

# TRABAJO FIN DE MÁSTER

## HERRAMIENTAS CARTOGRÁFICAS PARA LA REPRESENTACIÓN DE INDICADORES DE SALUD

*Autor: Aldo Arranz López*

*Directores: Ángel Pueyo Campos y María Zúñiga Antón*

Máster Universitario en

Tecnologías de la información geográfica para la ordenación del territorio: sistemas de información geográfica y teledetección

Noviembre de 2012



**Universidad**  
Zaragoza

Departamento de Geografía  
y Ordenación del Territorio



## Resumen

*La información sanitaria ha dejado de ser un campo exclusivo de los profesionales médicos, abriéndose a otros ámbitos de conocimiento como es la geografía, que gracias a su capacidad de análisis con Sistemas de Información Geográfica, es capaz de analizar y representar indicadores y variables sanitarias de gran interés.*

*Este trabajo, en el contexto del interés del Instituto Geográfico Nacional en desarrollar un nuevo Atlas Nacional de España, plantea una propuesta para el volumen de salud. Ésta se concreta en el desarrollo de una batería de indicadores sanitarios, en la realización de análisis espaciales de accesibilidad y localización óptima (representativos del potencial de los SIG en el análisis sanitario) y en la presentación de la cartografía multiescala en formato tradicional y su implementación en nuevas herramientas de geovisualización.*

**Palabras Clave:** *sanidad, Atlas Nacional de España, indicadores, Sistemas de Información Geográfica, cartografía.*

## Abstract

*Health data are not anymore an exclusive issue for medical scientist. Nowadays they are taking part in other sciences like geography. Geographical Information Systems (GIS) can analyse and map health indicators of interest.*

*This work is developed in collaboration with the National Geographical Institute of Spain, which wants to publish a new version of the National Atlas of Spain. Here is presented a proposal for the health volume. This proposal is based on a compilation of health indicators, some representative examples of spatial analysis (accessibility and optimum location) and how the cartography would be done in the traditional way and with new geovisualization technologies.*

**Key Words:** *health, National Atlas of Spain, indicators, GIS, cartography.*



# Índice

1. INTRODUCCIÓN.....	4
1.1. Sistemas de Información Geográfica y cartografía sanitaria: estado de la cuestión .....	4
1.2. Los SIG en la planificación sanitaria.....	8
1.2.1. Demanda de información espacial de utilidad en la planificación sanitaria .....	11
1.2.2. Sistemas multiescala: el interés para el análisis sanitario .....	12
1.2.3. La necesidad de interoperabilidad entre sistemas: creación de un estándar.....	13
2. OBJETIVOS DEL TRABAJO .....	14
3. LOS INDICADORES DE SALUD .....	15
3.1. Definición y características de los indicadores de salud .....	15
3.2. Propuestas de indicadores de salud realizadas por organismos sanitarios .....	16
3.3. Los indicadores propuestos en el Atlas de Nacional de España en 1995.....	18
3.4. Nueva propuesta de indicadores para el nuevo ANE .....	18
4. LA IMPORTANCIA DE LOS METADATOS EN EL CONTEXTO DE LA INTEROPERABILIDAD DEL SISTEMA SANITARIO .....	20
4.1. La directiva INSPIRE.....	20
4.2. Modelo de referenciación de la información para el ANE.....	21
5. ANÁLISIS ESPACIAL CON SIG PARA LA TOMA DE DECISIONES EN MATERIA SANITARIA.....	23
5.1. Información y datos iniciales.....	23
5.2. Sistemas de Información Geográfica utilizados .....	24
5.3. Ejemplos de análisis espacial .....	25
5.3.1. Análisis de localización óptima de centros de atención primaria: un ejemplo de trabajo en la escala inframunicipal .....	25
5.3.2. Análisis de disponibilidad de centros de sanidad pública .....	28
6. PROPUESTA CARTOGRÁFICA DE INDICADORES SANITARIOS .....	30
6.1. Escalas de trabajo .....	30
6.2. Representación visual de las variables cartográficas de los indicadores sanitarios .....	30
6.2.1. La variable visual tamaño en la representación cartográfica sanitaria: dimensionamiento de símbolos proporcionales .....	33
6.3. Post tratamiento en software de diseño vectorial .....	35
6.4. Nuevos medios y formas de (re)presentar la información.....	36
7. CONCLUSIONES.....	39
8. AGRADECIMIENTOS.....	40
9. BIBLIOGRAFÍA .....	41
10. REFERENCIAS WEB .....	42
11. ANEXOS .....	44
11.1. Indicadores recogidos en el ANE de salud de 1995 .....	44
11.2. Propuesta de indicadores para el nuevo ANE .....	51
11.3. Ejemplo de metadatos con CatMDEdit .....	60

11.4. Cartografía.....	61
11.4.1. ANÁLISIS ESPACIAL.....	61
11.4.2. PROPUESTA CARTOGRÁFICA.....	61

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Determinantes de salud definidos por la OMS en 2005. ....	6
<b>Figura 2.</b> Ejemplo de cartografía del OBSA. Fuente: <a href="http://www.obsaludasturias.com/obsa/determinantes/?anio=2012">http://www.obsaludasturias.com/obsa/determinantes/?anio=2012</a> . ....	7
<b>Figura 3.</b> Gráfico proporcionado por el ODS. Fuente: <a href="http://www.ods-ciberesp.es/id-estado-de-salud/tasa-de-incidencia-hospitalaria-de-lesion-medular-en-espana-por-accidente-de-trafico-y-otros-mecanismos-2000-2009-edad1.html">http://www.ods-ciberesp.es/id-estado-de-salud/tasa-de-incidencia-hospitalaria-de-lesion-medular-en-espana-por-accidente-de-trafico-y-otros-mecanismos-2000-2009-edad1.html</a> .....	8
<b>Figura 4.</b> Fases para la planificación sanitaria. Fuente: elaboración propia a partir de Gómez <i>et al.</i> (2002) .....	9
<b>Figura 5.</b> Ejemplo de análisis de accesibilidad a los equipamientos sanitarios públicos en Zaragoza. ....	10
<b>Figura 6.</b> Esquema de la relación escala-tiempo en el análisis multiescala. ....	13
<b>Figura 7.</b> Interfaz de CatMDEdit. Fuente: elaboración propia a partir de CatMDEdit.....	21
<b>Figura 8.</b> Captura de pantalla de la aplicación web desarrollada por el IGN. Fuente: IGN .....	22
<b>Figura 9.</b> Captura de pantalla con la posibilidad de acceder a tablas relacionadas. Fuente: IGN .....	22
<b>Figura 10.</b> Captura de pantalla de aplicación de un filtro. Fuente: IGN .....	23
<b>Figura 11.</b> Logo de sextante. Fuente: <a href="http://www.e-tecmalearning.es/wordpress/?p=271">http://www.e-tecmalearning.es/wordpress/?p=271</a> .....	24
<b>Figura 12.</b> Procedimiento para preparar la información necesaria para el análisis espacial. Fuente: elaboración propia. ....	26
<b>Figura 13.</b> Algoritmo de localización óptima en gvSIG. Fuente: elaboración propia a partir de gvSIG. ....	26
<b>Figura 14.</b> Cuadro de diálogo de gvSIG del algoritmo localización óptima. Fuente: gvSIG. ....	27
<b>Figura 15.</b> Resultado en gvSIG tras ejecutar el algoritmo <i>localización óptima</i> . Fuente: gvSIG. ....	28
<b>Figura 16.</b> Operaciones para generar los buffers. Fuente: elaboración propia. ....	29
<b>Figura 17.</b> Ejemplo de la generación de un buffer múltiple. Fuente: ArcGIS help.....	29
<b>Figura 18.</b> Trayectorias cartográficas. Fuente: Zúñiga (2009). ....	32
<b>Figura 19.</b> Cuadro de diálogo para generar símbolos proporcionales. Fuente: ArcMap.....	34
<b>Figura 20.</b> Geometrías posibles en la generación de símbolos proporcionales. Fuente: elaboración propia. ....	34
<b>Figura 21.</b> Remplazamiento de cuadrados por esferas. Fuente: elaboración propia. ....	35
<b>Figura 22.</b> Diferencia de posición del punto de luz. Fuente: Postigo (2012). ....	36
<b>Figura 23.</b> Información temática de una capa exportada a GE. Fuente: elaboración propia.....	37
<b>Figura 24.</b> Captura de pantalla del código utilizado para la superposición de imágenes en GE. Fuente: <a href="http://www.google.es/intl/es/earth/outreach/tutorials/screenoverlays.html">http://www.google.es/intl/es/earth/outreach/tutorials/screenoverlays.html</a> .....	37
<b>Figura 25.</b> Resultado en GE después de implementar la leyenda, título y el resto de capas. Fuente: elaboración propia. ....	38
<b>Figura 26.</b> PDF por capas. En la izquierda todas las capas activadas y en la derecha una de las capas desactivada. Fuente: GEOT .....	39
<b>Figura 27.</b> Panel para activar o desactivar capas. Fuente: GEOT .....	39

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Portales on-line para la consulta de información sanitaria. ....	5
<b>Tabla 2.</b> Organización del SNS. Fuente: elaboración propia a partir de SNS, España. 2010. ....	12
<b>Tabla 3.</b> Comparativa ANE 1995 y actual.....	19
<b>Tabla 4.</b> Fuentes de información utilizadas. ....	24
<b>Tabla 5.</b> Parámetros necesarios para ejecutar el algoritmo localización óptima. Fuente: elaboración propia a partir de la ayuda de gvSIG. ....	27

## 1. INTRODUCCIÓN

El concepto de salud sobrepasa en la actualidad los límites de la propia disciplina médica, adquiriendo el rango de fenómeno socio-cultural (Gil Manzanilla, 2009). En este contexto, se hace fundamental la aportación que este campo puede recibir desde otras ciencias, entre las que la geografía adquiere un papel destacado por su capacidad de representar y analizar desde una perspectiva espacial todos los fenómenos de interés.

Los fenómenos sanitarios, al igual que cualquier otra actividad, tienen lugar en el espacio dentro de un marco geográfico concreto. Este carácter espacial hace que entren en relación con otras variables que en el marco sanitario reciben el nombre de determinantes de salud, de forma que la interacción entre ambas enriquece el análisis sanitario aportando explicación a patrones de comportamiento o tendencias observadas. Así, se convierten en factores concluyentes a la hora de llevar a cabo las políticas sanitarias necesarias para llegar a la equidad y la justicia social (Puyol, 2012). Entre los determinantes de salud destacan factores biológicos, estilos de vida, ambientales, económicos o culturales (Atlas de Salud de Bolivia, 2005) e incluso la propia área geográfica en sí misma (Atlas de Mortalidad en ciudades de España). Todos estos factores tienen un marcado carácter espacial, por lo que adquiere más sentido, si cabe, espacializar las distintas variables sanitarias.

Desde esta perspectiva, el planteamiento de una batería de indicadores y su representación en una cartografía de calidad debería ser parte fundamental del proceso de planificación de las diferentes políticas en salud pública. Se consigue de este modo convertir esta información en una herramienta de análisis que permita mostrar la situación del sistema de salud objeto de estudio, detectar sus fortalezas y debilidades y, en consecuencia, establecer las medidas correctoras para subsanar sus posibles deficiencias.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) destacan como una herramienta de gran potencial al permitir el análisis integrado de todas estas variables con representación espacial, ayudar en la toma de decisiones y, en definitiva, mejorar la planificación del sistema de salud.

En los siguientes apartados se profundiza sobre la relación de los SIG con la sanidad, en aspectos como la situación de la cartografía sanitaria en Atlas Nacionales de diferentes países y su utilidad y valor para la planificación sanitaria por parte de la Administración Pública.

### 1.1. Sistemas de Información Geográfica y cartografía sanitaria: estado de la cuestión

Los SIG se utilizan cada vez más para el análisis e investigación en salud pública y otros problemas de salud. Entre otros estudios cabría destacar los que están llevando a cabo los investigadores ambientales de la salud, que utilizan los SIG para analizar el riesgo de la difusión espacial de contaminantes en el aire o en medios acuáticos. Como otro ejemplo, los expertos que trabajan en epidemiología se valen de los SIG para analizar los factores de riesgo de enfermedades crónicas. El potencial de los SIG va más allá del estudio de aspectos específicos de medicina, al permitir la elaboración de planes de emergencia y gestión que aseguren una rápida respuesta ante, por ejemplo, desastres naturales o atentados terroristas (Mullner *et al.*, 2004).

De todas las líneas de investigación que se llevan a cabo hoy en día las que resultan de interés para este trabajo son las realizadas por el personal de la Administración Pública con competencias en materia sanitaria, bien a escala regional (comunidad autónoma o provincia) o local (áreas de salud o zonas básicas de salud) (Mullner *et al.*, 2004). Como estudios característicos pueden destacarse la combinación óptima o ubicación de nuevas instalaciones o los análisis de prevalencia e incidencia de algunas enfermedades.

Para conocer de forma general el uso de los SIG por parte de las Administraciones Públicas se presenta a continuación una revisión de la sección de sanidad de los Atlas Nacionales on-line de diferentes países (Estados Unidos, Canadá, Francia, Alemania, Suiza y Corea) para conocer las variables que se representan, a qué escala y con qué representación cartográfica (vid. Tabla 1).

**Tabla 1.** Portales on-line para la consulta de información sanitaria.

<b>País</b>	<b>Información disponible</b>	<b>Funciones / utilidades</b>	<b>Representación cartográfica</b>	<b>Escala</b>
Estados Unidos	Permite la consulta de mortalidad infantil y prematura; mortalidad por diferentes tipos de cáncer; diferentes causas de mortalidad (diabetes, por arma de fuego, infartos, suicidios, etc.) y consumo de tabaco durante el embarazo.	Permite representar la información, visualizar la leyenda o hacer consultas.	Coropletas	Regional y municipal
Canadá	Al igual que el anterior, permite la consulta de diferentes variables, como comportamientos de salud; determinantes de salud no médicos (ingresos y formación). La fecha de los datos es variables (desde 1995 hasta el 2000). Además ofrece otras variables interesantes como la salud en el medio rural, el estado de salud de la población o cómo se utilizan los servicios sanitarios.	Permite visualizar la información sobre un visor y su consulta, aunque no la descarga de datos. Además cada mapa viene acompañado de un texto en el que se explica la variable representada y la interpretación en el contexto espacio-temporal. Además, como información complementaria se pueden consultar algunos gráficos estadísticos.	Coropletas	Regional
Francia	Permite la consulta a escalas regionales y de detalle de las infraestructuras disponibles y su especialidad, y a partir de aquí permite elegir el índice de equipamiento. Además también se pueden consultar variables demográficas y socioeconómicas que pueden influir en el estado de salud de una población. Es un portal muy completo.	Permite implementar dos variables en el mismo mapa, lo cual proporciona información más completa y compleja. Además permite realizar proyectos propios, hacer selecciones, cargar información externa o cargar servicios WMS.	Coropletas y símbolos graduados / proporcionales	Regional y municipal
Alemania	Un portal bastante “pobre” puesto que solo permite la consulta del número de camas en cada hospital y los médicos que ejercen en consultas privadas.	Se puede visualizar la información y proporciona una pequeña explicación de la variable que se representa.	Coropletas	Regional
Suiza	El atlas de Suiza no ofrece información sanitaria.	-	-	-
Corea	Incluida dentro del grupo de geografía social, ofrece variados indicadores entre los que se encuentran el número de médicos, número de hospitales, consumo de alcohol y tabaco, tasas de mortalidad,	Sólo permite la visualización de la información	Coropletas y gráficos	Regional

	prevalencia de enfermedades, beneficios de los seguros por persona o hogares encabezados por niños.			
España	La visualización de información sanitaria se realiza a través de la Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE), que muestra los hospitales y el número de centros de día que puede ser interesante para un análisis sanitario a escala local.	Permite la visualización de algunos datos (otros están todavía en desarrollo) y su descarga a través de un <i>Web Feature Service</i> (WFS) en formato <i>Geographic Markup Language</i> (GML).	En la fecha de consulta las capas no se visualizaban en la IDEE.	Regional

Tras este breve análisis de la situación internacional, se presentan las tres iniciativas en España: el Atlas de Variaciones en la Práctica Médica (VPM), el Observatorio de Salud de Asturias (OBSA) y el Observatorio de Desigualdades en la Salud (ODS) que, por su importancia, pueden configurarse como el marco referencia para futuros estudios.

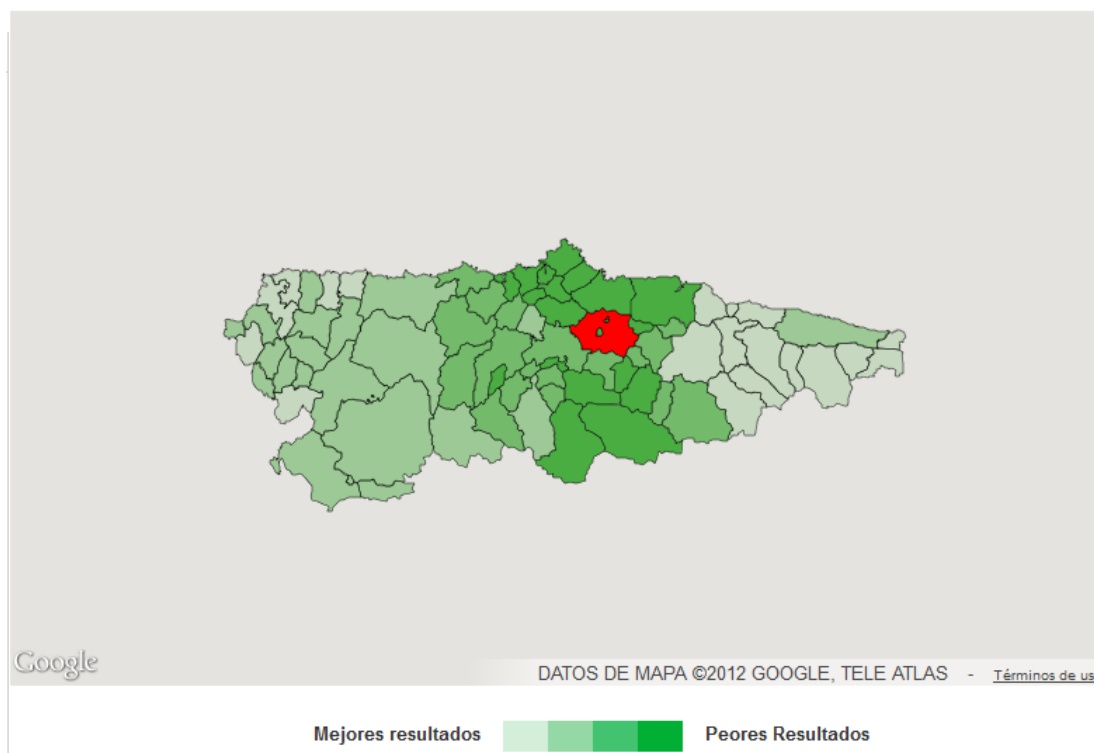
El VPM es una iniciativa de investigación que busca describir cómo la población utiliza y es atendida por el Sistema de Salud Público, con el objetivo de informar sobre su calidad, eficiencia y equidad. En este atlas participan las 17 Administraciones Autonómicas de Salud, lo que supone la intervención de más de 50 profesionales. Se trata de un proyecto cuyo enfoque es eminentemente científico y dirigido a los médicos, puesto que se tratan aspectos como: intervenciones en cirugía general, hospitalizaciones pediátricas, problemas cardiovasculares, personas mayores y hospitalizaciones potencialmente evitables. Como consecuencia de esa especialización médica de los equipos de trabajo, la cartografía presenta alguna incorrección en la elección de las variables visuales.

El OBSA se presenta como la primera experiencia que pone en práctica la metodología desarrollada por el Instituto de Salud Poblacional de la Universidad de Wisconsin. Dependiente de la Dirección de Salud Pública y Participación de la Consejería de Salud y Servicios Sanitarios de Asturias presenta los resultados a escala municipal de la influencia de los determinantes de salud (vid. Figura 1) sobre la población. La información procede de técnicas de interpolación a partir de los datos de la Encuesta Española y Europea de Salud. Por ello, se debe tener cautela con las conclusiones que se extraigan porque el número de encuestas puede ser insuficiente para algunos municipios. Desde el punto de vista de la cartografía, indicar que los resultados se muestran como índices en mapas de coropletas (vid. Figura 2).



**Figura 1.** Determinantes de salud definidos por la OMS en 2005.

Fuente: <http://pobrezaydesarrollocognitivo.blogspot.com.es/2010/10/determinantes-sociales-de-la-salud-i.html>

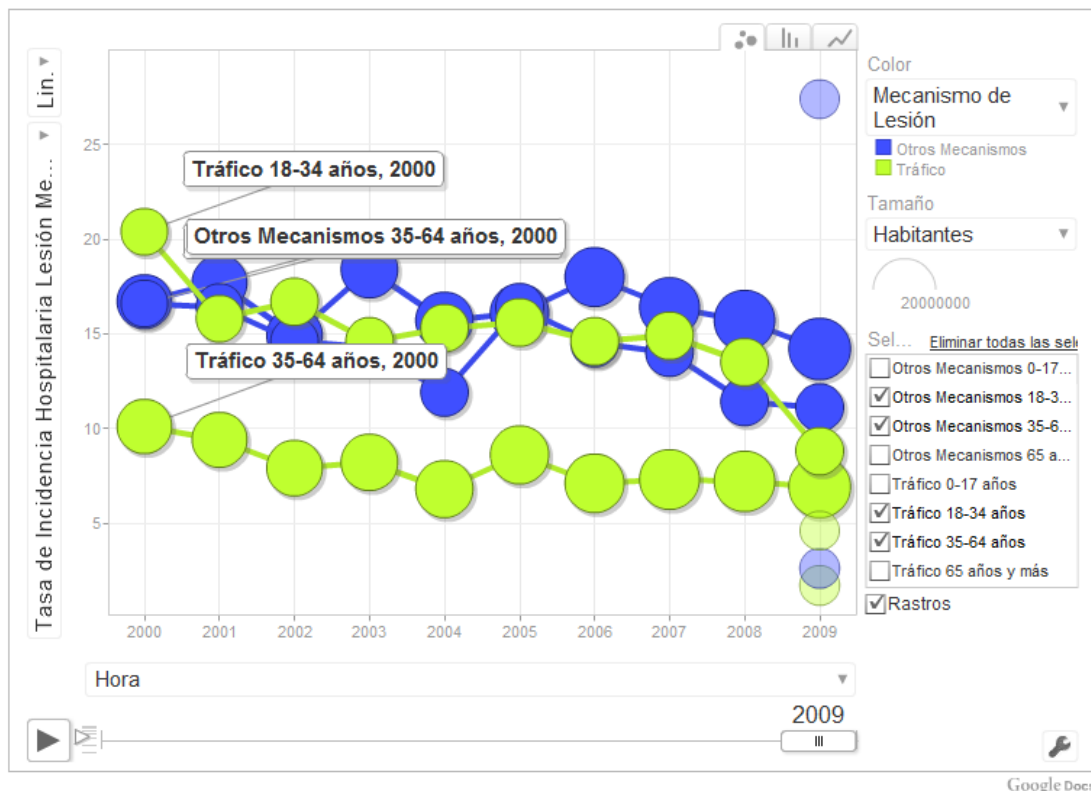


**Figura 2.** Ejemplo de cartografía del OBSA. Fuente: <http://www.obsaludasturias.com/obsa/determinantes/?anio=2012>.

Por último, el ODS es un portal de acceso libre y gratuito especializado en desigualdades en salud y desarrollado por el Programa Transversal de Desigualdades en la Salud y el Centro de Investigación Biomédica en red de Epidemiología (CIBERESP). Sus principales objetivos, que siguen la línea de lo expuesto por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) para el Atlas Nacional de España (ANE), son:

- Crear un servicio de información virtual en el que se recoja, sistematice y transmita información y documentación sobre desigualdades en la salud, referido fundamentalmente al estado español y a sus comunidades autónomas.
- Establecer una plataforma electrónica de apoyo para la comunidad científica y profesional, en especial del CIBERESP, que quedó reflejado en su Plan Estratégico 2007-2010.
- Desarrollar contenidos y servicios dirigidos a la población en general que sirvan para difundir los resultados de los estudios e investigaciones llevadas a cabo.

