

El tratamiento espacial de los elementos definatorios de la accesibilidad geográfica de la población a la red de hospitales públicos de Andalucía

V. Rodríguez Díaz¹

¹ *Departamento de Geografía, Historia y Filosofía, Universidad Pablo de Olavide. Ctra. Utrera, Km. 1, 41013 Sevilla.*
vroddia@upo.es

RESUMEN: En un contexto de crisis generalizada en el que priman los recortes en el gasto público, adquieren especial interés los mecanismos para cuantificar el desempeño de los sistemas sanitarios. Así la Organización Mundial de la Salud enfatiza la necesidad de información útil y veraz sobre la equidad en el acceso a los servicios sanitarios, dimensión que forma parte indiscutible de una Cobertura Sanitaria Universal y por tanto, se constituye como garantía del derecho a la protección de la salud de los ciudadanos. En este marco político, el artículo aplica un conocido modelo conceptual de accesibilidad geográfica de la población a la red de hospitales públicos de Andalucía que facilita, mediante la aplicación de herramientas de análisis de redes, ampliar la disponibilidad de indicadores de acceso a la asistencia especializada. La implementación informática del modelo propuesto implica la elección de un marco de trabajo que en nuestro caso es un Sistema de Información Geográfica y un proceso de trabajo en el que el tratamiento espacial de los elementos definatorios de la accesibilidad es constante tanto en la elaboración de una base de datos geográfica, como en la obtención de datos derivados mediante algoritmos de análisis de redes de transporte.

Palabras-clave: accesibilidad geográfica, asistencia especializada, análisis de redes, base de datos espacial.

1. LA ACCESIBILIDAD GEOGRÁFICA A LOS SERVICIOS DE SALUD COMO INDICADOR DEL DESEMPEÑO DE LOS SISTEMAS DE SALUD

El acceso de la población a los servicios de salud supone una de las claves en la consecución de la Cobertura Sanitaria Universal, elemento definatorio de nuestro Sistema Nacional de Salud. Son los estados los responsables de garantizar la equidad en el acceso a las prestaciones sanitarias, es decir asegurar unas prestaciones sanitarias públicas y accesibles al conjunto de la población, siendo “el acceso y la utilización de los servicios sanitarios de calidad esencial para que las personas gocen de un elevado nivel de salud y equidad” (Benach et al., 2012).

En un contexto de crisis generalizada en el que priman los recortes en el gasto público (y muy especialmente en los países del Sur de Europa), adquieren especial interés los mecanismos para cuantificar el desempeño de los sistemas sanitarios. Así la Organización Mundial de la Salud enfatiza la necesidad de información útil y veraz, al menos en alguna de las siguientes dimensiones: la mejora que los sistemas de salud propician en el estado de salud de la población, la equidad en el acceso a los servicios sanitarios y su legitimación, a través del nivel de satisfacción del ciudadano.

Los métodos de evaluación del desempeño de los sistemas de salud plantean el diseño de indicadores desde diversas perspectivas y escalas: el uso adecuado de los medicamentos en el ámbito de una clínica concreta; la cuantificación de los costes por paciente y día en la asistencia hospitalaria de una región; el diagnóstico global de eficiencia o equidad en el acceso a la salud, etc. Como resultado de los ejercicios de evaluación abordados tanto a nivel internacional como nacional, existe una amplia disponibilidad de indicadores que permiten una mayor transparencia en las políticas de salud y que éstas se diseñen a partir de pruebas explícitas y no como inercia a una tradición política, ideológica o histórica (Naylor et al., 2002).

Además dicha diversidad de indicadores responde a la intervención de diferentes actores, que no siempre coinciden en intereses, pero sí persiguen un mismo objetivo: “proveer información útil a los diferentes agentes de los sistemas sanitarios —reguladores, financiadores, compradores, gestores y profesionales sanitarios, usuarios y algunos otros— para facilitar sus elecciones e intentar que sus

expectativas se vean satisfechas” (Peiró, 2004).

Pero a pesar del auge de los trabajos realizados en los últimos años por organizaciones internacionales y nacionales (OCDE, 2002, 2013; OMS, 2000, 2003; Hurst, 2002; Leatherman, 2002; Kelley y Hurst, 2006; Westert et al., 2010; Björnberg, 2012, 2013; Consejería de Salud, 2012), evaluar el desempeño de los sistemas de salud es una cuestión aún no resuelta, en gran medida por la falta de instrumentos de medición e indicadores estandarizados, así como por la dificultad en la disponibilidad de datos. La información se convierte así en elemento fundamental ya que, como afirman González y Barber (2006) “no hay cohesión posible del sistema de salud sin información comparable sobre salud, recursos, acceso, utilización y costes”.

Con las argumentaciones expuestas podemos afirmar que la accesibilidad geográfica de la población a la asistencia especializada forma parte del conjunto de datos cuantificables que permiten evaluar el desempeño de los sistemas sanitarios hacia la consecución de un nivel adecuado de salud de la población. A su vez aplicaciones de análisis de redes de transportes implementadas en Sistemas de Información Geográfica (SIG) permiten dotar de flexibilidad a la modelización de la accesibilidad y obtener valores estimados con un alto nivel de precisión. De esta forma, aumentan la disponibilidad de datos de entrada para el cálculo de indicadores aplicables a los citados métodos de evaluación del desempeño de los sistemas de salud.

