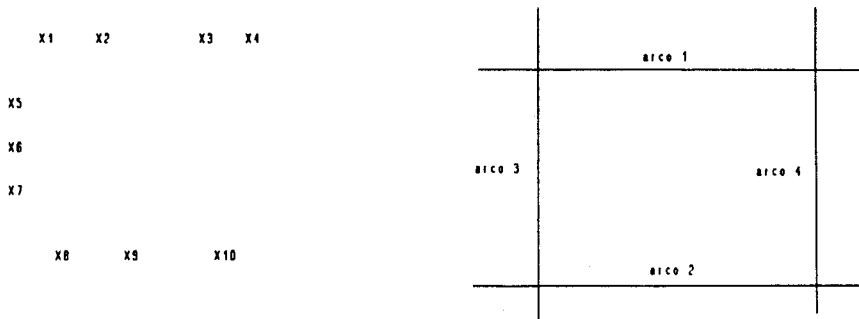


Figura 4. Traspaso de los datos correspondientes a una capa de puntos a una de líneas. Obsérvese que la única variable común a todos los puntos de un mismo arco es CALLE\_INE.

### NUMÉRICAMENTE

PUNTO	SEXO	EDAD	CALLE_INE	NUMERO
1	1	28	705002	2
2	1	25	705002	4
3	6	43	705002	6
4	6	40	705002	8
5	1	18	342000	3
6	1	34	342000	5
7	6	55	342000	7
8	1	15	129000	1
9	1	76	129000	3
10	6	50	129000	11

ARCO	TOTAL	TOT_MUJ	TOT_HOM	HAS DE 65	CALLE_INE
1	4	2	2	0	705002
2	3	1	2	1	342000
3	3	1	2	0	129000

Tabla 5 Valores temáticos completos en una cobertura de puntos y resumidos en una cobertura de líneas.

Siguiendo cualquiera de los dos procedimientos expuestos puede contarse con la información de población demandante en cada arco, resolviendo el problema técnico. Las variables temáticas relativas a la población total permitirían posteriormente ponderar la cantidad de demanda potencial ajustada existente en cada arco.

El cálculo de la demanda potencial ajustada representa el segundo problema, esta vez no de carácter técnico sino conceptual. Todas las fuentes consultadas (informes del INSALUD, Encuesta Nacional de Salud, encuestas a responsables de los centros, etc.) confirman las mismas tendencias:

- Mayor uso por parte de las mujeres que de los hombres. La variable SEXO actúa como importante factor de propensión al uso de este servicio.

- Mayor uso por parte de los estratos de población de más bajo NIVEL DE INSTRUCCIÓN, entre otras razones debido a que otros grupos tienden con más firmeza al uso de servicios sanitarios privados.

- La EDAD constituye otra de las variables decisivas en la población demandante de este servicio.

Estas tendencias se vieron confirmadas por los resultados obtenidos de la encuesta realizada a los usuarios reales de los Centros de Salud en Alcalá. Basándonos en las mismas, la demanda potencial ajustada debe ser calculada ponderando los porcentajes de usuarios reales con respecto a los habitantes según la siguiente tabla:

	ENCUESTADOS	HABITANTES
Hombres	81	83288
Mujeres	203	82952
Menores de 16 años	18	43365
Entre 16 y 64 años	247	111775
65 y más años	19	11100
Sin estudios y primarios	207	131244
Estudios de secundaria	59	26970
Estudios superiores	18	8026
<b>TOTAL</b>	<b>284</b>	<b>166240</b>

Tabla 6. Relación de encuestados y del total de población en cada una de las variables significativas para establecer la demanda potencial.

## 5.- EVALUACIÓN DE LA ASIGNACIÓN

Teniendo completadas las bases de datos precisas para el estudio, puede procederse a realizar el análisis de asignación.

En dicho análisis se barajan los parámetros expuestos hasta el momento, es decir, la capacidad y el límite de cobertura espacial de los centros de oferta y la demanda existente en cada arista de la red.