Resultan de especial interés los gráficos interactivos elaborados con la aplicación Google Data Explorer en los que se presenta la evolución de distintas variables que afectan al estado de salud (<http://www.ods-ciberesp.es/id-recursos-materiales/tasa-de-actividad-y-de-paro-1981-2009-ccaa-y-sexo-1.html>). Cada gráfico viene acompañado de un texto para su interpretación, bibliografía relacionada, la metodología usada y un enlace para su descarga (vid. Figura 3).

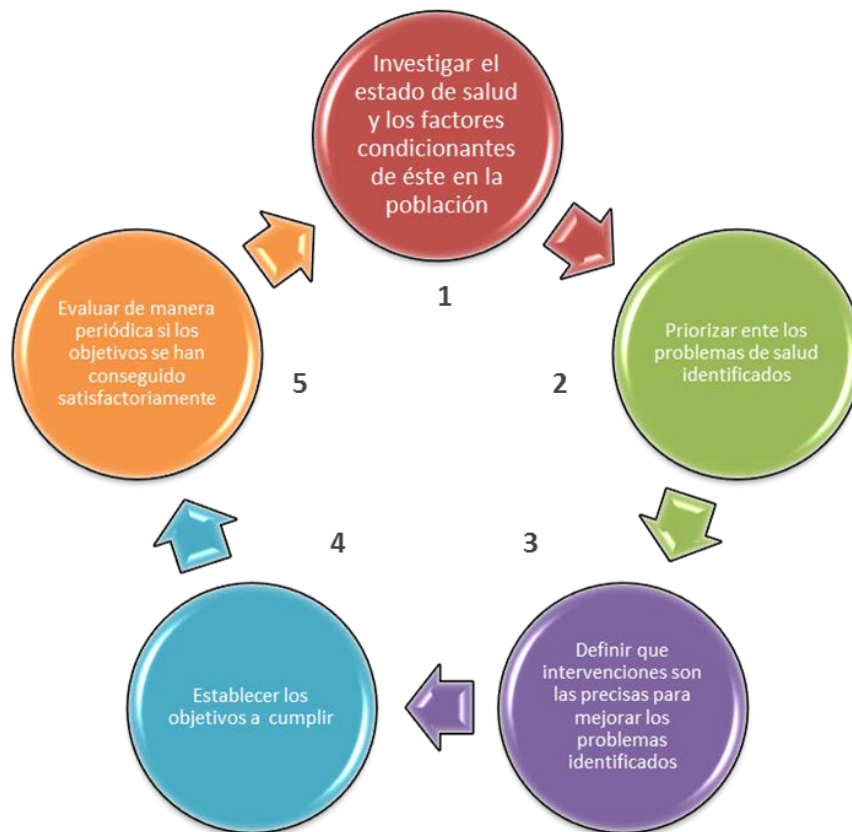


**Figura 3.** Gráfico proporcionado por el ODS. Fuente: <http://www.ods-ciberesp.es/id-estado-de-salud/tasa-de-incidencia-hospitalaria-de-lesion-medular-en-espana-por-accidente-de-trafico-y-otros-mecanismos-2000-2009-edad1.html>

## 1.2. Los SIG en la planificación sanitaria

Se entiende por planificación el proceso racional y continuo de toma de decisiones a través del cual se hace una distribución armoniosa de las actividades en el espacio, regulando usos y aprovechamientos de los recursos, acorde con la capacidad que presenta el territorio para acogerlos. Esto supone la realización, en un tiempo y orden, de un determinado número de actuaciones que respondan a unos objetivos y propuestas en un espacio definido, con medios y financiación viables y según un tiempo y etapas fijadas. Por ello se puede decir que la planificación es indisociable al tiempo, puesto que cuando el desarrollo temporal se convierte en un concepto más general, se habla de estrategia.

Siguiendo esta línea, la planificación sanitaria se entiende como *el proceso especializado de la administración o gestión de organizaciones sanitarias en el que se exploran las oportunidades de mejora ante el futuro, se deciden qué cambios son necesarios, y cómo pueden efectivamente realizarse en el marco de la organización u organizaciones implicadas y su entorno* (López de Castro, 2003). Para llevar a cabo los objetivos planteados en la definición se pueden establecer una serie de fases (vid. Figura 4).



**Figura 4.** Fases para la planificación sanitaria. Fuente: elaboración propia a partir de Gómez *et al.* (2002)

La planificación sanitaria es de especial utilidad para el servicio de atención primaria, mejorando su calidad en términos de cuatro factores (López de Castro, 2012):

- Competencia: hace referencia a los protocolos de los programas de salud como instrumentos de formación continuada.
- Efectividad: como elemento que pretende conseguir “salud” en la población.
- Eficiencia: desde el punto de vista de conseguir la mayor correlación posible entre costes y resultados.
- Accesibilidad y satisfacción del usuario: conlleva que el coste de accesibilidad sea el menor posible, facilitando el acceso a todos los grupos de población (personas mayores, discapacitados, etc.).

Los SIG, tal como refleja una de las definiciones más completas que existen sobre ellos, “son un sistema compuesto por hardware, software y procedimientos para capturar, manejar, manipular, analizar, modelizar y representar datos georreferenciados, con el objetivo de resolver problemas de gestión y planificación” (Goodchild y Kemp, 1990). Esta tecnología, en relación con el esquema general de la planificación sanitaria (vid. Figura 4), constituye una herramienta esencial en las fases 3 y 5: ayudar a definir las intervenciones que se han de llevar a cabo y a evaluar el cumplimiento de objetivos.

La Administración Pública, principal agente de la planificación sanitaria, puede obtener gracias a los SIG información, fácilmente actualizable, de gran valor para cumplir sus objetivos en materia de prevención de enfermedades, promoción de la salud o asistencia sanitaria, aspectos todos ellos incluidos en el concepto de salud pública (Aránguez Ruiz *et al.*, 2005). Además, hay otros tres aspectos que deben ser destacados como grandes ventajas de la utilización de los SIG: la posibilidad de incorporar la dimensión temporal de la información representada, el potencial para realizar los estudios a diferentes escalas, un aspecto fundamental en materias como la sanitaria, y, por último, la capacidad de ofrecer una adecuada representación cartográfica.

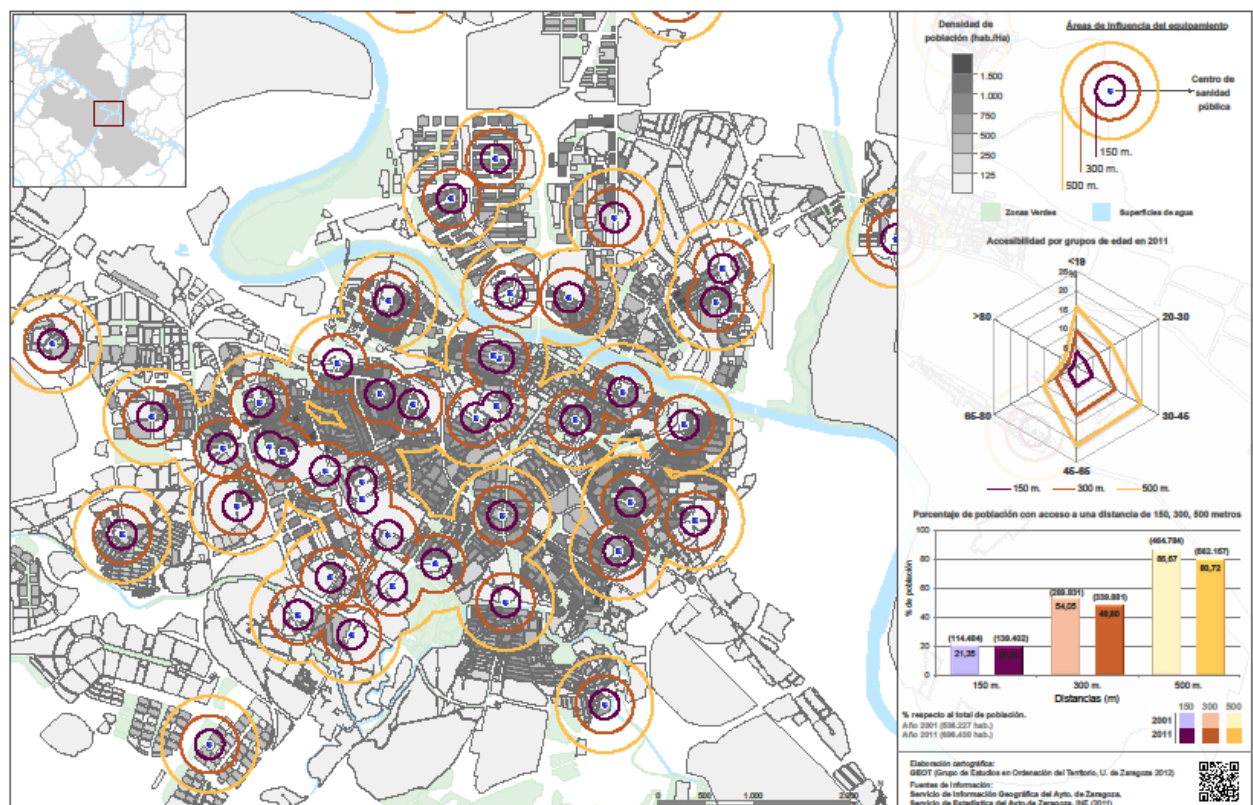
A continuación se detallan algunos de los posibles estudios que pueden realizarse en materia sanitaria aplicando los SIG:



- Analizar las desigualdades de salud e identificar *clusters* espaciales con una doble vertiente espacio-temporal identificando áreas y poblaciones críticas o prioritarias.
- Evaluar actuaciones y gestión de recursos. Un ejemplo de este tipo de estudios es el de Murad (2007), donde se presenta un análisis de los servicios privados de salud, la demanda que tienen y la tipología de pacientes que hacen uso de dichos servicios, para la ciudad de Jeddah, en Arabia Saudí.
- Realizar estudios de sanidad ambiental (Ej. Existencia de un vertido de aguas residuales aguas arriba de una captación de agua para uso público).
- Realizar análisis epidemiológicos. El análisis y presentación de cartografía de ésta última es de especial interés por la posibilidad de superponer información de factores de riesgo y sus efectos con sus áreas de influencia.
- Métodos de evaluación de acceso a los servicios de salud. En esta tipología se puede destacar el trabajo desarrollado por Haynes (2006) donde se validaba el tiempo estimado de desplazamiento hasta el centro hospitalario de referencia utilizando además procedimientos estadísticos de regresión y correlación. El grupo GEOT también ha desarrollado algunos estudios en esta línea de trabajo analizando la accesibilidad a equipamientos sanitarios mediante análisis *buffer* o áreas de influencia (Salinas *et al.*, 2012) (vid. Figura 5). Además, en este trabajo se muestra claramente el enriquecimiento que se puede obtener al incluir en estos análisis de manera complementaria elementos estructurantes de la ciudad como las líneas de transporte público.

#### Disponibilidad de centros de Sanidad Pública en la ciudad de Zaragoza en 2011

Densidad de población en 2011 y áreas de influencia de 150, 300 y 500 metros



**Figura 5.** Ejemplo de análisis de accesibilidad a los equipamientos sanitarios públicos en Zaragoza.

- Obtención de estadísticas descriptivas que permitirían generar distribuciones de frecuencia, análisis de correlación, análisis de regresión simple y múltiple o el cálculo de tasas e índices a partir de los diferentes indicadores de salud.

### 1.2.1. Demanda de información espacial de utilidad en la planificación sanitaria

La información se define como el *conjunto de datos organizados acerca de algún suceso, hecho o fenómeno, que en su contexto tiene un significado determinado, cuyo fin es reducir la incertidumbre o incrementar el conocimiento sobre algo* (<http://www.alegsa.com.ar/Definicion/de/informacion.php>).

Siguiendo la definición anterior, se puede afirmar que lo verdaderamente importante para un adecuado análisis SIG son los datos. Tal como señala Gutiérrez Puebla (2000), los datos son una representación que simplifica el mundo real con la que los técnicos trabajan. Además, continúa diciendo, la disponibilidad de información es el más habitual de los inconvenientes que le surgen al técnico. Esto es justamente lo que sucede con la información sanitaria.

Tal como indican algunas publicaciones (Regidor, 1991), la información disponible para la formulación de políticas y planificación de los servicios de salud es incompleta y es raro encontrar información relevante a las demandas que se tienen en un momento dado. Esto es algo bien conocido por los usuarios (Administraciones, investigadores y ciudades), que están descontentos con la información disponible. Como ya se apunta en este trabajo el origen de las dificultades en el acceso a la información de salud es el variado origen de los datos, producidos por diversas partes del SNS y fuera de él.

En lo referente a los datos para España, como consecuencia de diversos factores, no se dispone de información en detalle de variables sanitarias. Por el contrario, sí se tiene mucha información de variables vinculadas con los determinantes de salud, especialmente de las sociodemográficas.

La Administración se ha de plantear crear un Sistema de Información de Salud (SIS), que puede ser definido como “un mecanismo para la recogida, procesamiento, análisis y transmisión de la información que se requiere para la organización y funcionamiento de los servicios sanitarios y también para la investigación y docencia” (Regidor, 1991).

De este modo quedaría integrada y organizada la información más relevante, traduciéndose en un repositorio accesible a los organismos para la toma de decisiones, puesto que sería información que ha pasado por un proceso anterior de normalización. En definitiva se trata de disponer de un sistema que sea eficiente desde dos puntos de vista (Junta de Castilla y León, 2012):

- Operacional: permite conocer el estado de la información disponible para los diferentes organismos con competencias sanitarias. Esto es útil para cada uno de los estamentos comprendidos en el ámbito asistencial y de gestión sanitaria.
- Analítico: con información espacial de detalle, y mediante la recopilación de la misma en series históricas, podrá facilitar la correcta planificación de recursos asistenciales, en base a estudios detallados de la evolución de los mismos, e incluso realizar modelos de prospectiva y poder prever algunas políticas sanitarias, sociales, además de servir para realizar propuestas y jerarquización de actuaciones; gestionar recursos; y llevar a cabo acciones de control y evaluación.

La existencia de este SIS sería muy beneficiosa para grupos tales como:

- La administración sanitaria: responsables de servicios de salud a través de los programas sanitarios. El SIS le proporcionaría un conocimiento óptimo de los recursos disponibles con los que poder definir inversiones, políticas de gestión, etc. que conduzcan a un servicio eficiente y de calidad.
- Proveedores y gerentes de los servicios: preocupados por garantizar la asistencia sanitaria a la comunidad.
- Profesionales sanitarios (médicos, clínicos y epidemiólogos): permitiría contar con información actualizada, además de una hipotética mayor productividad al poder desarrollar un ámbito de colaboración interprofesional.
- Investigadores: interesados en cuestiones que normalmente requieren estudios específicos.

La propuesta que se hace desde la disciplina geográfica para que el SIS alcance todo su potencial es su integración en un SIG. Así se beneficiaría de todas las ventajas de análisis espacial que éste proporciona.

### 1.2.2. Sistemas multiescala: el interés para el análisis sanitario

A lo largo de esta introducción se ha hecho referencia en varias ocasiones a la importancia del concepto de escala en los estudios sanitarios. Los estudios sanitarios tienen un carácter multiescalar que comprende desde la escala regional (comunidades autónomas y/o provincias) hasta la escala intraurbana (áreas de salud y zonas básicas de salud) (Fuenzalida, 2011).

Las variables sanitarias son potencialmente analizables a todas las escalas espaciales. En función de la escala seleccionada la información que se obtendrá será distinta, vinculada fundamentalmente con el determinante de salud que actúe a esa escala. Así, en escalas pequeñas se pierde el detalle de cómo está funcionando un determinado fenómeno de manera interna, aunque se evita la distorsión que pueden provocar algunos valores anormales en estudios de más desagregación espacial. Sin embargo, los estudios a mayores escalas permiten conocer las diferencias entre grupos sociales de menor tamaño con sus características particulares, y que dan nociones de los problemas de salud en determinados colectivos (Metzger, 2002).

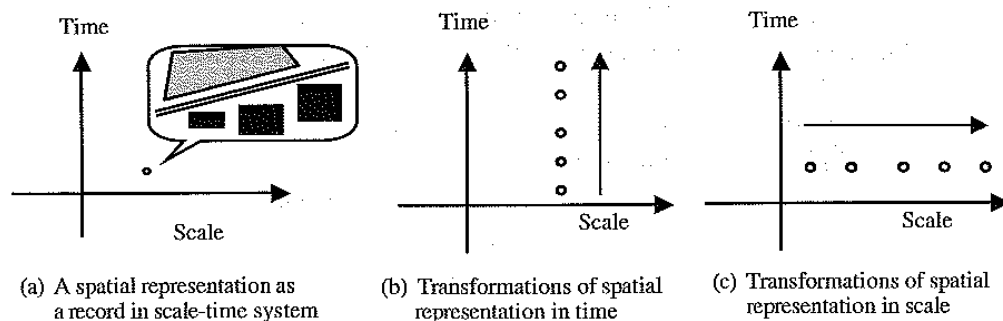
En consecuencia, en función de los objetivos del estudio deberá seleccionarse la escala más adecuada. Estos objetivos son muy dependientes de la estructura del SNS y de las competencias que tienen las distintas administraciones del Estado, tal como se observa en la Tabla 2. Siguiendo este esquema, la Administración Central estaría por ejemplo interesada en un estudio a escala autonómica o provincial para distribuir la inversión en sanidad, mientras que las Comunidades Autónomas en colaboración con los Ayuntamientos necesitan datos a escala local para planificar los servicios y destinar de manera eficiente las inversiones recibidas.

**Tabla 2.** Organización del SNS. Fuente: elaboración propia a partir de SNS, España. 2010.

CONSEJO INTERTERRITORIAL DEL SNS	
Administración Central	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bases y coordinación de la sanidad.</li> <li>• Sanidad exterior</li> <li>• Política del medicamento</li> </ul>
Comunidades Autónomas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planificación sanitaria</li> <li>• Salud pública</li> <li>• Gestión de servicios de salud</li> </ul>
Corporaciones locales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Salubridad</li> <li>• Colaboración en la gestión de los servicios públicos</li> </ul>

Otras dos cuestiones importantes para la selección de la escala son: el criterio médico, por su conocimiento de las variables estudiadas y, de forma especialmente destacada, la escala a la que esté disponible la información.

Para terminar, y siguiendo a Li (1993), la representación multiescala está relacionada con la representación escala-tiempo (vid. Figura 6). Siguiendo el planteamiento anterior, un conjunto de representaciones espaciales se pueden cartografiar manteniendo constante el momento temporal y variando la escala del fenómeno a estudiar o, a la inversa, manteniendo la escala espacial y variando la escala temporal. La introducción de la variable temporal permite determinar con exactitud aspectos como la prevalencia (por ejemplo, número de casos total hasta el momento final estudiado) y la incidencia (por ejemplo, número de casos en el momento estudiado) de las enfermedades.



**Figura 6.** Esquema de la relación escala-tiempo en el análisis multiescala.

### 1.2.3. La necesidad de interoperabilidad entre sistemas: creación de un estándar

Actualmente, el mundo se encuentra inmerso en la sociedad de la información, donde el intercambio de la misma está a la orden del día. Para que este fenómeno de intercambio se produzca de manera natural ha de existir una interoperabilidad entre los diferentes organismos, que viene dado por la previa creación de estándares para la información.

El término interoperabilidad puede ser definido como “*la capacidad para comunicar, ejecutar o transferir datos entre varias unidades funcionales de tal manera que el usuario no necesite tener ningún conocimiento o muy poco sobre las características de tales unidades*” (ISO 2382 – 1:1984 *Data processing – Vocabulary*<sup>1</sup>). Otra definición de interoperabilidad dada por el *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE) es “*la habilidad de dos o más sistemas, redes de comunicación, aplicaciones o componentes para intercambiar información entre ellos y para usar la información que ha sido intercambiada*”<sup>2</sup>. Lo que se pretende, dentro del marco de los sistemas de información, es obtener la capacidad que permita el intercambio de información y su posterior utilización (Bueno, 2008).

Desde hace aproximadamente diez años existe en la Comunidad Europea y en la Administración española una consciente política publicar y hacer accesible la información. Prueba de ello son varias normas, acuerdos y declaraciones puestos en marcha con este fin, como por ejemplo la Directiva PSI (Directiva 2003/798/EC de 17 de noviembre de 2003 sobre la reutilización de la información del sector público) o la Convención de Aarhus (Convención sobre el acceso a la información, la participación del público en la toma de decisiones y el acceso a la justicia en asuntos ambientales, firmada en Aarhus el 25 de Junio de 1998 y ratificada el 29 de diciembre de 2004).

En el terreno de la información geográfica, esta política se ha materializado en la Directiva INSPIRE y, en el caso español, en la Ley 14/2010 conocida como LISIGE (Ley 14/2010, de 5 de julio, sobre las infraestructuras y los servicios de información geográfica en España). Ambas normas propugnan como mecanismo para publicar la información geográfica que está en poder de la administración el uso de las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE).

En este sentido, el IGN está promoviendo con empeño el desarrollo de las IDEs canalizando las actividades que se llevan a cabo desde el Consejo Superior Geográfico para promover y divulgar en todos los ámbitos españoles el uso de las IDE y, por otro lado, publicando su propia información por esta vía. En estos momentos, la mayor parte de la información geográfica generada por el IGN es accesible mediante servicios web estándares y está debidamente descrita mediante metadatos. Como acción específica con carácter global pero que afecta a la información sanitaria, el IGN pretende crear un grupo de trabajo con los siguientes objetivos:

- *definir un conjunto de indicadores a representar en la operación estadística “Atlas Nacional de España” (ANE) del Plan Estadístico Nacional 2009-2012 (Nº Plan –PEN–: 5941; Nº IOE: 20044);*

<sup>1</sup> En Capdevila *et al.* (2012)

<sup>2</sup> En Bueno (2008)

- *formular, desarrollar y adoptar las medidas necesarias (organizativas, tecnológicas, etc.) para constituir un sistema que asegure un proceso de aportación de datos para elaborar los contenidos del ANE que sea “de oficio” de forma continua, permanente, coordinada y normalizada y proporcione datos significativos, completos, fiables y muy actuales.*

Mediante esta propuesta, y sobre todo a partir del segundo de sus objetivos, el IGN se convierte en el organismo base sobre el que se inicia la interoperabilidad con el Ministerio de Sanidad y los gobiernos regionales, tan necesaria para superar el problema antes mencionado de acceso a la información sanitaria y para estructurar el flujo de información en el SNS.

El proceso de interoperabilidad entre las administraciones competentes en salud y el IGN debería tener una serie de características a las que se les denomina dominios o perspectivas (Bueno, 2008) y que son:

- Interoperabilidad técnica: conexión de los sistemas sanitarios mediante acuerdos sobre las normas y estándares para la presentación, recolección, intercambio, transformación y transporte de datos.
- Interoperabilidad semántica: garantizar que los datos transferidos compartan el mismo significado para los sistemas vinculados.
- Interoperabilidad organizativa: la organización de los procesos de negocio y de estructuras organizativas internas para un mejor intercambio de información.

Se genera la necesidad de crear unos estándares en lo que a información geográfica sanitaria se refiere. Para su cumplimiento se deben generar metadatos. Los metadatos (datos acerca de los datos) describen el contenido, calidad, condición y otras características de los datos (Nogueras Iso, 2010<sup>3</sup>), permitiendo que otros usuarios y aplicaciones hagan uso de ellos. Por ello, la producción de los metadatos se presenta como una fase crucial para la producción y gestión de información sanitaria, puesto que son grandes cantidades de información temática las que se manejan y que provienen de diferentes fuentes de información, diferentes periodos de tiempo, etc.

Para la correcta gestión de estas bases se van a emplear los metadatos geográficos, que son aquellos que describen información geoespacial (Nogueras Iso, 2010<sup>4</sup>) y cuyo objetivo es dar coherencia al proceso de elaboración cartográfica y, en fases posteriores, mantener y actualizar las bases de datos por el creador o por otros usuarios (Krigier y Wood, 2011).

## 2. OBJETIVOS DEL TRABAJO

El presente trabajo tiene como marco de referencia la propuesta del IGN descrita anteriormente de elaborar un nuevo ANE como parte del Plan Estadístico Nacional 2009-2012 (N ° Plan –PEN–: 5941; N ° IOE: 20044).

