

# DETERMINACION DE SITIOS OPTIMOS DESTINADOS A LA EXPANSION DE LOS EQUIPAMIENTOS DE ATENCION PRIMARIA DE LA SALUD EN EL ÁREA METROPOLITANA DEL GRAN RESISTENCIA CHACO (Argentina) <sup>1</sup>

Dra. Prof. Liliana Ramírez<sup>2</sup>

[lramirez@hum.unne.edu.ar](mailto:lramirez@hum.unne.edu.ar)

## RESUMEN

En la sociedad moderna, el acceso a los servicios públicos orientados a la prevención, al cuidado y a la reparación de la salud, es considerado un derecho que posee la población y, por ello, debe garantizarse que su localización y distribución responda a criterios de justicia o equidad territorial, es decir un acceso igualitario, en términos de necesidad, para toda la población. En efecto, los hospitales públicos, los centros de atención primaria para la salud, los puestos sanitarios urbanos y rurales, deben presentar un reparto espacial de manera tal que, tanto los beneficios generados por su utilización como las desventajas por no acceder a ellos, sean soportados por toda la sociedad de forma equitativa. A pesar de esta expresión de justicia y equidad, la realidad siempre se muestra menos ecuánime de lo que merecería la sociedad, por ello la contribución que presentamos tiene como objetivos, por un lado, mostrar las características de la distribución actual de los equipamientos sanitarios en el Área Metropolitana del Gran Resistencia de la Provincia del Chaco y, por otro lado, sugerir diferentes escenarios con los sitios óptimos destinados a una posible expansión del servicio.

Para alcanzar los objetivos que se expusieron en el párrafo anterior, emplearemos, tanto Sistemas de Información Geográfica (en adelante SIG), como Sistemas de Ayuda a la Decisión Espacial (en adelante SADE), recursos que consideramos altamente valiosos para abordar cuestiones relacionadas con la valoración de las distribuciones y, a la vez, para mostrar las localizaciones óptimas destinadas a posibles nuevas instalaciones o, como llamamos en el título del trabajo, para expandir la dotación de los equipamientos. Además de los propósitos señalados, nuestra finalidad es poner en valor la utilidad del desarrollo concebido en la Faculty of Geographical Sciences de la Universidad de Utrecht, el *Flowmap*, que

---

<sup>1</sup> La presente contribución es parte del capítulo del libro "Sistemas de Información Geográfica y localización de instalaciones y equipamientos" (2011). Joaquín Bosque Sendra y Antonio Moreno Jiménez, Edts. 2da. edición en prensa.

<sup>2</sup> Instituto de Geografía. Facultad de Humanidades. Universidad Nacional del Nordeste. Argentina. Laboratorio de Tecnologías de la Información Geográfica. UNNE-CONICET

está orientado al análisis espacial y entre sus funcionalidades ofrece la posibilidad de emplear modelos de localización-asignación óptima<sup>3</sup>.

## **PALABRAS CLAVES**

LOCALIZACION OPTIMA – SIG – FLOWMAP

## **INTRODUCCION**

En la sociedad moderna el acceso a los servicios públicos orientados a la prevención, al cuidado y a la reparación de la salud, es considerado un derecho que posee la población y, por lo tanto, debe garantizarse que su localización y distribución responda a criterios de justicia o equidad territorial, es decir un acceso igualitario, en términos de necesidad, para toda la población. En este sentido los hospitales públicos, los centros de atención primaria para la salud, los puestos sanitarios urbanos y rurales, entre otros, deben presentar un reparto espacial de manera tal que, tanto los beneficios generados por su utilización como las desventajas por no acceder a ellos, sean soportados por toda la sociedad de forma equitativa. A pesar de esta expresión de justicia y equidad, la realidad siempre se muestra menos ecuánime de lo que merecería la sociedad, por ello la contribución que presentamos tiene como objetivos, por un lado, mostrar las características de la distribución actual de los equipamientos sanitarios en el Área Metropolitana del Gran Resistencia (en adelante AMGR) de la Provincia del Chaco y, por otro lado, sugerir diferentes escenarios con los sitios óptimos destinados a una posible expansión del servicio, todo ello considerando a la población sin obra social, plan médico o mutual como potencial usuaria.

En concordancia con la línea de este texto, para alcanzar los objetivos que se expusieron en el párrafo anterior, emplearemos, tanto Sistemas de Información Geográfica (en adelante SIG), como Sistemas de Ayuda a la Decisión Espacial (en adelante SADE), recursos o desarrollos que consideramos altamente valiosos para abordar cuestiones relacionadas con la valoración de las distribuciones y, a la vez, para mostrar las localizaciones óptimas destinadas a posibles nuevas instalaciones o, como llamamos en el título del trabajo, para expandir la dotación de los equipamientos.

---

<sup>3</sup> Mayor información se podrá encontrar en <http://flowmap.geog.uu.nl/>

Los modelos de localización-asignación óptima, de los que con abundancia se han extendido anteriormente en este texto, nos permitirán:

- a.** identificar cuál es la localización más apropiada para nuevos equipamientos sanitarios considerando los que actualmente forman parte de la dotación de servicios en el AMGR; y
- b.** estimar y valorar las mejoras que implicaría la expansión del servicio de cara a aumentar y potenciar el acceso a los equipamientos o instalaciones sanitarias.

Finalmente, además de los propósitos expuestos, nuestra finalidad es poner en valor la utilidad de un sistema, programa o desarrollo concebido en la Faculty of Geographical Sciences de la Universidad de Utrecht, el *Flowmap*, que está orientado al análisis espacial y entre sus funcionalidades ofrece la posibilidad de emplear modelos de localización-asignación óptima<sup>4</sup> que nos permitirán alcanzar nuestros propósitos.

## **DESARROLLO**

### **El área de estudio y la población usuaria potencial**

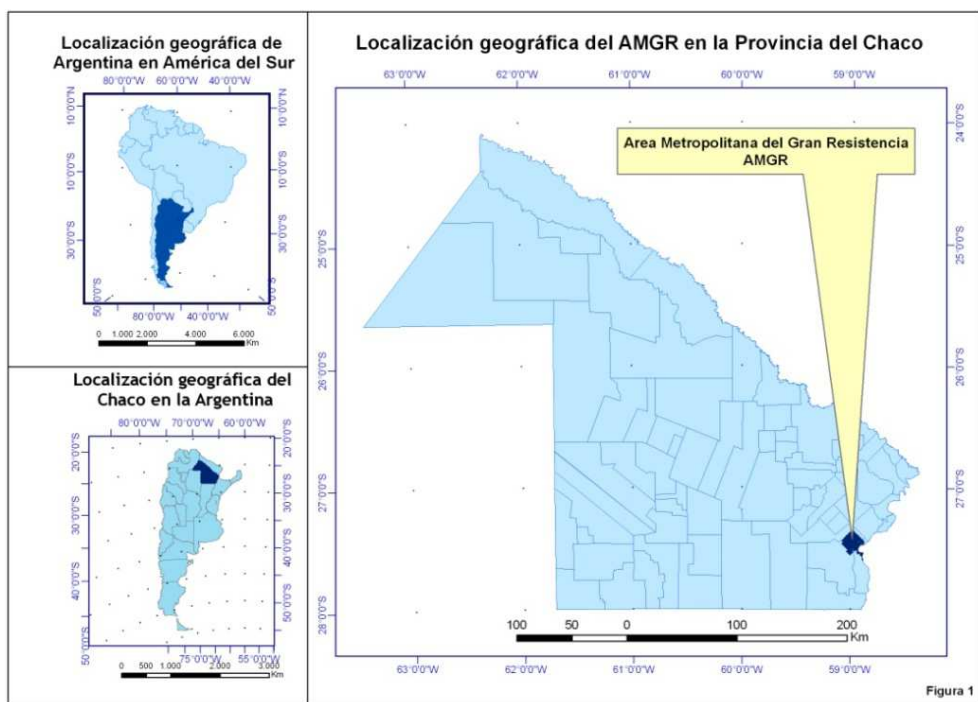
En el norte de la República Argentina, el sector de mayor población de la Provincia del Chaco es el Área Metropolitana del Gran Resistencia –AMGR- (figura 1), está conformada por 4 municipios: Resistencia, Puerto Barranqueras, Fontana y Puerto Vilelas (figura 2), que en 2001<sup>5</sup> reunía una población de 360.405 habitantes que habitaban en 90.284 hogares, de esta cantidad unas 196.147, es decir el 54,4% no contaba con los beneficios de obra o cobertura social, plan médico o mutual, por esta razón, este colectivo será considerado como la demanda potencial a ser atendida por los equipamientos sanitarios públicos que, en el área de estudio, son dos hospitales públicos y cuarenta y un centros de salud<sup>6</sup> (figura 2).