Prueba de ello son los trabajos realizados para medir el desempeño del sistema de salud holandés, que junto a indicadores más habituales de accesibilidad efectiva (la facilidad de acceso al sistema, los plazos de respuestas en la atención, el uso adecuado de las tecnologías y el esfuerzo financiero que para las familias supone el acceso a las prestaciones sanitarias), incluyen medidas de accesibilidad geográfica entendida como el porcentaje de población según tiempo medio de viaje (por carretera y al centro más cercano) expresado en minutos a los distintos tipos de servicios (de atención primaria, hospitales, médicos generales, fisioterapeutas, farmacias, asistencia domiciliaria, etc.) (Westert et al., 2010).

Tomando como referencia el trabajo citado, el presente artículo tiene como objetivo ampliar la disponibilidad de datos de accesibilidad geográfica a la red de hospitales públicos de la Comunidad Autónoma Andaluza. Para ello se diseña un procedimiento metodológico que implica el reconocimiento del modelo conceptual de accesibilidad geográfica de la población a la red de hospitales públicos, la implementación informática de dicho modelo y la estimación de datos de accesibilidad geográfica expresada en tiempos de viaje de los andaluces a la red de hospitales públicos en un ámbito regional.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Cumplir el objetivo marcado supone estimar datos de acceso de la población a los servicios de salud atendiendo a una accesibilidad de tipo espacial, que suele ser valorada en términos de separación entre un punto de origen (relacionado con la demanda del servicio) y un punto de destino (relacionado con la oferta del servicio o prestación). Dicha estimación se realiza mediante herramientas de análisis de redes de transporte implementadas en SIG, por lo que es necesario un ejercicio previo de abstracción del modelo de accesibilidad a los servicios asistenciales.

La modelización de la accesibilidad geográfica, si pretendemos desarrollar un discurso geográfico, implica un proceso metodológico teórico-empírico en el que la localización de los elementos que conforman nuestro modelo es fundamental. De esta forma partimos de la identificación de dónde se localizan los elementos de la realidad a modelizar para poder explicarnos cuáles son las interrelaciones que se establecen a través de patrones territoriales y aventurarnos en la predicción de comportamientos de dichos patrones.

A su vez, la capacidad de generalización de la accesibilidad de la población a la red de hospitales públicos de Andalucía será más o menos precisa en función de las características de las fuentes de datos originales, la precisión geométrica, topológica y temática de los datos espaciales de entrada a las operaciones analíticas y las capacidades de análisis espacial de las herramientas elegidas. Todos estos aspectos deben ser considerados siguiendo un criterio de coste-eficiencia que vendrá definido por la escala de trabajo, que en nuestro caso una escala intermedia y que delimita la cobertura espacial de la red de hospitales públicos de la comunidad autónoma, tal y como se aprecia en la Figura 1.

El éxito de los resultados del proceso metodológico diseñado dependerá tanto del concepto de accesibilidad de partida como de la capacidad de modelización o caracterización de los comportamientos espaciales de los elementos que lo conforman.

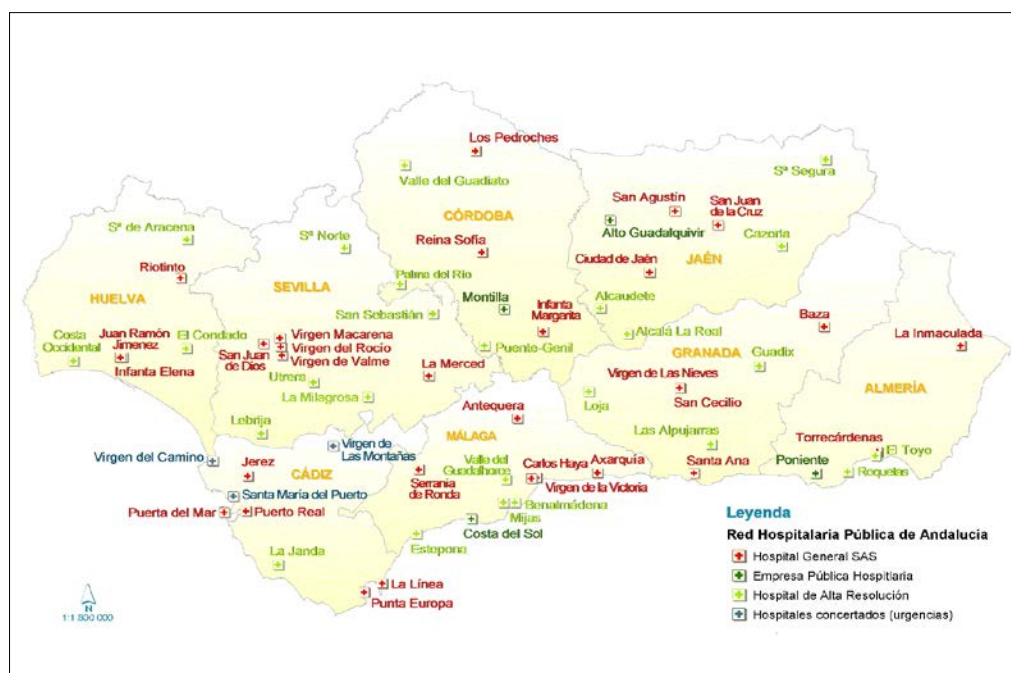


Figura 1: Distribución espacial de la red de hospitales públicos de Andalucía.