Consecuencia del proceso de reasignación de los grupos de trabajo en las diferentes temáticas del ANE, el grupo de investigación GEOT de la Universidad de Zaragoza ha recibido la asignación de los temas de Defensa, Asuntos Sociales y Sanidad; tema en el que se integra este trabajo de fin de máster. En este sentido, hay que destacar que existe una estrecha colaboración entre el IGN y el GEOT reflejada en anteriores trabajos como el volumen Demografía del ANE elaborado en 2008. De hecho, el director del GEOT forma parte del Comité Científico Asesor en el papel de vicepresidente.

Desde el GEOT existe además un claro interés por los temas sanitarios. Así, algunos de los resultados se quieren orientar al personal investigador del ámbito médico, con los que el grupo ha iniciado una serie de colaboraciones para el conocimiento de la distribución espacial de algunas enfermedades en la ciudad de Zaragoza, que resultan de interés para los trabajos que se están llevando a cabo.

---

<sup>3</sup> En Postigo (2012)

<sup>4</sup> En Postigo (2012)

Un objetivo clave de la propuesta del IGN, en el que se integra perfectamente el primero de los objetivos específicos de este trabajo que se describen al final de este apartado, es el de definir un conjunto de indicadores para su representación.

Estos indicadores, algunos ya mostrados en la última edición del ANE de 1995, responden al propósito de mostrar el estado actual del SS desde una perspectiva regional y local, y evidenciar los posibles problemas compartidos por un conjunto de espacios. Con ello es posible identificar regiones prioritarias o ubicar las diferentes estrategias de acción que se tuvieran que llevar a cabo. En esta vertiente de análisis espacial de la información, en la que los SIG son una herramienta básica, se integraría el segundo de los objetivos específicos de este trabajo.

Finalmente, el IGN a través del ANE realiza una gran apuesta por la representación de los resultados con cartografía de calidad. Se considera que la representación cartográfica de variables sanitarias mediante el tratamiento de información estadística sobre bases espaciales de referencia oficiales incrementa las capacidades de análisis de dichos datos al incorporar el factor localización, frente a otros métodos como son las tablas o gráficos. Además, son un medio de difusión de información rápido y claro. Como cita el Atlas Nacional de los Estados Unidos, *si una imagen vale más que mil palabras, entonces un mapa vale más que diez mil*. En este aspecto de la representación cartográfica incide el tercero de los objetivos de este trabajo, en el que se atiende a la representación específica de variables sanitarias.

Expresados de forma específica los tres objetivos de este trabajo, siempre considerados en el contexto de esta propuesta de elaboración del Atlas de Sanidad por parte del IGN son:

1. Plantear una serie de indicadores y modelos de análisis con información de salud pública, a través de la relación entre variables sociales y sanitarias, de acuerdo con los criterios que se están marcando desde el ámbito sanitario.

En el texto de este documento este objetivo aparece desarrollado en el apartado 3. *Indicadores de salud*.

2. Tratamiento de la información utilizando herramientas SIG para ayudar a la toma de decisiones en materia sanitaria (análisis del estado de la población, cobertura de servicios, valoración espacial de los indicadores de salud, evaluación, optimización y nuevas prospectivas en inversión sanitaria).

El desarrollo de este objetivo se realiza en el apartado 5. *Análisis espacial con SIG para la toma de decisiones en materia sanitaria*.

3. Representación mediante cartografía temática de los resultados de los datos e indicadores sanitarios atendiendo a las diferentes escalas y unidades de referencia territorial.

El desarrollo de este objetivo se realiza en el apartado 6. *Propuesta cartográfica*.

### **3. LOS INDICADORES DE SALUD**

De forma genérica los indicadores son variables que intentan medir u objetivar de forma cuantitativa o cualitativa sucesos colectivos y así poder respaldar acciones políticas, evaluar logros y metas.

En los siguientes apartados de este capítulo se realiza una presentación de qué son los indicadores de salud y su importancia para el sistema sanitario y cuál es la nueva propuesta de indicadores sanitarios que se presenta para el futuro Atlas de Salud; propuesta que como se describe en los apartados correspondientes se basa en la consulta de las propuestas nacionales e internacionales realizadas por otros organismos y en la ya existente propuesta en el marco del ANE de 1995.

#### **3.1. Definición y características de los indicadores de salud**

El término indicador de salud hace referencia a una característica relacionada con la salud de un individuo o de una población (Ministerio de Sanidad y Política Social, 2010). En salud pública y en planificación sanitaria los indicadores de salud de la población son utilizados para:



- poner de manifiesto la magnitud de un problema de salud,
- reflejar el cambio en el nivel de salud de una población a lo largo del tiempo,
- mostrar diferencias en la salud entre diferentes poblaciones y
- evaluar hasta qué punto los objetivos de determinados programas han sido alcanzados.

En definitiva, constituyen la herramienta que va a permitir evaluar una situación en un momento determinado así como su evolución temporal, es decir, la monitorización de dichos cambios, y espacial, quedando así relacionados con el concepto de multiescala. Así, la OMS los ha definido como *variables que sirven para medir los cambios* (<http://escuela.med.puc.cl/recursos/recepidem/insintrod6.htm>) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS) como *noción de vigilancia en Salud Pública que define una medida de la salud o de un factor asociado con la salud en una población específica*.

Puesto que los indicadores son los elementos que van a reflejar la situación sanitaria en un espacio, y por tanto serán indicadores para la vigilancia, han de tener y cumplir una serie de características para resultar útiles (Gil Manzanilla, 2009):

- Factible: ha de ser posible su cálculo, para lo que se requieren datos disponibles.
- Validez: ha de reflejar la medida del fenómeno que se desee y no otro diferente.
- Confianza: si se realizan varias mediciones en condiciones similares, ha de arrojar los mismos resultados.
- Específico: debe detectar los cambios en el fenómeno o variable que se representa y no en otras.
- Sensible: ha de poder percibir cambios en la situación analizada.
- Bajo coste: se hace referencia a términos económicos, además de la facilidad para su cálculo.
- Poder discriminatorio: debe ser capaz de representar las variaciones espacio-temporales en las distintas escalas de trabajo.
- Estabilidad temporal: si se dan pequeñas variaciones, la influencia en el resultado ha de ser mínima.
- Aceptable: un indicador ha de ser aceptado por los profesionales que lo utilicen. En este caso, ha de ser una medición válida para los profesionales del ámbito de la medicina.
- Cobertura: ha de incluir toda la población a la que hace referencia.
- Relevancia: ha de ser capaz de responder a la problemática de las políticas de salud.

### 3.2. Propuestas de indicadores de salud realizadas por organismos sanitarios

La selección de los indicadores de salud varía en función de las características del territorio analizado (Gil Manzanilla, 2009). En relación con esto, se presenta a continuación un repaso realizado a las propuestas de indicadores de diferentes organismos sanitarios:

- La **OMS** (1981) realiza una propuesta orientada al servicio de Atención Primaria (AP), en el marco del *Programa Salud para Todos en el Año 2000* (SPT, 2000), y que enuncia los siguientes grandes grupos:
  - Indicadores de las políticas sanitarias llevadas a cabo.
  - Indicadores sociales y económicos relacionados con la salud.
  - Indicadores de la prestación de atención a la salud.
  - Indicadores del estado de la salud.

- El documento del **SNS del año 2010** establece los siguientes grupos de indicadores:
  - **Recursos y actividad del SNS**, que incluye información acerca de centros de salud (CS), hospitales, personal (sanitario colegiado, en CS, hospitales, etc.), causas de hospitalización, cobertura del servicio, actividad en hospitales (altas, casos atendidos, etc.), trasplantes y consumo de medicamentos.
  - **Gasto sanitario** en los diferentes servicios como hospitales y especialidades, servicios primarios de salud, salud pública, servicios colectivos de salud, farmacia y gasto en personal.
  - **Satisfacción con el sistema sanitario**. A partir del barómetro sanitario, que surge en los años `90 y se pone en marcha a partir de 1995, se puede analizar la perspectiva que la población tiene del sistema de salud a través de las categorías de: valoración positiva, necesita cambios, necesita rehacerse o no sabe/no contesta.
  - **Datos relevantes sobre la salud de los españoles:**
    - **Mortalidad**. Incluye indicadores de esperanza de vida y defunciones por las principales causas de muerte (enfermedades cardio-vasculares, cerebro-vasculares y cáncer).
    - **Morbilidad**. Quedan recogidos indicadores acerca de la autovaloración del estado de salud, enfermedades no transmisibles, enfermedades prevenibles por inmunización y síndrome de inmunodeficiencia adquirida (SIDA).
    - **Hábitos de vida**. Se analiza el consumo de tabaco y alcohol, admisiones a tratamientos por consumo de sustancias psicoactivas, sobrepeso y obesidad y actividad física.
- La revisión de indicadores del **Atlas de Salud en Europa (2008)** permitirá tener una visión integradora para así poder implementar los indicadores nacionales en ámbitos administrativos superiores. Los grandes grupos temáticos son:
  - **Demografía**. Incluye diferentes variables demográficas, que se extraen del Atlas de Demografía publicado por el IGN-GEOT.
  - **Vida y muerte**. Se incluye esperanza de vida y causas de muerte por diferentes motivos.
  - **Enfermedades**, donde quedan representadas diferentes subcategorías como:
    - **Enfermedades contagiosas**. El atlas incluye tuberculosis, hepatitis B, sífilis, diagnóstico del SIDA o infección por VIH.
    - **Enfermedades de declaración no obligatoria** como cáncer de pulmón, cáncer de mama o cáncer de útero.
    - **Hospitalización** por problemas en el sistema circulatorio, respiratorio, digestivo o muscular.
  - **Estilos de vida y medio ambiente** con:
    - **Fumadores**, donde se incluye los fumadores adultos y los de más de 15 años.
    - **Sobrepeso y obesidad**, mediante prevalencia entre adultos.
    - **Accidentes de tráfico**.
    - **Consumo de alcohol**.
    - **Accidentes en el trabajo**.
  - **Cómo la población cuida su salud** a través de indicadores como:
    - **Médicos, dentistas y enfermeras**.



- **Hospitales**, que incluye el número de camas en distintos hospitales o periodos de ingreso.
- Por último, el **ODS** plantea la siguiente selección de indicadores para conocer el estado de salud de una determinada población mediante el análisis de las desigualdades en la salud. Son cuatro grandes grupos temáticos.
  - **Contexto socioeconómico y político.** Se valora el gobierno y tradición política, políticas macroeconómicas, políticas del estado del bienestar y cultura y valores.
  - **Determinantes intermedios.** Se incluyen:
    - Recursos materiales como el trabajo (tasa de actividad y paro; y contratos temporales); factores psicosociales; factores conductuales y biológicos (consumo de tabaco y obesidad) y servicios sanitarios.
  - **Desigualdades en salud.** Se incluyen:
    - **Mortalidad**, donde se analiza la esperanza de vida, la mortalidad infantil y las enfermedades no transmisibles.
    - **Morbilidad**, que contiene causas externas que quedan materializadas en incidencias hospitalarias y tasas de incidencia hospitalaria.
  - **Autovaloración de la salud.**

### 3.3. Los indicadores propuestos en el Atlas de Nacional de España en 1995

La primera y única edición del monográfico de sanidad del ANE data de 1995 y fue realizado por el grupo 34, que responde al mismo número de los “cuadernillos” que se habían editado hasta el momento.

En este número se presentan una gran batería de indicadores que recopilan información que abarca desde el número de hospitales según su dependencia funcional, hasta una serie de mapas donde se representa la valoración de la salud, tratando temas como donaciones, personal sanitario, etc.

Esta propuesta de clasificación de indicadores realizada por el ANE en 1995 se incluye en el ANEXO 11.1. Los campos resaltados en negrita corresponden a los grandes grupos de indicadores. Esta propuesta es asimilable a las comentadas en el apartado anterior propuestas por otros organismos sanitarios y podría ser considerada válida en la actualidad. Sin embargo, las tendencias de los últimos tiempos al análisis de la variabilidad o desigualdades en salud, además de un interés creciente por representar los determinantes de salud, obligan a rehacer esta batería de indicadores en una nueva propuesta descrita a continuación.

### 3.4. Nueva propuesta de indicadores para el nuevo ANE

En el ANEXO 11.2 se presentan los nuevos indicadores propuestos. Los principales cambios están asociados a la inclusión de indicadores que responden a las tendencias seguidas en los últimos estudios (determinantes de salud, cáncer, mortalidad, etc.) y a las propuestas internacionales existentes, teniendo muy presente los trabajos realizados en Francia y Estados Unidos. Por otra parte, acorde con los objetivos propuestos por la Comisión Europea de Salud (CES), se ha tenido como objetivo que los nuevos indicadores faciliten la comparación entre las diferentes regiones y los diferentes espacios analizados (CES, 2012).

A continuación se presenta un cuadro resumen en el que se pueden ver los cambios realizados en los indicadores planteados respecto a los presentados en 1995 (vid. Tabla 3).

**Tabla 3.** Comparativa ANE 1995 y actual

ANE 1995	NUEVO ANE
GRANDES GRUPOS TEMÁTICOS SANITARIOS	
17	10
NÚMERO DE INDICADORES	
154	211

Como se puede observar, se ha producido un incremento de 57 indicadores respecto al anterior ANE (faltando por incluir gráficos y figuras). Además, ha habido un reagrupamiento de grupos temáticos respecto a 1995 (10 frente a 17 grupos), consecuencia directa de la consulta de la literatura actual. No obstante, algunos grupos y subgrupos coinciden con los enunciados en 1995.

Consecuencia de la reagrupación se cree conveniente enumerar la lista de nuevos grupos temáticos sanitarios y explicar algunos de ellos (resaltados en negrita):

- **Demografía:** se consolida como grupo temático individual, puesto que en la bibliografía se le da un peso importante.
- Mortalidad.
- Enfermedades de declaración obligatoria.
- Enfermedades crónicas.
- **Determinantes de salud:** existen de varios tipos, y refieren a aquellos factores que, respondiendo a un determinado contexto socioeconómico y político, afectan a las desigualdades de salud (Puyol, 2011).
- Infraestructuras y personal.
- **Morbilidad:** es un término médico que se puede considerar un dato demográfico que cumple la función de informar acerca de la proporción de personas que sufren una enfermedad en un espacio y tiempo acotados (vuelve a enlazar con los cambios de escala y tiempo del punto 1.2.2 de este trabajo) (<http://www.definicionabc.com/salud/morbilidad.php#ixzz2C95OKigC>).
- Gasto sanitario.
- Donaciones y trasplantes.
- Otros indicadores.

Como se puede ver en el ANEXO 11.2, no se ha especificado la escala de realización de la cartografía, puesto que estará en función de las necesidades del IGN y de los criterios del GEOT, así como de la disponibilidad de información en el momento de realización del Atlas. Por tanto, tanto la escala como los propios indicadores pueden estar sujetos a cambios.

Por último, se considera relevante apuntar que los datos disponibles en las fuentes oficiales de referencia (IGN y Ministerio de Sanidad) ya no están disponibles en la escala provincial, sino que han pasado al nivel superior de agregación, la Comunidad Autónoma. Esto supone un inconveniente ya que la idea inicial era trabajar con una escala mínima de detalle de provincia.

#### **4. LA IMPORTANCIA DE LOS METADATOS EN EL CONTEXTO DE LA INTEROPERABILIDAD DEL SISTEMA SANITARIO**

Los metadatos se definen como los “datos sobre los datos”, es decir, el conjunto de características que la información espacial lleva asociado. Permiten tener un modelo estandarizado del contenido, la calidad, el formato y otras características de un recurso, y que permita responder a cuestiones básicas como: qué es, cuando se creó, cómo, dónde o quién.

Puede que el aspecto más importante de metadatar la información geográfica sea que aporta unos beneficios que van a facilitar el tratamiento de esta información y que afectan a tres grupos diferentes de actores.

- Beneficios para el creador: permite evitar duplicaciones; identificar, distribuir y difundir la información con garantías; y disponer de un inventario de la información que se produce.
- Usuarios: les resultará más fácil encontrar los datos que se buscan; conocer la información clave o transferir e interpretar los datos de manera correcta.
- A las organizaciones / administraciones: repercuten en aspectos esenciales como proteger sus inversiones; limitar sus responsabilidades; compartir datos con otras organizaciones; reducir costes; proporcionar información sobre fuentes y calidades; o mejorar los procedimientos de gestión de datos.

Como puede apreciarse, este aspecto de los metadatos enlaza con el apartado introductorio dedicado a la interoperabilidad, ya que uno de los principales problemas que impiden construir un marco de interoperabilidad es la heterogeneidad en los datos y servicios manejados por los diferentes sistemas (Nogueras Iso, 2010), aspecto que se solventa gracias a los metadatos.

##### **4.1. La directiva INSPIRE**

En relación a la normativa vinculada con los metadatos destaca a nivel europeo la directiva INSPIRE. INSPIRE es la infraestructura de información espacial en la Comunidad Europea. Se trata de una iniciativa de la Comunidad Europea cuyo funcionamiento recoge la Directiva 2007/2/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 14 de marzo de 2007, publicada en el Diario Oficial de la UE (DOUE) el 25 de abril de 2007. En ella se establece una infraestructura de información espacial en Europa para apoyar las políticas comunitarias de medio ambiente y otras políticas o actividades que puedan tener impacto sobre el medio ambiente.

La Directiva INSPIRE quiere hacer frente a la necesidad de establecer un grado de coordinación entre los proveedores y usuarios de información geográfica, de manera que pueda combinarse dicha información y los conocimientos procedentes de diferentes sectores. INSPIRE no pretende ser un programa de recogida de datos espaciales, su objetivo es optimizar la explotación de los datos ya disponibles exigiendo que la información espacial existente esté debidamente documentada, que la información geográfica producida se ponga a disposición de los usuarios a través de servicios accesibles e interoperables y que se solventen los obstáculos que entorpecen su utilización.

Además, tiene como objetivo principal obtener fuentes armonizadas de información geográfica para dar soporte a la formulación, implementación y evaluación de políticas comunitarias. Dichas fuentes de información son los conjuntos de datos generados por los Estados miembros a nivel local, regional, nacional e internacional.

La directiva INSPIRE se concreta en diferentes estándares como la ISO 19115, ISO 19115-2, ISO 19119 y Dublin Core. En España se creó el estándar Núcleo Español de Metadatos (NEM), una versión simplificada de la ISO 19115.

Para este trabajo se ha elegido la normativa ISO 19115, puesto que el NEM se ha considerado algo escaso para la complejidad de los datos referentes a salud pública en los que, como ya se ha comentado previamente en este trabajo, se combina información de diferentes escalas y procedencias relacionadas con los diferentes modelos de gestión de la información de las diferentes administraciones y

organismos. De ahí la importancia de que existan metadatos con información muy completa y detallada.

La ISO 19115 es un estándar específico para describir información geográfica. Proporciona información sobre la identificación, extensión, calidad, modelo espacial, etc. Dicha norma define:

- Secciones de metadatos obligatorios y condicionales, entidades de metadatos y elementos de metadatos.
- El conjunto mínimo de metadatos requeridos para soportar todo el rango de aplicaciones de metadatos (descubrimiento de datos, determinación de la idoneidad de unos para un uso, acceso a los datos, transferencia de datos y utilización de datos digitales).
- Elementos de metadatos opcionales, para permitir una descripción normalizada más amplia de los datos geográficos, si así se requiere.
- Un método para crear extensiones de metadatos para adaptarse a necesidades especializadas.

Como software se ha utilizado *CatMDEdit*, que es una aplicación que permite la gestión de recursos a través de los metadatos asociados a los mismos, prestando especial atención a la gestión y documentación de recursos de información geográfica. Del conjunto de programas existentes para generar metadatos se ha seleccionado este *software*, entre otros motivos, por facilitar la cumplimentación de los metadatos al remarcar en rojo los campos obligatorios no rellenados (vid. Figura 7).

Cumplimentados los metadatos, *CatMDEdit* permite exportarlos en formato .xml o HTML para su visualización. En este caso se han exportado en HTML, puesto que luego se pueden guardar como un archivo PDF (vid. ANEXO 11.3).

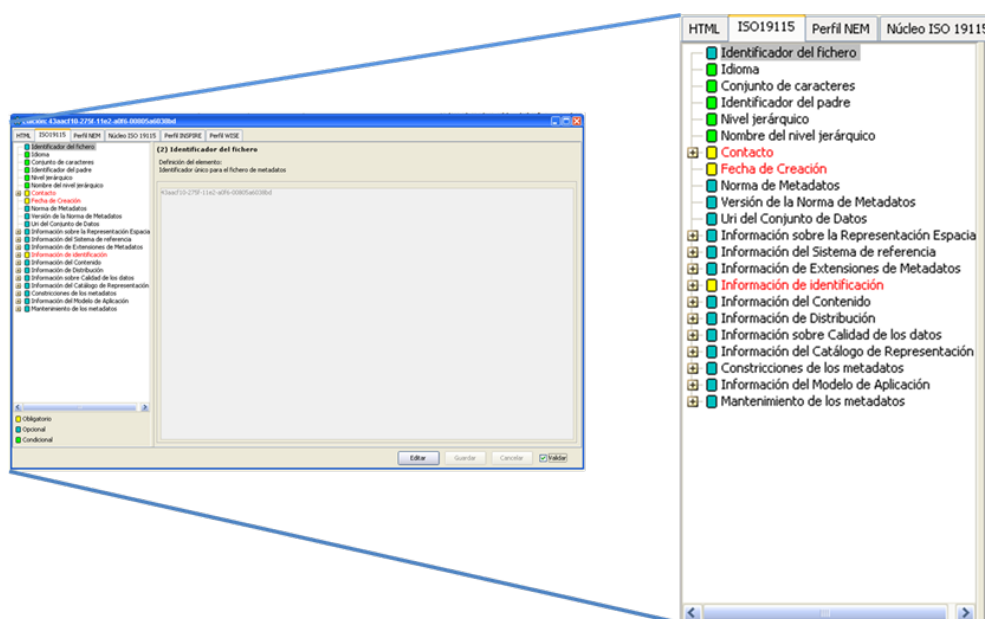


Figura 7. Interfaz de CatMDEdit. Fuente: elaboración propia a partir de CatMDEdit

## 4.2. Modelo de referenciación de la información para el ANE

Teniendo en cuenta que este trabajo tiene como marco de referencia la implementación de sus resultados en el futuro ANE es necesario adaptar la información que se genera al sistema de suministro de datos estadísticos para el ANE, que se produce a través de una página web que tiene como objetivo definir los contenidos y la información cartográfica del proyecto del Atlas Nacional de España vigente (vid. Figura 8) (<https://www2.ign.es/defineane/>)<sup>6</sup>.

<sup>6</sup> La aplicación aún está en fase de desarrollo y desde el GEOT se están haciendo pruebas de subir información.

RECURSOS

Personas

Variables

0 seleccionado(s)

Buscar en toda la tabla:

<< Ant. 1 2 Sig. >>

Id	Nombre	Tema	Subtema [C]	Tipo	Denominador escala [C]	Derechos	Archivo
1	Prueba - Evolución de la producción de peces marinos y de moluscos	Actividades agrarias y pesqueras	Pesca y acuicultura	Gráfico estadístico			
2	Prueba - Establecimientos de acuicultura según forma de cultivo	Actividades agrarias y pesqueras	Pesca y acuicultura	Mapa	6.500.000		
3	Prueba - Establecimientos de acuicultura según origen del agua	Actividades agrarias y pesqueras	Pesca y acuicultura	Mapa	6.500.000		

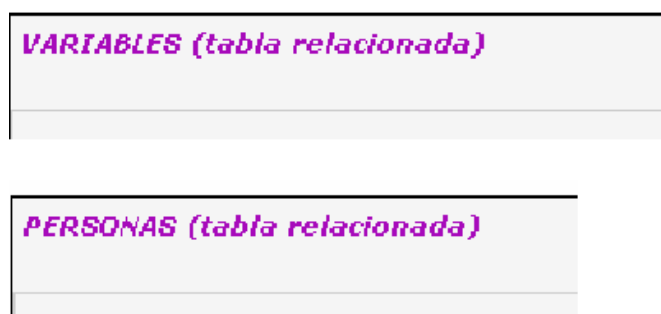
**Figura 8.** Captura de pantalla de la aplicación web desarrollada por el IGN. Fuente: IGN

El objetivo del IGN es crear un estándar para la compilación de recursos y variables del ANE, que pretende ser el documento de referencia para la planificación. Los recursos entendidos como el medio cuyo contenido, combinación y presentación al usuario, servirá para construir una descripción de la realidad geográfica; y las variables entendidas como los propios datos que sirven para generar recursos (IGN, 2012).

Esta aplicación es considerada como la fuente de datos para el Sistema de Información del Atlas Nacional de España (SIANE). No está pensada para almacenar datos históricos sino para tener disponibles los recursos y variables definidos para el ANE XXI.

