

DELIMITACIÓN DE ÁREAS DE INFLUENCIA HOSPITALARIA
TRAVÉS DEL ANÁLISIS ESPACIAL EN SIG-RÁSTER.
UN APORTE METODOLÓGICO

Lic. Liliana Ramírez¹

¹ Departamento de Geografía. Facultad de Humanidades, Universidad Nacional del Nordeste. Avenida Las Heras N° 727 – 3500, Resistencia, Chaco, Argentina. Teléfono/Fax: 0054 - 3722 – 446958. Email: lr Ramirez@hum.unne.edu.ar

RESUMEN

El objetivo primordial de este trabajo es mostrar las posibilidades que el Sistema de Información Geográfica IDRISI presenta para la delimitación de áreas de influencia o zonas de servicio hospitalario. En primer lugar, se trata de un aporte metodológico, pero por referirse el estudio en concreto a un espacio, la provincia del Chaco en el norte argentino, permite conocer las extensiones y la demanda o población que debe ser «atendida» por cada equipamiento sanitario; esta información es importante en el momento de planificar los destinos de los recursos materiales y humanos que corresponden a cada instalación hospitalaria.

Palabras claves: área de influencia, Argentina, Chaco, hospitales, SIG

SUMMARY

The main aim of this work is to show the possibilities that the Geographic Information Systems IDRISI have to set the limits of influence or area of hospital service. It is in first place, a methodological contribution, and second, since the study refers to the province of Chaco, in northern Argentina, it will let us know the people's demands to be assisted by each sanitary unit. This information is important when planning the human and material resources corresponding to each hospital facility.

Key words: Argentina, Chaco, GIS, hospitals, influence extens

1. INTRODUCCIÓN

En las dos últimas décadas, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se han difundido con notable rapidez por todo el mundo. Las empresas comercia-

les, las instituciones gubernamentales y las académicas se preocupan por crear y mantener sus SIG, ya que se trata de una tecnología única por su capacidad para responder a preguntas de tipo espacial. Gutiérrez Puebla (1994: 29-30) precisa que los SIG pueden responder a seis cuestiones fundamentales: *localización* («¿qué hay en ...?»), *condición* («¿dónde sucede qué ...?»), *tendencias* («¿qué ha cambiado ...?»), *rutras* («¿cuál es el camino óptimo ...?»), *pautas* («¿qué pautas existen ...?») y *modelos* («¿qué ocurriría si ...?»). Estas cuestiones se abordan mediante los cuatro tipos de funciones de análisis espacial (Comas y Ruiz, 1993:70-73): *recuperación*, por la cual se combinan datos cartográficos con datos temáticos, pero solamente son modificados o creados los segundos; *superposición*, por la cual se generan nuevas entidades cartográficas, nuevas categorías, a partir de diversos atributos; *vecindad*, por la cual se evalúan las características del área que envuelve una localización determinada, y *conectividad*, que se caracteriza por emplear operaciones que van acumulando valores a lo largo del área que atraviesan.

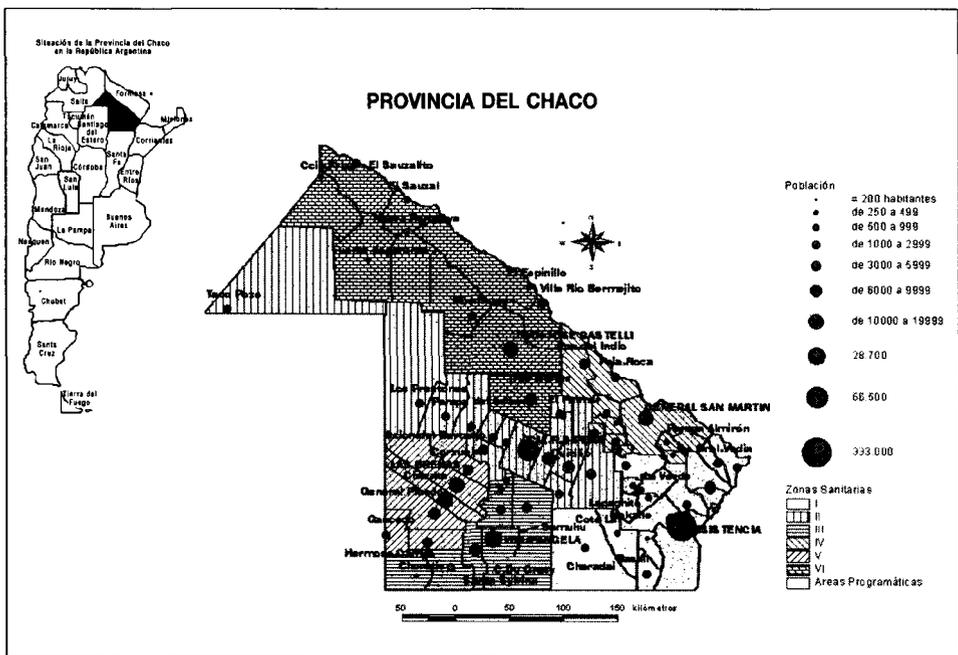
El trabajo que presentamos es eminentemente metodológico y tiene como objetivo fundamental mostrar las formas de delimitar áreas de influencias mediante SIG de tipo ráster; utilizaremos para ello el software IDRISI, ampliamente difundido en los ambientes académicos. No obstante, como al dar a conocer los aspectos metodológicos emplearemos un área de estudio concreta, el estudio nos permitirá conocer las zonas de servicio o áreas de influencia de los hospitales de niveles de complejidad IV y VI en la provincia del Chaco, Argentina.

Las áreas de influencia o zonas de servicios corresponden al territorio hasta donde se deja sentir el efecto de un determinado servicio o equipamiento. Esta región está en estrecha relación con la población o usuarios que lo emplean. En el caso particular del trabajo que presentamos, es de suma importancia conocer las áreas de influencia o zonas de servicio de los hospitales para la planificación en el sector sanitario, ya que conocer el sector al que asiste un equipamiento sanitario nos permite advertir la posible demanda o presión de usuarios que tendrá una determinada instalación, información indispensable para la dotación de recursos materiales y humanos con que debe contar un equipamiento sanitario.

El procedimiento para conocer estas áreas se lleva adelante mediante las funciones analíticas de *vecindad* con que cuentan los SIG, mencionadas en el primer párrafo, ya que a partir de unas condiciones dadas, en este caso la localización puntual de los hospitales, se intentará definir el área de servicio de cada uno de ellos.

2. BREVE DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

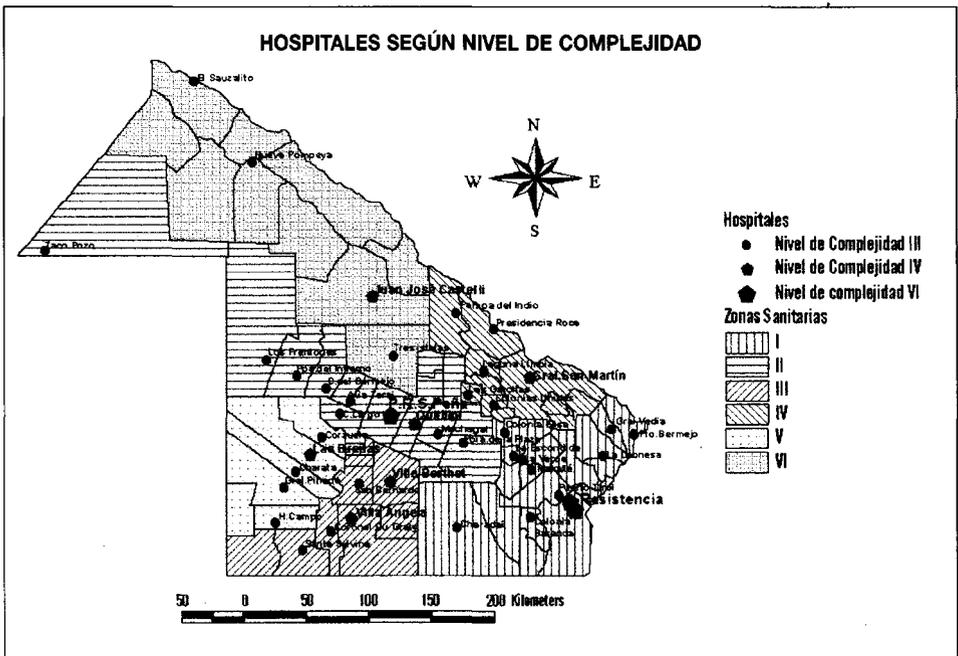
En el nordeste de la República Argentina, con una superficie de alrededor de 99 600 km² y una población que apenas superaba los 930 000 habitantes en 1998, se halla la provincia del Chaco. Geográficamente se desarrolla entre los 24° y 28° de latitud Sur y entre los 58° y 63°30' de longitud Oeste (Mapa 1). Hacia el sector sudeste de esta provincia se ubica la capital del territorio, Resistencia, que concentra más del 30% de la población actual (alrededor de 333 000 habitantes). En el resto de la jurisdicción las ciudades más destacadas, se emplazan a la vera de las principales líneas de comunicación. Se destacan dos áreas por su volumen de población, si bien distan mucho de la cantidad de habitantes del área mencionada anteriormente, los sectores de Presidencia Roque Sáenz Peña, en el centro mismo, y Villa Angela, hacia el centro-sur, que reúnen cerca de 80 000 y 40 000 habitantes, respectivamente. En otro orden, se aprecian dos grandes «vacíos poblacionales», el noroeste y el sur-sureste, al que se puede adicionar un tercer sector que corresponde al extremo sudoeste de la provincia. El primero de los tres espacios señalados en el párrafo anterior corresponde al Impenetrable Chaqueño, un dilatado territorio de bosque leñoso muy difícil de penetrar; el segundo se refiere a los Bajos Submeridionales, un área a menudo inundable dedicada a la ganadería extensiva. A estas desventa-