2.1. El modelo de accesibilidad geográfica de la población a la asistencia especializada

Entendemos la accesibilidad geográfica como “medida relativa de la mayor o menor facilidad de acceso que un punto del espacio tiene a algún tipo de hecho que está distribuido por la misma zona/red de modo irregular” (Bosque Sendra, 1992). En esta perspectiva, en la que nos situamos en un modelo de espacio geográfico discreto, los equipamientos sanitarios se consideran como nodos de destino que sirven a una población demandante, también considerada como nodos relativos a individuos con una localización espacial asociada (dirección postal de residencia o portadero) o como población agregada (centroide de un área administrativa —sección censal, entidad poblacional, término municipal—). Los nodos de oferta y de demanda están conectados mediante una red de transporte que permite modelizar el movimiento, en nuestro caso de personas.

Dicha acepción permite afrontar la métrica de la accesibilidad a partir del *travel time* o tiempo de desplazamiento que realiza un ciudadano en vehículo privado desde un nodo origen (lugar en el que reside) a un nodo de destino (centro hospitalario) a través de la red de carreteras por el camino más rápido, es decir, el de menor resistencia a dicho desplazamiento (Rodríguez, 2011).

Por otro lado, nos basamos en una accesibilidad potencial, entendida como aquella que relaciona los indicadores de accesibilidad geográfica con la distancia que separa la localización de usuarios potenciales y las unidades de salud; frente a una accesibilidad real o efectiva, es decir aquella que podría estimarse mediante datos de utilización o frecuentación de los servicios sanitarios por parte de la población.

Una vez definido el modelo de accesibilidad implementado, la facilidad de acceso de los población andaluza a la red de hospitales públicos estará influenciada por factores que atienden tanto a la estructuración de las redes de transportes como a la distribución espacial de los nodos (de origen/demanda y destino/oferta).

2.2. La implementación informática del modelo de accesibilidad

La implementación informática del modelo propuesto implica la elección de un marco de trabajo que en nuestro caso es un SIG y un proceso metodológico en el que el tratamiento espacial de los elementos definitorios de la accesibilidad es constante tanto en la elaboración de una base de datos geográfica, como en la obtención de datos derivados mediante algoritmos de análisis de redes de transporte.

El proceso de trabajo contempla cuatro fases metodológicas: elección de la métrica de accesibilidad y las técnicas de análisis espacial, elaboración de la base de datos espacial y estimación de datos de accesibilidad a partir del algoritmo seleccionado.

2.2.1. Elección de la métrica de accesibilidad y las técnicas de análisis espacial

En la plasmación del modelo conceptual de accesibilidad geográfica a los servicios sanitarios es necesario encontrar no solo una formulación matemática que permita su medida, sino también técnicas y herramientas adecuadas para la obtención de resultados de máxima precisión. Ambas cuestiones se relacionan mediante los procesos de integración del análisis espacial en los SIG.

Desde la visión metodológica nos situamos en el marco de las teorías de localización espacial de instalaciones con un comportamiento discreto en el espacio, concretamente de servicios que proporcionan bienes a la población: los hospitales. Se trata por tanto del cálculo de una distancia efectiva determinada mediante factores de fricción que emplea el análisis de redes como técnica de análisis espacial. La noción de red implica la modelización de la “interrelación establecida entre los focos de generación y atracción — puntos—, los canales de circulación y los flujos que por ellos transcurren —líneas—”(Seguí, 1995).

Además los hospitales se identifican como bienes colectivos: “dotaciones que la comunidad entiende como imprescindibles para el funcionamiento de la estructura social, y cuya cobertura, por consiguiente, debe ser garantizada por las administraciones públicas” (Hernández citado en Salado, 2004). Es precisamente la identificación de los hospitales como equipamientos colectivos lo que define el tipo de movilidad que estos provocan en el conjunto de la sociedad, ya que debe realizarse en igual condiciones de acceso para todos los individuos.

En este marco metodológico, la métrica de distancia se toma de la formulación de tipo “coste de desplazamiento” utilizada por Escalona y Díez (2003), en la que la función de distancia se establece según el coste de recorrer la separación entre dos puntos a través de una red, medida en unidades de tiempo:

$$A_i = g(W_j) f(C_{ij}) , \text{ con } W_j = 1 \quad (1)$$

Donde A_i es la accesibilidad potencial agregada a un lugar i , W_j es la actividad o servicio W que se ofrece en j , C_{ij} es el coste general de llegar a j desde i , $g(W_j)$ es la función de actividad en j , y puede hacer referencia a la naturaleza del servicio, al rango, a la especialización, etc. y $f(C_{ij})$ es la función de impedancia, que puede expresar componentes de tipo espacial (distancia, tiempo), condiciones de circulación, existencias de restricciones, tipos y modos de transportes, etc.

2.2.2. Elaboración de la base de datos espacial

En elaboración de la base de datos geográfica es imprescindible la identificación y revisión de las fuentes de información disponibles, lo que nos permite definir los procesos de entrada o automatización de datos en el SIG. Dichos procesos serán de mayor o menor complejidad, dependiendo de los formatos que presenten los datos originales.