De nuevo, esta aplicación de forma combinada con los metadatos redundante en el cumplimiento del objetivo de la interoperabilidad.

En cuanto a la parte más práctica, la aplicación permite almacenar tablas de información a las que se puede acceder, pero teniendo en cuenta que cada tabla muestra sólo una parte de los registros que hay almacenados en cada una de las páginas (existen varias páginas para mostrar todo el contenido). Además, presenta un mecanismo por el que puedes acceder a tablas relacionadas con la que se está visualizando (vid. Figura 9)



**Figura 9.** Captura de pantalla con la posibilidad de acceder a tablas relacionadas. Fuente: IGN

Por otra parte, va a ser un portal de libre acceso a la información con edición controlada por los colaboradores y responsables pero con posibilidad de selección de subtemas, unidades de análisis, ámbitos geográficos y denominadores de escala (vid. Figura 10).

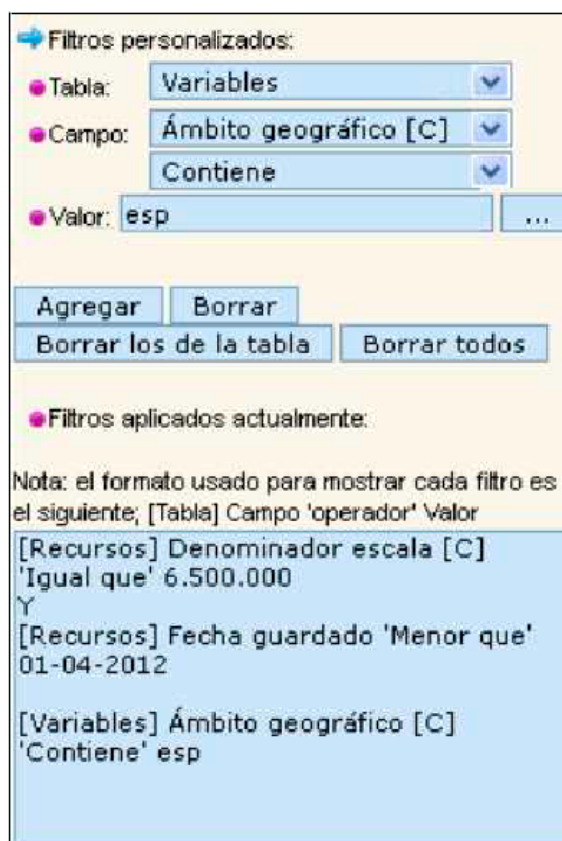


Figura 10. Captura de pantalla de aplicación de un filtro. Fuente: IGN

## 5. ANÁLISIS ESPACIAL CON SIG PARA LA TOMA DE DECISIONES EN MATERIA SANITARIA

Este capítulo, relacionado con el objetivo 2 del trabajo, constituye un ejemplo básico de análisis espacial de la información sanitaria para demostrar en potencial de los SIG en la toma de decisiones y la planificación.

Tras un breve repaso por las fuentes de información, datos disponibles y software SIG utilizados, se presentan dos ejemplos de aplicación práctica: un análisis de localización óptima y un análisis de disponibilidad basado en la creación de áreas de influencia o *buffer*.

### 5.1. Información y datos iniciales

Disponer de información en cantidad y calidad y con un nivel de desagregación que se adecúe al estudio que se quiere realizar es lo más importante y el paso previo y necesario para llegar al conocimiento de algo. La información está formada por datos, que dentro de un contexto significativo y útil han de servir para la toma de decisiones. Para ello, la información ha de cumplir una serie de características como:

- Ha de ser exacta y no tener errores.
- Ha de ser oportuna, es decir, que en el momento de realizar cualquier proyecto o trabajo, esté disponible.
- Ha de ser relevante.

Existen tres tipos de información de la que se puede disponer:

- Fuentes primarias: son los materiales originales que no han sido filtrados como consecuencia de una interpretación, condensación o evaluación de terceros.
- Fuentes secundarias: se trata de la información primaria modificada, seleccionada o reordenada para un fin específico.
- Fuentes terciarias: es una combinación de las dos anteriores y que han sido de nuevo tratadas.

Aunque lo ideal en un proyecto de investigación sería generar la información desde el principio, es decir, disponer de fuentes primarias, el coste que este proceso tiene es elevado. Por ello se utilizan en la mayoría de los casos fuentes de informaciones secundarias y terciarias. Sin embargo, Krigier y Wood (2011) señalan la necesidad de combinar todas ellas a la hora de elaborar cartografía.

En relación con la clasificación presentada, en este trabajo se han utilizado las siguientes fuentes de información (vid. Tabla 4).

**Tabla 4.** Fuentes de información utilizadas.

Escala / Elemento	Clase	Tipo de información
<b>Regional</b>		
España Comunidades Autónomas	Base espacial	Secundaria
España provincias	Base espacial	Secundaria
Información sanitaria IGN	Bases de datos	Secundaria
Zonas básicas de salud en Aragón <sup>1</sup>	Base espacial	Secundaria
Encuesta de salud de España	Base de datos	Secundaria
<b>Local</b>		
Diabéticos en Zaragoza <sup>2</sup>	Base de datos	Primaria
Obesos en Zaragoza <sup>2</sup>	Base de datos	Primaria
Manzanero urbanístico de Zaragoza <sup>3</sup>	Base espacial	Secundaria
Equipamientos públicos sanitarios en Zaragoza <sup>4</sup>	Base espacial	Secundaria

Información procedente de: 1. GEOT; 2. OMI; 3. Servicio de Información Geográfica del Ayuntamiento de Zaragoza y 4. Gobierno de Aragón.

## 5.2. Sistemas de Información Geográfica utilizados

Para llevar a cabo la parte de análisis espacial y de la composición inicial de cartografía en las distintas escalas, se han utilizado dos SIG, ArcGIS 10.1 y gvSIG 1.12, que se explican a continuación.

En lo referente a ArcGIS, se han utilizado los módulos de ArcMap y ArcCatalog. El primero es el principal componente de ArcGIS y conforma la *suite* de los procesos geoespaciales, edición, creación y análisis de información espacial. El segundo se ha utilizado para la gestión de información temática como alfanumérica.

A pesar de que durante el máster se manejó la versión 10.0, para este trabajo se ha utilizado la versión 10.1, que presenta mejoras frente a su predecesora ([http://resources.arcgis.com/en/help/pdf/whats\\_new\\_in\\_arcgis.pdf](http://resources.arcgis.com/en/help/pdf/whats_new_in_arcgis.pdf)), aunque la interfaz no ha cambiado prácticamente, salvo algunos menús, en el que cambia el orden de algunas funciones.

Sin embargo, y como consecuencia del auge en los últimos tiempos del software libre, se ha utilizado también el software gvSIG. Se trata de un proyecto *open source* que fue desarrollado para la Generalitat Valenciana, y que se postula como el principal competidor de ArcGIS, no sólo por su potencia sino por la reproducción parcial de sus estructuras y formas de trabajo. Concretamente se ha utilizado la versión 1.12 que trae implementada la librería SEXTANTE (vid. Figura 11), que también puede ser integrada en ArcGIS si se dispone de la extensión ArcObjects.



**Figura 11.** Logo de sextante. Fuente: <http://www.e-tecmalearning.es/wordpress/?p=271>

SEXTANTE es el acrónimo de Sistema Extremeño de Análisis Territorial. Cuenta con 322 algoritmos propios, aunque se puede implementar dentro de esta librería los algoritmos de GRASS y R. Aunque se pueden realizar operaciones tanto con el modelo vectorial y ráster, es el último al que está dedicada casi en su totalidad.

Entre los algoritmos más destacados, frente a los que ofrece ArcGIS se encuentran: métricas de análisis de paisaje de fragstats; análisis de cambios (de usos de suelo); modelos predictivos para la modelización de dinámicas; localización óptima de elementos; índices de vegetación o modelización de incendios con una función de simulación de los mismos. Pero además implementa otros como análisis hidrológico; análisis de relieve; iluminación y visibilidad o análisis de vecindad.

A pesar del potencial que puede presentar gvSIG, se puede decir que ArcGIS sigue siendo, por su rendimiento y fiabilidad, el SIG de referencia. Esto se ha podido comprobar, por ejemplo, con la exportación de la misma capa desde ambos SIG, observando que en el resultado obtenido con gvSIG existía un desplazamiento espacial importante, probablemente por un error en el algoritmo de ajuste. Por tanto hay que ser cauto, ya que esto puede generar problemas en fases posteriores del trabajo.

No obstante, la conclusión que debe extraerse es que no se trata de saber manejar muchos *software*, sino de tener un buen conocimiento de SIG (análisis espacial, bases de datos, etc.) para poder aprovechar las potencialidades de cada uno de ellos.

### 5.3. Ejemplos de análisis espacial

Los dos ejemplos mostrados a continuación han sido realizados con un modelo de datos vectorial (soportado tanto por ArcGIS como por gvSIG, entre otros). Este modelo se caracteriza, y resulta de interés, por representar los diferentes elementos de la realidad mediante entidades de puntos, líneas y polígonos. Entre otras características pueden destacarse las siguientes como principales argumentos para su selección frente al modelo ráster (Moreno, 2007):

- Representa las entidades con precisión en el espacio.
- Es útil para representar entidades geográficas discretas como edificios, carreteras o límites administrativos.
- Tiene la posibilidad de asociar tablas de atributos de las entidades reales mediante un identificador común.
- Es el más destacado para la realización de cartografía temática ya que permite combinar diferentes variables visuales.

#### 5.3.1. Análisis de localización óptima de centros de atención primaria: un ejemplo de trabajo en la escala inframunicipal

Decidir acerca de la localización de servicios y equipamientos que atiendan a la población resulta de gran dificultad, más si cabe, cuando se trata de servicios de salud que han de intentar cumplir los principios de equidad y eficiencia espacial (Fuenzalida, 2010). Como señala Coates (1977), la distribución de los servicios responde a una ideología igualitarista en la que adquieren un mayor peso los principios de equidad e igualdad sobre el de eficiencia (Fuenzalida, 2010). Sin embargo, otros autores realizan otra clasificación que dota a la eficiencia y a la equidad con el mismo valor (Bosque Sendra, 1995).

En la instalación de un servicio sanitario, bien sea un hospital, centro de salud, consultorio, etc., la decisión del *dónde* es una de las fases más importantes para que el equipamiento o servicio satisfaga las necesidades de la población (Smith, 1980). A esta respuesta es a la que se va a intentar dar respuesta con este caso práctico que es tan sólo una muestra del potencial de análisis espacial que puede alcanzarse con un SIG y la información base adecuada.

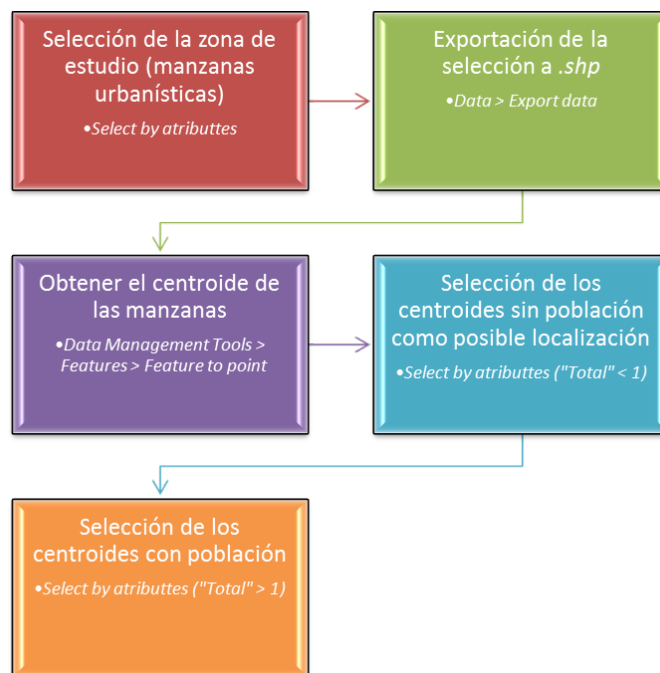
La zona de estudio corresponde al distrito cuatro de la ciudad de Zaragoza, concretamente a los nuevos desarrollos urbanos del sur de Valdespartera y Rosales del Canal. En términos de organización



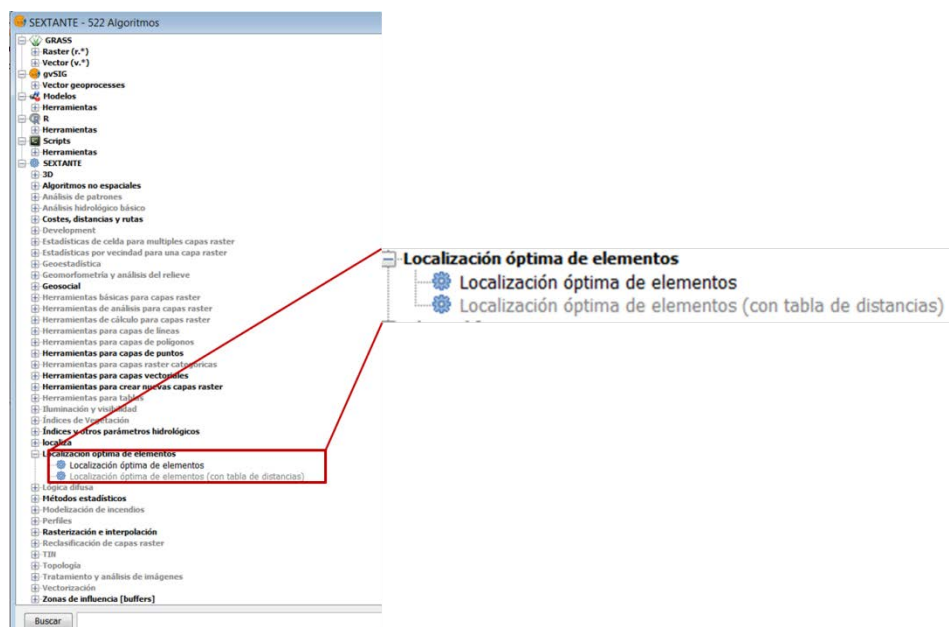
sanitaria existe actualmente un centro de atención primaria que ofrece servicio a algo más de 21.000 personas.

El objetivo del estudio es realizar un análisis de localización óptima de este centro de salud respecto a su ubicación actual y evaluar así su adecuación.

La metodología desarrollada ha seguido el procedimiento indicado a continuación. El proceso comienza con la preparación en ArcGIS de la información que requerirá el análisis de localización óptima que se va a realizar en gvSIG (vid. Figura 12). Se trata de un algoritmo que calcula la mejor localización de un número dado de servicios (oferta) para servir a una serie de centros usuarios (demanda). Dicho algoritmo está basado en los cálculos realizados por Teitz y Bart (vid. Figura 13).



**Figura 12.** Procedimiento para preparar la información necesaria para el análisis espacial. Fuente: elaboración propia.

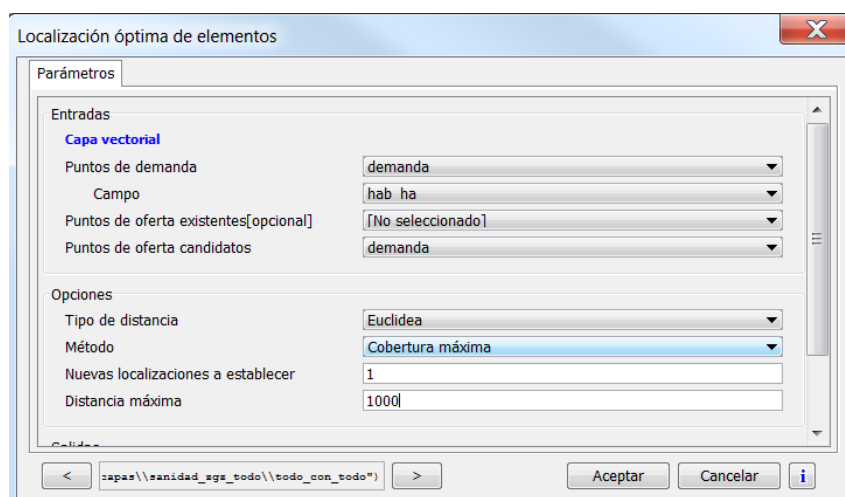


**Figura 13.** Algoritmo de localización óptima en gvSIG. Fuente: elaboración propia a partir de gvSIG.

A continuación se presenta la relación de parámetros de entrada necesarios para realizar el análisis y los archivos de salida con los resultados (vid. Tabla 5), y como se han cumplimentado en gvSIG (vid. Figura 14).

**Tabla 5.** Parámetros necesarios para ejecutar el algoritmo localización óptima. Fuente: elaboración propia a partir de la ayuda de gvSIG.

PARÁMETROS DE ENTRADA	RESULTADOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puntos de demanda [Capa vectorial - Punto]: los puntos indican la localización de las zonas de demanda.</li> <li>• Campo [Campo]: el campo para ponderar la intensidad de la demanda (densidad de población).</li> <li>• Puntos de oferta existentes [Capa vectorial - Punto]: capa con los puntos de oferta ya existentes en la zona.</li> <li>• Puntos de oferta candidatos [Capa vectorial - Punto]: capa donde se localizan los lugares o centros de la oferta. De entre los puntos que se encuentran en esta capa, se seleccionaran tantos como se indiquen en el campo nuevas localizaciones a establecer (vid.</li> <li>• Tipo de distancia [Selección]: a elegir entre Euclídea o Manhattan.</li> <li>• Método[Selección]: el criterio a aplicar para la selección de los emplazamientos óptimos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las estadísticas referentes a la función objetivo aparecen en un nuevo documento en el gestor de resultados.</li> <li>• Conexiones [Capa vectorial - Línea]: nueva capa vectorial de líneas con las conexiones de localización óptima.</li> <li>• Puntos seleccionados[Capa vectorial - Punto]: establecer el número de localizaciones deseadas</li> <li>• Estadísticas [Texto]: calculo de estadísticas mostradas en la ventana de resultados. <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Distancia media[Valor numérico]:</li> <li>○ Distancia cuadrática media[Valor numérico]:</li> <li>○ Distancia mínima[Valor numérico]:</li> <li>○ Distancia máxima[Valor numérico]:</li> <li>○ Varianza[Valor numérico]:</li> <li>○ Suma total de distancias[Valor numérico]:</li> <li>○ Coeficiente de variación[Valor numérico]</li> </ul> </li> </ul>

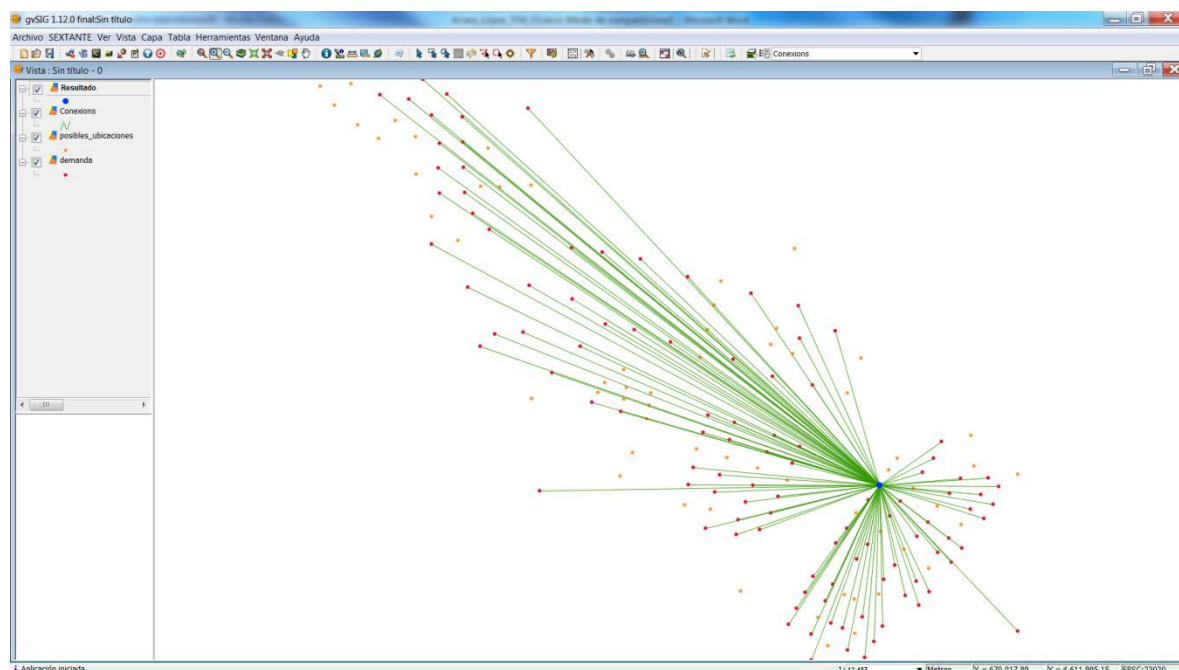


**Figura 14.** Cuadro de diálogo de gvSIG del algoritmo localización óptima. Fuente: gvSIG.

Como se puede observar, el campo de “puntos de oferta existentes” no se ha cumplimentado ya que no se pretende obtener la localización de otro centro de atención primaria, sino de conocer si la actual localización es la mejor.

En cuanto al método de localización-asignación se ha establecido el de cobertura máxima. Esto quiere decir que la instalación se ha de ubicar de tal modo que el máximo puntos de demanda se asignen al punto “solución”, de forma que el máximo de población potencial quede cubierta dentro de la distancia establecida (1.000 metros). Aunque en otros trabajos los puntos que quedan fuera de la distancia establecida quedan fuera del análisis (Latorre, 2012), en este caso se incluyen todos los puntos de demanda.

En cuanto a las capas de salida, genera una que denomina *conexiones*, que es una capa de líneas, y otra a la que denomina *resultado*, que es una capa de puntos con el número de posibles ubicaciones que se haya establecido anteriormente, en este caso *uno* (vid. Figura 15).



**Figura 15.** Resultado en gvSIG tras ejecutar el algoritmo *localización óptima*. Fuente: gvSIG.

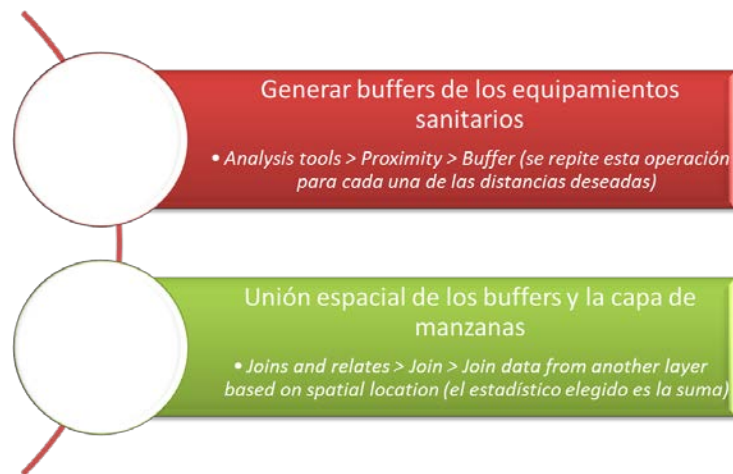
Como puede observarse en la cartografía final (ANEXO 11.4.1) el resultado de este sencillo análisis de localización óptima muestra que la mejor ubicación para localizar este centro de salud de atención primaria se sitúa a sólo dos manzanas de su actual situación, lo que indica que ésta cumple con los criterios mínimos establecidos para ser considerada una localización óptima. A este respecto hay que tener en cuenta que el criterio escogido ha sido exclusivamente la densidad de población y que no influyen otros factores como por ejemplo la legislación en materia de urbanismo, que puede decir que en la parcela escogida no se puede construir este tipo de equipamiento.

### 5.3.2. Análisis de disponibilidad de centros de sanidad pública

El modelo de análisis realizado en este segundo caso práctico se ajusta a los objetivos que marca el Indicador Común Europeo A4. Se trata de obtener una medida de la accesibilidad a determinados servicios, entre los que se encuentran los servicios sanitarios públicos, definiendo distancias de 150, 300 y 500 metros, siendo la ideal la segunda. Así, la disponibilidad de los equipamientos es ese rango de distancias será indicador de la sostenibilidad de una ciudad, y por tanto de la posible calidad de vida de la que goza su población (Salinas, 2012).