MAPA 1: LA PROVINCIA DEL CHACO. DISTRIBUCIÓN DE POBLACIÓN Y ZONAS SANITARIAS (elaboración propia)

jas del medio natural hay que agregar la escasez de vías de comunicación, ya que son sectores que no se ven alcanzados por rutas nacionales y los caminos provinciales que los comunican con el resto del territorio son consolidados o de tierra y muchas veces se hallan en mal estado de conservación.

Según el Ministerio de Salud Pública, la provincia se divide actualmente en seis zonas sanitarias y en 67 áreas programáticas (Mapa 1); para cada una de ellas contamos con información suministrada por la Dirección de Estadística Sanitaria de la provincia. En cuanto a los equipamientos sanitarios, en todo el territorio se distribuyen 42 hospitales, 33 de los cuales son de nivel III, seis de nivel IV y tres de nivel VI; y 29 puestos sanitarios de tipo A, 350 puestos sanitarios de tipo B y 49 centros de salud. En este aporte, nos ocuparemos de los hospitales y, entre ellos, particularmente de los de niveles de complejidad VI y IV, que suman ocho en conjunto (Mapa 2). Los primeros son los que se encuentran en las localidades de Resistencia y Presidencia Roque Sáenz Peña, ellos son los que brindan los servicios asistenciales más complejos del territorio, mientras que los segundos se ubican en General San Martín, Juan José Castelli, Villa Angela, Villa Berthet, Las Breñas y Quitilipi (Mapa 2).



MAPA 2: DISTRIBUCIÓN DE HOSPITALES EN LA PROVINCIA DEL CHACO

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Para alcanzar el objetivo propuesto en este trabajo hemos recurrido, como ya lo adelantáramos, al empleo del software IDRISI. Este paquete informático de tipo ráster necesita para la delimitación de áreas de influencia la siguiente información:

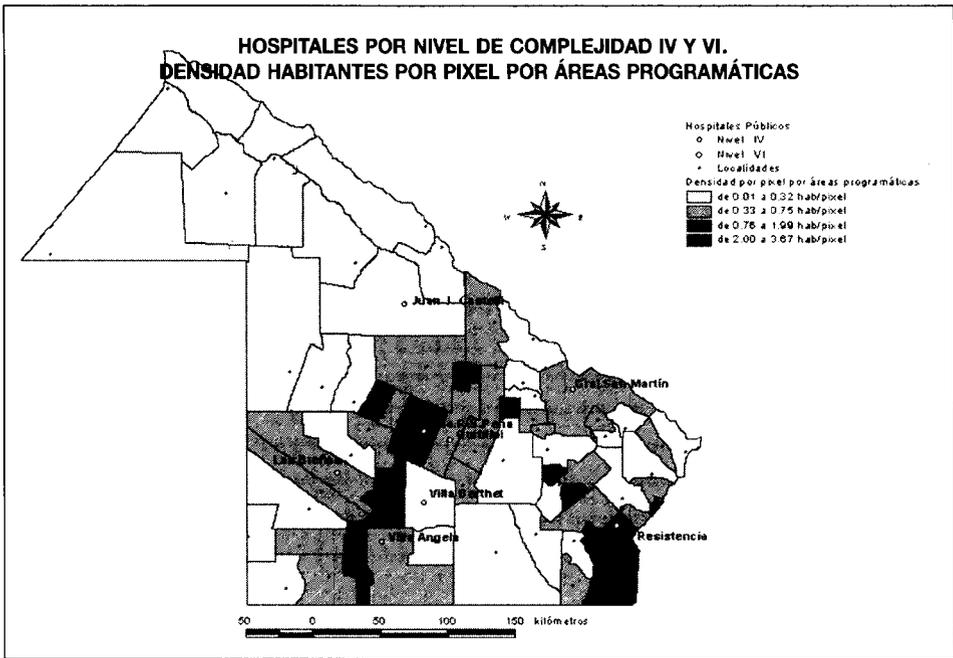
- Una imagen del área de estudio en la que se encuentren indicadas puntualmente las localizaciones de los nueve hospitales de niveles de complejidad IV y VI, que actualmente forman el sistema hospitalario. Cada equipamiento está representado por una celda o píxel² de la imagen ráster, cuya resolución es de 250 metros por 250 metros (Mapas 2 y 3).³
- Una imagen del área de estudio que esté asociada a la población de cada área programática y que puede estar elaborada en cualquier medida que indique densidad de población (habitantes/km², habitantes/píxel, habitantes/hectárea). Para este caso particular emplearemos habitantes por píxel⁴, debido a que nos permitirá distribuir la población de una manera más próxima a la realidad (Mapa 3).

IDRISI contiene dentro de sus funciones de vecindad la «poligonación automática», que define regiones homogéneas o áreas de influencia alrededor de una serie de puntos de control (que en este caso son los ocho equipamientos sanitarios). Esta poligonación, conocida también por poligonación Thiessen o Voronoi, genera polígonos alrededor de un conjunto de puntos, de manera que el perímetro de los polígonos generados sea equidistante a los puntos vecinos y que cada localización dentro de un polígono sea más cercana al resto de puntos de su polígono que a los puntos de cualquier otro. Así se generan las zonas de influencia sobre la base, simplemente, de la distancia euclidiana (Aronoff, 1989; citado por Comas y Ruiz, 1993:168-169). Surgen tantas áreas como puntos de control se hayan determinado en el inicio (ocho áreas es el resultado para nuestro caso). Para alcanzar estas áreas, en IDRISI, se puede proceder de dos formas diferentes:

² *Píxel*: contracción de las palabras inglesas *PIC*ture *E*lement que designa la unidad espacial más pequeña de información que puede ser manejada independientemente en una imagen ráster. Suele utilizarse como sinónimo de celda (Comas y Ruiz, 1993:236)

³ Dos de los tres hospitales de nivel VI se ubican en la misma localidad, la capital de la provincia de Resistencia, y la distancia que separa ambos establecimientos es de alrededor de cien metros. Por este motivo y por la escala del trabajo, es decir, por el tamaño del píxel, se considera para el análisis espacial a ambos equipamientos como un solo elemento puntual, así son ocho nuestros puntos de oferta u hospitales.

⁴ El píxel o unidad espacial mínima de estudio es, por lo tanto, una dimensión de 250 metros por 250 metros. Así, el píxel es igual a 62,500 m² (0,063 km²).