La información relacionada con la demanda potencial se identifica con una localización geográfica concreta, los núcleos de población, obtenida del objeto “su2_nucleo_pun” del conjunto de datos espaciales “07 Sistema urbano” de los Datos Espaciales de Referencia de Andalucía a escala intermedia (DERA) (Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía, 2013). Dicha información espacial se genera mediante cálculo de los centroides de la capa de información “su01_nucleo_pol” de la misma fuente relativa a las entidades de población, a excepción del poblamiento disperso y los espacios construidos de uso no residencial. La información citada es compatible con el SIG por lo que su incorporación en la base de datos espacial no requiere de un proceso de transformación de formato. El número total de objetos de la feature class demanda es de 1.128 (cabeceras municipales y núcleos de población que presentan más de 500 habitantes en 2013).

En cuanto a la información relacionada con la oferta se identifica con la localización por dirección postal de los hospitales que conforman la red pública de Andalucía que incluye: solo el hospital general en el caso de los complejos hospitalarios y la totalidad de hospitales de alta resolución (por lo que se considera una red proyectada ya que algunos de éstos hospitales se encuentran aún en proyecto). La información de la dirección postal de los hospitales se obtiene de las siguientes fuentes de datos:

- El Sistema Integrado de Gestión e Información para la Atención Sanitaria DIRAYA-Primaria (Servicio Andaluz de Salud 2013).
- El Sistema de Información de Centros, Establecimientos y Servicios Sanitarios (SICESS) (Consejería de Igualdad, Salud y Políticas Sociales 2013).
- El Catálogo Nacional de Hospitales 2012 (Ministerio de Sanidad y Política Social 2013).

- Las agencias públicas sanitarias y la Dirección General de Planificación y Ordenación Farmacéutica de la Consejería de Igualdad, Salud y Políticas Sociales (2013).

La obtención de la información espacial de los centros de oferta se realiza mediante procesos de geocodificación para aquellos hospitales que conforman la red actual (un total de cuarenta y ocho hospitales). En el caso de los hospitales de alta resolución proyectados (un total de catorce centros), la obtención de la referencia espacial de los datos se realiza a partir de la capa de núcleos de población del DERA cuando no se conoce la parcela en la que se construirá el futuro hospital o en la parcela en los casos en los que el centro se encuentra en obras tomando como base cartográfica la Ortofotografía Rigurosa Color Andalucía 2010-2011 (IdeAndalucía, 2011).

Los procesos de geocodificación aplicados se efectúan mediante herramientas en línea y de acceso gratuito implementadas en la arquitectura del *SIG Corporativo* de la Junta de Andalucía: el cliente de normalización de direcciones *NorDir* y el cliente de geocodificación *GeoDir*. Estas herramientas permiten, a partir de una red geocodificada, el *Callejero Digital de Andalucía* (CDA), la automatización de los datos alfanuméricos de los centros hospitalarios en la geodatabase.

Dichos procesos se realizan en dos fases (Figura 2): la normalización de las direcciones postales a localizar de acuerdo a la nomenclatura utilizada en el callejero base y la georreferenciación de los datos origen, es decir, los dotamos de referencia espacial. En este proceso hacemos coincidir la dirección postal con unas coordenadas x, y concretas, identificadas mediante la capa de portales del CDA o, en el caso de no existir coincidencia, con el segmento que representa una calle, identificando la altura estimada en la que se encuentra un número de portal (segmentación dinámica).

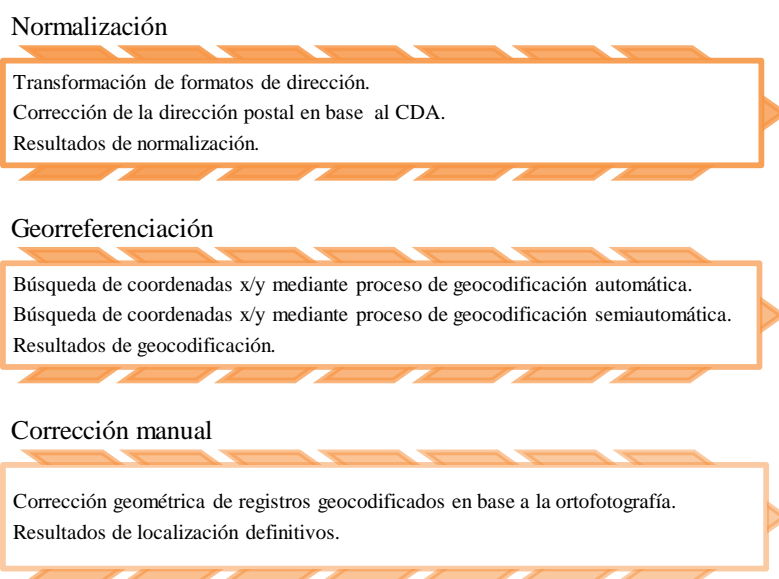


Figura 2: Procesos de geocodificación de los datos de dirección postal de los hospitales.

De forma independiente a las herramientas empleadas, existe un porcentaje de registros con una baja calidad geométrica, bien por las limitaciones de la base cartográfica de referencia (omisión en los nombres de calle, falta de normalización de las direcciones sin número, etc.), bien por las carencias de la información de dirección postal de origen (debido a la falta de una dirección normalizada y consensuada). Es en estos casos cuando se realiza una tercera fase de corrección manual de la localización geográfica, tomando como referencia la ortofotografía 2010-2011.

El número total de objetos de la *feature class* oferta es de 62. La tabla de atributos de la capa incluye un campo con valor numérico relativo a los niveles de precisión en el proceso de geocodificación que nos indica el modelo de localización espacial de cada uno de los objetos: portal exacto o geocodificación automática, portal parcial o geocodificación semiautomática y erróneo.