Aunque los buffers o áreas de influencia indican la distancia geométrica simple hasta (o desde) la localización analizada, es especialmente adecuado para mostrar el comportamiento espacial de un fenómeno tomando en cuenta los criterios de proximidad que exige el A4. Unido a la capa temática de manzanas que tiene asociada información de población, este análisis buffer muestra el impacto o la influencia sobre el territorio en función de la distancia (Moreno, 2007).

El área de estudio en este caso práctico es el total de la ciudad de Zaragoza y el procedimiento de análisis, en ArcGIS, ha seguido el siguiente esquema (vid. Figura 16).

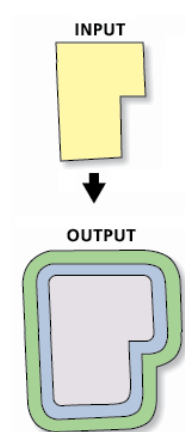


**Figura 16.** Operaciones para generar los buffers. Fuente: elaboración propia.

Desde el punto de vista técnico indicar que ArcMap permite generar un buffer múltiple (vid. Figura 17) en el que se especifican los límites de distancia de las coronas que se desean. Sin embargo, cuando se elige esta opción no es posible realizar la posterior unión espacial entre ambas capas.

### Multiple Ring Buffer

Creates multiple buffers at specified distances around the input features. These buffers can optionally be merged and dissolved using the buffer distance values to create non-overlapping buffers.



**Figura 17.** Ejemplo de la generación de un buffer múltiple. Fuente: ArcGIS help.

Con los análisis realizados se exportan los datos a una hoja Excel para realizar gráficos complementarios a la cartografía que ayuden a la interpretación de la misma.

La cartografía final se puede consultar el ANEXO 11.4.1. De forma general se observa que la accesibilidad en Zaragoza a los centros sanitarios públicos es buena, si se tiene en cuenta que no es un servicio de uso habitual. No obstante, pueden destacarse dos aspectos:

- los mayores de 80 años, que puede ser lo que más necesiten acudir al médico, son los peores atendidos;
- el servicio empeora desde el 2001 en los datos relativos, por eso hay que tener en cuenta los datos absolutos y considerar que la ciudad ha crecido en casi 100.000 habitantes. Además esta disminución puede ser debida a la nueva distribución de tarjetas sanitarias en el sur de la ciudad.

## 6. PROPUESTA CARTOGRÁFICA DE INDICADORES SANITARIOS

En este capítulo se describe la propuesta cartográfica que se presentará al IGN para la realización del Atlas de Salud. Esta propuesta se basa y supone una continuación respecto a la línea de trabajo del grupo GEOT, reconocida en numerosos trabajos.

En los siguientes apartados se presentan las escalas de trabajo a las que se desarrollará la cartografía y un breve repaso de las principales fases de realización, finalizando con la presentación de una serie de mapas elaborada a modo de ejemplo que se incluye en el ANEXO 11.4.2.

El capítulo finaliza con un apartado en el que se muestran algunas novedades de representación cartográfica vinculadas con las nuevas tendencias de presentación de la información geográfica; mostrando así el interés del grupo GEOT por continuar innovando en el diseño cartográfico.

### 6.1. Escalas de trabajo

En este trabajo se presentan análisis y cartografía en dos grandes escalas diferentes de agregación (SNS, 2010):

- Escala regional:
  - **Comunidad Autónoma**
  - **Provincias**
- Escala local:
  - Áreas de salud (AS): demarcaciones geo-demográficas delimitadas por cada Comunidad Autónoma. Se establecen en función de diversos factores, pero sobre todo responde a la proximidad del equipamiento a los usuarios. Cada área dispone de un hospital general como referente para la atención especializada.
  - **Zonas Básicas de Salud (ZBS)**: subdivisión de la anterior, y que son el marco territorial de la atención primaria, donde desarrollan las actividades sanitarias los centros de salud.

Aunque no se enumeran por su menor importancia, en algunos servicios de salud existen estructuras organizativas intermedias entre las AS y las ZBS.

Se marcan en negrita las escalas de trabajo en las que se ha realizado cartografía en este trabajo.

Atendiendo a estas dos escalas la propuesta cartográfica planteada tiene dos trabajos de referencia dentro del grupo GEOT. A escala regional el documento cartográfico de referencia es el volumen Demografía del ANE de 2008, cuya propuesta se aplicó también al trabajo de la Encuesta y Equipamientos Locales (EIEL, 2011). A escala local la propuesta cartográfica se basa en la adaptación realizada por Postigo Vidal, R. en 2012 que está siendo aplicada en el proyecto A4 y para el atlas demográfico de Zaragoza.

### 6.2. Representación visual de las variables cartográficas de los indicadores sanitarios

Dodge *et al.* (2011) precisa el concepto de visualización científica como el uso de la tecnología informática sofisticada capaz de crear (re)presentaciones visuales y cuyo objetivo es facilitar el pensamiento y la resolución de problemas. Si este concepto se traspone al terreno de la geografía y la cartografía, se puede decir que el uso del SIG y programas de diseño gráfico conforman un *tandem* capaz de realizar todas las representaciones gráficas de las distintas variables visuales con el fin de facilitar el análisis y diagnóstico para la toma de decisiones con carácter general y, de forma específica, también en materia sanitaria.

Las distintas variables visuales, pilar de la representación gráfica en cartografía temática, son definidas como la expresión gráfica de la variable real y la herramienta principal que permite la codificación cartográfica (Zúñiga, 2009). Así, las variables visuales conforman el mundo de las imágenes y,

con ellas, el diseñador sugiere una perspectiva de la realidad, el diseñador gráfico ordena esas relaciones y el cartógrafo ordena el espacio. (Dodge *et al.*, 2011).

Tomando como referencia a Krigier y Wood (2011) se hace imprescindible que *objetivos diferentes requieren mapas diferentes. La calidad del mapa es a menudo una cuestión de perspectiva más que de diseño*. No cabe duda que el modo de interpretar la realidad geográfica va a ser fundamental a la hora de representar una variable visual. Sin embargo, los avances tecnológicos en materia de representación cartográfica y representación gráfica ayudan a conseguir el objetivo de calidad tan buscado en cartografía.

Una vez contextualizado el proyecto cartográfico, en el que se definen una serie de aspectos tales como la finalidad del mapa, el público al que va dirigido y su formato, debe decidirse el número de variables reales que van a reflejarse en el mapa. En este sentido, existen los mapas univariados (se representa sólo una variable) o mapas multivariados (Zúñiga, 2009). Teniendo en cuenta que la cartografía que se presenta en este trabajo tiene el objetivo de servir para la planificación y gestión y toma de decisiones de recursos sanitarios, el espectador al que va dirigido es eminentemente científico-técnico. Por tanto, la combinación de variables cartográficas va a ser frecuente, presuponiendo que dicho público no tendrá problemas a la hora de decodificar la información temática.

Aunque no hay que olvidar que los SIG han avanzado notablemente, y cada vez más, en la producción de cartografía, se hace necesario para la obtención de una cartografía de calidad aplicar los principios de diseño cartográfico tradicionales (Rain, 2010).

Con el fin de presentar una cartografía coherente a las variables sanitarias que se quieren representar, se toma como referencia el protocolo sugerido por Zúñiga (2009), en el que se definen una serie de “trayectorias cartográficas” con las que se ayuda a representar de manera correcta las variables reales a través de las variables visuales (vid. Figura 18). Así, la cartografía que se presenta va a contener las variables sanitarias que proporciona el Instituto Nacional de Estadística (INE), en combinación con las variables geodemográficas más habituales (total de población, tasas e índices sociodemográficos, etc.)

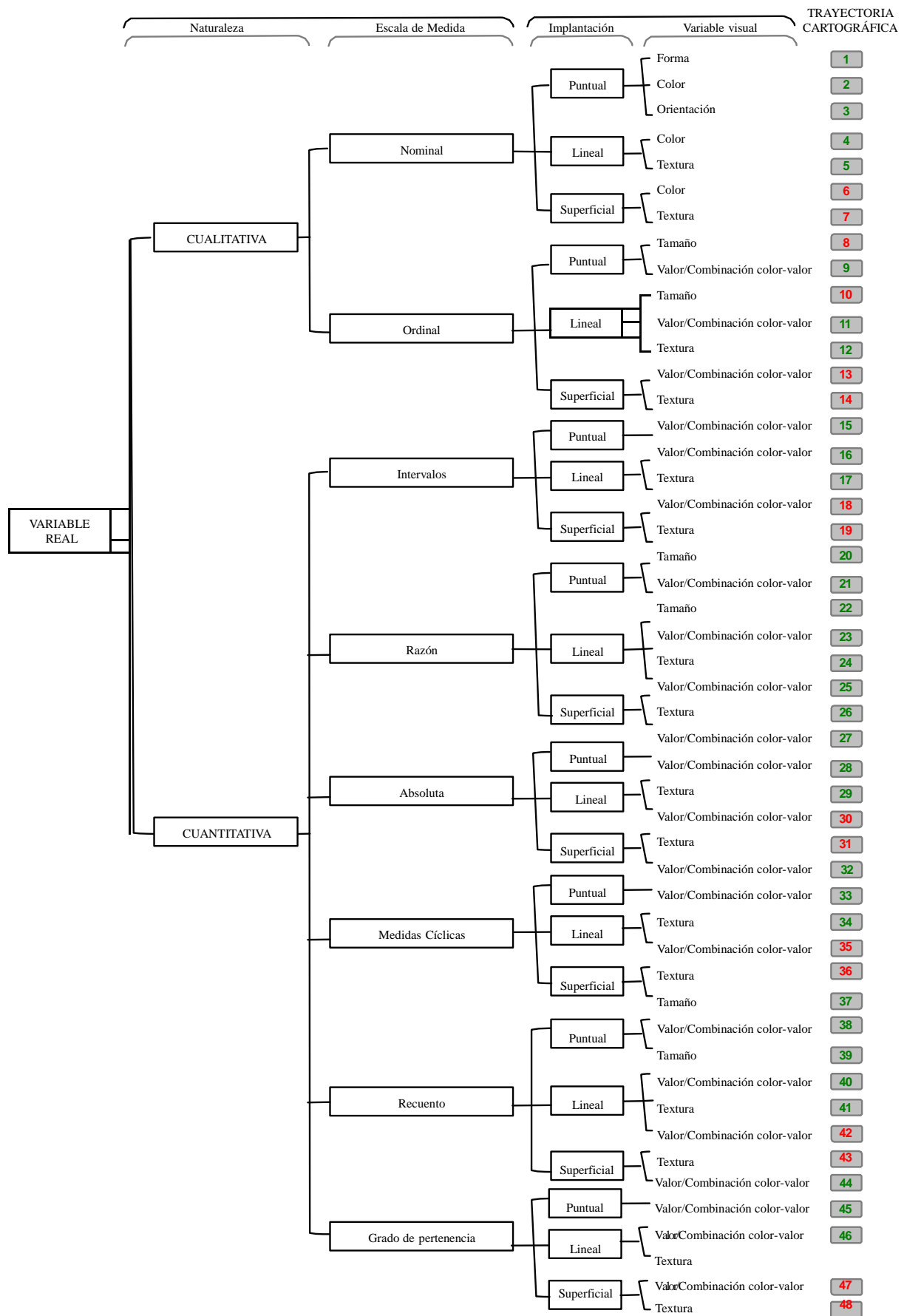


Figura 18. Trayectorias cartográficas. Fuente: Zúñiga (2009).

### 6.2.1. La variable visual tamaño en la representación cartográfica sanitaria: dimensionamiento de símbolos proporcionales

La información sanitaria de la que se dispone actualmente es muy variable en su naturaleza pero mayoritariamente de carácter cuantitativo medida en escala de razón. El tipo de implantación dominante de la información sanitaria va a ser puntual combinando en un único símbolo la variable visual tamaño con la variable visual color-valor para representar dos variables reales (información sanitaria e información demográfica), dotando así a la cartografía de un mayor carácter analítico.

En este contexto, la cartografía de símbolos proporcionales es la más utilizada para representar datos cuantitativos. Se basa en la selección de un símbolo (cuadrados o círculos) que varía su tamaño en proporción a la cantidad de la variable que se quiere representar. Así, el tamaño se posiciona como la principal variable visual para la representación en este trabajo, lo que supone una clara innovación en la cartografía sanitaria, hasta ahora marcada por el uso de mapas de coropletas o valores interpolados.

En la cartografía desarrollada en este trabajo, y la futura que formará parte del Atlas de Salud, el dimensionado del tamaño por símbolos proporcionales se realiza con la herramienta de dimensionamiento programada por Solanas (2011) e implementada en el software ArcGIS como una *ArcToolbox*.

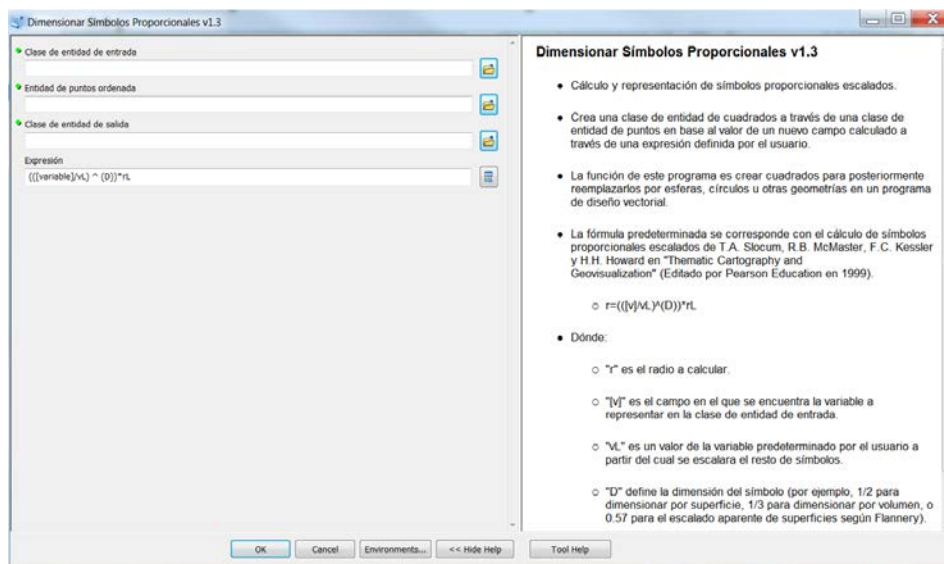
Esta herramienta realiza un escalado matemático, de forma que cada símbolo es directamente proporcional al dato representado con un dimensionamiento volumétrico (Solanas, 2011). Se pueden generar símbolos proporcionales con dos geometrías: cuadrados o círculos, con la ventaja de que la herramienta está programada de tal manera que los más grandes no se superponen a los más pequeños, permitiendo visualizar todos ellos. A este respecto indicar que el círculo es la forma más populares (por su tamaño y facilidad de construcción), además de ser la variable más estable visualmente (Slocum, 2010; Dent, 1999). Por último, como ventaja frente al procedimiento estándar de dimensionado implementado en ArcMap, esta herramienta permite generar estos símbolos proporcionales en combinación con la variable color-valor.

A continuación se explica brevemente el funcionamiento de esta herramienta. Como se aprecia en la Figura 19 esta herramienta necesita como capas de entrada: la capa de puntos sobre la que deseas dimensionar y una segunda capa intermedia también de puntos. El tercer campo será la capa resultado (no puede tener el mismo nombre que el anterior) y como último parámetro sólo necesita la fórmula para escalar los símbolos. En el caso de este trabajo esta fórmula es la del escalado matemático con un dimensionamiento volumétrico (vid. Ecuación 1).

$$r_i = \left( \frac{\text{variable a representar}}{\text{valor mínimo de la variable}} \right)^{(1/3)} \cdot \text{radio de la variable}$$

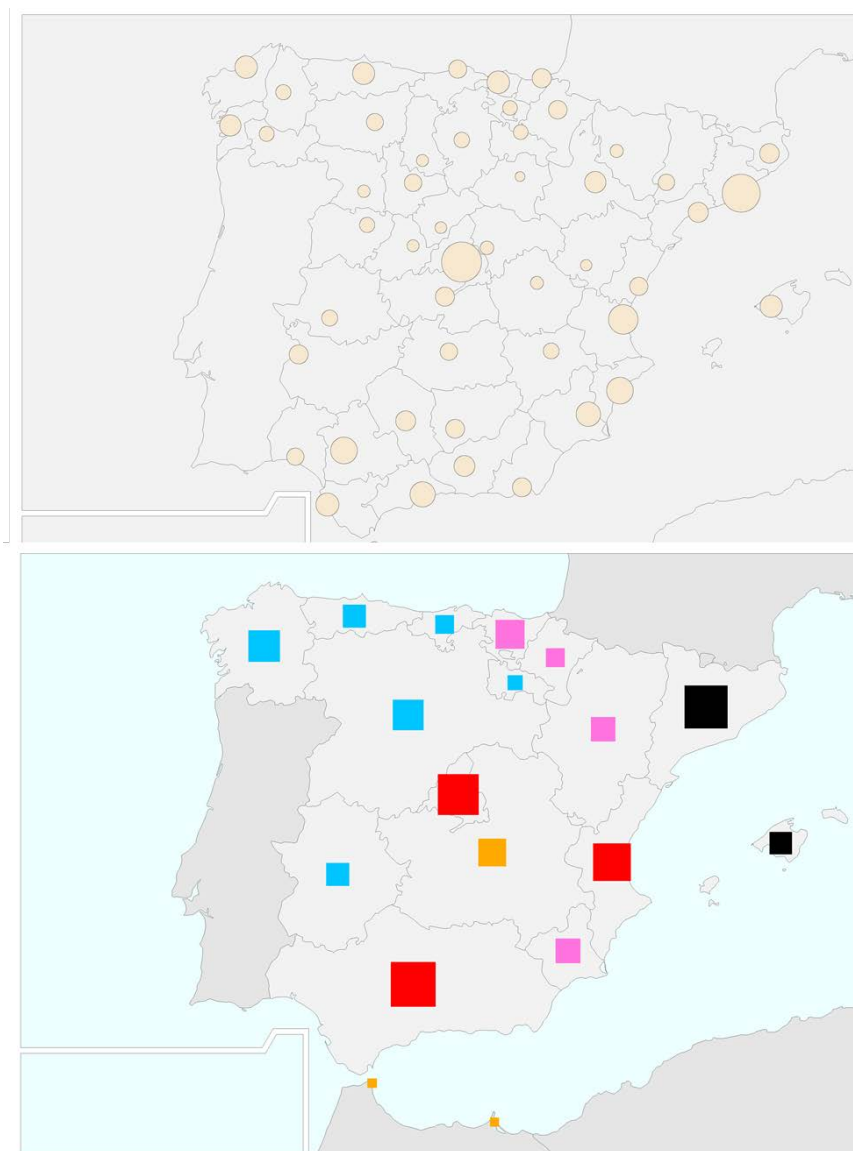
**Ecuación 1.** Expresión utilizada para dimensionar símbolos proporcionales en ArcMap. Fuente: Solanas (2011)





**Figura 19.** Cuadro de diálogo para generar símbolos proporcionales. Fuente: ArcMap.

En la siguiente figura se muestra el resultado de este proceso, con círculos o con cuadrados proporcionales (vid. Figura 20).



**Figura 20.** Geometrías posibles en la generación de símbolos proporcionales. Fuente: elaboración propia.

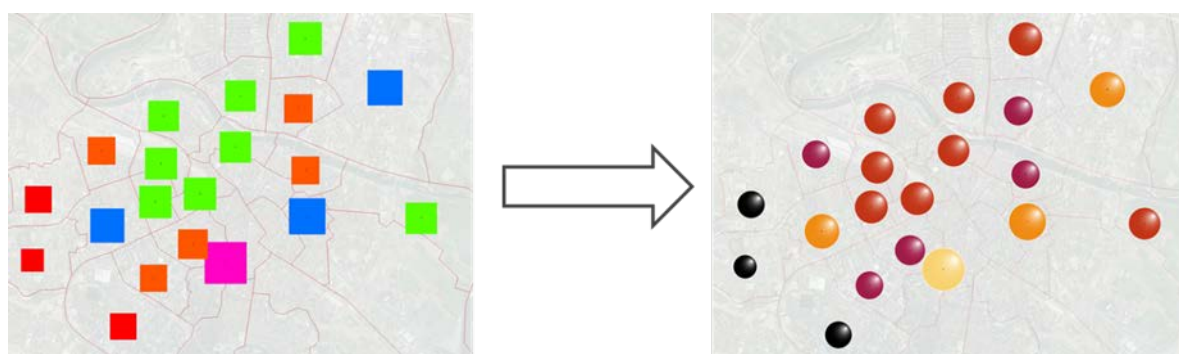
### 6.3. Post tratamiento en software de diseño vectorial

Generados los resultados con los SIG y diseñado la vista de *layout*, se llega a la conclusión de que este *software* no destaca por su calidad gráfica (Hardy, 2009), aunque es un aspecto que mejora con el avance de las ediciones. Para mejorar la calidad del resultado el cartógrafo hace uso de programas de diseño vectorial que ofrecen gran variedad de posibilidades de tratamiento (Rain, 2010), además de brindar unos resultados de calidad no anclándose en un diseño único (Postigo, 2012).

Aunque habrá estudios mayoritariamente centrados en la parte analítica en los que la composición cartográfica final de ArcMap sea suficiente, este no es el caso del presente trabajo, en el que la combinación de los resultados obtenidos en el SIG con software de diseño vectorial es necesaria.

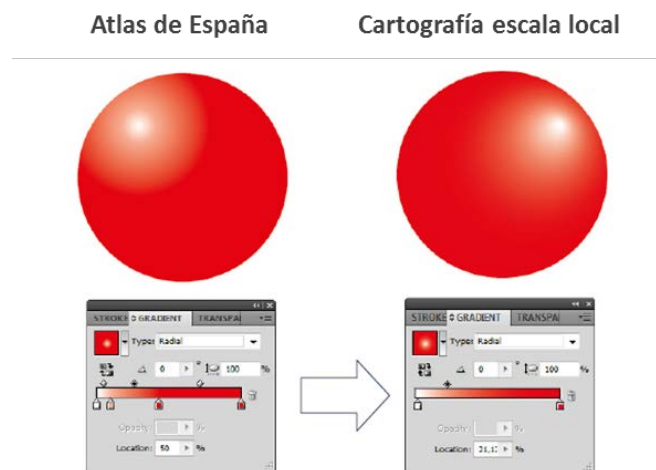
La elección de Adobe Illustrator (Ai) como *software* es porque ArcMap permite exportar la composición del mapa en este formato. En este paso de exportación hay que tener en cuenta el soporte en el que se va a presentar la cartografía y, por tanto, las necesidades de impresión para soporte papel. Por ello, la resolución en cada caso será diferente, aunque en la cartografía que se presenta, al no haber muchos elementos la resolución aconsejable es de por lo menos 300 píxeles por pulgada (ppp) (Dabbs, 2005). Es oportuno apuntar que si por ejemplo se tratara de un mapa municipal de toda España, la resolución habría de incrementarse hasta los 10.000 ppp.

Para remplazar los cuadrados generados en ArcMap por esferas (vid. Figura 21), se utiliza el *script* “*findAndRepalceGraphic\_centered*” al que se accede desde *Archivo > secuencia de comandos > “”*.



**Figura 21.** Remplazamiento de cuadrados por esferas. Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en la imagen, el punto de luz está en la parte superior derecha, mientras que en ANE se encuentra en la superior izquierda (vid. Figura 22). La justificación es que en el ANE los municipios de la costa del Mediterráneo no permitían implementar las esferas con el punto de luz a la derecha por la distribución y tamaños que presentaban. Sin embargo, la cartografía de ZBS no presenta ningún inconveniente, por lo que se ha aplicado el modelo desarrollado por Postigo (2012), ya que esa ubicación responde al sistema de lectura de izquierda a derecha, discriminando en primer lugar la variable color-valor que es lo realmente importante, y luego el punto de luz.



**Figura 22.** Diferencia de posición del punto de luz. Fuente: Postigo (2012).

Esta operación de reemplazo de cuadrados por esferas no es la única que se realiza en Ai. En este software se lleva a cabo todo el proceso de maquetación de la cartografía, rehaciendo leyendas, insertando gráficos o introduciendo elementos como códigos QR.

Es importante tener en cuenta que en el momento que se exporta a Ai, el orden de las capas adquiere especial relevancia, puesto que cada elemento se convierte en un dibujo. Esto además tiene una consecuencia mayor, y es que la información temática asociada que se podía consultar en el SIG se ha perdido por completo, aunque sí se mantiene la información espacial (coordenadas).