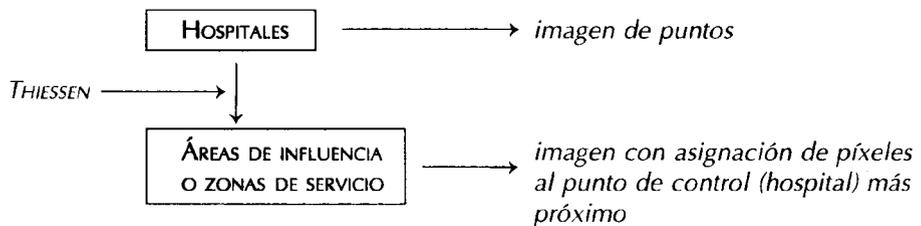
MAPA 3: HOSPITALES POR NIVELES DE COMPLEJIDAD IV Y V

1. A partir de los puntos o píxeles que representan los equipamientos hospitalarios se aplica el módulo Thiessen y se logran así las áreas buscadas; o bien
2. A partir de los puntos o píxeles que representan los equipamientos hospitalarios, generar una imagen de distancias euclidianas mediante el comando DISTANCE y, una vez lograda, proceder a delimitar las zonas de servicio de cada equipamiento mediante el comando ALLOCATE.

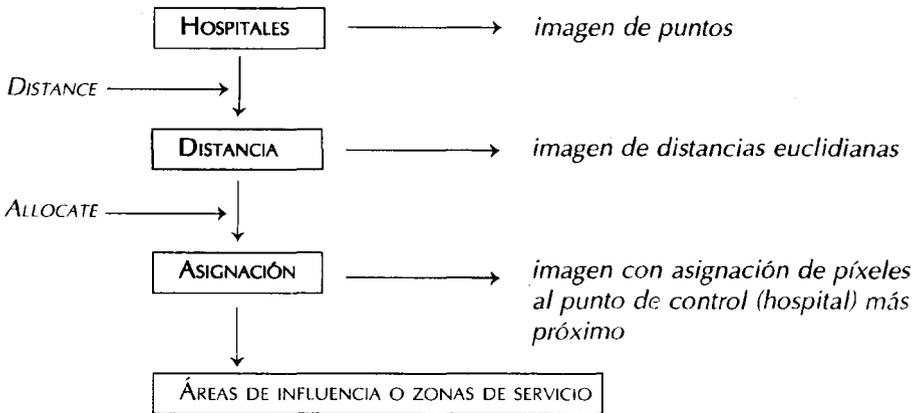
Así, los esquemas metodológicos son los que siguen:

POLIGONACIÓN THIESSEN O VORONOI
 DEFINICIÓN A PARTIR DE DISTANCIAS EUCLIDIANAS

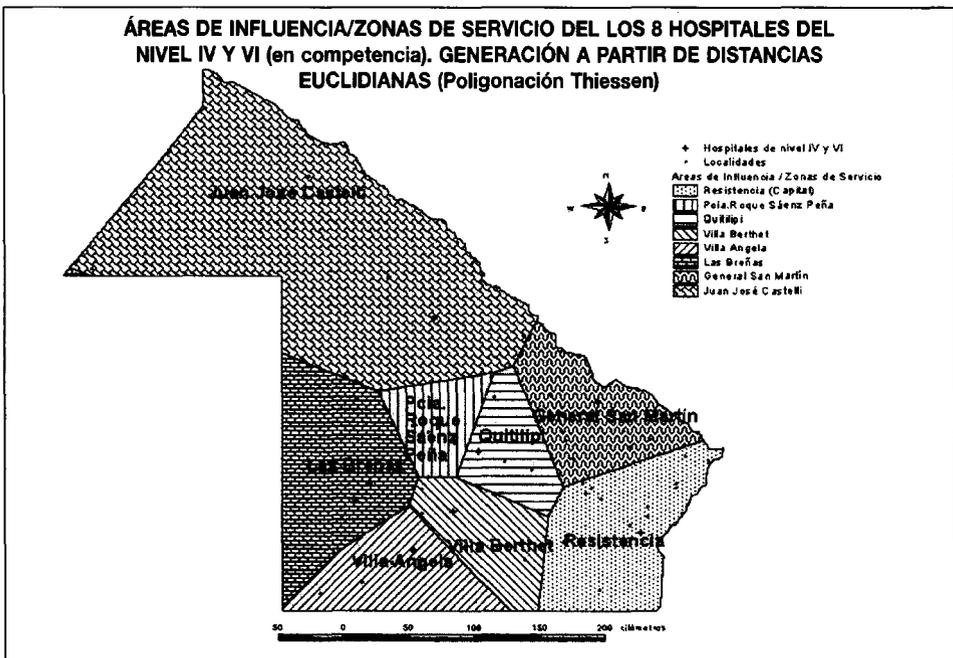
ESQUEMA 1:



ESQUEMA 2:



El resultado de ambos procedimientos es idéntico y se muestra en el mapa 4

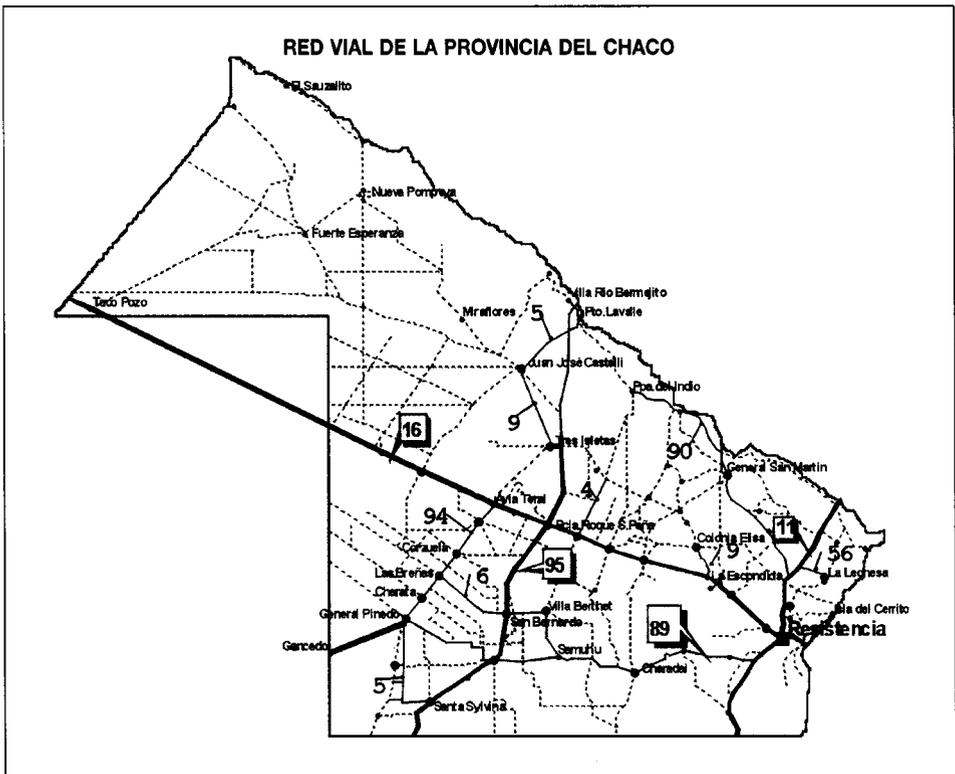


MAPA 4: ÁREAS DE INFLUENCIA DE OCHO HOSPITALES DE NIVELES IV Y V

Otra posibilidad, tal vez más cercana a la realidad, es alcanzar las mismas áreas de influencia, empleando los costos de recorrido en lugar de la distancia euclidiana a los centros hospitalarios. El costo de recorrido puede ser entendido como la fricción o la impedancia que ejerce el espacio para llegar de un sitio a otro. Así la fricción o impedancia constituye el elemento clave en los

análisis de accesibilidad, ya que simula el efecto de resistencia que se asocia al desplazamiento por la red vial (Gutiérrez Puebla y Monzón de Cáceres 1993: 387).

En este caso, la población/usuarios que hacen uso del servicio hospitalario tienen que desplazarse desde su lugar de residencia hacia los centros hospitalarios, ya que estos últimos poseen una ubicación concreta y discreta en el espacio. Para efectuar este movimiento, indudablemente tienen que recurrir a los medios de transporte que se desplazan a través de las carreteras o rutas del territorio provincial. La red vial que caracteriza al espacio estudiado consta de cinco categorías de carreteras: nacionales —pavimentadas— y de tierra y provinciales —pavimentadas, de tierra y consolidadas— (Mapa 5). Más del 78% de los caminos son de tierra y solamente alrededor del 21% son pavimentados.