El objetivo es conseguir el mayor nivel de precisión posible con las herramientas disponibles, que en el caso de *GeoDir* se identifica con un valor numérico igual a 1. En la Tabla 1 se detallan los niveles de precisión en la localización espacial para los objetos de la capa conseguido tras los procesos de geocodificación.

Tabla 1: Resultados del proceso de georreferenciación con GeoDir.

<i>Modelo</i>	<i>Número de registros</i>	<i>Precisión geométrica</i>
Portal exacto (automático)	7	Valor de precisión 1
Portal parcial (semiautomático)	43	24 con valor de precisión inferior al 1 e igual o superior al 0,85
		10 con precisión inferior al 0,85 e igual o superior a 0,50
		9 con valor precisión inferior a 0,50
Erróneos	0	0

Por último, la información relacionada con la conectividad entre la demanda y la oferta responde a la información espacial relativa a la red de carretera se obtiene del *MTA100* (Mapa Topográfico de Andalucía 1:100.000) (Instituto de Cartografía de Andalucía –ICA-, 2005) y actualización 2006 según la Dirección General de Carreteras de la Consejería de Obras Públicas y Transportes. Se trata del objeto “vc1_1_100 Red de Carreteras” del conjunto de elementos “G05_VIARIO”.

Existe información de carreteras más actualizada publicada tanto en el *DEA100* (ICA, 2009) como en el DERA (IECA, 2013), que aunque con una mayor precisión geométrica general, un proceso previo de comprobación de la integridad de la información original (mediante la creación de reglas como *must not have dangles*, *must not self overlap* y *must be single part*) indica excesivos errores topológicos, especialmente de conectividad. El análisis previo de calidad de los datos nos lleva a descartar esta información, utilizada exclusivamente como base de actualización de la capa de carreteras elegida.

El proceso de detección de errores según topología para cada capa de carreteras es fundamental en la elección de la capa a incorporar en el análisis. En la Tabla 2 puede apreciarse los resultados comparativos de los análisis de topología.

Tabla 2: Resumen del número de errores de topología detectados en las capas de carreteras.

<i>Fuente de datos</i>	<i>Tipo de regla</i>			<i>Total</i>
	<i>Dangles</i>	<i>Self-Overlap</i>	<i>Single Part</i>	
DERA	5123	1	139	5263
DEA100	2788	47	86	2921
MTA100/Obras Públicas	610	0	318	928

Una vez seleccionada la capa de entrada para la construcción de la red de transporte se actualiza mediante proceso de edición, con una captura de datos a escala 1:5.000 y tomando como referencia la información de carreteras más actualizada y base cartográfica la ortofotografía 2010-2011. Los tipos de modificaciones realizadas sobre la capa de carreteras elegida se deben a la incorporación de vías de nuevo trazado (por ejemplo la AP7 en la provincia de Almería), la incorporación de nuevos tramos de vías como el caso de la A-66 (provincias de Huelva y Sevilla), la modificación del trazado por circunvalación como los casos de la A-1100 a su paso por Cantoria (provincia de Almería) y la modificación del trazado por corrección de factores de calidad (geométrica u omisiones).

Tras actualizar la capa de carretera se corrigen los errores de topología, aunque hay que tener en cuenta que muchos de los errores de dangles detectados se marcan como excepción. Ello se debe a que se trata de nodos finales de carreteras que no conectan con otra carretera.

2.2.3. Estimación de datos de accesibilidad de la población a la red de hospitales públicos de Andalucía

La estimación de datos de accesibilidad de la población a la red de hospitales públicos de Andalucía se realiza mediante el algoritmo *OD Cost Matrix* que calcula matrices de itinerarios que nos permiten conocer las rutas óptimas a seguir entre los distintos vértices del grafo (Seguí, 1995), de forma que se identifican los caminos mínimos entre dos puntos cualesquiera de la red.

El cálculo de itinerarios se realiza mediante la extensión *Network Analyst* de ArcGIS para la modelización de redes de transportes, es decir, redes no direccionadas, lo que significa que aunque un arco tenga una dirección establecida, puede elegirse en su uso la dirección, velocidad y destino (aunque pueden definirse también restricciones o límites de desplazamiento). Como capa de puntos de origen para el cálculo de itinerarios se toman los 1.128 núcleos de población que son cabecera municipal y aquellos que no

siéndolo, cumplen la condición de contar con al menos 500 habitantes (conjunto de orígenes) y como nodos de oferta los 62 hospitales con conforman la red pública (conjunto de destinos).

En cuanto al modelo de conectividad empleado, se selecciona el tipo *AnyVertex* para la red de transportes y el tipo *Override* para los nodos de demanda y oferta. De esta forma, aquellos puntos de oferta/demanda que no se encuentren situados sobre la red se asocian al nodo de la red existente que se encuentre a menos distancia en línea recta.

Los flujos en el interior de la red quedan definidos por impedancias de coste, expresado el tiempo que se tarda en realizar un recorrido, sin tener en cuenta restricciones de tipo *oneway*, barreras y *curb_approach*. Tampoco se tienen en cuenta impedancias asociadas a los nodos de la red ya que la información de carreteras de partida no permite trabajar a este nivel de complejidad. Por último, se emplean rutas exactas, por lo que no se tienen en cuenta retrasos provocados por señales semáforos o señales de stop, como ocurriría en una red jerárquica.