---

<sup>4</sup> Mayor información se podrá encontrar en <http://flowmap.geog.uu.nl/>

<sup>5</sup> Los datos corresponden al Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas del año 2001. Si bien se cuenta con datos provisorios del Censo realizado en el año 2010, los mismos sólo se conocer para el conglomerado y no para los radios censales, tal es el requerimiento para el análisis.

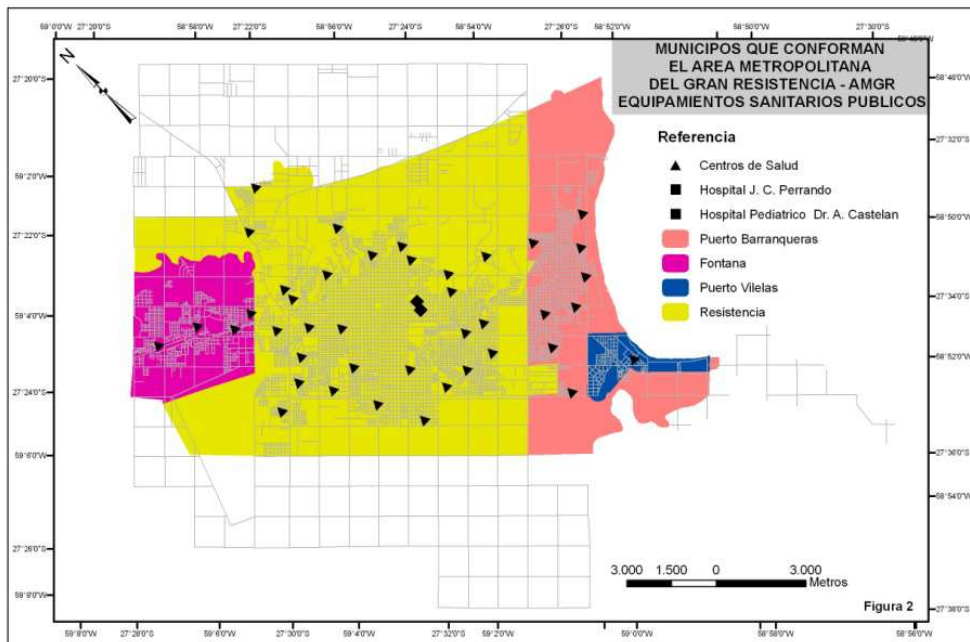
<sup>6</sup> En la República Argentina, el sistema de salud vigente permite la coexistencia del servicio sanitario público y privado. El primero es un servicio gratuito destinado a toda la población mientras que el segundo es subvencionado económicamente por los usuarios



**Figura 1: Localización del Área de Estudio<sup>7</sup>**

La distribución de la población sin obra o cobertura social o como la llamaremos en adelante “demanda potencial” que emplea los equipamientos sanitarios públicos se ha podido modelizar, a partir de la información proporcionada por la Dirección de Estadísticas de la Provincia del Chaco que suministró los datos correspondientes a las 369 unidades censales –radios- que cubrían el AMGR en 2001. El dato de total de población sin cobertura social por radio al que se ha podido acceder, no presenta diferencias por edad ni tampoco por sexo, razón por la cual sólo plantearemos un escenario de análisis, es decir el que corresponde a la totalidad de la población que no se atiende en el servicio privado.

<sup>7</sup> Todas las figuras, mapas, tablas son de elaboración propia de la autora.

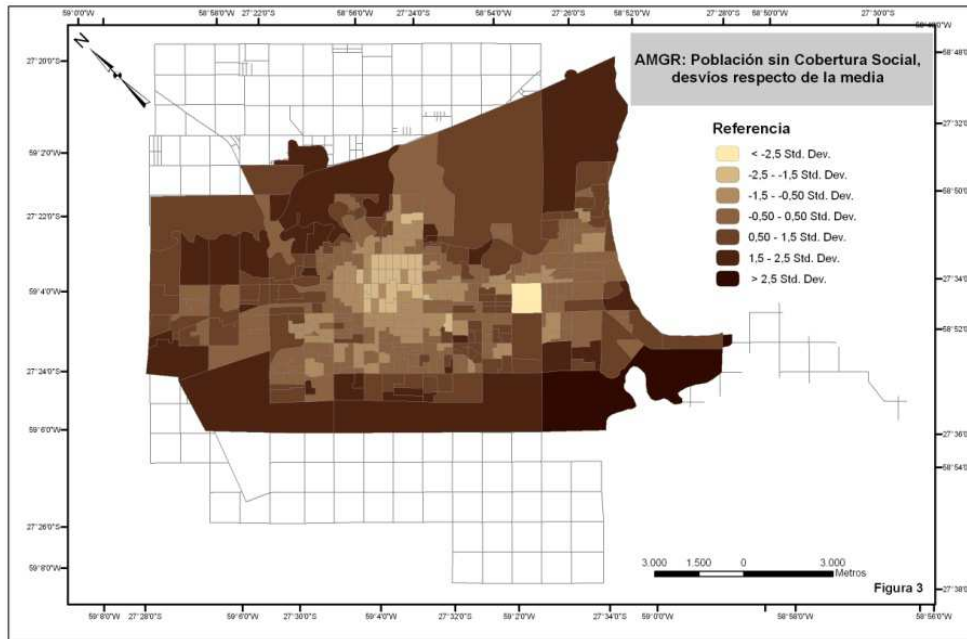


**Figura 2: Distribución actual de los equipamientos sanitarios públicos**

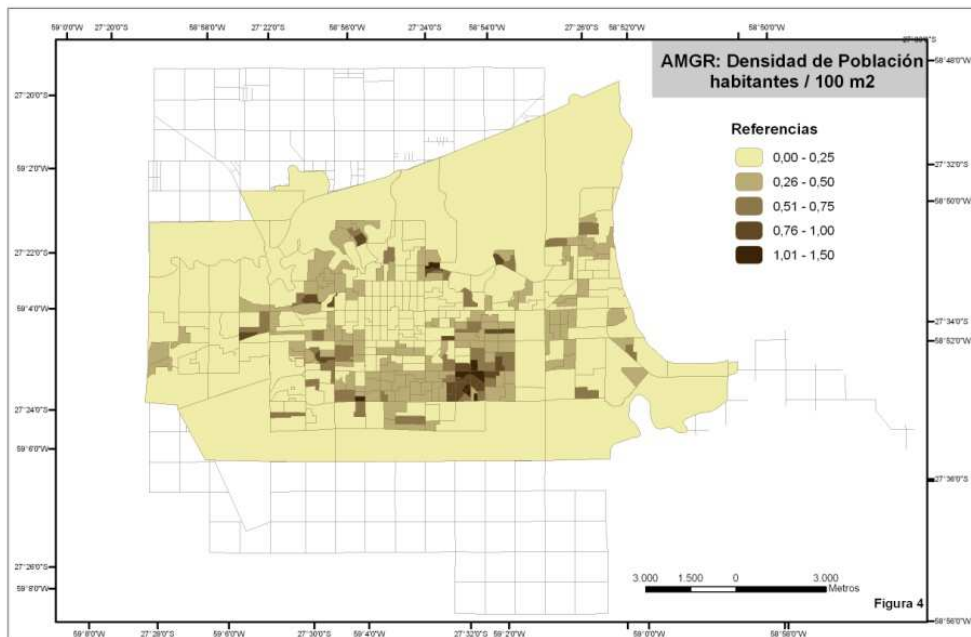
En la figura 3 se visualiza la cantidad de demanda potencial según su residencia en cada una de las unidades censales; considerando que el valor promedio de demanda en cada radio es de 532 individuos<sup>8</sup>, se aprecia que en el anillo externo del conglomerado, en ciertos radios censales, la demanda potencial es dos veces y media más que el valor medio. El registro absoluto de la población usuaria de equipamientos sanitarios públicos es relevante para la aplicación de los modelos de localización, pero también es preciso tener una aproximación a la mejor distribución espacial que sea posible, en este caso, en la figura 4, se muestra la densidad considerando una unidad mínima de 100 metros cuadrados. Cuanto más precisa sea la información del reparto poblacional existen mayores posibilidades de comparar los resultados alcanzados en función de las necesidades de acceso de la población<sup>9</sup>.