El resultado de la asignación, condicionado por estos parámetros nos informa

acerca de los arcos de la cobertura de redes, o lo que es lo mismo de las zonas de la ciudad, que no están servidas adecuadamente por los centros. La existencia de arcos no asignados a ningún centro pone de manifiesto la situación de injusticia espacial que sufren las personas residentes en las calles que representan estos arcos.

La figura 5 muestra el resultado de un análisis de asignación en donde se ha tenido en cuenta únicamente el parámetro referente al límite de cobertura de los centros. En ella se aprecia como amplias zonas de la ciudad no quedan servidas por ningún centro, lo que hace prever que, en el caso de tener en cuenta simultáneamente todos los parámetros -límite, capacidad y demanda- estas zonas serían mayores.

### ASIGNACION DE CALLES A LOS CENTROS DE SALUD ALCALA DE HENARES

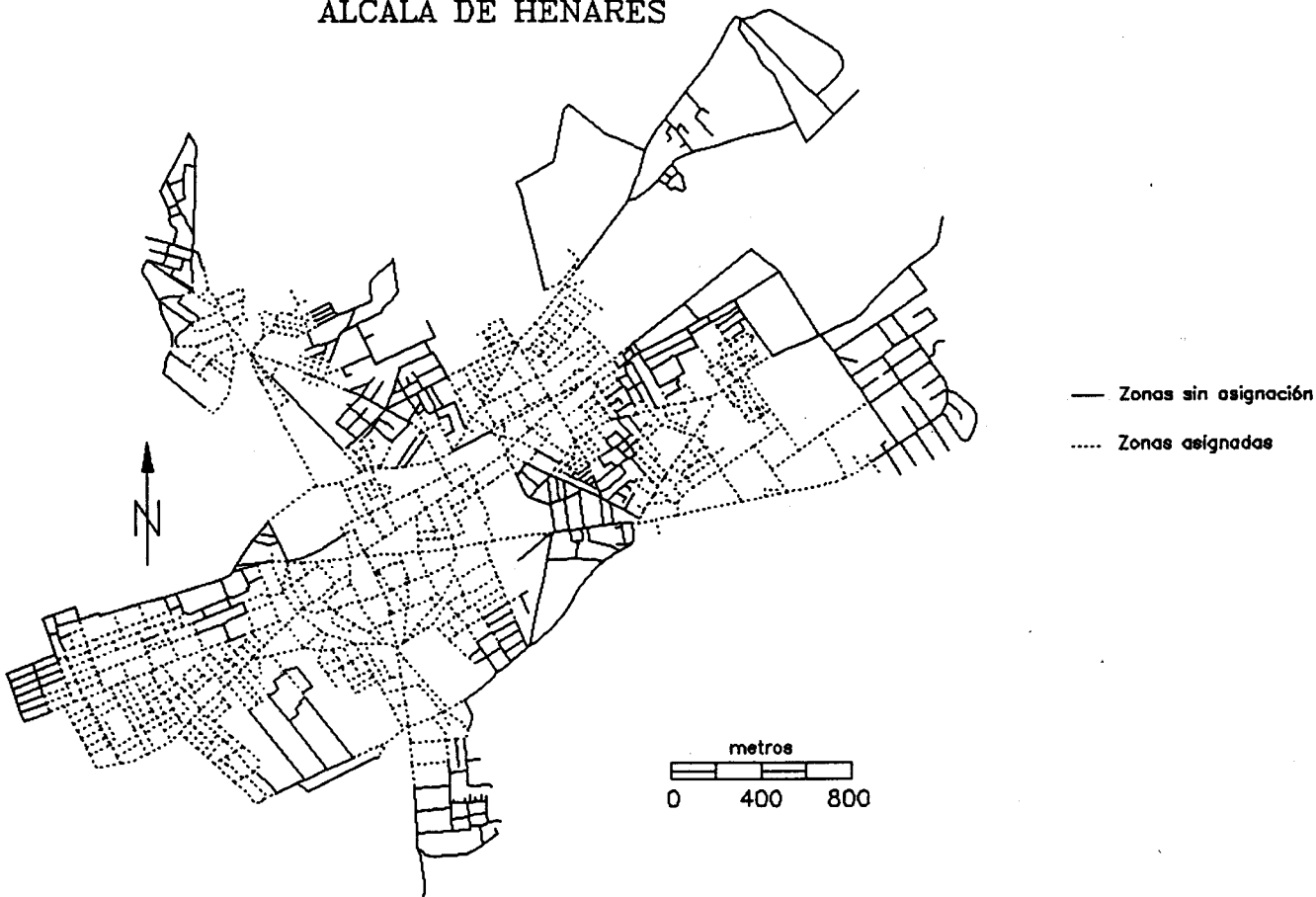


Figura 5. Resultado de la asignación

Las medidas a adoptar para paliar esta situación pasarían, necesariamente, por la creación de centros donde ubicar nuevos Equipos de Atención Primaria ya que la ampliación del límite en este caso no sería razonable debido a que se trata de un servicio social básico que, según las propias autoridades sanitarias, debe ubicarse en las proximidades del domicilio de los usuarios. No ocurriría lo mismo con otros tipos de equipamientos sanitarios como pueden ser los ambulatorios con especialidades o los hospitales cuyo límite de cobertura espacial debe estar, necesariamente, en función de la variedad y grado de especialización de los servicios que ofrece.

## 6.- CONCLUSIONES

Puesto que las cuestiones en este trabajo presentan una doble vertiente -técnica y metodológica-, las conclusiones extraíbles del mismo responden también a esta dualidad.

La capacidad del programa empleado para la realización del análisis -Pc ARC/INFO- resulta apropiada para todas las fases implicadas (creación de las bases de datos, análisis y presentación de resultados) si bien se han detectado algunas deficiencias en lo que respecta al análisis de punto en línea, cuya inexistencia directa obliga a realizar cálculos adicionales en el proceso de asignación de demanda a los arcos de la red.