#### 6.4. Nuevos medios y formas de (re)presentar la información

Actualmente se está llevando a cabo un proceso, acorde al desarrollo de las tecnologías de la información, en el que la información que se crea se organiza y sobre todo se comunica de manera diferente. Implementar los resultados científicos en plataformas como Google Earth, Google Maps, o algo tan sencillo como un PDF por capas o los recientemente denominados geoPDFs, facilita la distribución de los mismos, además de ser una manera atractiva de presentar los resultados para un ámbito no científico.

Quizás este acceso a la información sanitaria de forma tan rápida y global, sobre todo a través de plataformas como Google Earth o Google Maps, sea especialmente importante para el ámbito de la epidemiología, por permitirle observar muy fácilmente patrones espaciales y temporales de las enfermedades en poblaciones humanas específicas y ofrecer así una rápida respuesta a los problemas.

Para este trabajo, los resultados se presentan de tres maneras diferentes:

**Google Earth (GE)**<sup>7</sup>: aunque es conocido por casi todo el mundo, se trata de un globo virtual que permite visualizar mediante imágenes de satélite cualquier parte del mundo. El gran potencial de GE es que no sólo permite visualizar, también permite a cualquier usuario implementar los resultados que ha obtenido. Desde cualquier software SIG como ArcMap se puede exportar al formato .kml (original de GE) o .kmz (formato .kml comprimido).

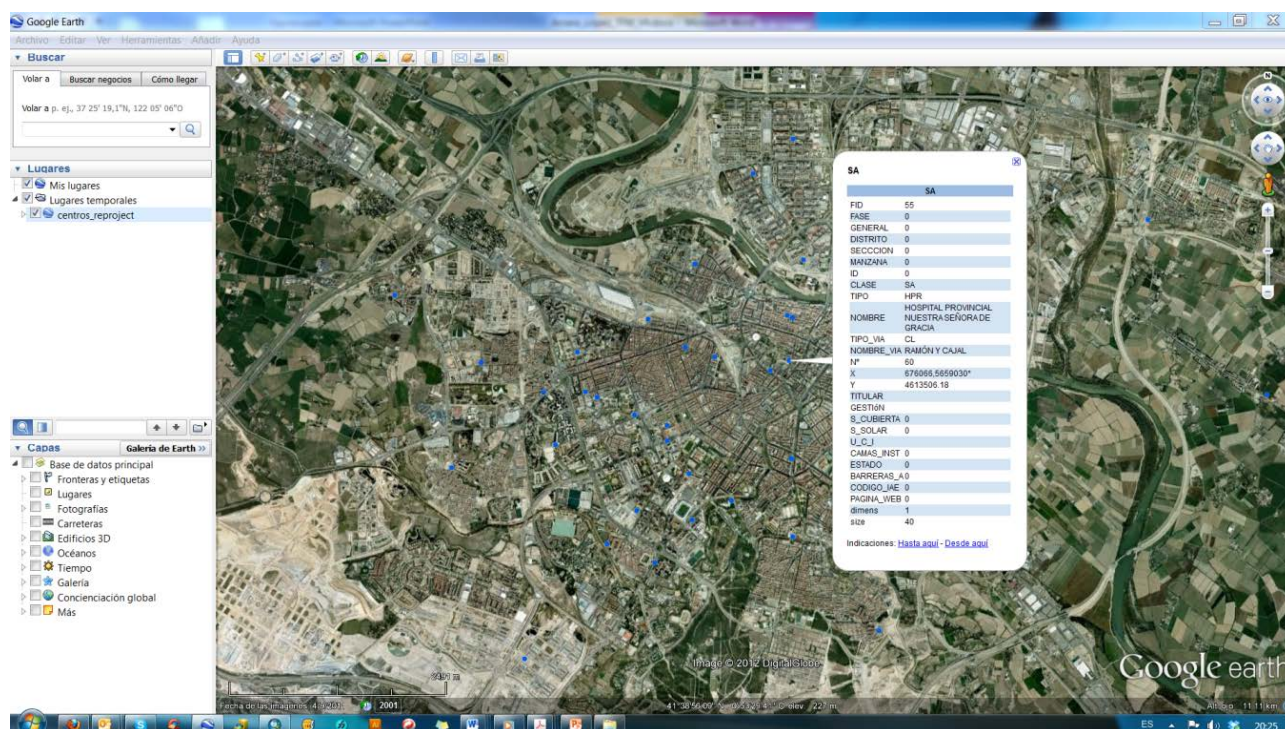
El proceso de exportación desde ArcMap exige dos pasos:

- Reproyectar la capa que se desea exportar a coordenadas geográficas WGS84.
- Aplicar el algoritmo de corrección *Nt\_v2\_Spain* que trae implementado la herramienta de exportación.

<sup>7</sup> Para ver los resultados de GE consultar la versión digital de este trabajo.



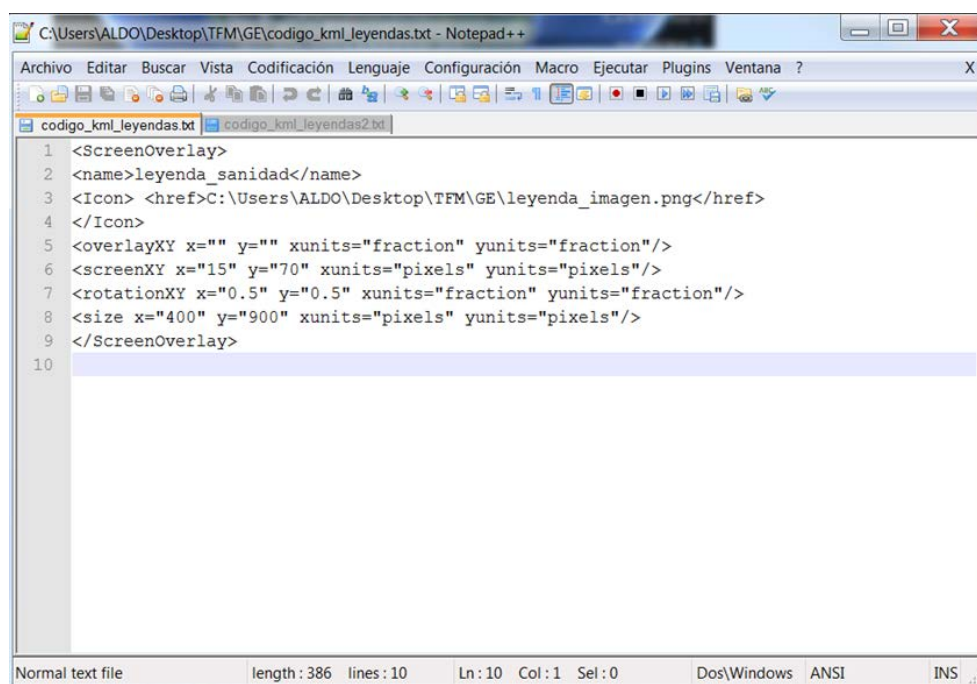
Tras esto, el archivo está listo para su visualización en GE. Se observa incluso que al activar un elemento se muestra toda la información temática que contiene, en el mismo orden y con los mismos campos que presentaba en la tabla de atributos (vid. Figura 23).



**Figura 23.** Información temática de una capa exportada a GE. Fuente: elaboración propia.

La cartografía en GE desarrollada en este trabajo ha ido un paso más allá de la simple exportación a formato .kml para conseguir una auténtica representación final en GE que sea comparable a la que podría obtenerse en Ai.

El objetivo era incluir en la representación final las leyendas, gráficos o títulos, que no pueden ser directamente exportadas desde ArcMap a formato .kml. La solución ha pasado por adaptar un pequeño código en lenguaje .kml (vid. Figura 24) con el editor de código gratuito Notepad ++ 6.2.1 (<http://www.softonic.com/s/notepad-++>).

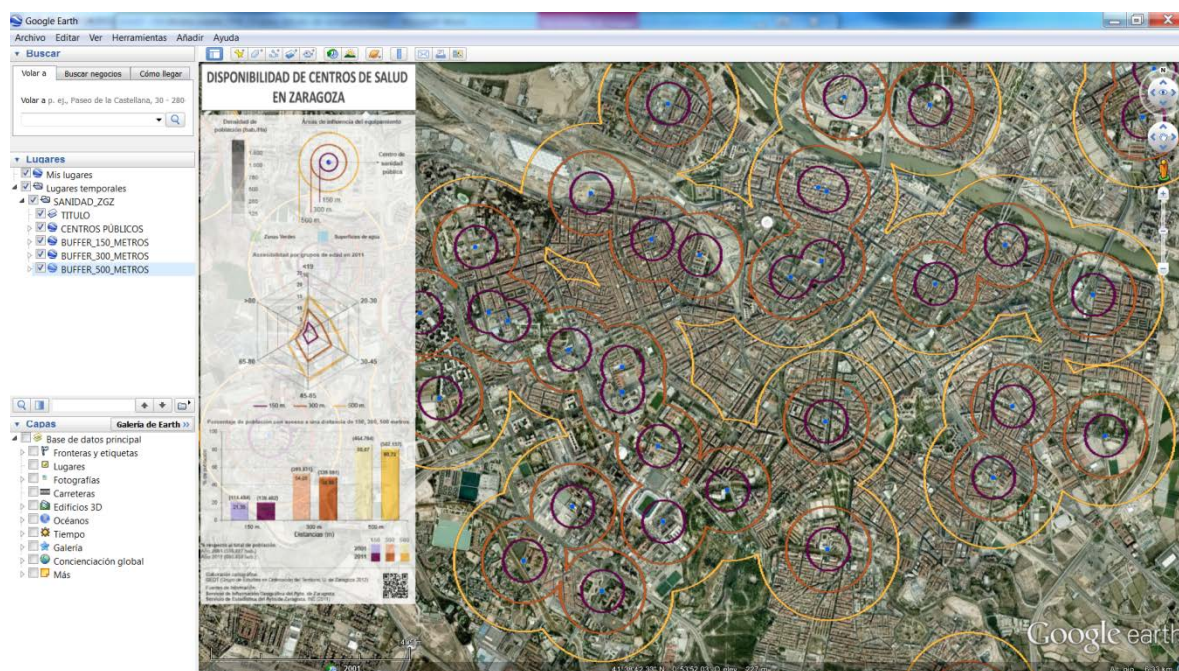


**Figura 24.** Captura de pantalla del código utilizado para la superposición de imágenes en GE. Fuente: <http://www.google.es/intl/es/earth/outreach/tutorials/screenoverlays.html>

Tal como se observa en la figura anterior, estos son los parámetros que precisa este sencillo código:

- la segunda línea de comando indica el nombre de salida del archivo;
- en la tercera hay que especificar la ruta donde se encuentra dicho archivo, que ha de tener formato .jpg, .png o .gif;
- las líneas de comando 5 y 6 van a definir la posición de la imagen;
- y la línea 8 el tamaño de la misma.

Terminada la edición del código sólo hay que ir a GE y para visualizar el resultado pegar las líneas de comando en la carpeta temporal que trae por defecto. Aunque todavía se está trabajando en optimizar las presentaciones en este formato, el resultado se puede ver en la Figura 25.



**Figura 25.** Resultado en GE después de implementar la leyenda, título y el resto de capas. Fuente: elaboración propia.

Como último apunte, indicar que cuando el usuario otorga un tamaño al “dibujo”, puede que surjan problemas de visualización en algunas pantallas con una resolución menor que en la que ha sido generado.

**PDFs por capas y GeoPDFs<sup>8</sup>.** Es quizás uno de los soportes más atractivos ya que no precisa siquiera conexión a internet. Permite ver, visualizar e imprimir contenido de las capas que se desee del archivo. Es un formato que puede crearse desde aplicaciones como InDesign, AutoCAD, Visio, Ai o el propio ArcMap, y la aplicación para poder visualizar estos archivos es Adobe Reader (<http://get.adobe.com/es/reader/>) u otras de la misma familia como Adobe Acrobat Pro. La principal diferencia entre las dos es que la segunda ofrece una serie de herramientas complementarias para medir distancias, consulta de coordenadas o de atributos (en el caso de los GeoPDFs).

Su funcionamiento es sencillo, teniendo que activar o desactivar, desde el panel situado en la parte izquierda, las capas que se deseen visualizar (vid. Figura 26 y Figura 27).

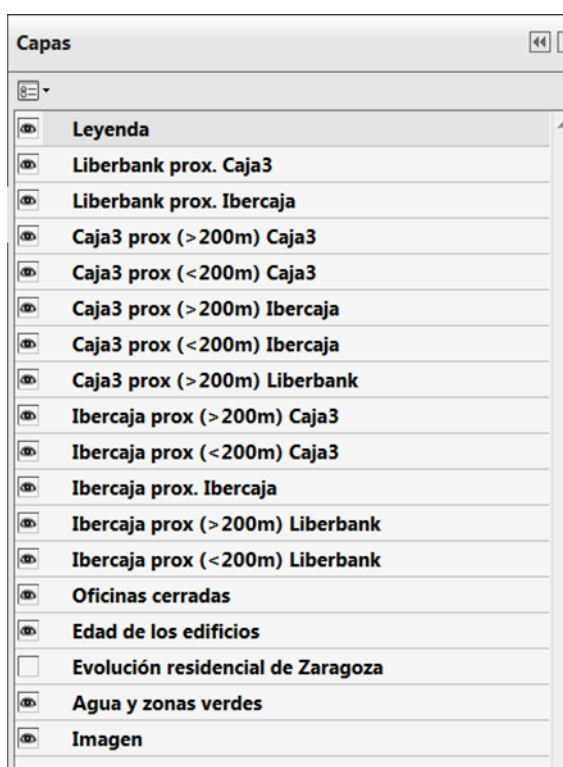
La principal diferencia entre la exportación generada desde ArcMap o Ai, es que desde el primero se mantiene la información espacial y temática, aunque con la correspondiente pérdida de calidad en la cartografía final, y desde el segundo sólo se mantiene la información espacial.

<sup>8</sup> Para ver los PDFs por capas y GeoPDFs finales consultar el ANEXO 10.4.1





**Figura 26.** PDF por capas. En la izquierda todas las capas activadas y en la derecha una de las capas desactivada. Fuente: GEOT



**Figura 27.** Panel para activar o desactivar capas. Fuente: GEOT

## 7. CONCLUSIONES

La ciencia médica, y más concretamente lo que concierne al ámbito de la salud pública, ha dejado de ser un campo de estudio restringido a los científicos de la comunidad médica y se ha abierto a otras disciplinas. Entre ellas, la geografía presenta un papel destacado, generándose una relación de mutuo enriquecimiento en la que la geografía recibe valiosa información para la ordenación del territorio y la gestión de recursos, y la medicina se beneficia del potencial de análisis espacial proporcionado por los SIG y la representación cartográfica de sus variables.

Como se ha podido comprobar en este trabajo, el geógrafo tiene mucho que aportar a este campo. Uno de los aspectos en los que quizás más destaca su potencial, es en su capacidad de realizar un análisis multiescala, especialmente en variables como las sanitarias en las que la escala de trabajo se convierte en un factor fundamental y donde la máxima geográfica “un cambio de escala es un cambio de problema” adquiere pleno sentido. Además, destaca su capacidad no sólo de analizar las variables a distintas escalas sino de interrelacionar éstas con el resto de variables del medio, proporcionando explicaciones mucho más completas a los fenómenos observados.

Otro aspecto destacado y también mostrado en este trabajo es que existe un vacío de información referente a sanidad. Un claro ejemplo de ello es el desfase temporal existente entre datos demográficos y sanitarios. Tanto es así, que el IGN, consciente de este problema, ha iniciado el proceso para crear

un sistema de almacenamiento de información alfanumérica y cartográfica, que permita crear un marco de interoperabilidad entre las Administraciones Públicas y entre la comunidad científica. En este contexto de creación de un estándar de información sanitaria, los metadatos adquieren una importancia fundamental, convirtiéndose en la base para el correcto intercambio de información. Además, la correcta documentación de la información con metadatos proporciona un valor añadido para la geografía, al incorporarse a una dinámica hasta ahora dominada por el campo de la ingeniería.

Los análisis SIG aplicados en este trabajo para la localización óptima de equipamientos sanitarios y de accesibilidad a éstos, constituyen dos ejemplos básicos pero representativos de la capacidad de los SIG en aplicaciones sanitarias. Sin duda, su máximo potencial se alcanza en estudios relacionados con la distribución espacial de enfermedades (sobre todo en los países subdesarrollados), la prevención de riesgos naturales y la simulación de sus efectos sobre la población o el estudio de las desigualdades en la accesibilidad a diferentes equipamientos médicos con análisis de redes. Algunos de estos estudios se plantean como futuras líneas en el GEOT.

En referencia a la cartografía, su calidad se encuentra respaldada por la trayectoria del grupo GEOT, que elaboró el modelo aplicado en este trabajo para el ANE y ha continuado mejorando éste en trabajos como el del Atlas Demográfico de Zaragoza (Postigo, 2012) impulsado también por el GEOT. Como novedad de este trabajo, destacar que la representación de información sanitaria siguiendo este modelo le confiere una capacidad analítica hasta ahora inexistente por la ineficacia de las representaciones cartográficas desarrolladas hasta la actualidad que responden a una “manera” más tradicional de representación.

Por último, destacar el carácter innovador del GEOT que actualiza constantemente los medios de presentación de resultados, implementándolos en las plataformas y aplicaciones más modernas que responden a las últimas tendencias de presentación de IG. En este sentido, se sigue avanzando en la investigación de nuevos medios interactivos para hacer más efectiva la divulgación de la información hacia un público general. Destacar, no obstante, que en estas nuevas herramientas de geovisualización se han logrado mantener los principios de cartografía temática, hasta ahora un poco descuidados en estos soportes de visualización

Finalmente, considerando el contexto en el que este trabajo se ha desarrollado, los resultados proporcionados responden a los objetivos planteados por el IGN. Así, se ha presentado una batería de indicadores sanitarios y, de forma complementaria, se muestran los primeros resultados cartográficos (muy condicionados a la disponibilidad de información). Como valor añadido se ha presentado una cartografía a escala local que podría constituir una futura línea de trabajo para el IGN aplicada a las diferentes ciudades españolas. Así pues, se ha establecido la base de lo que en un futuro podría conformar el nuevo ANE.

## **8. AGRADECIMIENTOS**

Este proyecto ha sido realizado gracias a la colaboración del grupo de investigación GEOT con el IGN que respalda las prácticas en las que se ha realizado este estudio y que forman parte del proyecto de desarrollo del nuevo ANE.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- Aránguez Ruiz, E.; Soto Zabalgogelazcoa, M.J.; Iriso Calle, A.; de Paz Collantes, C. y García García J.F. (2005): “Sistemas de Información Geográfica y salud pública en la comunidad de Madrid”. *Serie Geográfica*, No. 12, pp. 137-146.
- Bosque Sendra, J. y Maass S. (1995). “Modelos de localización-asignación y evaluación multicriterio para la localización de instalaciones no deseables”. En: *Serie Geográfica* N° 5, pp. 97-112. Universidad de Alcalá. Alcalá de Henares, España.
- Bueno de la Fuente, G. (2008). *Análisis de la interoperabilidad entre los sistemas de apoyo a la formación de tecminho*. Universidad do Minho. 132 pp.
- Coates, B., Johnston, R. y Knox, P. (1977): *Geography and inequality*. Oxford University Press, Oxford.
- Dabbs, A.; Campbell, A. (2005): *Bible de l'infographiste. L'ouvrage fondamental à l'usage des concepteurs graphistes sur internet et en impression*. Evergreen. Groningen. 256 pp.
- Dent, B.D. (1999): *CARTOGRAPHY. Thematic Map Design*. WCB McGraw-Hill. New York. 417 pp
- Dodge, M.; Kitchin, R.; Perkins, R. (2011): *The Map Reader. Theories of Mapping Practice and Cartographic Representation*. Wiley-Blackwell, Chichester. 478 pp.
- Fuenzalida Velasco, G. (2010). *Estudio multiescalar de desigualdades sociales en salud, comuna de Peñalolén*. Memoria para optar al título profesional de geógrafo. Chile. 86 pp.
- Gil Manzanilla, M. (2009): *Diseño de un sistema de indicadores para el análisis sanitario de un territorio. Aplicación en el estado de Lara (Venezuela)*. Tesis doctoral. Universidad de Zaragoza, España. 314 pp.
- Gómez, I.; Aibar, R. y Rabanaque, M.J. (2002): “La planificación en Salud Pública”. En Piédrola Gil (2002). *Medicina preventiva y salud pública*. Masson.
- Goodchild, M. F. y Kemp, K. K. (1990). *NCGIA Core Curriculum in GIS*. National Center for Geographic Information and Analysis, University of California, Santa Barbara CA.
- Gutiérrez Puebla, J. y Gould, M. (2000): *SIG: Sistemas de Información Geográfica*. Espacios y Sociedades. 251 pp.
- Hardy, P. (2009): “High-Quality Cartography in a Commodity GIS: Experiences in Development and Deployment.” ESRI Europe, Cambridge, UK.
- Haynes, R.; Jones, A.; Sauerzapf, V. y Hongxing, Z. (2006). “Validation of travel times to hospital estimated by GIS”. *International journal of health geographics*. Vol. 5, No. 40.
- Instituto Geográfico Nacional (2012). *Web de definición de contenidos del Atlas Nacional de España. Manual de usuario*. Ministerio de Fomento. Gobierno de España. 16 pp.
- Krigier, J. y Wood, D. (2011): *Making Maps. A visual Guide to Map Design for GIS*. The Guilford Press, New York. 255 pp.
- Latorre Sánchez, M. (2012). *Localización optima de bases de bicicletas públicas en Madrid mediante Sistemas de Información Geográfica*. Trabajo de Fin de Máster. Universidad Complutense de Madrid, Madrid. España.
- Li, Z.L. (1993). “Reality in time-scale system and cartographic representation”. *Cartographic Journal*. 31(1). pp 50-51.
- López de Castro, F. y Rodríguez Alcalá, F.J. (2003): *Planificación sanitaria (I)*. 29 (5) Elsevier, pp 244-254.
- Metzger, X. (2002): “La agregación de datos en la medición de desigualdades e inequidades en la salud de las poblaciones”. *Revista panamericana de salud pública*. Vol. 12, No. 6, pp. 445-453.
- Ministerio de Sanidad y Política Social (2010). *Sistema Nacional de Salud. España. 2010*. Gobierno de España. 40 pp.
- Ministerio de Sanidad y Política Social (2010). *Indicadores de salud 2009. Evolución de los indicadores del estado de salud en España y su magnitud en el contexto de la Unión Europea*. Presidencia española de la Unión Europea. 359 pp.