<sup>8</sup> El valor mínimo es 0 (fracción censal 7-radio censal 22) y el valor máximo 1699 (fracción censal 25-radio censal 21).

<sup>9</sup> La obtención de esta información se logró tras la conversión de formatos de datos (vector-raster) y asignación de demanda potencial a unidades espaciales menores.



**Figura 3: Distribución de la población sin Cobertura Social**



**Figura 4: Densidad de Población en el AMGR**

### **La información de entrada**

Como ya expusimos, nuestro interés radica en estimar el grado de equidad territorial que presenta la actual distribución de equipamientos sanitarios públicos en el AMGR en relación con la población usuaria potencial, por lo tanto los datos necesarios de entrada son los puntos que representan a las 43 instalaciones<sup>10</sup> y la demanda asignada a puntos que se corresponden con el centroide de cada uno de

<sup>10</sup> La localización puntual de los equipamientos sanitarios en el AMGR fue proporcionada por el Ministerio de Salud de la Provincia del Chaco.

los 369 radios censales<sup>11</sup>. A su vez, si tenemos presente que los usuarios potenciales, para trasladarse de un sitio de demanda (centroide/unidad censal) a un sitio de oferta (equipamiento), se desplazan a través de la red vial, entonces, un tercer elemento necesario para el análisis, es la red viaria, constituida en nuestro caso, por las calles y avenidas que conforman la estructura vial del conglomerado metropolitano<sup>12</sup>.

Con esta información de partida es preciso plantear más de un escenario de análisis, por ejemplo, en cuanto a la demanda potencial se podría considerar “según género”, “según grupos de edad”, “según el estado de morbilidad”; en cuanto a la movilidad se podría analizar las distintas formas “andando a pie”, “andando en moto-vehículos”, “bicicletas”, “transporte público”, “transporte privado o particular”, entre otros. Con esto queremos hacer notar que somos conocedores de las variadas situaciones o escenarios que podemos plantear y que, a pesar de ello, sólo se presentará el escenario que corresponde a la totalidad de la demanda potencial contenida en cada unidad censal y a la posibilidad de movilidad o traslado a pie, estimamos que ésta sería la situación más comprometida y por ello la elección.

### **Los recursos tecnológicos utilizados**

Los recursos tecnológicos se han elegido en función de las necesidades que surgen del planteamiento de los objetivos y también de las posibilidades de análisis que nos ofrecen las aplicaciones o desarrollos que se encuentran actualmente disponibles. SIG y SADE son recursos que se complementan de manera apropiada para abordar cuestiones de localización óptima. *ArcGis 9.3* ha sido la plataforma que nos permitió realizar la modelización de la distribución de la demanda, el análisis de accesibilidad y la representación y salida cartográfica. *Flowmap 7.40* nos resultó idóneo para elaborar la matriz de distancias, aplicar diferentes modelos de localización óptima bajo diferentes alternativas y, a partir de ellas, apreciar y poner en valor los resultados alcanzados. Si bien la conversión e integración de datos en *Flowmap* resultó tedioso y, en ocasiones, latoso, sus resultados logran disimular las

---

<sup>11</sup> La base cartográfica correspondiente a los radios censales fue proporcionada por la Dirección de Estadística y Censo de la Provincia del Chaco.

<sup>12</sup> En el caso de Resistencia y Puerto Barranqueras la red vial que empleamos fue proporcionada por los municipios respectivos. En los casos de Puerto Vilelas y Fontana el personal del Laboratorio de Tecnologías de la Información Geográfica elaboró las redes correspondientes.

cansadoras etapas previas a los logros, por ello alentamos a su utilización y apostamos a futuras versiones más asequibles.

### **El análisis de accesibilidad y los modelos de localización óptima**

Conocer de la mejor manera posible la accesibilidad geográfica o espacial que actualmente le cabe a la población respecto de los equipamientos sanitarios, es el paso inicial, necesario, para encaminar cualquier futura planificación u ordenamiento territorial que esté basado en la equidad espacial. Así, previo a la aplicación de los modelos de localización óptima, se estimará la demanda potencial según accesos diferenciales en distancia y tiempo, medido a través de la red vial, que le corresponde actualmente a cada equipamiento sanitario. Una vez conocida la configuración actual y la potencial demanda que atiende cada instalación se procederá a la utilización de los modelos que nos permitirán conocer el grado de justicia espacial y, luego, saber cuáles son los sitios más idóneos para localizar nuevas instalaciones.

En lo que atañe a los modelos elegidos para alcanzar las metas, se han seleccionado dos de los modelos disponibles en *Flowmap*, el de “Cobertura Máxima” (*Maximize Overall Customer Coverage*) que trata de identificar la localización óptima de manera que se maximice la demanda contenida en un radio de distancia fijado por el usuario; y el *P-mediano* o *Minisum* (*Minimize Overall Average Distance*) que describe el conjunto de lugares que minimizan la distancia media recorrida por la demanda, asignando cada punto de demanda al centro de servicio más próximo.

### **La situación actual en el AMGR**

A los efectos de precisar las características que presenta la accesibilidad de la población a los equipamientos sanitarios en el AMGR, se consideró pertinente, como primer análisis, tener en cuenta la distancia que se recorre por la red vial, este dato nos aproxima a la modelización de la movilidad o desplazamiento de las personas a través de ella. Surgieron así las áreas de cobertura de servicio según 5 intervalos de distancia: 500, 1000, 2000, 3000 y más de 3000 metros (figura 5), a partir de estos



polígonos se calculó la cantidad de demanda contenida en cada área según intervalos de distancia (tabla 1 y gráfico 1)<sup>13</sup>.

Como resultado de la actual configuración del reparto de los centros o equipamientos sanitarios, se puede señalar que cerca del 22% -más de 43.000 personas- tienen acceso a un centro a menos de 500 metros; el rango de distancia que reúne una mayor cantidad de demanda se corresponde con el trayecto comprendido entre los 500 y 1000 metros, en este caso se trata de más del 42% de los potenciales usuarios. Un tercer grupo de posibles beneficiarios, que supera el 31%, debería recorrer entre 1 y 2 kilómetros para ser atendido. Finalmente, el grupo más alejado es el que tiene que recorrer distancias superiores a los 2 kilómetros y que son más de 8.700 individuos, dentro de este último intervalo se han apreciado distancias extremas superiores a los 10 kilómetros, situación observada en el sur del AMGR.

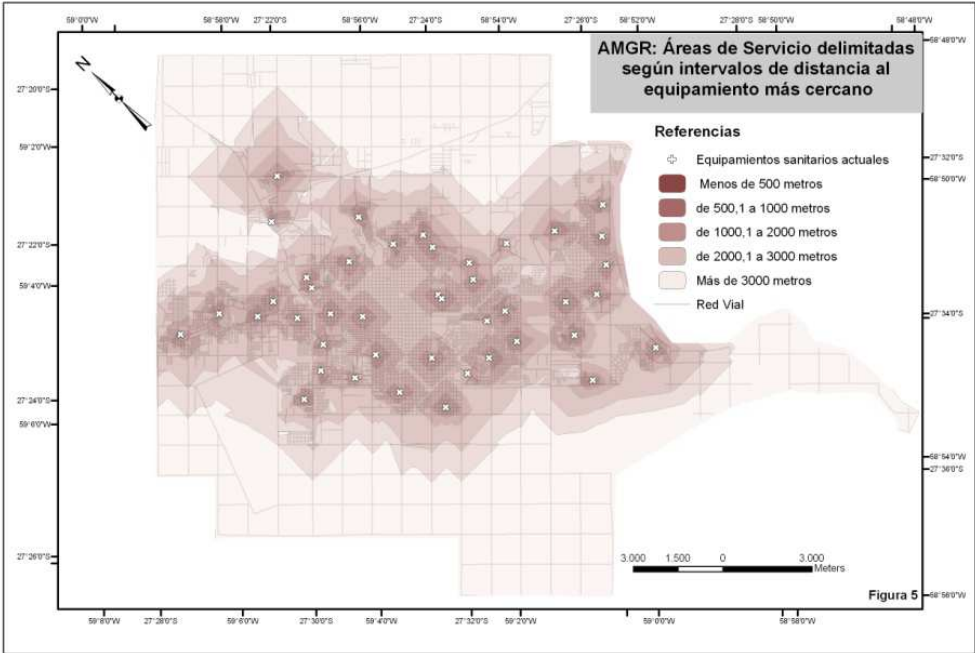


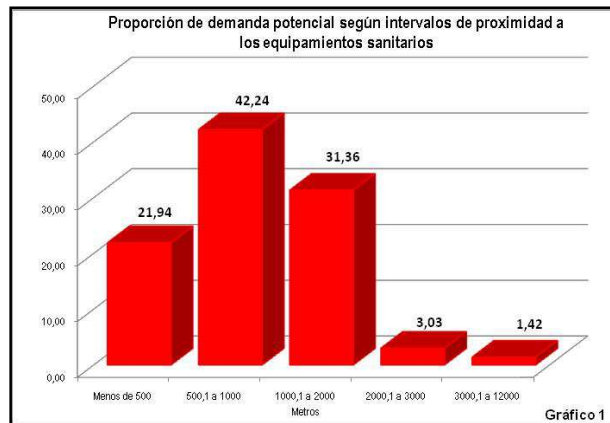
Figura 5: Áreas de Servicio al equipamiento actual más cercano, según distancia.