Si se encuentran, en cambio, graves deficiencias al no contar el programa con ningún módulo que incluya algún algoritmo de los llamados de localización/asignación, que permitirían optimizar la tarea de elección de localizaciones para nuevos centros. Hasta el momento, la única posibilidad a este respecto, como ya señalaban Lupien y colaboradores (1987) consiste en interactuar con el cursor o el ratón para realizar pruebas y simulaciones sobre nuevas localizaciones.

En cuanto a las cuestiones metodológicas, el procedimiento a seguir y los parámetros a tener en cuenta para la realización de un análisis realista, ponen de manifiesto la gran importancia que debe concederse al establecimiento de un límite de cobertura de los centros apropiado así como un cálculo de la capacidad realista. Si bien el procedimiento aquí empleado es discutible, evidencia la necesidad de retener aspectos más complejos que la capacidad física de cada centro considerado.

Más relevante, si cabe, que las cuestiones mencionadas anteriormente, es el caso de la demanda. No basta con que contemos con toda la posible población demandante del servicio estudiado sino que además es preciso ponderar esos datos en función de la tendencia al uso existente en los diferentes grupos que la componen.

## BIBLIOGRAFÍA

Aronoff, S.(1989): *Geographic Information Systems. A Management Perspective*, Ottawa, WDL Pub., 294 p.

B.O.E. (1984): Real Decreto 137/1984.

Bosque Sendra, J.(1992): *Sistemas de Información Geográfica*, Madrid, Ed. RIALP, 451 p.

Comisión de Análisis y Evaluación del Sistema Nacional de Salud (1991): *Informe y recomendaciones*, Madrid, Comisión Parlamentaria, 79 p. (publicación interna).

ESRI (1992): *Pc Network User's Guide*. Redlands (CA), ESRI.

Lupien, A.E. et al. (1987): "Network analysis in Geographic Information Systems". *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, vol. 53, nº 10, pp. 1417-1421.

Moreno Jiménez, A.(1992): "Los sistemas de información geográfica en la planificación de servicios municipales". *Actas del I Congreso de AESIGYT*, Madrid, pp. 377-391.