- Moreno Jiménez, A. (2007). *Sistemas y Análisis de la Información Geográfica. Manual de autoaprendizaje con ArcGIS*. Ra-Ma. 2ª Ed. 911 pp.
- Mullner, Ross M.; Chung, K.; Croke, Kevin G. y Mensah, Edward K. (2004): “Geographic Information Systems in Public Health and Medicine”. *Journal of Medical Systems*. Vol. 28, No. 3, pp. 215-221.
- Murad, A.A. (2007). “Creating a GIS application for health services at Jeddah city”. *Computers in Biology and Medicine*. Vol. 37, pp. 879-889.
- Nogueras Iso, J. (2011). Material docente de la asignatura 2.8 *Infraestructuras de datos espaciales (IDEs). Estándares y metadatos*. Máster en Tecnologías de la Información Geográfica para la Ordenación del Territorio: Sistemas de Información Geográfica y Teledetección. Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio. Universidad de Zaragoza.
- OMS (1981). *Preparación de indicadores para vigilar los progresos realizados en el logro de la salud para todos en el año 2000*. Serie salud para todos, Vol.4. Ginebra. Suiza. 98 pp.
- OPS (2001). “Indicadores de Salud: Elementos Básicos para el Análisis de la Situación de Salud. *Boletín Epidemiológico*. Vol. 22, No. 4, pp 1-5.
- Organización Panamericana de la Salud (2005). *Atlas de salud 2005. Bolivia*. 122 pp.
- Postigo Vidal, R. (2012). Metodología y procedimientos para la elaboración del atlas demográfico de la ciudad de Zaragoza. Trabajo fin de máster. 116 pp.
- Puyol, Á. (2012): “Ética, equidad y determinantes sociales de la salud”. *Gac Sanit*. Vol. 26, No. 2, pp. 178-181.
- Rain, D. (2010): *Manual de infraestructura geoespacial en apoyo de actividades censales*. Estudios de Métodos Serie F, No. 103. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas. División de Estadística. Nueva York. 282 pp.
- Regidor, E. (1991). “Sistema de Información Sanitaria en la planificación”. *Rev San Hig Púb*, No. 65 Colaboración especial. 8pp.
- Robinson, A.H. (1967): “The Thematic Maps of Charles Joseph Minard”. *Imago Mundi* 21, pp 95-108.
- Salinas, C.; Arranz, A.; López, C.; Pueyo, Á.; Solanas, J. y Zúñiga, M. (2012). “Valoración cartográfica de la proximidad a los equipamientos y servicios en escenarios de crisis: el caso de la ciudad de Zaragoza”. *Libro de actas del XV Congreso de Tecnologías de la Información Geográfica*. 11 pp. Madrid. España.
- Sanabria, C.; Barrera, J.; Usón, M.; Luján, A.; Rodríguez, A.F.; Castaño, A.; Zarazaga, F.J.; Sánchez, A. y Soteres, C. (2012). *Un Registro Cartográfico coordinado entre las Administraciones públicas*. 12 pp. Disponible en [administracionelectronica.gob.es/recursos/pae\\_000006776.pdf](http://administracionelectronica.gob.es/recursos/pae_000006776.pdf)
- Slocum, T.A., McMaster, R.B., Kessler, F.C. and Howard, H.H. (2010): *Thematic Cartography and Geovisualization*. 561 pp. Pearson Education International, New Jersey.
- Smith, D. (1980): *Geografía humana*. Oikos-tau, Barcelona.
- Solanas Jiménez, J. (2011). *Implementación de la variable visual tamaño en ArcGIS: programación de herramientas de geoprocésamiento en Python*. Trabajo Fin de Máster. Universidad de Zaragoza, Zaragoza. España.
- Zúñiga, M. (2009): *Propuesta cartográfica para la representación y análisis de la variable población mediante sistemas de información geográfica e infografía: El caso español*. Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Zaragoza. Zaragoza. 710 pp.

## 10. REFERENCIAS WEB

<http://www.nationalatlas.gov/mapmaker>

<http://atlas.nrcan.gc.ca/site/english/maps/health>

<http://www.geoclip.net/danseuse/carto.php?lang=fr>  
<http://schweizerweltatlas.ch/produkte/schweizer-weltatlas-interaktiv/?lang=en>  
<http://www.germany-in-maps.de/>  
<http://www.ideo.es/DescargaFenomenos/index.jsp>  
<http://www.ods-ciberesp.es/>  
[http://ec.europa.eu/health/strategy/implementation/index\\_es.htm](http://ec.europa.eu/health/strategy/implementation/index_es.htm)  
[http://iaaa.cps.unizar.es/software/index.php/CatMDEdit\\_Spanish\\_user\\_manual](http://iaaa.cps.unizar.es/software/index.php/CatMDEdit_Spanish_user_manual)  
[www.gisurban.com/2012/07/la-variable-tamano-en-cartografia.html](http://www.gisurban.com/2012/07/la-variable-tamano-en-cartografia.html)  
<http://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n00000012000000.htm>  
[http://metadatos.ign.es/metadatos/Como\\_se\\_crear/2-a-estandares-perfiles-y-recomendaciones/iso-19115](http://metadatos.ign.es/metadatos/Como_se_crear/2-a-estandares-perfiles-y-recomendaciones/iso-19115)

## 11. ANEXOS

### 11.1. Indicadores recogidos en el ANE de salud de 1995

INDICE
Hospitales según dependencia funcional (SNS, CA, MUTUA...)
Hospitales según finalidad asistencial (GENERA, MATERNAL, PSIAQUIATRICO...)
DOTACIÓN HOSPITALARIA
Camas instaladas y camas en funcionamiento
Camas en funcionamiento según la entidad jurídica de quien dependen
Camas en funcionamiento según tipo de asistencia
Gastos medios por cama en funcionamiento (miles de €)
Número de camas en funcionamiento según estudios (MÉDICO, ATS, ENFERMERÍA, AUXILIAR DE CLÍNICA)
Quirófanos en funcionamiento + quirófanos / 100.000 habitantes
Salas de radiología en funcionamiento + salas / 100.000 habitantes
Incubadoras en funcionamiento + incubadoras / 10.000 nacimientos
Paritorios en funcionamiento + paritorios / 10.000 mujeres en edad fértil
Salas de consulta externa en funcionamiento + salas / 100.000 habitantes
Unidades de litotricia por ondas de choque + unidad / 1.000.000 habitantes
ALTAS MÉDICAS y ESTANCIAS MEDIAS SEGÚN ALTA
Altas medicina (altas/100.000 habitantes)
Altas cirugía (altas/100.000 habitantes)
Altas obstetricia (altas/100.000 mujeres)
Altas ginecología (altas/100.000 mujeres)
Altas pediatría (altas/niños en edad pediátrica)
Altas psiquiatría (altas/100.000 habitantes)
Altas en cuidados intensivos (altas/100.000 habitantes)
Estancia media en medicina (nº de días)

Estancia media en cirugía (nº de días)
Estancia media en obstetricia (nº de días)
Estancia media en ginecología (nº de días)
Estancia media en pediatría (nº de días)
Estancia media en psiquiatría (nº de días)
Enfermos atendidos en urgencias (enfermos/100.000 habitantes)
Número de altas según el régimen económico de asistencia (PACIENTES, SEGURIDAD SOCIAL, MUTUAS...)
<b>ALTAS SEGÚN DIAGNÓSTICO DEFINITIVO</b>
Tipo de cáncer según sexo (altas/100.000 habitantes)
Diabetes por sexo (altas/100.000 habitantes)
Diagnóstico (BRONQUITIS, VÍAS SUPERIORES, NEUMONÍA...) según sexo aparato respiratorio (altas/100.000 habitantes)
Diagnóstico (INFARTO, CIRCULACIÓN PULMONAR, CEREBRO-VASCULAR...) según sexo aparato circulatorio (altas/100.000 habitantes)
Diagnóstico (ULCERAS, APENDICITIS, CIRROSIS...) según sexo aparato digestivo (altas/100.000 habitantes)
Diagnóstico (INTOX. ALIMENTARIA, ENF. DIARRÉICAS...) según sexo enfermedades infecciosas intestinales (altas/100.000 habitantes)
Diagnóstico (PSICOSIS, DROGAS...) según sexo trastornos mentales (altas/100.000 habitantes)
<b>TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO Y ASISTENCIALES (Nº ESTUDIOS-CASOS/POBLACIÓN)</b>
Rayos X (estudios/100.000 habitantes)
Ecografías (estudios/100.000 habitantes)
Muestras de laboratorio (análisis de muestras/100.000 habitantes)
Gammagrafías (estudios/100.000 habitantes)
Citologías (análisis/100.000 habitantes)
Biopsias (análisis/100.000 habitantes)
Transfusiones (transfusiones/100.000 habitantes)
Tomografía axial computerizada TAC (estudios/100.000 habitantes)
<b>OTROS INDICADORES DE FUNCIONAMIENTO HOSPITALARIO</b>
Rehabilitación (servicios/paciente + nº de pacientes)
Hospitalización de día (servicios/paciente + nº de pacientes)
Radioterapia (servicios/paciente + nº de pacientes)

Quimioterapia (servicios/paciente + nº de pacientes)
Partos por vía vaginal y cesáreas (alumbramientos/100.000 mujeres + nº de alumbramientos según tipo)
Distribución de las consultas según tipo de asistencia (MEDICINA, CIRUGÍA, PEDIATRÍA...) + nº de consultas
Actos quirúrgicos (actos/100.000 habitantes)
Actos quirúrgicos por quirófano en funcionamiento (actos/quirófano)
Necropsias (necropsias/1.000 fallecidos)
<b>TRASPLANTES DE ÓRGANOS SÓLIDOS (5) Y OTROS TRASPLANTES (3): CENTRO DONDE SE REALIZAN</b>
Trasplantes renales
Trasplantes hepáticos
Trasplantes cardiacos
Trasplantes pulmonares y de páncreas
Evolución anual de la actividad de trasplante
Trasplantes de córnea
Trasplantes de médula ósea
Evolución anual de la actividad de trasplante
<b>PERSONAL EN ESTABLECIMIENTOS SANITARIOS</b>
Número de médicos (especialidad) + médicos/100.000 habitantes
Número de ATS y diplomados en enfermería + ATS y diplomados/100.000 habitantes
Nº de auxiliares de clínica + auxiliares de clínica/100.000 habitantes
Número de otro personal sanitario
Número de personal no sanitario
<b>GASTOS E INGRESOS</b>
Gastos medios corrientes por estancia (en miles de €)
Gastos medios corrientes por enfermo ingresado (miles de €)
Gastos corrientes (personal, compras, suministros...) y de capital (terrenos, equipos...) en miles/millones de €
Ingresos y fuentes de financiación de los establecimientos sanitarios según tipo (en millones de €)

<b>CONSUMO FARMACÉUTICO</b>
Vitaminas (unidades vendidas/1.000 habitantes)
Antidiarreicos, antifecciosos y antiinflamatorios intestinales (unidades vendidas/1.000 habitantes)
Anticoagulantes e inhibidores de la agregación plaquetaria (unidades vendidas/1.000 habitantes)
Antianémicos (unidades vendidas/1.000 habitantes)
Antimicóticos dermatológicos (unidades vendidas/1.000 habitantes)
Psicolépticos (unidades vendidas/1.000 habitantes)
Cardioterapia (unidades vendidas/1.000 habitantes)
Hipotensores (unidades vendidas/1.000 habitantes)
Anticonceptivos hormonales sistémicos (unidades vendidas/1.000 habitantes)
Hormonas hipofisiarias (unidades vendidas/1.000 habitantes)
Corticosteroides sistémicos (unidades vendidas/1.000 habitantes)
Antibióticos sistémicos (unidades vendidas/1.000 habitantes)
Antituberculosos (unidades vendidas/1.000 habitantes)
Vacunas (unidades vendidas/1.000 habitantes)
Quimioterapia antineoplásica (unidades vendidas/1.000 habitantes)
Antiinflamatorios y antirreumáticos no esteroideos (unidades vendidas/1.000 habitantes)
<b>PROFESIONALES SANITARIOS COLEGIADOS</b>
Nº de médicos + médicos/100.000 habitantes
Nº de odontólogos y estomatólogos + médicos/100.000 habitantes
Nº de farmacéuticos + farmacéuticos/100.000 habitantes
Nº de veterinarios + veterinarios/100.000 habitantes
Nº de ATS y diplomados en enfermería+ ATS y diplomados en enfermería/100.000 habitantes
Nº de ATS y diplomaos en enfermería con título de matrona por sexo + matronas/100.000 habitantes
Nº de ATS y diplomaos en enfermería con título de fisioterapia por sexo + fisioterapeutas/100.000 habitantes
Nº de ATS y diplomaos en enfermería con título de análisis clínicos por sexo + analistas/100.000 habitantes
Nº de ATS y diplomaos en enfermería con título de radiología por sexo + radiólogos/100.000 habitantes

<b>ESPERANZA DE VIDA</b>
Esperanza de vida al nacer según sexo y total
Esperanza de vida a los 65 años según sexo y total
Esperanza de vida al nacer según sexo en Europa
<b>MORTALIDAD INFANTIL</b>
Mortalidad infantil por sexo (%) + tasa de mortalidad/1.000 nacidos vivos
Mortalidad perinatal por sexo (%) + tasa/1.000 nacidos
Distribución porcentual de las causas de mortalidad infantil
Interrupciones voluntarias del embarazo (Nº de abortos/1.000 mujeres de 15-44 años)
<b>TASAS DE MORTALIDAD</b>
Todas las causas
Aparato circulatorio
Cerebrovasculares
Isquemia del corazón
Total cáncer
Cáncer de pulmón
Cáncer colon-rectal
Cáncer de estómago
Cáncer de próstata
Cáncer de mama
Enfermedades del aparato respiratorio
Bronquitis crónica, enfisema y asma
Neumonía e influenza
Traumatismos y envenenamientos por causas externas
Accidentes de tráfico
Suicidio y lesiones autoinfligidas
Enfermedades del aparato digestivo
Cirrosis y otras enfermedades crónicas del hígado

Enfermedades de las glándulas endocrinas
Diabetes mellitus
<b>ENFERMEADES DE DECLARACIÓN OBLIGATORIA</b>
Infección respiratoria aguda (casos/100.000 habitantes)
Gripe (casos/100.000 habitantes)
Neumonía (casos/100.000 habitantes)
Tuberculosis respiratoria (casos/100.000 habitantes)
Brucelosis (casos/100.000 habitantes)
Hidatidosis (casos/100.000 habitantes)
Fiebre exantemática mediterránea (casos/100.000 habitantes)
Fiebre tifoidea y paratifoidea (casos/100.000 habitantes)
Tox infecciones alimentarias (casos/100.000 habitantes)
Sarampión (casos/100.000 habitantes)
Rubéola (casos/100.000 habitantes)
Varicela (casos/100.000 habitantes)
Escarlatina (casos/100.000 habitantes)
Sífilis (casos/100.000 habitantes)
Infección gonocócica (casos/100.000 habitantes)
Infección meningocócica (casos/100.000 habitantes)
Hepatitis vírica (casos/100.000 habitantes)
Parotiditis (casos/100.000 habitantes)
Tos ferina (casos/100.000 habitantes)
Gráficos con el número de casos registrados y su evolución.
<b>SIDA</b>
Evolución sida (casos/100.000 habitantes)
Tasas de incidencia. Evolución
Casos diagnosticados en Europa
Gráfico Casos por año de diagnóstico según sexo
Gráfico Distribución por vía de transmisión, según año de diagnóstico y sexo



<b>INCAPACIDADES / DISCAPACIDADES</b>
Porcentaje de población con alguna incapacidad permanente por sexo y total
Cuidado personal, actividades cotidianas, salir de casa (% pobl. Incapacitada + sexo + tipo discapacidad)
Andar, subir escaleras, correr (% pobl. con incapacidad + sexo + tipo discapacidad)
Ver, oír, hablar (% pobl. con incapacidad + sexo + tipo discapacidad)
<b>VALORACIÓN DE LA SALUD Y ESTILOS DE VIDA</b>
Valoración de la salud
Población que no realiza ningún tipo de actividad física
Consumo de tabaco
Consumo de alcohol

## 11.2. Propuesta de indicadores para el nuevo ANE

INDICE
DEMOGRAFÍA
Porcentaje de población menor de 15 años
Porcentaje de población mayor de 65 años
Índice de envejecimiento
Índice de dependencia
Población de más de 65 años que vive sola
Mujeres en edad de reproducción
Edad media a la maternidad
Tasa de paro
Estudios pre / post obligatorios
Tasa de natalidad
MORTALIDAD
Tasa media de mortalidad
Tasa media de mortalidad infantil
Tasa de mortalidad cerebrovascular
Porcentaje de mortalidad por problemas cerebrovasculares
Porcentaje de mortalidad por cáncer de pulmón
Porcentaje de mortalidad por cáncer de colon-rectal
Porcentaje de mortalidad por cáncer de estómago
Porcentaje de mortalidad por cáncer de próstata
Porcentaje de mortalidad por cáncer de mama
Porcentaje de mortalidad por bronquitis crónica
Porcentaje de mortalidad por accidente de tráfico
Porcentaje de mortalidad por suicidios
Porcentaje de mortalidad por diabetes mellitus
Porcentaje de mortalidad por cirrosis hepática

Defunciones por enfermedades infecciosas y parasitarias
Defunciones por tumores
Defunciones por enfermedades del sistema nervioso y órganos sensoriales
Defunciones por trastornos mentales y/o del comportamiento
Defunciones por enfermedades del aparato circulatorio
Defunciones por enfermedades del aparato respiratorio
Defunciones por enfermedades del aparato digestivo
Defunciones por enfermedades del sistema musculo-esquelético
Defunciones por enfermedades del aparato genitourinario
Defunciones por complicaciones en el embarazo y el parto
Porcentaje de defunciones por cáncer en el centro hospitalario
Porcentaje de población con cáncer hospitalizada en su último mes de vida
Porcentaje de población con cáncer ingresada en la UCI durante el último mes de vida
Tratamiento de quimioterapia en pacientes con cáncer
Porcentaje de población con cáncer ingresada en cuidados paliativos en el último mes de vida
Esperanza de vida la nacer
Esperanza de vida a los 65 años
<b>ENFERMEDADES DE DECLARACIÓN OBLIGATORIA (SEGÚN INE)</b>
<b>Casos y tasas notificados por enfermedad</b>
Fiebres tifoidea y paratifoidea
Disentería
Gripe
Tuberculosis respiratoria
Sarampión
Rubeola
Varicela
Brucelosis
Sífilis
Infección gonocócica
Infección meningocócica

Parotiditis
Tos ferina
Difteria
Lepra
Paludismo
Poliomielitis
Rabia
Tétanos
Triquinosis
Cólera
Fiebre amarilla
Peste
Tifus exantemático
Botulismo
Hepatitis A
Hepatitis B
Otras hepatitis víricas
Legionelosis
Meningitis tuberculosa
Rubéola congénita
Tétanos neonatal
Toxoinfección alimentaria
Otros procesos diarreicos
IRA (Infección Respiratoria Aguda)
Neumonía
Escarlatina
Carbunco
Hidatidosis
Fiebre exantemática mediterránea
Hepatitis vírica
Fiebre reumática

Fiebre recurrente por garrapatas
Fiebre recurrente por piojos
Leishmaniasis
Leptospirosis
Oftalmía neonatorum
Sepsis puerperal
Tracoma
<b>ENFERMEDADES CRÓNICAS</b>
Asma
Bronquitis crónica, enfisema
Infarto cardiaco
Angina de pecho, enfermedad coronaria
Tensión alta (hipertensión)
Infarto cerebral, hemorragia cerebral
Osteoporosis
Dolor de espalda crónico
Diabetes
Alergia
Úlcera gástrica o duodenal
Cirrosis, disfunción hepática
Cáncer
Migrañas o dolores de cabeza frecuentes
Incontinencia urinaria
Ansiedad crónica
Depresión crónica
Otros problemas mentales
Lesiones o defectos permanentes

DETERMINANTES DE SALUD
<b>Calidad asistencial</b>
Demora quirúrgica
Cuidados inadecuados en diabetes
Ausencia de control como medida preventiva
Hospitalizaciones evitables
<b>Estilos de vida</b>
Prevalencia de fumadores/as
Prevalencia de obesidad infantil
Sedentarismo
Dieta inadecuada o mala alimentación
Consumo excesivo de alcohol
Embarazo en adolescentes
Consumo de drogas
Seguridad vial inadecuada
<b>Factores socioeconómicos</b>
Nivel de estudios bajos
Desempleo
Personas clase social IV y V (clasificación de la clase social a partir de la Sociedad Española de Epidemiología)
Salario social básico
Personas adultas sin soporte social
Familias monoparentales
Exclusión social
Población extranjera por procedencia
Índice de dependencia (mirar bibliografía, INE)
<b>Calidad ambiental</b>
Calidad de aguas (nitratos, nitrógeno, calidad aguas subterráneas y piezómetros)
Índice calidad del aire (proyecto caliope, estaciones calidad del aire)
Mapas de ruido
Tráfico

Espacios verdes y de esparcimiento
<b>INFRAESTRUCTURAS Y PERSONAL</b>
Hospitales según dependencia funcional (SNS, CA, MUTUA...)
Hospitales según finalidad asistencial (GENERA, MATERNAL, PSIAQUIATRICO...)
Camas instaladas y camas en funcionamiento
Camas en funcionamiento según la entidad jurídica de quien dependen
Camas en funcionamiento según tipo de asistencia
Gastos medios por cama en funcionamiento (miles de €)
Número de camas en funcionamiento según estudios (MÉDICO, ATS, ENFERMERÍA, AUXILIAR DE CLÍNICA)
Quirófanos en funcionamiento + quirófanos / 100.000 habitantes
Salas de radiología en funcionamiento + salas / 100.000 habitantes
Incubadoras en funcionamiento + incubadoras / 10.000 nacimientos
Paritorios en funcionamiento + paritorios / 10.000 mujeres en edad fértil
Salas de consulta externa en funcionamiento + salas / 100.000 habitantes
Unidades de litotricia por ondas de choque + unidad / 1.000.000 habitantes
Número centros de atención primaria y centros de especialidades / 10.000 habitantes
Número de médicos (especialidad) + médicos/ 100.000 habitantes
Número de ATS y diplomados en enfermería + ATS y diplomados/100.000 habitantes
Nº de auxiliares de clínica + auxiliares de clínica/100.000 habitantes
Número de otro personal sanitario
Número de personal no sanitario
Densidad de médicos
Densidad de médicos no especialistas
Densidad de médicos especialistas
Número de dentistas / 10.000 habitantes
Densidad de médicos de familia
<b>Profesionales colegiados</b>
Nº de médicos + médicos/100.000 habitantes
Nº de odontólogos y estomatólogos + médicos/100.000 habitantes
Nº de farmacéuticos + farmacéuticos/100.000 habitantes

Nº de veterinarios + veterinarios/100.000 habitantes
Nº de ATS y diplomados en enfermería+ ATS y diplomados en enfermería/100.000 habitantes
Nº de ATS y diplomaos en enfermería con título de matrona por sexo + matronas/100.000 habitantes
Nº de ATS y diplomaos en enfermería con título de fisioterapia por sexo + fisioterapeutas/100.000 habitantes
Nº de ATS y diplomaos en enfermería con título de análisis clínicos por sexo + analistas/100.000 habitantes
Nº de ATS y diplomaos en enfermería con título de radiología por sexo + radiólogos/100.000 habitantes
<b>MORBILIDAD</b>
Alta hospitalaria según diagnóstico y ciudad de hospitalización
Alta hospitalaria según diagnóstico y ciudad de residencia
Alta hospitalaria según diagnóstico y ciudad de hospitalización por grupos de edad
Alta hospitalaria según diagnóstico y ciudad de residencia por grupos de edad
Estancia media según urgencia del ingreso y diagnóstico
Distribución de las altas hospitalarias según grupo de edad y diagnóstico
Tasa de morbilidad hospitalaria / 100.000 habitantes
Error de muestreo relativo (en porcentaje del nº de altas) según diagnóstico
Altas en cirugía / 100.000 habitantes
Altas ginecología / 100.000 mujeres
Altas pediatría / niños en edad pediátrica
Altas psiquiatría / 100.000 habitantes
Altas en cuidados intensivos / 100.000 habitantes
Estancia media en medicina (nº de días)
Estancia media en cirugía (nº de días)
Estancia media en obstetricia (nº de días)
Estancia media en ginecología (nº de días)
Estancia media en pediatría (nº de días)
Estancia media en psiquiatría (nº de días)
Enfermos atendidos en urgencias / 100.000 habitantes)
Número de altas según el régimen económico de asistencia



<b>GASTO SANITARIO</b>
Gastos medio por estancia
Gasto en las mutuas de accidente de trabajo
Gasto por comunidad autónoma
Gasto en medicamentos con receta
Ingresos y fuentes de financiación
<b>Aportación de los sectores al gasto total consolidado (Miles de € y porcentaje)</b>
Administración Central
Sistema de Seguridad Social
Mutualidades de Funcionarios
Comunidades Autónomas
Ciudades con Estatuto de Autonomía
Corporaciones Locales
<b>Gasto sanitario público según clasificación funcional</b>
Servicios hospitalarios y especializados
Servicios primarios de salud
Servicios de salud pública
Servicios colectivos de salud
Farmacia
<b>DONACIONES Y TRASPLANTES</b>
Donantes de órganos
<b>Trasplantes</b>
Renal de cadáver
Renal de vivos
Hepático
Cardíaco
Cardiopulmonar
Unipulmonar
Bipulmonar

Pancreático
Intestinal
<b>OTROS INDICADORES</b>
Rehabilitación (servicios/paciente + nº de pacientes)
Hospitalización de día (servicios/paciente + nº de pacientes)
Radioterapia (servicios/paciente + nº de pacientes)
Quimioterapia (servicios/paciente + nº de pacientes)
Partos por vía vaginal y cesáreas (alumbramientos/100.000 mujeres + nº de alumbramientos según tipo)
Distribución de las consultas según tipo de asistencia (MEDICINA, CIRUGÍA, PEDIATRÍA...) + nº de consultas
Actos quirúrgicos (actos/100.000 habitantes)
Actos quirúrgicos por quirófano en funcionamiento (actos/quirófano)
Necropsias (necropsias/1.000 fallecidos)
Ocupados con problemas de salud o discapacidad por situación profesional
Personas que sufren alguna discapacidad