Tabla 1: Demanda Potencial asignada por áreas de servicio, según distancia al equipamiento más cercano.

Intervalo de distancia	Total de Demanda Potencial	Demanda Potencial (%)
Menos de 500 metros	43026	21,94
500,1 a 1000 metros	82856	42,24
1000,1 a 2000 metros	61518	31,36
2000,1 a 3000 metros	8700	3,03

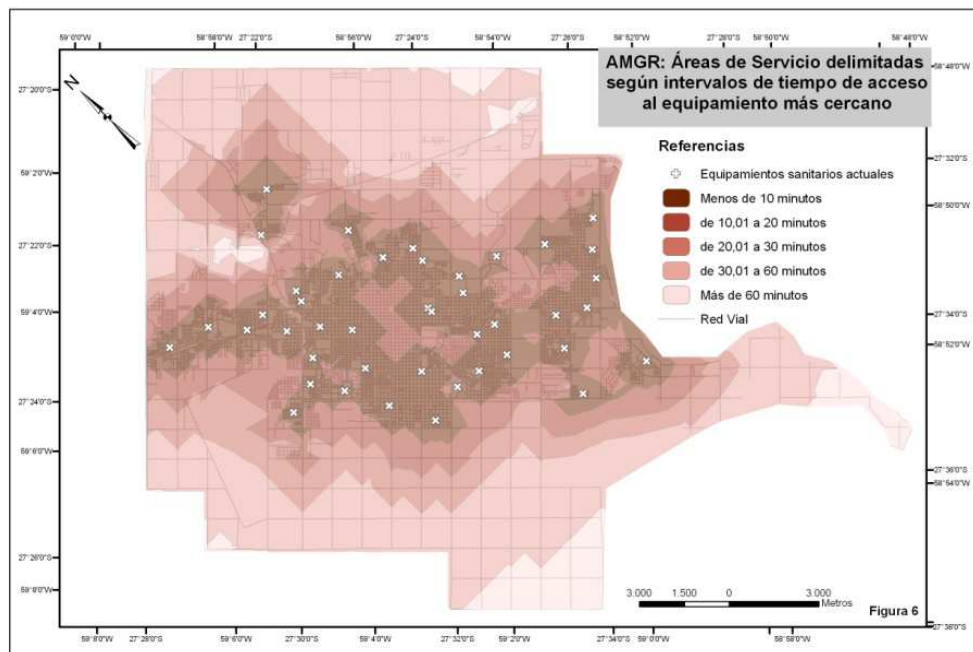
<sup>13</sup> Si bien también es posible conocer la cantidad de demanda por cada intervalo de distancia y por cada centro a los efectos de conocer las disparidades de demanda por centro y por distancia, por razones de espacio no serán incorporadas en este aporte.

Más de 3000 metros	2788	1,42
--------------------	------	------



**Gráfico 1: Demanda Potencial asignada por áreas de servicio, según distancia al equipamiento más cercano.**

Un segundo tipo de análisis llevado a cabo surgió a partir del cálculo del tiempo que la demanda emplea para acceder a los centros. Se utilizó la red vial del AMGR, y se empleó como única medida de traslado una velocidad de 80 metros por cada minuto, de este modo, el mayor desplazamiento alcanzó un registro máximo de 243 minutos (recordamos que se trabajó sobre la idea de un desplazamiento a pie, de esta forma cualquier alternativa mejoraría este registro). Para definir las áreas de servicio se reconocieron 5 intervalos de tiempo de desplazamiento: 10, 20, 30, 60 y más de 60 minutos (figura 6) y de las áreas de servicio generadas se extrajo la demanda potencial por cada intervalo (tabla 2, gráfico 2).



**Figura 6: Áreas de Servicio al equipamiento actual más cercano, según tiempos de acceso.**

Los resultados alcanzados muestran una situación más alentadora que el análisis anterior, una proporción cercana al 78% de la demanda potencial se encuentra a menos de 10 minutos de distancia del centro más próximo, mientras que más del 19,6% necesita entre 10 y 20 minutos para desplazarse hasta un equipamiento sanitario. Un poco más de 5000 personas estarían alejadas más de 20 minutos de distancia al equipamiento más próximo.

**Tabla 2: Demanda Potencial asignada por áreas de servicio, según tiempos de acceso al equipamiento más cercano.**

Intervalo de tiempo de desplazamiento	Total de Demanda Potencial	Demanda Potencial (%)
Menos de 10 minutos	152455	77,73
10,01 a 20 minutos	38597	19,68
20,01 a 30 minutos	3352	1,71
30,01 a 60 minutos	1465	0,75
Más de 60 minutos	276	0,14



**Gráfico 2: Demanda Potencial asignada por áreas de servicio, según distancia al equipamiento más cercano.**

Finalmente, también podemos señalar los estadísticos más relevantes como la distancia promedio que se recorre actualmente 930,87 metros y el desvío estándar de este parámetro que alcanza a 724,20 metros.

El planteamiento de la situación actual nos permitirá, a la postre, realizar las comparaciones necesarias a los fines de advertir de qué forma se mejora la configuración actual con la adición de tres equipamientos a los que actualmente existen. Si bien ya hemos reconocido la riqueza que implicaría la presentación de un trabajo con variadas aristas que indague cuáles son las localizaciones óptimas “discriminando” de forma apropiada los diferentes grupos poblacionales y las diversas maneras de movilidad de la población, esta aproximación será suficiente para demostrar los variados escenarios posibles que brinda la aplicación de los

modelos de localización-asignación y, sobre la base de sus resultados, fortalecer el proceso de toma de decisiones.

### **Los Sitios Óptimos para la expansión del servicio**

El crecimiento y la redistribución de la población en los aglomerados, enfrenta a las administraciones públicas a planificar, casi de manera constante, la mejora en los servicios públicos que atienden a los habitantes. Esta mejora, entre otras cuestiones, puede consistir en el mantenimiento de sus instalaciones, en el adecuado funcionamiento de sus prestaciones, en la ampliación del servicio; en este último aspecto se pueden señalar, el incremento de la dotación de recursos humanos, la adición de nuevos horarios de atención o la expansión territorial del servicio. Cualquiera de las situaciones que se deban resolver implica una relevante toma de decisiones que tiene que estar sustentada en criterios de justicia y equidad a los efectos de alcanzar resultados que, considerando las necesidades que cada grupo poblacional presenta, beneficien a todos de manera justa y equitativa, es decir que no es preciso otorgar a todos los habitantes iguales servicios, sino intentar otorgar a cada individuo lo que necesita.