El atributo de coste se asigna mediante la combinación de la longitud de arco y el descriptor de velocidad media por tipo de vía. En la búsqueda de una velocidad media para cada tipo de vía se parte de la caracterización de los tramos según velocidades promedio empleadas por la Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía para la realización de mapas de accesibilidad: doble calzada 100 Km/h, Red Básica Estructurante (incluida RIGE) 80 Km/h, Red básica articulante y Red intercomarcal 70 Km/h y el resto de tipología 50 Km/h.

Por tanto las propiedades de la red generada (Figura 3) se asocian a la longitud de arco expresada en kilómetros, la velocidad media del tipo de vía, el tiempo de viaje (*travel time*) expresado en minutos y la restricción *oneway* con valor nulo para especificar que los arcos pueden ser atravesados en cualquier dirección.

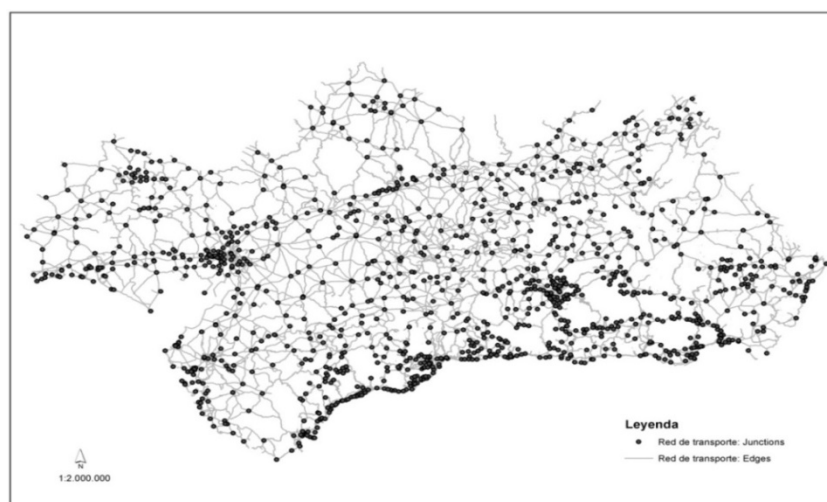


Figura 3: Red de transportes regional.

3. RESULTADOS

Como resultado del algoritmo *OD Cost Matrix* se obtienen entidades de línea (Figura 4) que vinculan orígenes y destinos y almacenan, en su tabla de atributos, el tiempo de viaje total (Figura 5).

Tomando como base los resultados de la matriz de coste de Origen-Destino podemos conocer la distribución global de la demanda según tiempos de acceso a la red de hospitales públicos de Andalucía según el concepto de hospital más cercano, es decir al margen de los límites administrativos y de la ordenación territorial sanitaria establecida por derivación desde la atención primaria al hospital de referencia (Tabla 3).

4. DISCUSIÓN

Si consideramos como principio que los procesos de toma de decisiones deben disponer de información lo más rigurosa posible, debemos ser capaces de detectar qué márgenes de error asumimos en la modelización de la accesibilidad estimada. En este sentido, al igual que ocurre en el estudio abordado, existe una dificultad constante en la mayoría de las aplicaciones de análisis de redes asociada a las deficiencias

topológicas de la información espacial derivada de la red de carreteras. Autores como Prat analizan expresamente dichos problemas, aportando soluciones para la mejora de la información de input en la utilización de algoritmos de análisis de redes (Prat et al., 2008).

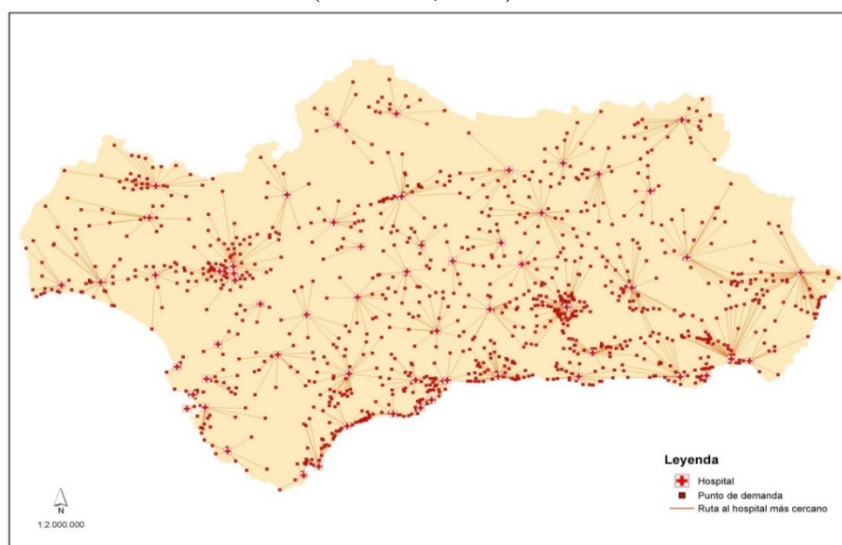


Figura 4: Asignación de nodos de demanda a hospitales mediante el cálculo de la matriz de itinerarios.