MAPA 5: RED VIAL DE LA PROVINCIA DEL CHACO

De acuerdo con las peculiaridades de la red de carreteras, el costo de desplazarse de un sitio a otro será muy diferencial, según los usuarios deban hacerlo por caminos de tierra o pavimentados. Para lograr la imagen de costos re-

querida por el software IDRISI, a los efectos de delimitar las áreas de influencia, es preciso obtener previamente una imagen de fricción en la que cada píxel de la imagen tendrá atribuido un valor de acuerdo con la mayor o menor dificultad que ofrezca al desplazamiento. Para alcanzar la imagen de fricción a partir de la red de carreteras en la provincia del Chaco hemos recurrido a las velocidades medias que pueden ser empleadas para recorrer cada tipo de carretera. Estas se estimaron a partir de la velocidad máxima de circulación en las rutas nacionales pavimentadas. El resultado es el siguiente:

CUADRO 1: VELOCIDADES MEDIAS EN LAS CARRETERAS DEL CHACO

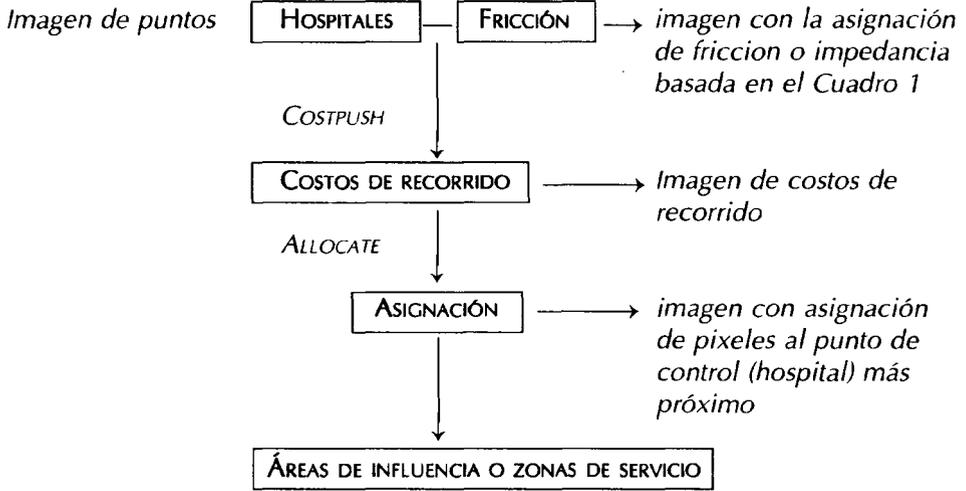
Carreteras / Rutas	Velocidad máxima permitida (en km)	Velocidad estimada (en km)	Diferencia de velocidad	Fricción
Nacional pavimentada	120			1
Provincial pavimentada		90	0,75	1,25
Provincial consolidada		70	0,58	1,42
Nacional de tierra		60	0,50	1,50
Provincial de tierra		50	0,42	1,58

Como podemos apreciar, las rutas pavimentadas nacionales, que son las que se hallan en mejor estado de conservación, ofrecen la menor fricción al desplazamiento; cuanto más desfavorable es el aspecto de las carreteras mayor es la fricción. Cabe aclarar que en el resto del territorio, donde no se aprecian caminos, la imagen tiene un valor atribuido de 100, valor arbitrario pero sumamente elevado, para determinar altos costos de desplazamientos.

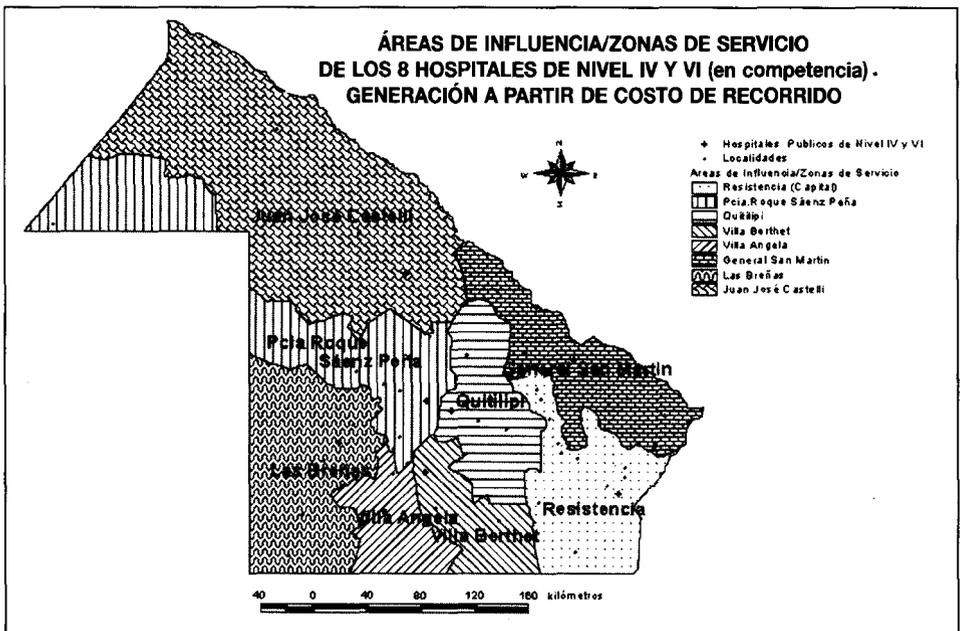
Las fricciones que aparecen en el Cuadro 1 se han asignado a los píxeles que representan cada uno de los tipos de carreteras; surge así la imagen de fricción, necesaria para obtener la imagen de costos de recorrido realizado en formato ráster. Esta operación se logra en IDRISI mediante el comando COSTPUSH que requiere, a la vez, la imagen de puntos con los hospitales como referencia y la imagen de fricción ya mencionada. Una vez obtenida la imagen de costos de recorrido, el comando ALLOCATE permite realizar la asignación de píxeles a los puntos de control —hospitales— que correspondan.

En este caso el esquema metodológico es el que sigue:

POLIGONACIÓN A PARTIR DE COSTOS DE RECORRIDO



Las áreas de influencia que se determinan así son diferentes a las que se alcanzan con el procedimiento Thiessen. Las desigualdades que se establecen tienen que ver con el trazado de las rutas y el costo de desplazamiento que cada una de ellas implica (Mapa 6).



MAPA 6: ÁREAS DE INFLUENCIA

Si comparamos las dos representaciones cartográficas que contienen los resultados de los análisis (Mapas 4 y 6) podemos apreciar el impacto de la red de carreteras en la delimitación de las áreas a partir de los costos de recorrido. Sin lugar a dudas, el empleo de los costos de recorrido en vez de la distancia euclidiana ofrece una delimitación mucho más próxima a la realidad. El mismo diseño de las zonas de servicio responde más al trazado de la red vial que a las distancias que separan a cualquier sitio del equipamiento hospitalario más próximo.