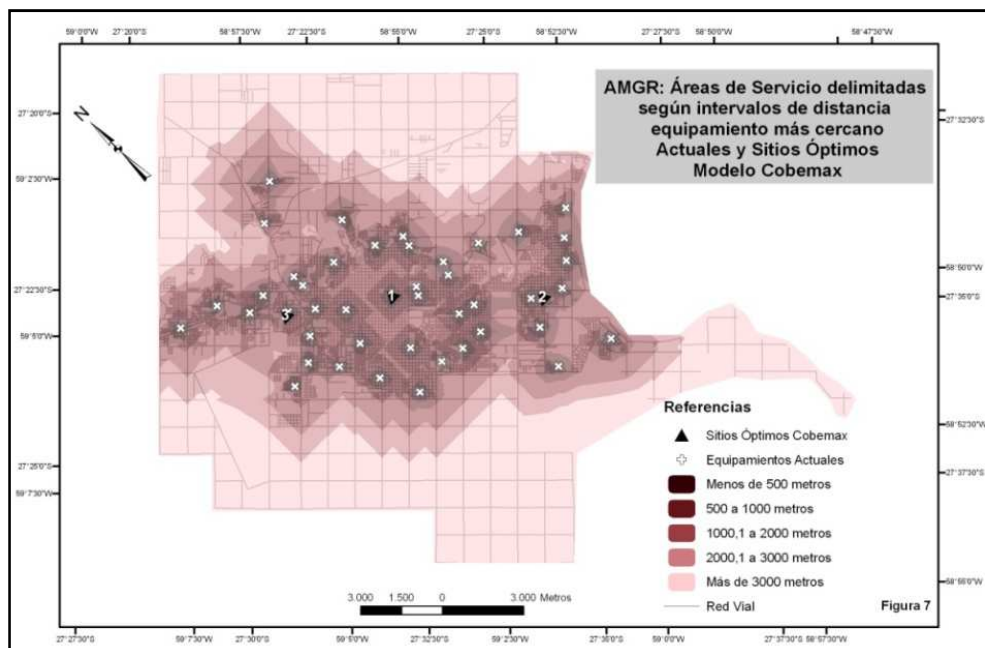
En efecto, en este apartado se mostrarán los resultados surgidos como consecuencia de aplicar modelos de localización-asignación óptima para incrementar la cantidad de equipamientos sanitarios en el AMGR, considerando un grupo inicial existente que coinciden con los centros de salud y hospitales públicos actuales. Estos resultados se apoyan en el criterio de equidad, en este caso, proporcional a la población que los necesita.

#### Según el modelo *Maximize Overall Customer Coverage*

Tal como comentamos anteriormente si de lo que se trata es de aumentar la dotación de equipamientos bajo criterios de equidad, uno de los modelos más pertinentes para emplear es el de “cobertura máxima del servicio”, éste puede ser aplicado considerando un umbral de tiempo o alcance espacial del servicio o considerando la totalidad de los demandantes. La aplicación del modelo se realiza sobre la base de una matriz de distancias o tiempo elaborado en la misma aplicación *Flowmap* que contiene los modelos de localización-asignación óptima.

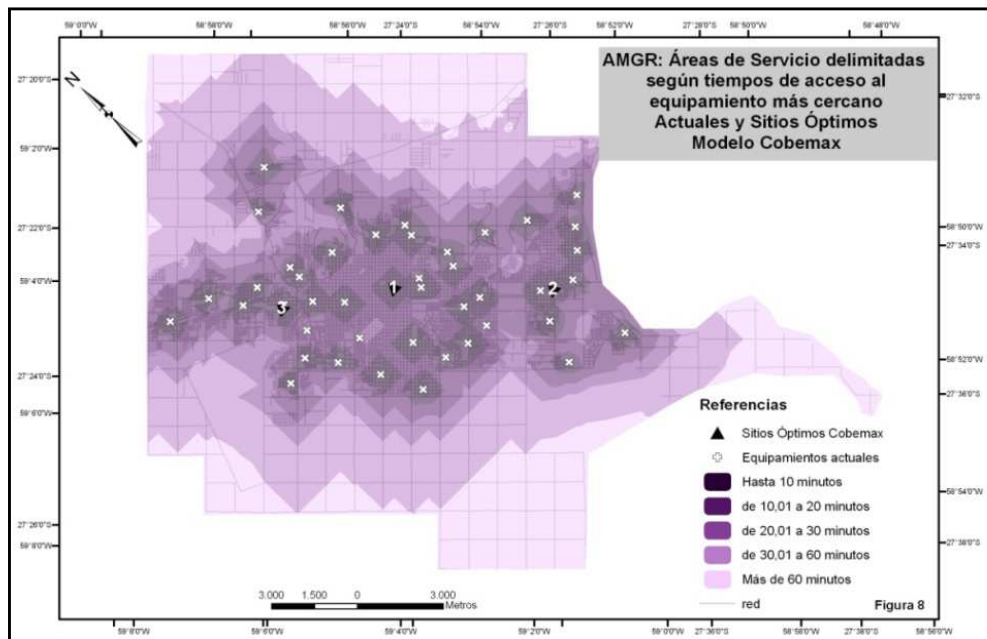
Como resultado de nuestra investigación, teniendo en cuenta la distancia recorrida por los usuarios, surgieron las tres posibles localizaciones óptimas para nuevas instalaciones , el primer lugar escogido por este modelo fue el **radio 01 de la**

**fracción 8** (nº 1 en la figura 7-figura 8), sitio ubicado en un lugar céntrico del AMGR, en el municipio de Resistencia, coincidente con un espacio en el que no se aprecian actualmente centros públicos y, por el contrario está dotado de una significativa cantidad de servicios sanitarios privados. La segunda localización marcada es el **radio 04 de la fracción 20**, en el sector sureste (nº 2 en la figura 7-figura 8), esta ubicación corresponde al municipio de Barranqueras, mientras que el tercer sitio se ubica al oeste del municipio de Resistencia, en el **radio 08 de la fracción 16**, en un sector altamente poblado del aglomerado (nº 3 en la figura 7-figura 8).



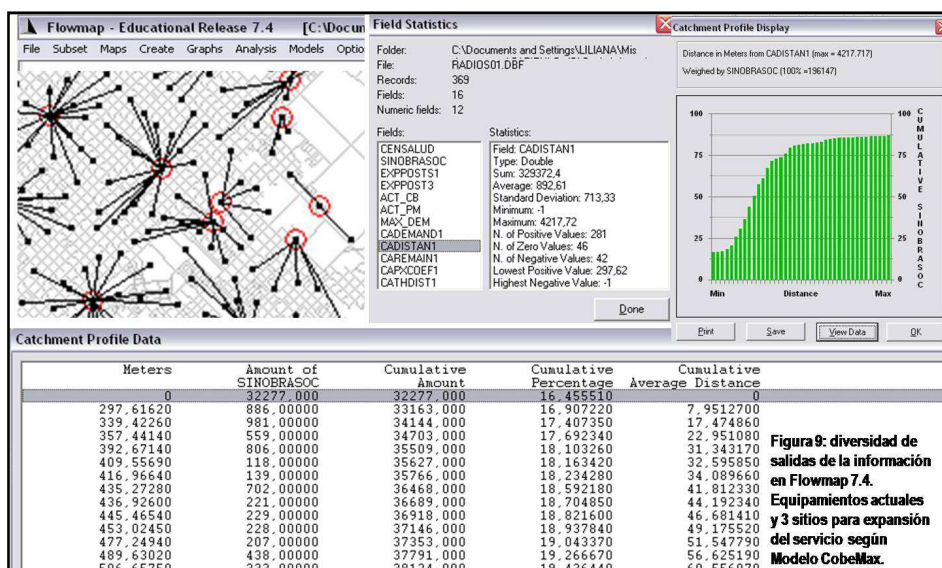
**Figura 7: Áreas de de Servicio delimitadas según intervalos de distancia al equipamiento más cercano. Equipamientos Actuales y Óptimos según Modelo Cobemax.**

En la figura 9 podemos apreciar las múltiples salidas de información que ofrece *Flowmap*, una vez aplicados los modelos de localización-asignación óptima. Así de izquierda a derecha apreciamos, en primer lugar, las posibilidades cartográficas en lo que atañe a la asignación de puntos de demanda a centros de oferta; en el centro, los estadísticos univariados, en este caso para el análisis de la distancia, aunque se puede realizar también para la demanda; y a la derecha un gráfico de frecuencias acumuladas en el que se observa la proporción de población según distancias al equipamiento más próximo, gráfico que se corresponde con la imagen de la tabla inferior en la que se registran los valores de demanda, demanda acumulada, proporción de demanda acumulada, y promedio de distancia acumulada, en todos los casos según la distancia, en las unidades de medida en la que se haya trabajado, a los puntos de oferta.



**Figura 8: Áreas de de Servicio delimitadas según tiempos de acceso al equipamiento más cercano. Equipamientos Actuales y Óptimos según Modelo Cobemax**

Así, añadidos estos sitios óptimos a los actuales, podemos apreciar las mejoras en la organización espacial del conjunto de equipamientos a partir de los parámetros de distancias, promedio y desviaciones estándar, que se reducen en un 4,1%, es decir de una distancia media de 930,87 metros se pasa a 892,61 metros (figura 9). De igual modo la desviación estándar de las distancias medias disminuye en un 1,5%, es decir de 724,20 se reduce a 713,33 metros (figura 9). Asimismo, en el ejemplo que se muestra (figura 9) se puede observar que 32277 usuarios potenciales, que representan el 16,45% de la demanda, tienen una localización coincidente con el centro de oferta. En términos de modelización geométrica, esto significa que el punto de demanda y el de oferta comparten el mismo sitio en el espacio de análisis.