FID	Shape	ObjectID	Name	OriginID	Destinatio	Destinat 1	Total Minu
0	Polyline	1	04001000101 - HOSPITAL DE ALTA RESOLUCIÓN DE GUADIX	1	14	1	29,990081
1	Polyline	2	04002000101 - HOSPITAL DE ALTA RESOLUCIÓN DE GUADIX	2	14	1	30,538403
2	Polyline	3	04003000101 - HOSPITAL DE PONIENTE-EL EJIDO	3	33	1	14,112904
3	Polyline	4	04003000801 - HOSPITAL DE PONIENTE-EL EJIDO	4	33	1	11,628522
4	Polyline	5	04003002101 - HOSPITAL DE PONIENTE-EL EJIDO	5	33	1	12,050896
5	Polyline	6	04004000101 - HOSPITAL LA INMACULADA	6	36	1	41,260752
6	Polyline	7	04005000101 - HOSPITAL TORRECARDENAS	7	54	1	30,985776
7	Polyline	8	04006000101 - HOSPITAL LA INMACULADA	8	36	1	20,963428
8	Polyline	9	04007000101 - HOSPITAL DE PONIENTE-EL EJIDO	9	33	1	33,052938
9	Polyline	10	04008000101 - HOSPITAL BAZA	10	4	1	30,541093
10	Polyline	11	04009000101 - HOSPITAL TORRECARDENAS	11	54	1	46,996556
11	Polyline	12	04010000101 - HOSPITAL TORRECARDENAS	12	54	1	22,33643
12	Polyline	13	04011000101 - HOSPITAL TORRECARDENAS	13	54	1	16,257054

Figura 5: Tabla de atributos generada mediante matriz de coste Origen-Destino.

Tabla 3: Niveles de acceso de la población a la red de hospitales públicos de Andalucía.

Intervalo de acceso	Habitantes 2012	%
Menor o igual a 15	6 526 839	80,00
Entre 15 y 30	1 305 847	16,00
Entre 30 y 45	297 120	3,64
Entre 45 y 60	27 944	0,34
Mayor de 60	1250	0,02
Total	8 159 000	100

En el caso de la red de transportes regional generada, presenta deficiencias en cuanto a la precisión geométrica y actualización de trazados (especialmente en las vías urbanas). Esto implica que se detecten problemas de conectividad en algunos tramos dando lugar a costes temporales erróneos. Por otro lado, la capa de información disponible no presenta una topología adecuada para trabajar con elementos propios del análisis de redes como dirección, ajuste de velocidad, intersecciones, elevaciones, etc. De modo que la complejidad y precisión de los análisis está claramente definida por las fuentes de datos de partida. No obstante, desde la administración autonómica y en el marco del *Plan Cartográfico de Andalucía 2009-2012*, se está trabajando en la edición de una red de carreteras a nivel autonómico adecuada desde el punto de vista técnico como base para el desarrollo de aplicaciones de análisis de redes de transportes mediante SIG.

5. CONCLUSIONES

La complejidad en la concreción operativa en un SIG de los componentes espaciales para medir la accesibilidad geográfica de la población a la asistencia especializada dependerá en gran medida del concepto de accesibilidad elegido, el ámbito territorial de estudio y las fuentes de datos de origen. Los procesos de transformación de formatos son necesarios de forma muy especial en la información relativa a la red de carreteras, cuya precisión geométrica permitirá generar una red de transporte con una topología que se adecue a las necesidades de análisis.

En el caso que nos ocupa, una vez resueltas las dificultades de la información espacial de origen y recordando que el ámbito de actuación (escala regional) rige las necesidades de precisión de los resultados, existe una clara aplicabilidad de los datos de accesibilidad estimados como input en el cálculo de indicadores de evaluación del desempeño del SSPA. Esta afirmación es evidente si tomamos como referencia los trabajos realizados por: López y Garrido (2003) en su diagnóstico general de la accesibilidad hospitalaria andaluza; Rodríguez (2011) en la evaluación de una política de planificación de nuevos equipamientos específica; o en los *Informes de Desarrollo Territorial de Andalucía* en los que se emplea la accesibilidad geográfica a los hospitales como factor que interviene en el diseño de un indicador sintético de bienestar social (Zoido, 2001; Zoido y Caravaca, 2005; Pita y Pedregal, 2011).

En esta línea, los trabajos de evaluación del Sistema Sanitario Público de Andalucía (SSPA) como los realizados por la Consejería de Salud (2012), podrían ampliar la disponibilidad de información relativa al acceso equitativo de la población a las prestaciones sanitarias con la incorporación de indicadores de accesibilidad geográfica: tiempo de viaje municipal al hospital de referencia, tiempo medio de viaje por área hospitalaria, mapas de isócronas a la red de hospitales generados al margen de la ordenación territorial sanitaria. De esta forma se podría mejorar el diagnóstico del desempeño del SSPA como complemento al empleo de indicadores más habituales de accesibilidad efectiva. Con esta finalidad creemos interesante incluir la información sobre accesibilidad geográfica de la población a los hospitales públicos en los Sistemas de Información de Salud.