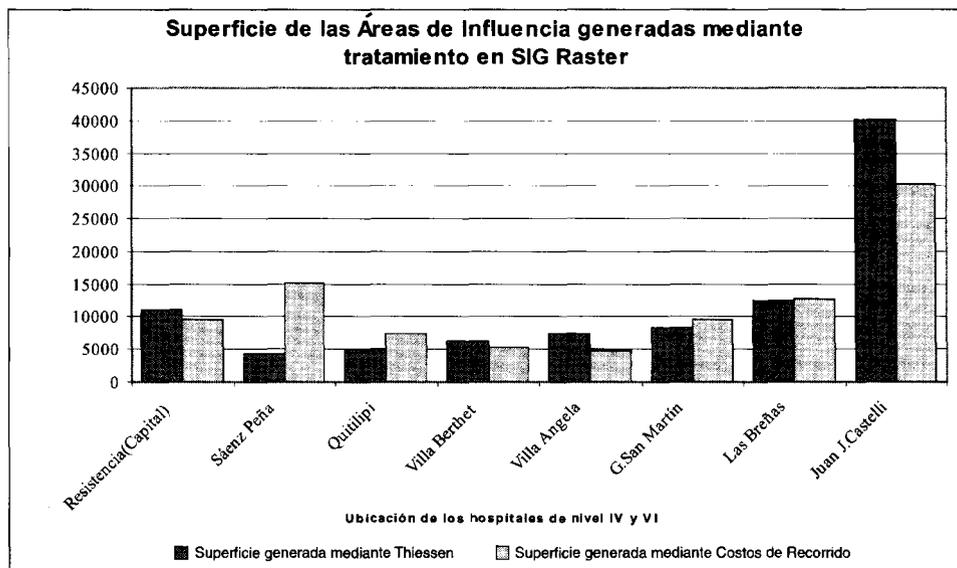
Para advertir las diferencias el SIG nos permite calcular la superficie que abarca cada una de las áreas de influencias, en ambos procedimientos, de cada uno de los ocho equipamientos hospitalarios (Cuadro 2 - Gráfico 1):

CUADRO 2: POLIGONACIONES

	Poligonación a partir de distancias (Método Thiessen)	Poligonación a partir de costos	Diferencias porcentuales Base Thiessen=100 %
Hospitales	Superficie en km ²	Superficie en km ²	En porcentaje
Resistencia (capital)	11 066,6	9 637,1	-12.9
Pcia. R.Sáenz Peña	4 231,1	15 205,0	259.4
Quitilipi	5 104,6	7 569,3	48.3
Villa Berthet	6 336,0	5 282,0	-16.6
Villa Angela	7 464,7	4 836,6	-35.2
Gral. San Martín	8 435,1	9 644,7	14.3
Las Breñas	12 535,6	12 785,9	2.0
Juan J.Castelli	40 083,7	30 296,6	-24.4

De acuerdo con estos valores de superficie, el caso más significativo es el aumento de la zona de servicio del hospital de Presidencia Roque Sáenz Peña debido a la notable influencia que ejerce la ruta nacional pavimentada n.º 16 (ver mapa 5) que determina que sectores muy alejados del occidente chaqueño, a pesar de encontrarse a menor distancia del hospital de Juan José Castelli — en el norte—, se desplacen hacia aquel hospital por el menor costo de recorrido que le significa desplazarse por una carretera pavimentada y en buenas condiciones.

GRÁFICO 1



Los hospitales de Quitilipi y General San Martín también extienden su zona de servicio, mientras que con los equipamientos de Resistencia, Villa Angela, Villa Berthet y, como ya lo señalamos, Juan José Castelli sucede lo contrario. La zona de influencia del hospital de Las Breñas es el que menor cambio experimenta.

4. LA ASIGNACIÓN DE LA DEMANDA

La consecuencia más inmediata de la delimitación de zonas de servicio planteada en el apartado anterior se refiere a la diferencia de población o usuarios que emplean los equipamientos. Para cualquier instalación que ofrece servicios, conocer la posible demanda que tendrán sus ofertas es de valiosa importancia, ya que de acuerdo con esa probable demanda se tienen que realizar las asignaciones de presupuesto y de recursos tanto materiales como humanos.

En el caso de un hospital público, del cual depende la salud de la población de menores recursos, el conocimiento de esta información es relevante. El Ministerio de Salud que es el que en este caso planifica y asigna recursos debe conocer este dato para fundamentar de una forma más atinada sus decisiones.

De esta manera, una vez delimitadas las áreas de influencia y conocidas sus superficies, si disponemos de una imagen con la distribución de la población, se puede calcular la demanda potencial de cada centro. Esta imagen es la que

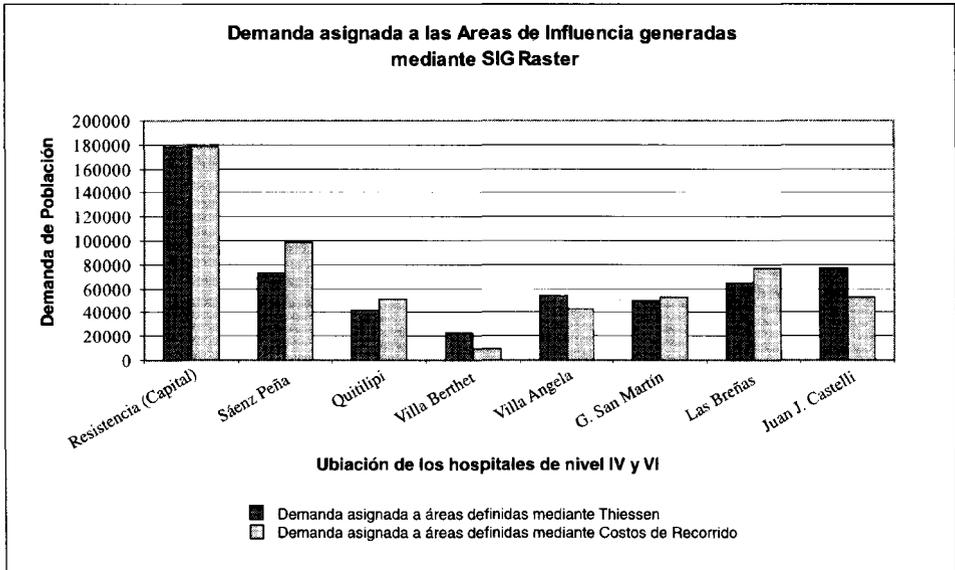
describimos en el inicio del apartado anterior (recordemos que se trabajará con la densidad por píxel, ya que estimamos que ella nos permite una distribución de la población más próxima a la realidad). En el cuadro 3 y en el gráfico 2, se ha incluido, además de la superficie ya indicada en el cuadro 2, la posible demanda que le correspondería atender a cada instalación hospitalaria de acuerdo con cada uno de los dos procedimientos planteados y para cada uno de los ocho equipamientos de nivel IV y VI.

CUADRO 3: POLIGONACIONES EN FUNCIÓN DE SUPERFICIE Y DEMANDA

Hospitales	Poligonación a partir de distancias (Método Thiessen)		Poligonación a partir de costos de recorrido		Diferencias porcentuales Base Thiessen=100 %	
	Superficie	Demanda	Superficie	Demanda	Superficie	Demanda
Resistencia (capital)	11 066,6	177 708	9 637,1	177 874	-12,9	0,1
Sáenz Peña	4 231,1	73 197	15 205,0	98 788	259,4	35,0
Quitilipi	5 104,6	41 748	7 569,3	51 541	48,3	23,5
Villa Berthet	6 336,0	23 317	5 282,0	9 874	-16,6	-57,7
Villa Angela	7 464,7	54 270	4 836,6	42 651	-35,2	-21,4
Gr. San Martín	8 435,1	50 253	9 644,7	52 572	14,3	4,6
Las Breñas	12 535,6	64 928	12 785,9	76 420	2,0	17,7
Juan J. Castelli	40 083,7	77 204	30 296,6	52 905	-24,4	-31,5

Se aprecia que a un aumento de superficie corresponde un ascenso de la demanda asignada a cada instalación. No obstante, esta relación presenta algunas singularidades; por ejemplo, el significativo aumento de superficie del área de influencia del hospital de Presidencia Roque Sáenz Peña —259,4%—, generada mediante los costos de recorrido, significa sólo un aumento del 35% de la posible demanda. Ello se debe a que el sector hacia donde se extiende el área señalada corresponde al occidente chaqueño, que es una región muy poco poblada.

GRÁFICO 2



Otra particularidad que es conveniente destacar es que la diferencia de asignación de demanda más notable es la que experimenta el área de influencia generada mediante los costos de recorrido del hospital de Villa Berthet. La disminución de extensión, en un 16,6%, del área generada mediante costos de recorrido, provoca más de un 50% de descenso de demanda. Ello se debe a que dentro del área que queda excluida de su zona de servicio se encuentran sectores con considerable presencia de población. En el caso de Resistencia, capital de la provincia, la asignación de demanda es semejante en las zonas definidas mediante ambos procedimientos.

5. EL ANÁLISIS DE ACCESIBILIDAD

Una vez delimitadas las áreas de influencia a través de los dos procedimientos señalados y asignada la demanda a cada área, el tratamiento de la información en SIG Raster nos permite considerar la accesibilidad diferencial que cada zona presenta.