**Figura 9: Salida de la información en Flowmap 7.4. Equipamientos actuales y 3 sitios óptimos según el Modelo Cobemax.**

Otro tipo de análisis que se realizó con miras a echar luz a las mejoras que implicaría esta expansión del servicio, fue la de re-calcular las demandas contenidas por intervalos de distancia y por tiempos de acceso, incorporando a los 43 centros actuales, los 3 nuevos sitios determinados con el modelo *Cobemax*. En efecto, las figuras 7 y 8 muestran, además de los sitios óptimos ya señalados, las nuevas áreas de servicio según distancia y tiempo respectivamente.

**Tabla 3: Demanda Potencial asignada por áreas de servicio, según distancia al equipamiento más cercano, sitios actuales y 3 sitios óptimos según Modelo Cobemax**

Distancias	Equip.ac tuales	Equip.ac tuales y sitios CbMx	Diferencia s
Menos de 500 metros	21,94	22,38	2,02 (871)
500,1 a 1000 metros	42,24	41,56	-1,62 (-1342)
1000,1 a 2000 metros	31,36	31,58	0,68 (419)
2000,1 a 3000 metros	3,03	3,01	-0,73 (-43)
más de 3000 metros	1,42	1,47	3,45 (96)

Considerando la distancia en el acceso, se aprecia un leve aumento de la población o usuarios potenciales que se beneficiarían con esta expansión ya que quedarían contenidos en el primer umbral de distancia –menos de 500 metros-, algo semejante sucede con el tercer intervalo –de 1 a 2 kilómetros-. En términos relativos parecería una ventaja muy leve, sin embargo, en valores absolutos, los beneficiarios alcanzarían a más de 870 individuos. Por otro lado, se debe señalar también que en el último umbral se aprecia un aumento de demanda que, en términos absolutos, no supera a las 100 personas. Esta situación nos lleva a plantear que sería necesario

avanzar en una combinación de modelos para que las ventajas logradas en los primeros umbrales no se desequilibren con lo que sucede en los últimos.

**Tabla 4: Demanda Potencial asignada por áreas de servicio, según tiempos de acceso al equipamiento más cercano, sitios actúales y 3 sitios óptimos según Modelo Cobemax**

Tiempo	Equip.actuales	Equip.actuales y sitios CbMx	Diferencias
Menos de 10 minutos	77,73	78,09	0,47 (706)
10,01 a 20 minutos	19,68	19,24	-2,24 (-867)
20,01 a 30 minutos	1,71	1,71	0
30,01 a 60 minutos	0,75	0,75	0
Más de 60 minutos	0,14	0,22	53,84 (148)

Cuando se analizan las áreas de servicio a partir de los tiempos de acceso a los centros de oferta, vemos que, como en el caso anterior, el primer intervalo de tiempo (menos de 10 minutos) mejora de cantidad de demanda contenida en su interior, pero se aprecia una reducción en el segundo intervalo (de 10 a 20 minutos) y lo menos ventajoso de este resultado lo constituye el aumento de usuarios en el último intervalo (más de 60 minutos). En consecuencia cabría idéntica reflexión que para el análisis anterior.

Según el modelo Minimize Overall Average Distance

El modelo *P-median* persigue el objetivo de minimizar el total de la distancia recorrida por los usuarios. Cuando se hace referencia a los parámetros de distancia, tenemos que señalar que podemos hablar de la sumatoria de la distancia total, de la distancia media o de la distancia mínima, en el caso que detallaremos se ha aplicado un modelo que intenta “minimizar el total de la distancia media” tal como su nombre lo describe. En este caso, los sitios que han resultado elegidos como potenciales lugares a albergar nuevos equipamientos son el **radio 15 de la fracción 01 y el radio 15 de la fracción 10**, ambos corresponden al municipio de Resistencia, a éstos dos se suma el **radio 05 de la fracción 20**, en el municipio de Barranqueras (figuras 10 y 11).

**Tabla 5: Demanda Potencial asignada por áreas de servicio, según distancia al equipamiento más cercano, sitios actúales y 3 sitios óptimos según Modelo P-median**

Distancias	Equip. actuales	Equip. actuales y sitios P-median	Diferencias
Menos de 500 metros	21,94	21,43	-2,33 (-1003)
500,1 a 1000 metros	42,24	42,40	0,38 (314)
1000,1 a 2000 metros	31,36	31,70	1,08 (666)
2000,1 a 3000 metros	3,03	2,98	-1,76 (-105)
Más de 3000 metros	1,42	1,49	4,56 (127)

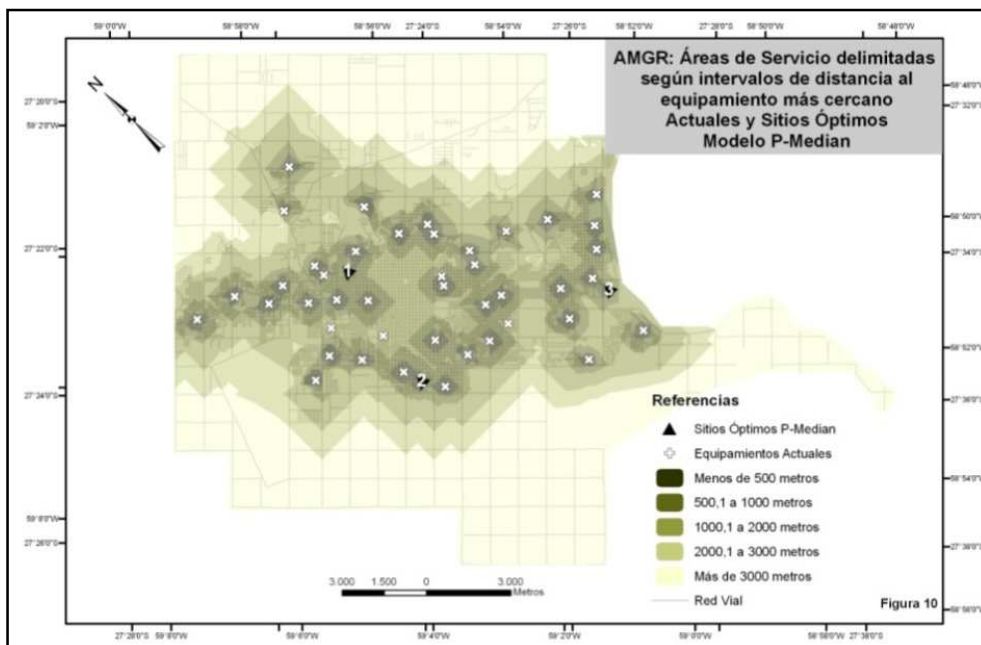


Logrados los sitios óptimos se analizaron las modificaciones que se podrían advertir como consecuencia de añadir estos tres nuevos sitios. Es decir que se rediseñaron las áreas de servicio tanto las que se logran a partir de las distancias recorridas (figura 10), como las que se generan a partir del tiempo de acceso a los centros de salud (figura 11) y de este modo se extrae la demanda contenida en cada uno de los cinco intervalos, tanto de distancia como de tiempo.