AGRADECIMIENTOS

A las aportaciones de la Subdirección de Planificación de la Dirección General de Planificación y Ordenación Farmacéutica de la Consejería de Igualdad, Salud y Políticas Sociales de la Junta de Andalucía y de manera muy especial por facilitar el acceso a las fuentes de datos específicas de la asistencia especializada en Andalucía.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Benach, J., Muntaner, C., Tarafa, G., Valverde, C. (2012): *La sanidad está en venta y también nuestra salud*. Barcelona, Icara Editorial S.A.
- Björnberg, A. (2013): *Euro Health Consumer Index 2013 Report*. Brussels, Health Consumer Powerhouse.
- Björnberg, A. (2012): *Euro Health Consumer Index 2012 Report*. Brussels, Health Consumer Powerhouse.
- Bosque Sendra, J. (1992): *Sistemas de Información Geográfica*. Madrid, Ediciones Rialp
- CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA (2014): *Servicio OGC de visualización de rutas de mínimos tiempo de recorrido entre los principales centros urbanos de Andalucía*. Sevilla, Junta de Andalucía, Dirección General de Infraestructuras, Consejería de Fomento y Vivienda.
- CONSEJERÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES (2006): *Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía*. Decreto 206/2006 de 28 de noviembre. Sevilla, Junta de Andalucía, Consejería de Obras Públicas y Transporte.
- CONSEJERÍA DE SALUD (2012): *Resultados y calidad del Sistema Sanitario Público de Andalucía*. Edición 2012. Sevilla, Junta de Andalucía, Consejería de Salud, Escuela Andaluza de Salud Pública.
- CONSEJERÍA DE SALUD (2004): *Libro Blanco de la Atención Especializada en Andalucía*. Junta de Andalucía, Consejería de Salud, [inédito].
- Escalona Orcao, A.I., Díez Cornago, C. (2003): "Accesibilidad geográfica de la población rural a los servicios básicos de salud: estudio en la provincia de Teruel". *Revista de Estudios sobre Despoblación y Desarrollo Rural*, 3, 111-149.

- González, B., Barber, P. (2006): Desigualdades territoriales en el Sistema Nacional de Salud (SNS) de España. Documento de trabajo 90/2006. Madrid, Fundación Alternativas.
- Hurst, J. (2002): "Performance measurement and improvement in OECD health systems: overview of issues and challenges". En OCDE Measuring Up: Improving Health System Performance in OECD Countries. Paris, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, 35-57.
- Kelley, E., Hurst, J. (2006): Health Care Quality Indicators Project. Conceptual Framework Paper, Health Working Papers. NO. 23. Paris, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.
- Leatherman, S. (2002): Applying performance indicators to health system improvement. En OCDE Measuring Up: Improving Health System Performance in OECD Countries. Paris, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, 319-336.
- López, E., Garrido, M. (2003): "Análisis de la accesibilidad hospitalaria por carretera en Andalucía mediante Sistemas de Información Geográfica". En López, E. (coord) Servicios y Transportes de desarrollo territorial de España. Sevilla, Universidad de Sevilla, 407-418.
- Naylor, D., Iron, K., Handa, K. (2002): Measuring health system performance: problems and opportunities in the era of assessment and accountability. En OCDE Measuring Up: Improving Health System Performance in OECD Countries. París, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, 13-34.
- OCDE (2013): Health at a Glance 2013: OECD Indicators. París, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.
- OCDE (2002): Measuring Up: Improving Health System Performance in OECD Countries. París, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.
- OMS (2003): Informe sobre la Salud en el Mundo 2003: Forjemos el futuro. Ginebra, Organización Mundial de la Salud.
- OMS (2000): Informe sobre la Salud en el Mundo 2000. Mejorar el desempeño de los sistemas de salud Ginebra, Organización Mundial de la Salud.
- Peiró, S. (2004): "Los indicadores deben bajar a las trincheras". Revista Calidad Asistencial, 19(6), 361-362.
- Pita, M.F., Pedregal, B. (coords) (2011): Tercer Informe de Desarrollo Territorial de Andalucía. Sevilla, Universidad de Sevilla.
- Prat, E., Sánchez, J., Pesquer, L., Olivet, M., Aloy, J., Fusté, J., Pons, X. (2008): "Estudio sobre la accesibilidad de los centros sanitarios públicos de Cataluña". En Hernández, L., Parreño, J. M. (eds) Tecnologías de la Información Geográfica para el Desarrollo Territorial, 15 y 19 de septiembre de 2008. Las Palmas de Gran Canarias, Servicio de Publicaciones y Difusión Científica de la Universidad de Las Palmas de Gran Canarias, 396-411.
- Rodríguez Díaz, V. (2011): "Medición de la accesibilidad geográfica de la población a los Hospitales de Alta Resolución de Andalucía mediante herramientas SIG basadas en el análisis de redes". Geofocus, 11, 265-292.
- Salado García, M.J. (2004): "Localización de los equipamientos colectivos, accesibilidad y bienestar social". En Bosque Sendra, J., Moreno Jiménez, A. (coords) Sistemas de información geográfica y localización óptima de instalaciones y equipamientos. Madrid, Ra-Ma, 17-51.
- Seguí Pons, J.M. (1995): "Prácticas de análisis espacial". En Gamir Orueta, A., Ruiz Pérez, M., Seguí Pons, J.M. Prácticas de análisis espacial. Barcelona, Oikos-Tau, 87-199.
- Westert, G.P., Van den Berg, M.J., Zwakhals, S.L.N., de Jong, S.L.N., Verkleij, H. (eds) (2010): Dutch Health Care Performance. Report 2010. The Netherlands, National Institute for Public Health and the Environment.
- Zoido Naranjo, F. (coord) (2001): Informe de Desarrollo Territorial de Andalucía. Sevilla, Universidad de Sevilla.
- Zoido Naranjo, F., Caravaca Barroso, I. (coords) (2005): Segundo Informe de Desarrollo Territorial de Andalucía. Sevilla., Universidad de Sevilla.