Este análisis se basa en los parámetros que se logran al examinar la distancia euclidiana y los costos de recorrido en forma particular y, por otro lado, en relación con la demanda o posibles usuarios que hacen uso del servicio; ello permite saber si los recursos con que cuenta cada hospital están accesibles de igual modo a todos los usuarios. Los costos, por su parte, constituyen una unidad de medida que sintetiza la distancia de cada lugar al punto de oferta más

próximo, la mayor o menor presencia de caminos o, en otras palabras, la densidad de carreteras que permiten el desplazamiento de las personas y asimismo el tipo y su estado de conservación. Sus resultados, por tanto, son parámetros que permiten cotejar la situación de una zona de servicio con relación a otra y se expresan en unidades de distancia (Ramírez 2000: 173).

5.a. El análisis de la distancia euclidiana

El total de las distancias recorridas por toda la demanda potencial para hacer uso de la oferta disponible, suponiendo que cada individuo se dirige al más próximo, es entendida como una medida de accesibilidad (Bosque Sendra 1992: 221-222). Por otro lado, el total de desplazamientos realizados por toda la demanda para hacer uso de los servicios da cuenta de la medida en que se cumplen los principios de eficiencia y justicia espacial.¹

Se han obtenido las distancias totales recorridas por la demanda, las desviaciones típicas, la distancia media, máxima y mínima, en todo el territorio provincial (Cuadro 4) y para cada zona de servicio (Cuadro 5). La distancia total recorrida por toda la población o demanda resulta del producto de la población distribuida en el territorio (se trabaja con la densidad por píxel) por la distancia euclidiana (para conocer la máxima distancia en línea recta); en otras palabras, el SIG permite obtener la multiplicación de la imagen que contiene la población por píxel por la imagen que contiene las distancias euclidianas desde cada uno de los ocho puntos de oferta u hospitales.

¹ *Eficiencia espacial*: se refiere al volumen global de desplazamientos que el conjunto de la demanda (población que requiere el servicio) debe efectuar para utilizar las instalaciones; trata de medir el coste, en tiempos de recorrido o distancias, que la población se verá obligada a transitar para poder utilizar los servicios (Bosque Sendra, 1992: 227). En otras palabras, la eficiencia se ocupa de maximizar los resultados de unos recursos dados. Por lo tanto, una distribución eficiente minimizará el costo de utilización por parte de los usuarios.

Justicia o equidad espacial: este principio tiene especial relevancia en el caso de los servicios ofertados por la administración pública, ya que son financiados por toda la población que, por lo tanto, tiene iguales derechos a usarlos en las mismas condiciones de acceso (Bosque Sendra y Mass, 1995:100). Esta regla, que es denominada «adecuación» por Vuori (1996: IX), expresa la relación entre los servicios disponibles y las necesidades de la población. Se refiere a la accesibilidad diferencial de un servicio por parte de los distintos grupos de población, es decir, al grado de igualdad en la distribución de los servicios que presta cada instalación a la población. La justicia espacial depende, en este caso, de la mayor o menor facilidad de acceso y depende de la variabilidad de las distancias que separan a cada individuo de la instalación más próxima, del tamaño de la oferta existente en dicha instalación y de la disponibilidad temporal de los servicios (Bosque Sendra, 1992:227).

CUADRO 4: DISTANCIA EUCLIDIANA

Total recorrida	Desviación típica	Distancia media	Distancia mínima	Distancia máxima
21 962 753 km	20,4 km	39,04 km	0,0 km	282,8 km

Al conocer el total de la distancia recorrida —21 962 753 kilómetros— y el total de usuarios que hacen uso del hospital público —562 626 personas— podemos conocer la distancia media que se debe recorrer en el territorio provincial para acceder a un equipamiento hospitalario de nivel de complejidad IV o VI; ella alcanza a 39,04 kilómetros con una desviación típica del 20,4 kilómetros. También es posible conocer la máxima distancia recorrida —282,8 kilómetros— y el mínimo recorrido, que siempre será de 0 kilómetro, ya que en todos los puntos donde se encuentra un hospital es posible encontrar usuarios que lo requieran. Los datos más relevantes de este análisis de distancia o accesibilidad son, por un lado, la elevada distancia media que los usuarios tienen que recorrer para obtener los servicios asistenciales que se brindan en los hospitales de niveles IV y VI y, por otro lado, la extrema distancia máxima que, si bien no afecta a un gran número de usuarios, da idea de la inequidad que existe en la distribución de los hospitales públicos de la provincia.

Además del estudio general para todo el territorio, es posible analizar la accesibilidad en cada una de las zonas de influencia ya definidas teniendo en cuenta la extensión de cada área delimitada mediante los costos de recorrido y la demanda asignada en cada una de ellas a partir de la densidad por píxel. El resultado obtenido se aprecia en el Cuadro 5 y en el Gráfico 3.

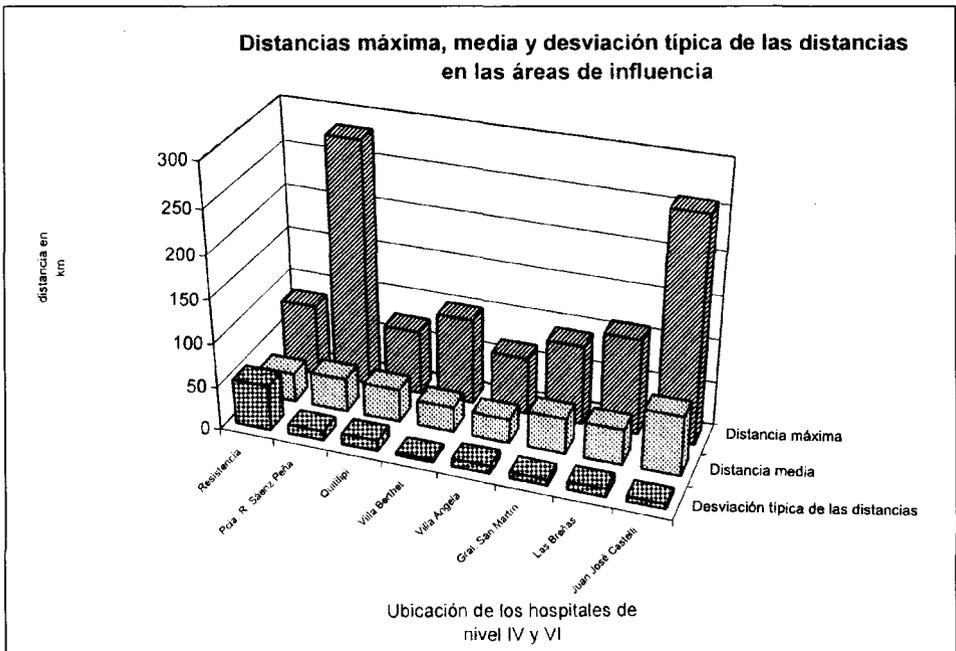
CUADRO 5: DISTANCIA EUCLIDIANA DEL HOSPITAL RESISTENCIA

Hospitales	Demanda/usuarios	Distancia euclidiana				
		Total recorrida (en km)	Desv. típica del total de las distancias	Distancia media (en km)	Distancia máxima (en km)	Distancia mínima (en km)
Resistencia	177 874	5 827 239	52,1	32,8	82,5	0,0
Pcia. R. Sáenz Peña	98 788	3 773 165	10,8	38,2	282,8	0,0
Quitilipi	51 541	1 937 349	12,4	37,6	73,5	0,0
Villa Berthet	9 874	286 121	3,3	29,0	98,6	0,0
Villa Ángela	42 651	1 186 838	9,1	27,8	65,4	0,0
Gral. San Martín	52 572	2 162 298	7,0	41,1	91,0	0,0
Las Breñas	76 420	3 148 767	9,6	41,2	110,0	0,0
Juan José Castelli	52 905	3 640 978	5,8	68,8	258,8	0,0

Los mayores valores responden, en cualquiera de las magnitudes analizadas, a la mayor cantidad de usuarios en cada zona o a la mayor extensión de las áreas de influencia que se determinaron para ellas. Así, en el caso del total de las distancias recorridas, el valor más elevado corresponde a la zona de servicio de los hospitales de Resistencia, debido a la cuantiosa cantidad de población que presenta. En el caso de Presidencia Roque Sáenz Peña y de Juan José Castelli, se debe a la extensión que presentan dichas áreas. En estos dos últimos casos, esa superficie determina, a su vez, las elevadas distancias máximas.