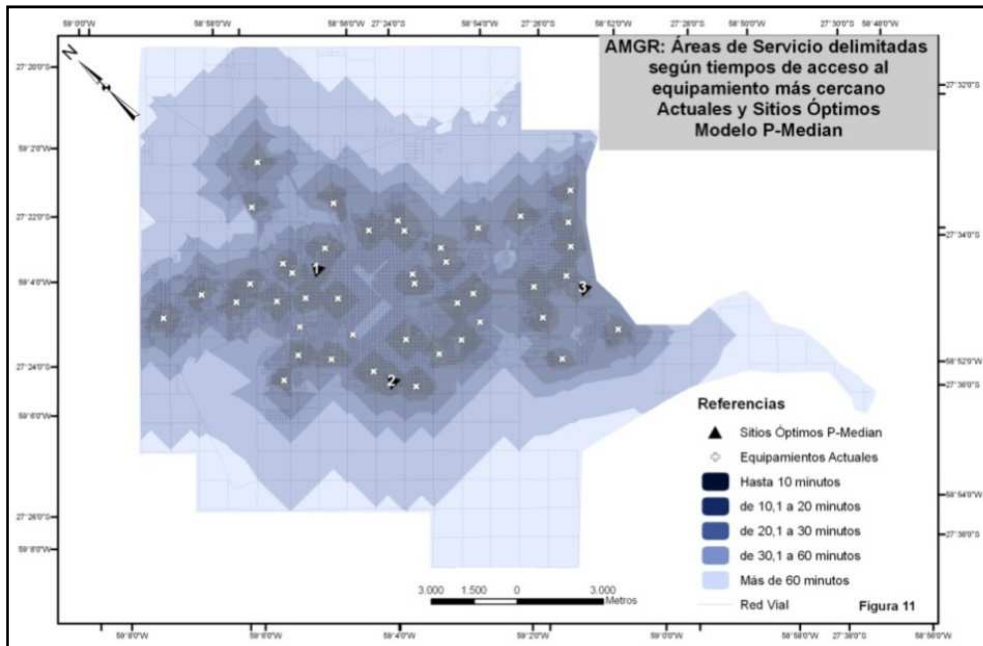
**Tabla 6: Demanda Potencial asignada por áreas de servicio, según tiempos de acceso al equipamiento más cercano, sitios actuales y 3 sitios óptimos según Modelo *P*-median**

Tiempo	Equip. actuales	Equip. actuales y sitios <i>P</i> -median	Diferencias
Menos de 10 minutos	77,73	77,27	-0,59 (-907)
10,01 a 20 minutos	19,68	20,05	1,91 (734)
20,01 a 30 minutos	1,71	1,72	0,60 (20)
30,01 a 60 minutos	0,75	0,75	0
Más de 60 minutos	0,14	0,22	53,87 (148)

Las tablas 5 y 6 contienen estos nuevos registros y allí se pueden apreciar las modificaciones, en términos generales se ven más beneficiarios en los segundos y terceros intervalos, mientras que la última sección, en ambos análisis, muestra un incremento de demandantes, razón por la cual sería necesario encontrar mejores alternativas, es decir aquellas que combinen los logros advertidos en los primeros sectores pero manteniendo la situación que se aprecia en los últimos sectores.



**Figura 10: Áreas de de Servicio delimitadas según intervalos de distancia al equipamiento más cercano. Actuales y Óptimos según Modelo *P*-median.**



**Figura 11: Áreas de de Servicio delimitadas según tiempos de acceso al equipamiento más cercano. Actuales y Óptimos según Modelo *P-median*.**

De igual forma que para la aplicación del modelo *Cobemax*, el sistema *Flowmap* nos brinda una serie de resultados que son muy importantes de cara a la comparación de los diversos escenarios que se alcanzan, estos parámetros incluyen el análisis de distancias y demanda por cada contexto y la asignación de puntos de demanda a puntos de oferta, entre otros (figura 12).

En efecto, entre otros análisis comparativos que es posible realizar, se puede resaltar el que muestra la cantidad de población o usuarios potenciales que residen en el umbral más próximo a los centros, a saber: actualmente 31055 (15,83%), considerando la expansión del servicio según las localizaciones óptimas definidas por el modelo *Cobemax*, 32277 usuarios (16,45%) y, finalmente, teniendo en cuenta las localizaciones óptimas determinadas por el modelo *P-median*, se alcanzan a 34279 (17,47%).

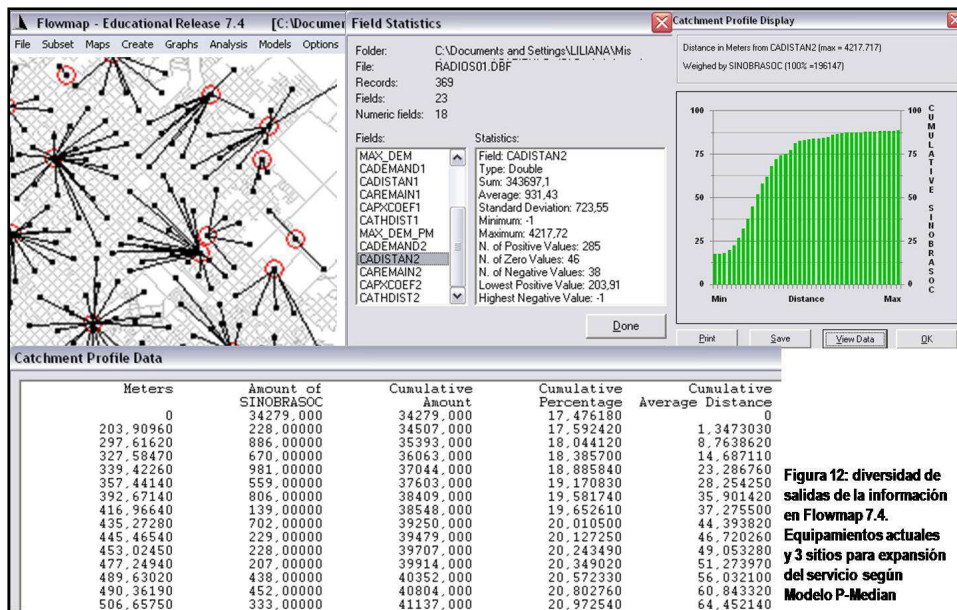


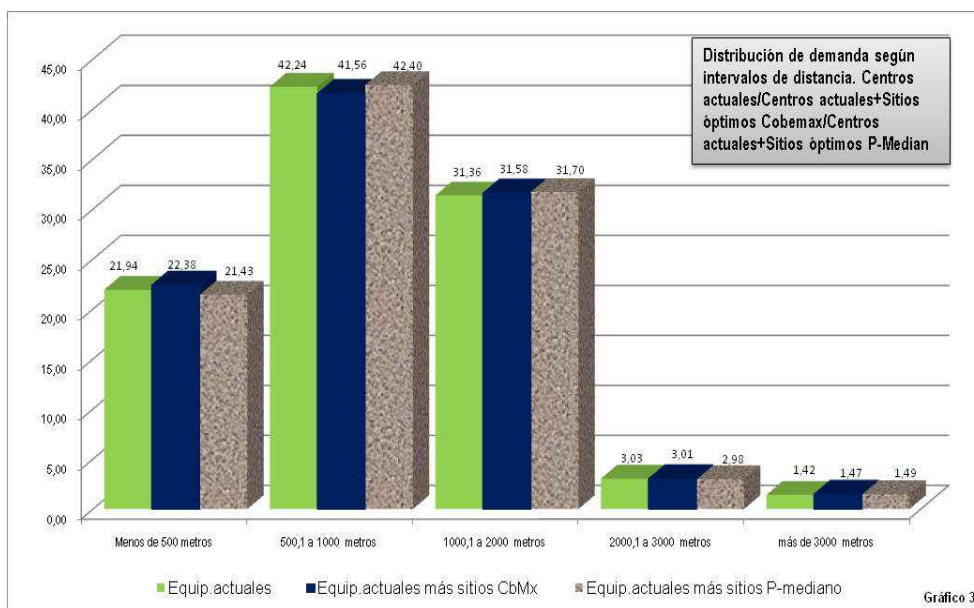
Figura 12: Salida de la información en Flowmap 7.4. Equipamientos actuales y 3 sitios óptimos según el Modelo P-median.

Sin duda las múltiples y variadas combinaciones que se pueden lograr, y que escapan a la extensión de esta contribución, permiten al analista, planificador o investigador diseñar complejos escenarios, nutridos de parámetros o estadísticos univariados y de salidas gráficas y cartográficas que auxilian en todos los momentos que caracterizan al proceso de toma de decisiones.

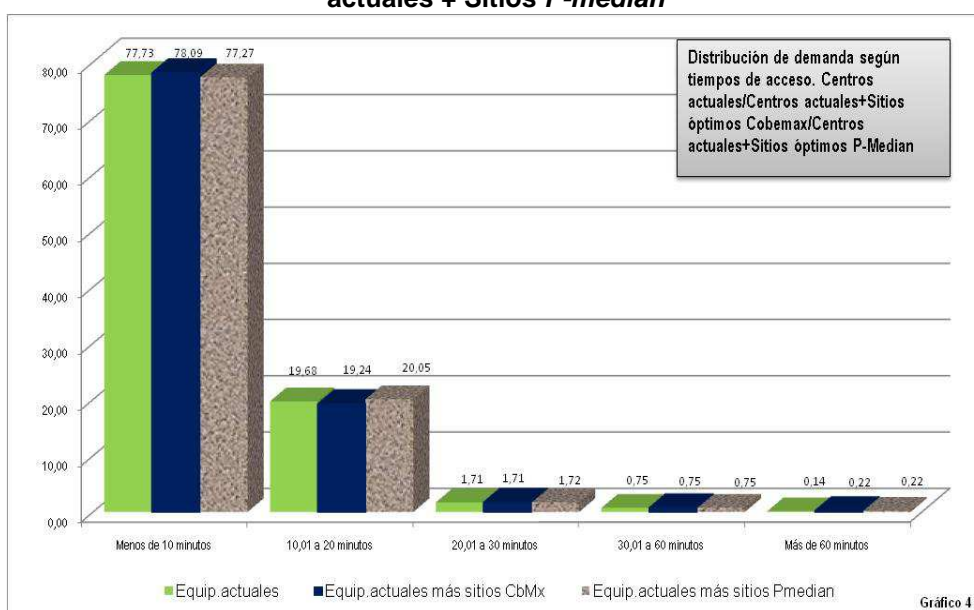
## DISCUSION DE LOS RESULTADOS

Los gráficos 3 y 4 abonan las posibilidades de comparación de resultados que se pueden realizar entre la configuración actual de la distribución de equipamientos y la resultante de la aplicación de los modelos de localización-asignación, habiendo considerado la eventualidad de incrementar el servicio en tres centros, estas representaciones gráficas exponen de forma más evidente la información contenida en las tablas 3, 4, 5 y 6.

En definitiva, analizadas las estadísticas, los gráficos y los mapas resultantes los sitios óptimos *Cobemax* sumados a los centros actuales son los que brindarían mejoras más significativas a los usuarios de centros sanitarios públicos. A todo lo señalado anteriormente, podemos agregar un último estadístico, el Coeficiente de Gini, generado en el *Flowmap*, que nos permite apreciar la inequidad espacial; así, en el caso de los sitios actuales sumados a los sitios *Cobemax* se alcanza un valor de 0,4032, mientras que este valor asciende a 0,4109 cuando se analizan los sitios *P-median* junto a los sitios actuales.



**Gráfico 3: Distribución de demanda, según intervalos de distancia al equipamiento más cercano. Equipamientos actuales- Equipamientos actuales + Sitios Cobemax y Equipamientos actuales + Sitios P-median**



**Gráfico 4: Distribución de demanda, según intervalos de tiempo de acceso al equipamiento más cercano. Equipamientos actuales- Equipamientos actuales + Sitios Cobemax y Equipamientos actuales + Sitios P-median**

## A MODO DE CIERRE

La cuestión de la localización óptima que responda a criterios de equidad es un asunto altamente complejo, sin embargo, a pesar de su complejidad, es una tarea constante y fundamental para la planificación territorial sanitaria de cualquier territorio o país a la que no escapa ninguna administración. Por esta razón, la presente contribución ha intentado mostrar las bondades que la suma de los SIG y los SADE puede otorgar a los procesos de toma de decisiones en relación a

localización, ordenación y planificación de servicios públicos. Los dos recursos tecnológicos señalados han venido a complementar la tarea que durante siglos le cupo al “mapa” o a la “cartografía” en su condición de instrumento de planificación por excelencia. En efecto, más de siglo y medio separan aquel primer mapa empleado en planificación sanitaria, el *mapa de Snow*, en 1854, hasta las poderosas funcionalidades que en la actualidad brindan los SIG y los SADE. La gestión de los servicios públicos se ha visto muy favorecida, ya que incesantemente se han ido mejorando e incorporando nuevas aplicaciones todas ellas con el mismo propósito, auxiliar en la toma de decisiones.

Los modelos de localización-asignación y toda la información derivada de su aplicación, permiten simular una multiplicidad de escenarios bajo diferentes supuestos (e.g. demanda y movilidad diferencial), reconocer los mejores resultados de cara a optimizar los servicios a la población y, finalmente, justificar de forma apropiada la mejor opción. Asimismo permiten evaluar periódicamente las decisiones escogidas y encaminar o encauzar modificaciones necesarias.

En el caso del AMGR, los resultados *Cobemax*, supondrían una mejora en la prestación del servicio, en particular en el acceso de la demanda a los centros. No obstante, sería apropiado utilizar los modelos luego de consensuar entre todos los actores involucrados, ciertos supuestos bajo los cuales se aplica.

Finalmente, la aplicación particular empleada, el *Flowmap*, es un interesante desarrollo que brinda múltiples recursos para evaluar escenarios actuales y para proponer nuevos lugares con el propósito de expandir el servicio, no obstante apostamos a aplicaciones más dúctiles para los usuarios.

## **BIBLIOGRAFIA**

**Bosque Sendra, J., Gómez Delgado, M., Moreno Jiménez, A. y Dal Pozzo, F.** (2000). Hacia un sistema de ayuda a la decisión espacial para la localización de equipamientos, *Estudios Geográficos*, tomo LXI, 241, pp.567-598.

**Bosque Sendra, J. y Moreno Jiménez, A.** (2004, eds.). *Sistemas de Información Geográfica y localización de instalaciones y equipamientos*. Madrid, España. Ra-Ma, 1ª edición, 353 p.

**Buzai, G. y Baxendale, C.** (2008). Modelos de localización-asignación aplicados a servicios públicos urbanos: Análisis espacial de escuelas EGB en la ciudad de Luján. En: Moreno Jiménez, A. y Buzai, G. (2008, Coords.), *Análisis y*

*planificación de servicios colectivos con Sistemas de Información Geográfica*. Madrid, España. Universidad Autónoma de Madrid y Universidad Nacional de Luján, 1ª edición, 158 p.

**Fuenzalida Díaz, M. y Moreno Jiménez, A.** (2010). Diseño con SIG de la localización óptima de centros de atención primaria de salud, discriminando según estatus socioeconómico. En: Ojeda, J., Pita, M.F. y Vallejo, I. (2010, eds.), *Tecnologías de la Información Geográfica: La Información Geográfica al servicio de los ciudadanos*. Sevilla, España. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla, pp. 453-465.

**Moreno Jiménez, A.** (2004). Modelos de localización óptima de instalaciones y equipamientos. En: Bosque Sendra, J.; Moreno, A. (2004, eds.). *Sistemas de información geográfica y localización de instalaciones y equipamientos*. Madrid, España. Ra-Ma, 1ª edición. pp. 53-101.

**Moreno Jiménez, A.** (2008). Resolución de problemas de localización óptima de equipamientos con Flowmap. En: Moreno Jiménez, A. y Buzai, G. (2008, Coords.): *Análisis y planificación de servicios colectivos con Sistemas de Información Geográfica*. Madrid, España. Universidad Autónoma de Madrid y Universidad Nacional de Luján, 1ª edición, pp. 117-146.

**Moreno Jiménez, A. y Buzai, G.** (2008, Coords.). *Análisis y planificación de servicios colectivos con Sistemas de Información Geográfica*. Madrid, España. Universidad Autónoma de Madrid y Universidad Nacional de Luján, 1ª edición, 158 p.

**Ramírez, M.L.** (2002). ¿Dónde localizar hospitales públicos? Las nuevas tecnologías -SIG- como herramientas de apoyo a la ordenación territorial. *Serie Geográfica* N° 10, pp. 121-130.

**Ramírez, M.L.** (2004). Localización de equipamientos deseables los hospitales de la Provincia del Chaco (Argentina) En: Bosque, J.; Moreno, A. (2004, eds.). *Sistemas de Información Geográfica y localización de instalaciones y equipamientos*. Madrid, España. Ra-Ma, 1ª edición, pp. 205-245.

**Ramírez, M.L.** (2009). *Planificación territorial sanitaria y Sistemas de Información Geográfica: Una aproximación al conocimiento de la accesibilidad de la población a los equipamientos hospitalarios y de la localización óptima de los hospitales públicos en el Chaco*. Resistencia, Facultad de Humanidades-UNNE, 1ª edición, 241 p.

**Ramírez, M.L. y Bosque Sendra J.** (2001). Localización de Hospitales: analogías y diferencias del uso del modelo P-mediano en SIG raster y vectorial. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense de Madrid*, N° 21, pp. 53-79.

**Van Der Zwan, J., Van Der Wel, R., De Jong T., Floor, H.** (2005). *Manual Flowmap 7.2*. The Netherlands, Faculty of Geographical Sciences Utrecht University, <http://flowmap.geo.uu.nl>, 160 p.