Si cotejamos la información obtenida en cada una de las áreas de influencia, en especial los datos que se refieren a la distancia media, máxima y desviación típica, podremos apreciar las notables diferencias de accesibilidad espacial a las que se ven expuestos los usuarios de hospitales públicos. En el caso de la distancia media, a excepción de la que corresponde a la zona de servicio de Juan José Castelli —68,8 kilómetros—, se puede advertir una relativa homogeneidad; sin embargo, esta situación esconde graves disimilitudes, ya que, si observamos tanto las máximas distancias registradas como las desviaciones típicas de esas distancias, podemos afirmar que la inequidad en lo que respecta a la distribución espacial de estos equipamientos provoca graves situaciones de injusticia territorial. Tratándose de equipamientos sanitarios públicos que deben servir a toda la población de manera igualitaria es evidente que esta circunstancia debería ser solucionada de inmediato para intentar brindar servicios semejantes a toda la población.

GRÁFICO 3



5.b. El análisis de los costos de recorrido

Los costos de recorrido surgen del análisis de la imagen generada a partir de la imagen de fricción o impedancia que cada tipo de carretera ofrece al desplazamiento de las personas desde un sitio a otro. El mayor costo, como ya lo señalamos, está en directa relación con la cantidad y tipo de rutas, el estado de conservación de las mismas y la distribución de los equipamientos hospitalarios en el territorio. En el cuadro 6, se aprecian los resultados logrados para la provincia en general.

CUADRO 6: COSTOS DE RECORRIDO

Costos de recorrido					
	Total	Desviación típica	Valor medio	Valor mínimo	Valor máximo
1993	805 501	4 477	3 543,8	0,0	21 514,8

De la información apuntada en el cuadro anterior solo podemos extraer como dato relevante el elevado valor que presenta el costo máximo en relación con el costo medio que se ha registrado. Así, el costo de recorrido máximo representa, para quien debe realizarlo, un esfuerzo mayor en casi siete veces que el costo medio. Sólo a los efectos de cotejar, recordemos que en el caso de la distancia euclidiana, la distancia mayor recorrida es de cuatro veces más la distancia media recorrida (65,4 kilómetros frente a 282,8 kilómetros). Esta información es importante, ya que en el caso de los costos de recorrido no sólo se tiene en cuenta la distancia propiamente dicha sino, también, los tipos de carreteras que son, como hemos indicado anteriormente, en más de un 78% de tierra, característica de suma importancia cuando se trata de desplazarse de un lugar a otro para alcanzar los servicios que ofrecen los hospitales de niveles IV y VI.

El análisis se enriquece mucho más aún si tenemos en cuenta los costos de recorrido que se emplean en cada una de las zonas de servicio delimitadas anteriormente (Cuadro 7 / Gráfico 4).

**CUADRO 7: COSTOS DE RECORRIDO EN UNIDADES DE DISTANCIA
DESDE LOS HOSPITALES**

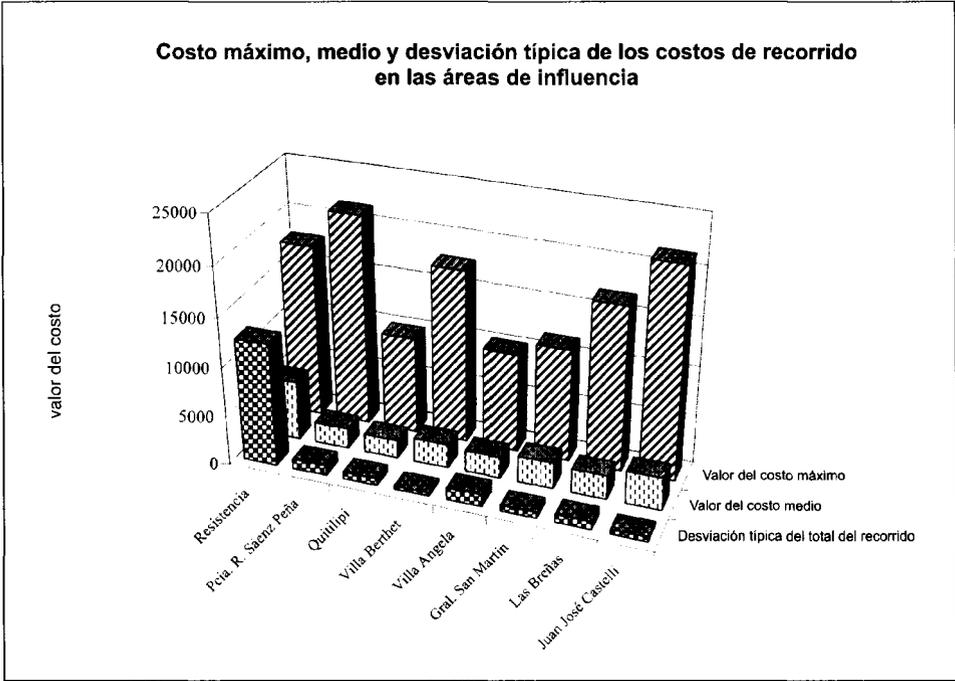
Hospitales	Costos de recorrido en unidades de distancia					
	Demanda/ usuarios	Del total del recorrido	Desv. típica del total del recorrido	Valor medio	Valor máximo	Valor mínimo
Resistencia	177 874	1 074 600 704	12 527,0	604,4	17 648,1	0,0
Pcia. R. Sáenz Peña	98 788	205 349 424	10 386,0	2 078,7	21 514,8	0,0
Quitilipi	51 541	94 767 752	711,2	1 838,7	9 867,7	0,0
Villa Berthet	9874	24 007 364	334,0	2 431,4	17 614,3	0,0
Villa Ángela	42 651	93 038 712	1 263,6	2 181,4	10 092,7	0,0
Gral. San Martín	52 572	141 620 064	618,4	2 693,8	11 505,5	0,0
Las Breñas	76 420	186 162 704	818,5	2 436,0	16 753,9	0,0
Juan José Castelli	52 905	174 258 768	467,8	3 293,8	21 510,2	0,0

El costo total del recorrido surge del producto de la población o demanda distribuida en cada zona de influencia por el costo de recorrido desde cada uno de los puntos que contienen un establecimiento hospitalario. Dicho de otra forma, igual que en caso de las distancias, el SIG nos permite multiplicar la imagen de población en densidad por píxel por la imagen de costos de recorrido. En un paso posterior, se extrae los parámetros indicados en el cuadro para cada una de las zonas de servicio. Nuevamente, en este caso, los valores más elevados en todas las magnitudes mostradas dependen de la mayor cantidad de usuarios, de la menor presencia de las rutas o carreteras o bien del tipo de carretera, ya que si son de tierra el costo será mayor.

El costo mínimo en todas las áreas es de cero, ya que en todos los sitios donde se ubica un hospital público es posible encontrar usuarios que requieran el servicio. Las áreas de mayores costos corresponden a Presidencia Roque Sáenz Peña y Juan José Castelli, pero tienen orígenes distintos. En el primer caso, tres elementos influyen en los elevados costos de recorrido: en primer lugar, la significativa demanda que queda incluida en su zona de servicio —98 788 usuarios—; en segundo lugar, la extensa superficie que representa su área; y, por último, hay que añadir la presencia de gran cantidad de caminos de tierra en el oeste. En el caso de Juan José Castelli, tenemos que desechar la primera de las razones mencionadas previamente, ya que su zona de servicio tiene alrededor de la mitad de la demanda que la zona de servicio del hospital de Presidencia Roque Sáenz Peña —52,905—, con lo cual el elevado costo máximo tiene que ver con la extensión del área, pero se debe, fundamentalmente, a la mayoritaria presencia de caminos de tierra. Este hecho aumenta significati-

vamente el esfuerzo que la población debe realizar para trasladarse y ser atendida en hospitales de niveles IV o VI; observemos que el área de servicio de General San Martín, que cuenta con una asignación de usuarios muy similar a Juan José Castelli, presenta alrededor de un 45% menos de costo máximo, y eso significa la presencia de más y mejores caminos que disminuyen el costo.

GRÁFICO 4



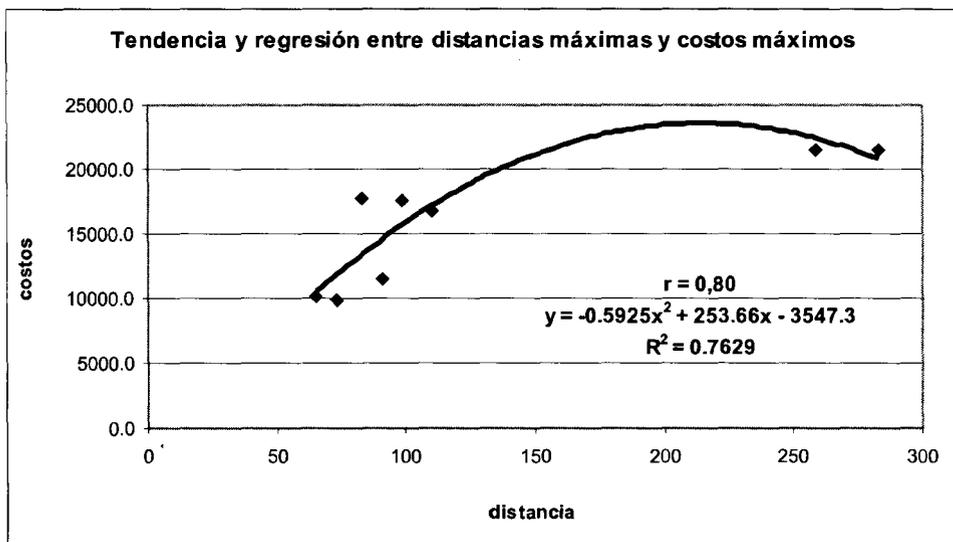
También es notable la situación que se advierte entre los máximos costos alcanzados en las zonas de servicio de los hospitales de Resistencia, Las Breñas y Villa Berthet —17 648,1; 16 753,9 y 17 614,3, respectivamente—. Son costos máximos muy semejantes entre sí; no obstante, debido a que existe una gran disimilitud en cuanto a la demanda asignada a cada zona de servicio, tenemos que concluir que la zona de servicio que corresponde a Villa Berthet, con 9 874 usuarios asignados, es la que se halla en una situación extremadamente desfavorable, ya que estos costos elevados se generan o por la falta de rutas o carreteras (lo que la convierte en un área de poca accesibilidad) o bien responden a rutas de tierra en mal estado de conservación. El caso de Las Breñas es algo similar, aunque en él la accesibilidad mejora con relación a Villa Berthet.

Los usuarios de las zonas de Quitilipi, Villa Ángela y General San Martín son los más beneficiados, ya que los costos máximos de recorrido disminuyen

en relación con las restantes áreas. Ello no significa que su situación sea privilegiada, sino simplemente que gozan de ciertas ventajas si los comparamos con el resto de los usuarios de hospitales públicos.

Antes de concluir, queremos incluir el análisis de correlación y regresión, que nos permite señalar en qué medida los costos totales de recorrido están relacionados con el total de la distancia recorrida. Hemos obtenido así los coeficientes de correlación, determinación y la función de regresión.

GRÁFICO 5



Empleando los costos totales y las distancias totales obtenidas en las ocho zonas de servicio que corresponden a los establecimientos hospitalarios de niveles IV y VI, los de mayor jerarquía en la provincia, se consigue un coeficiente de correlación — r — de 0,80 y de determinación — R^2 — de 0,76. Ello significa que, por un lado, los costos y las distancias se encuentran asociados de forma directa con mucha firmeza y, por otro, que la varianza del costo de desplazamiento, cuando se trata de estos equipamientos, se explica en un 76% por la varianza de las distancias recorrida, con lo cual el 24% restante de la varianza de los costos podría ser explicado por el estado de las carreteras o por la distribución de los equipamientos. Así, para disminuir los costos de desplazamiento a los usuarios de hospitales públicos y mejorar la accesibilidad se tendrían que incrementar las extensiones de caminos o bien re-localizar los equipamientos hospitalarios (es necesario estudiar cada caso en particular para tomar las decisiones pertinentes).

Por último, el mayor coeficiente de determinación se logra a través de una función polinomial; no obstante, no se advierte gran diversidad en las otras funciones de regresión, tal como lo presentamos a continuación:

CUADRO 8: VALORES SEGÚN TIPOS DE FUNCIÓN

Tipo de función	R ²	Función de regresión
función lineal	0,64	$y = 44\ 191x + 9943$
función logarítmica	0,71	$y = 7222.5 \ln(x) - 18\ 399$
función polinomial	0,76	$y = 0.5925x^2 + 253,66x - 3547,3$
función potencial	0,64	$y = 1691,7 x^{0,4627}$
función exponencial	0,56	$y = 10459^{0,0028x}$

De esta manera, podemos afirmar que cuanto mayor es el recorrido que los usuarios deben realizar para tener acceso a un hospital más se explican los costos de desplazamiento por la distancia implicada.

6. CONCLUSIONES

Como corolario de este aporte podemos afirmar que el tratamiento de datos espaciales mediante sistemas de información geográfica resulta muy ventajoso en cuanto a las posibilidades de análisis que brinda y nos permite obtener datos que resultan relevantes para cualquier estudio de diagnóstico y evaluación territorial. En lo que hace a las posibilidades metodológicas expuestas para la delimitación de áreas de influencia se trata de un trabajo sencillo que mucho puede aportar al conocimiento de cualquier región que se desee estudiar, pudiendo no solo delimitar las áreas sino, también, conocer la posible demanda que hará uso del servicio y la accesibilidad diferencial de cada una de ellas, información que es necesario conocer para tratar de reparar las posibles situaciones de injusticia espacial que derivan, sin duda, en injusticia social, ya que las diferencias sociales no son solamente de tipo estructural. La variable 'localización' juega un papel sumamente importante en lo que respecta a la accesibilidad a los servicios por parte de la población.

BIBLIOGRAFÍA

BOSQUE SENDRA, Joaquín

1992 *Sistemas de Información Geográfica*. Madrid: Ediciones Rialp: 451 p.

BOSQUE SENDRA, Joaquín y Sergio MAASS

1995 «Modelos de localización-asignación y evaluación multicriterio para la localización de instalaciones no deseables». *Serie Geográfica*, n.º 5: pp. 97-112 (Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares).

COMAS, David y Ernest RUIZ

1993 *Fundamentos en Sistemas de Información Geográfica*. Barcelona: Ariel.

DIRECCIÓN DE ESTADÍSTICA SANITARIA

1999 *Anuario de Estadísticas Sanitaria 1996-1997-1998*. Buenos Aires: Ministerio de Salud Pública. Provincia del Chaco.

(1999) *Anuario de Estadísticas Vitales 1996-1997-1998*. Buenos Aires, Ministerio de Salud Pública. Provincia del Chaco.

GUTIÉRREZ PUEBLA, Javier y Michel GOULD

1994 *SIG: Sistemas de Información Geográfica*. Madrid: Editorial Síntesis. Colección Espacios y Sociedades n.º 2: 251p.

GUTIÉRREZ PUEBLA, Javier y Andrés MONZÓN DE CÁCERES

1993 «La accesibilidad a los centros de actividad económica antes y después del Plan Director de Infraestructuras». En: *Ciudad y Territorio. Estudios Territoriales. I (97)*. Madrid: Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente: pp. 385-395.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS

1992 *Censo Nacional de Población y Viviendas de la Provincia del Chaco, 1991*. Buenos Aires.

RAMÍREZ, Mirta Liliana

2000 «Evaluación y diagnóstico de la situación hospitalaria en la Provincia del Chaco (Argentina). Aplicación de modelos de localización-asignación óptima mediante Sistemas de Información Geográfica, para posibles nuevos hospitales. Trabajo de Investigación» Tercer Ciclo del Programa de Doctorado de la Universidad de Alcalá (Alcalá de Henares, inédito).

VUORI, H.V.

1988 *El control de calidad en los servicios sanitarios*. Barcelona: Masson: 142 p. [traducción al castellano: 1996].