### 11.3. Ejemplo de metadatos con CatMDEdit

#### Suicidios en España en 2005

##### Índice

[Identificador del fichero](#)  
[Idioma](#)  
[Identificador del padre](#)  
[Contacto](#)  
[Fecha de Creación](#)  
[Norma de Metadatos](#)  
[Versión de la Norma de Metadatos](#)  
[Información sobre la Representación Espacial](#)  
[Información de identificación](#)  
[Información del Contenido](#)  
[Información de Distribución](#)  
[Información del Modelo de Aplicación](#)

##### Identificador del fichero

suicidios\_2010

[Volver al índice](#)

##### Idioma

gmd:LanguageCode: spa

[Volver al índice](#)

##### Identificador del padre

Grupo de Estudios en Ordenación del Territorio (GEOT)

[Volver al índice](#)

##### Contacto

###### Nombre individual

Aldo Arranz López

###### Nombre de la organización

Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio Universidad de Zaragoza

###### Nombre del cargo

Técnico especialista en Sistemas de Información Geográfica

###### Rol

Autor

[Volver al índice](#)

##### Fecha de Creación

2012-11-05

[Volver al índice](#)

##### Norma de Metadatos

ISO 19115

[Volver al índice](#)

##### Versión de la Norma de Metadatos

ISO19115:2003/Cor 1 2006

[Volver al índice](#)

##### Información sobre la Representación Espacial

file:///C:/Users/ALDO/Desktop/suicidios\_2010.html[06/11/2012 11:29:44]

## **11.4. Cartografía**

### **11.4.1. ANÁLISIS ESPACIAL**

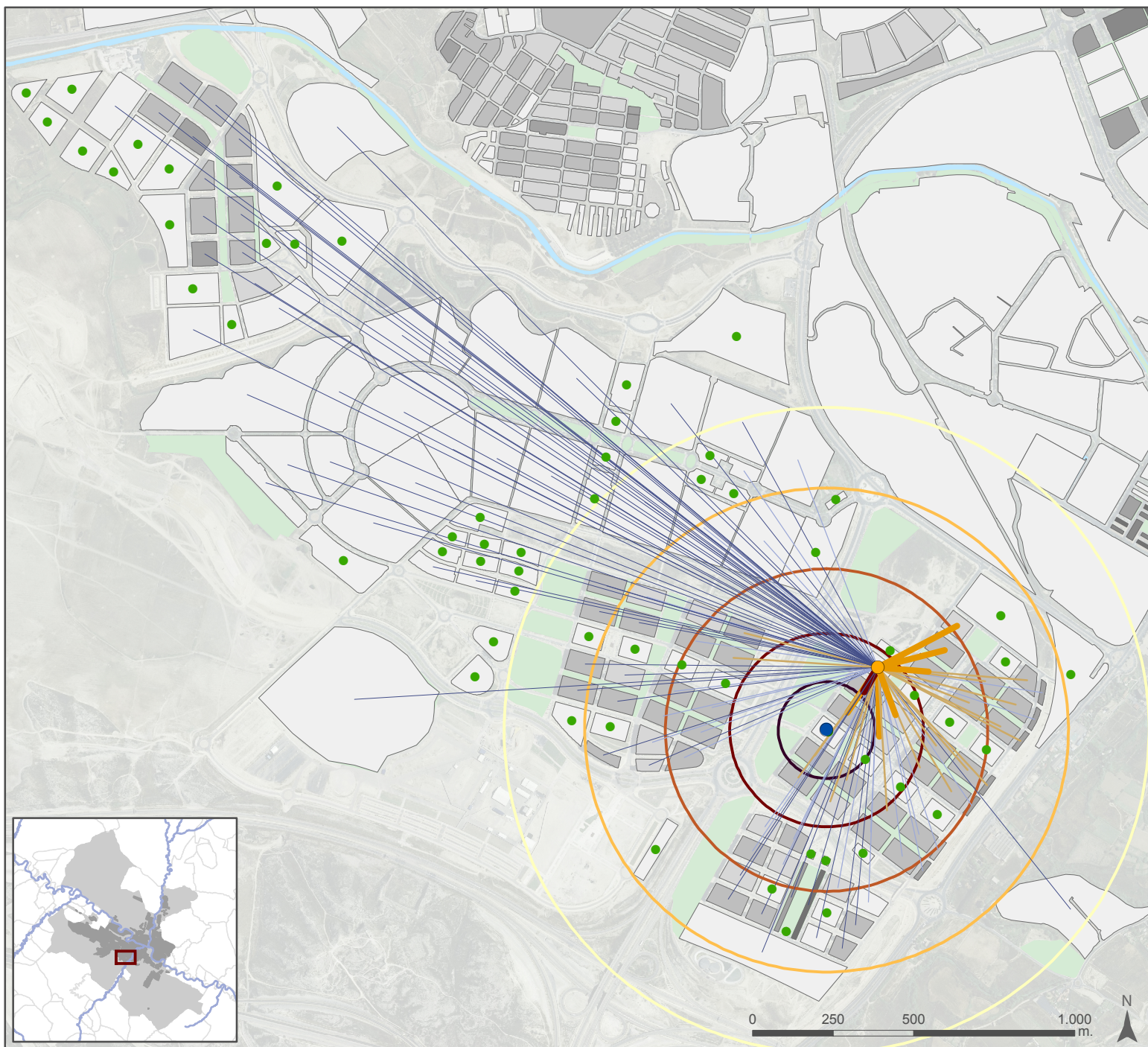
- Selección de posibles ubicaciones para la ubicación de un centro de salud
- Disponibilidad de centros de Sanidad Pública en la ciudad de Zaragoza en 2011
- Accesibilidad al transporte de alta capacidad en la ciudad de Zaragoza

### **11.4.2. PROPUESTA CARTOGRÁFICA**

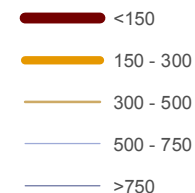
- Incidencia diabetes en la ciudad de Zaragoza en 2007.
- Número de hospital por 100.000 habitantes. Año 2005
- Índice de envejecimiento. Año 2011
- Población de 65 años y más. Año 2011
- Población menor de 15 años. Año 2011
- Tasa de paro. Año 2011.

# Selección de posibles ubicaciones para la ubicación de un centro de salud

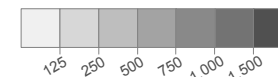
Densidad de población en 2011, Zona sur de la ciudad de Zaragoza



## Cobertura de máxima conexión



## Densidad de población (hab./Ha)



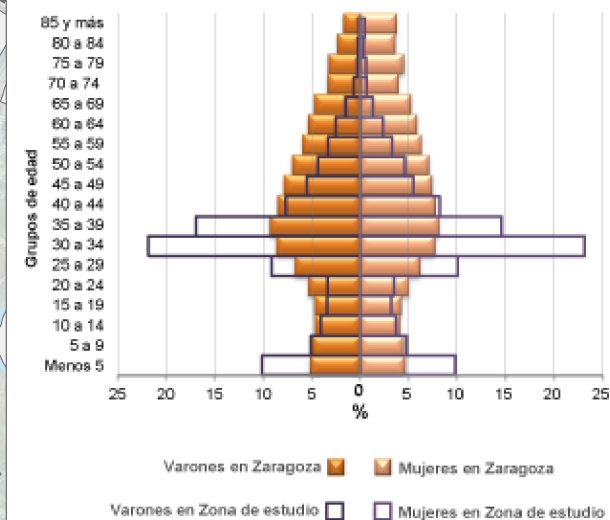
- Centro de Salud
- Cobertura de máxima selección
- Posibles ubicaciones

## Áreas de influencia del equipamiento actual



- Zonas Verdes
- Superficies de Agua

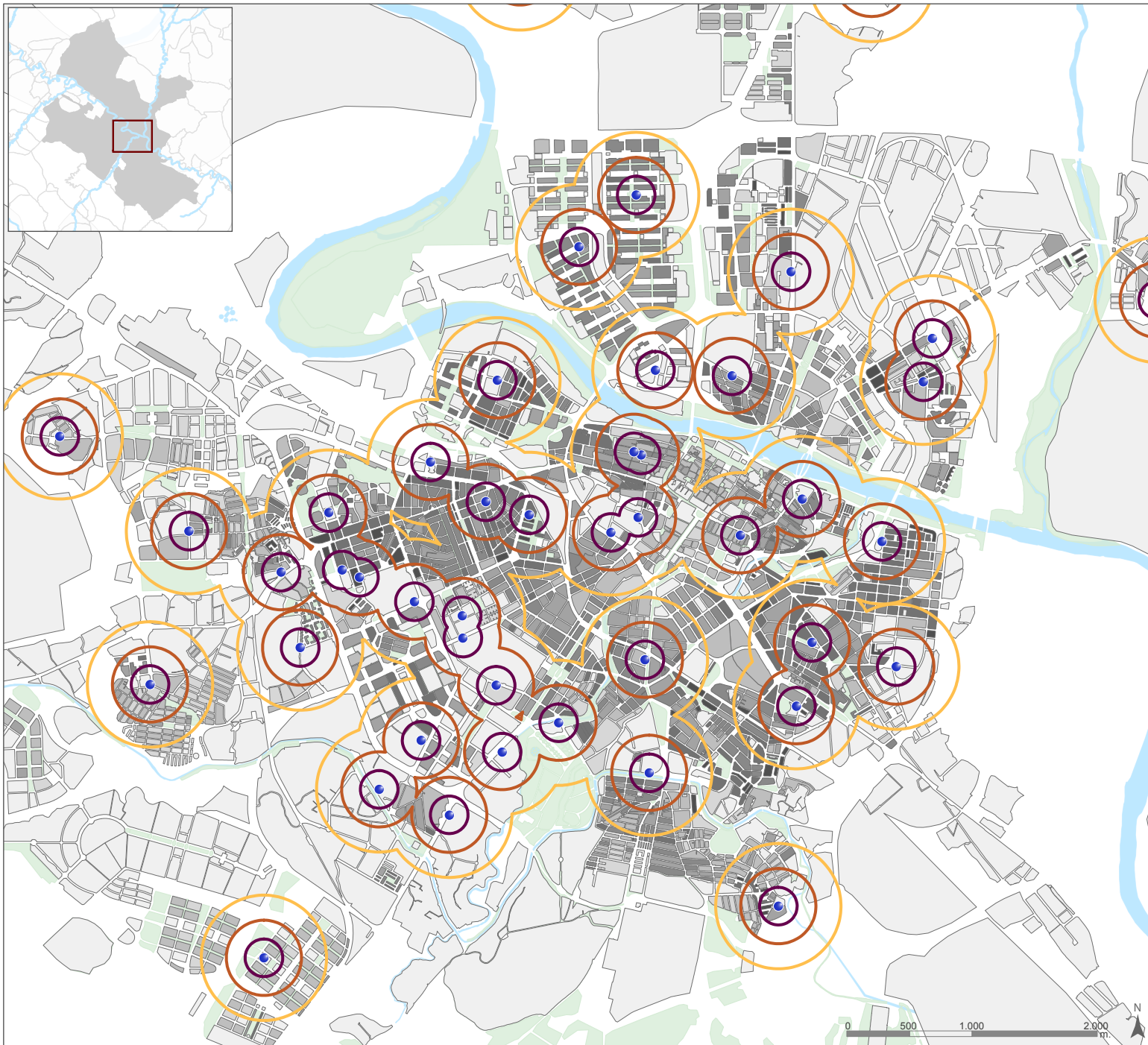
## Estructura poblacional de la ciudad de Zaragoza y el área de estudio



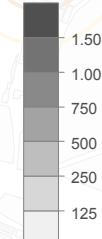


# Disponibilidad de centros de Sanidad Pública en la ciudad de Zaragoza en 2011

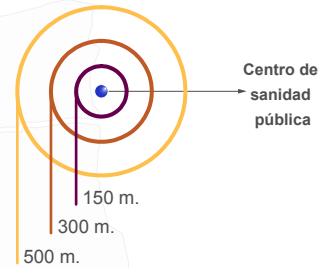
Densidad de población en 2011 y áreas de influencia de 150, 300 y 500 metros



Densidad de  
población (hab./Ha)

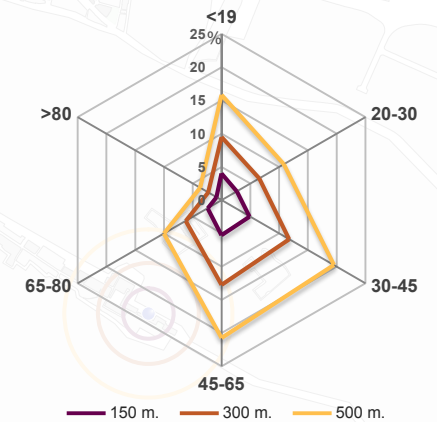


Áreas de influencia del equipamiento

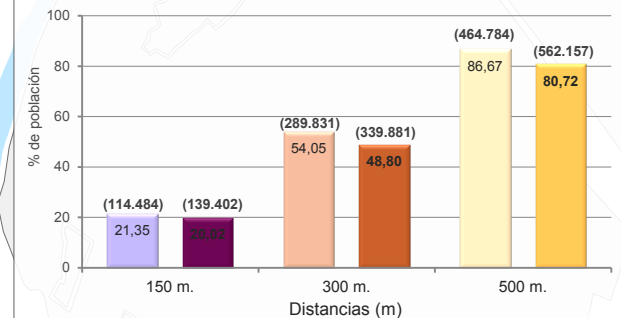


Zonas Verdes Superficies de agua

Accesibilidad por grupos de edad en 2011



Porcentaje de población con acceso a una distancia de 150, 300, 500 metros



% respecto al total de población.  
Año 2001 (536.227 hab.)  
Año 2011 (696.438 hab.)

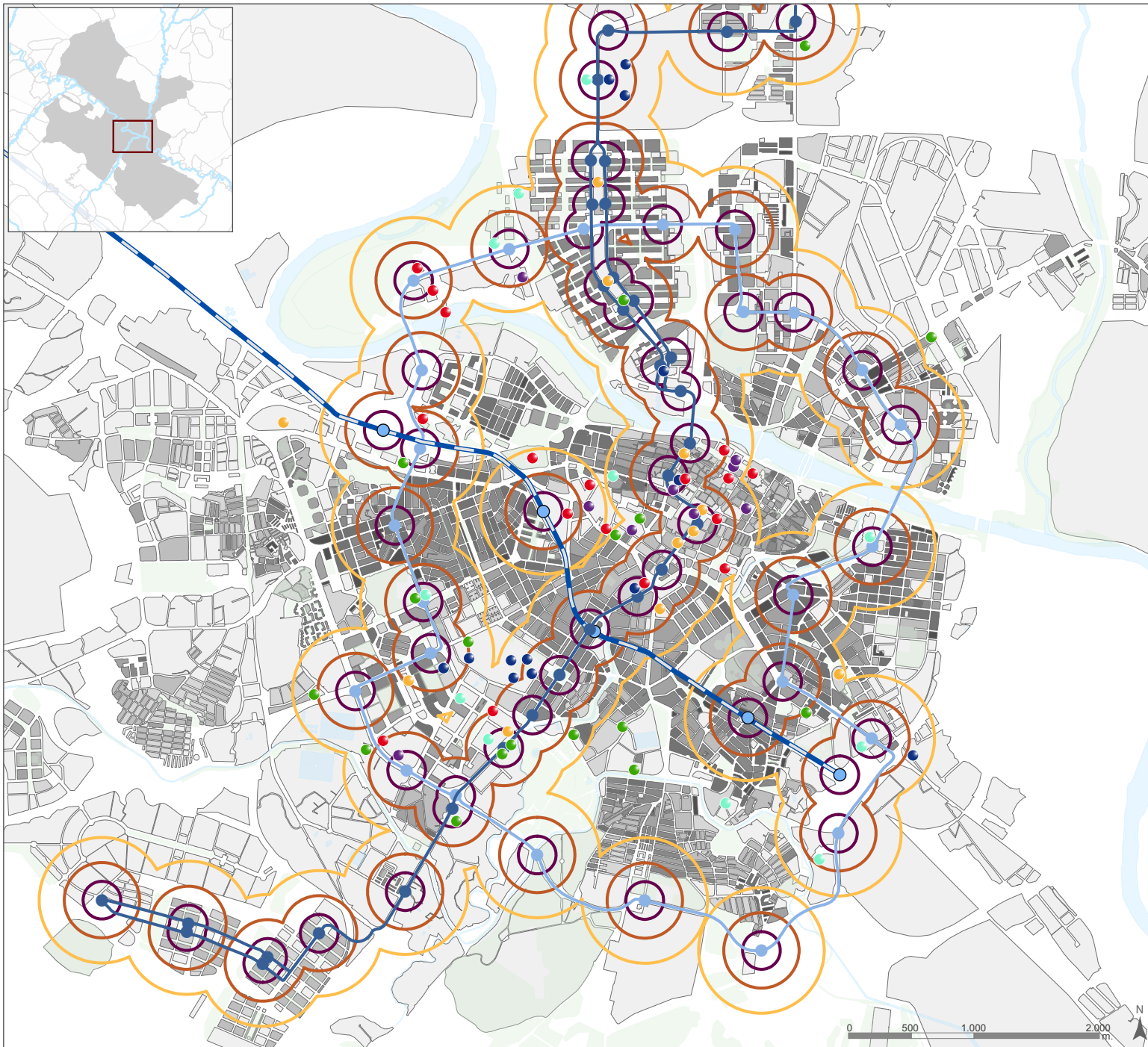
Elaboración cartográfica:  
GEOT (Grupo de Estudios en Ordenación del Territorio, U. de Zaragoza 2012)

Fuentes de Información:  
Servicio de Información Geográfica del Ayto. de Zaragoza.  
Servicio de Estadística del Ayto. de Zaragoza. INE (2011)

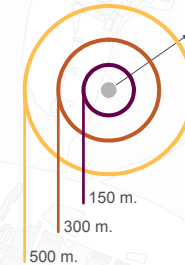


# Accesibilidad al transporte de alta capacidad en la ciudad de Zaragoza

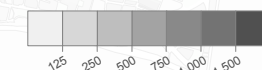
Densidad de población en 2011, principales equipamientos y áreas de influencia del transporte actual y previsto



## Áreas de influencia del equipamiento



## Densidad de población (hab./Ha)



## Líneas y paradas actuales y previstas

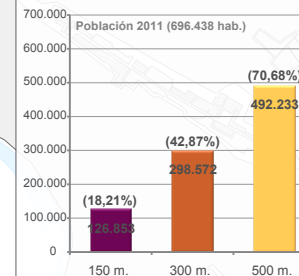
- L1 Tranvía
- LC (Línea Circular)
- Cercanías

## Equipamientos actuales y previstos

- Sanitarios
- Universitarios
- Administrativos
- Centros comerciales
- Deportivos
- Turístico-culturales

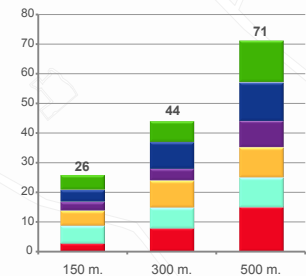
## Accesibilidad de la población

### Nº de habitantes atendidos

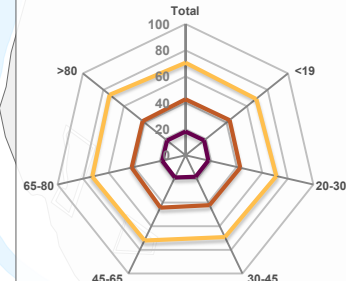


## Servicio a los equipamientos

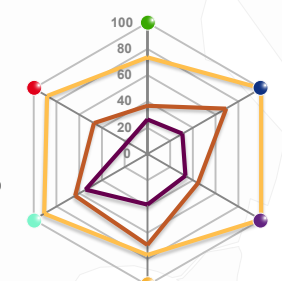
### Nº de equipamientos cubiertos



## % de población atendida respecto al total del grupo de edad



## % de equipamientos cubiertos por el servicio



Elaboración cartográfica:  
GEOT (Grupo de Estudios en Ordenación del Territorio, U. de Zaragoza 2012)

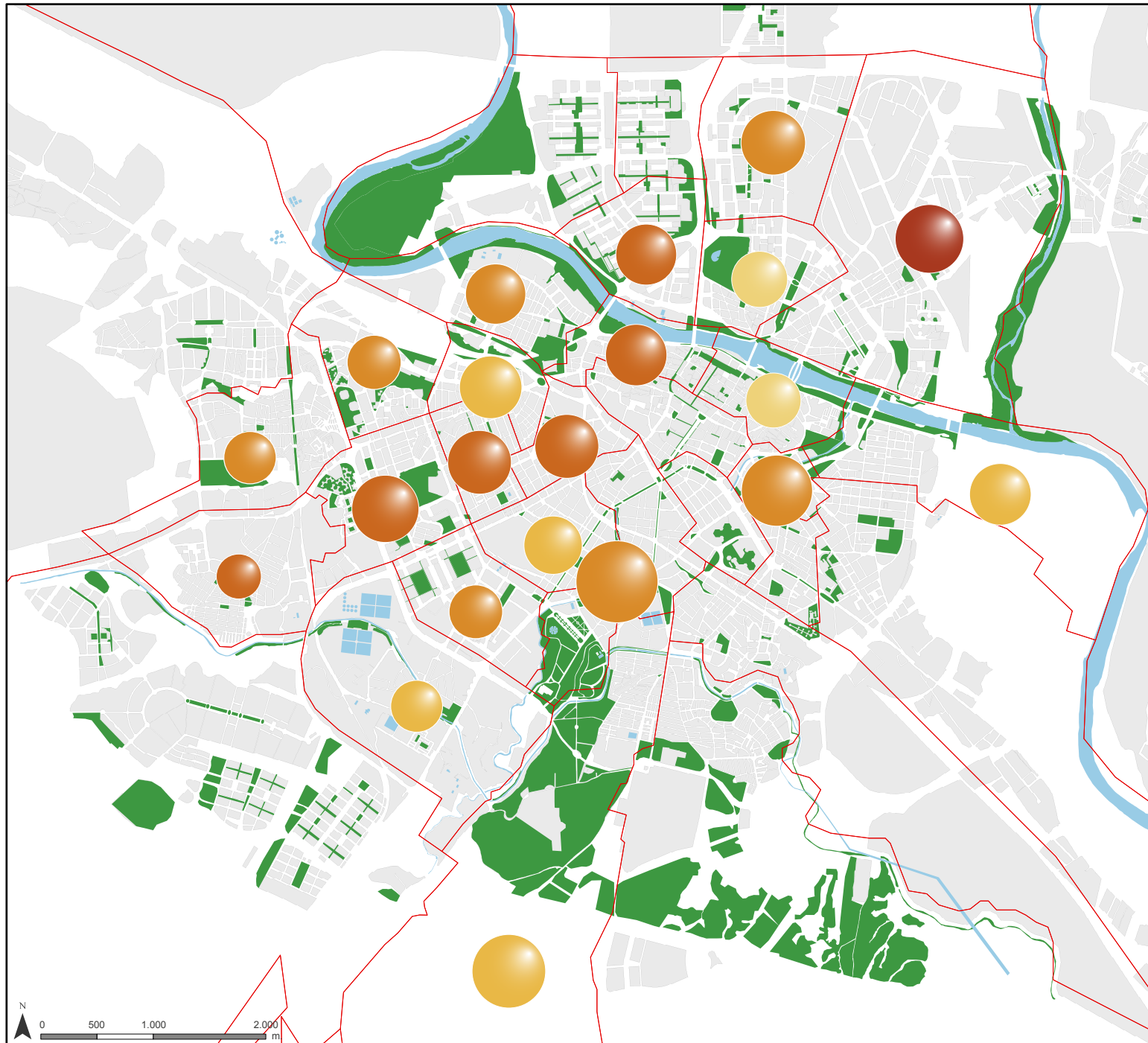
Fuentes de Información:  
Servicio de Información Geográfica del Ayto. de Zaragoza.  
Servicio de Estadística del Ayto. de Zaragoza. INE (2011)



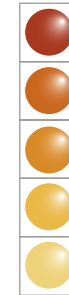


# Incidencia diabetes en la ciudad de Zaragoza en 2007

(número nuevo de casos en porcentaje registrado en el año de estudio)



Diabéticos por centro de salud(%)      Densidad de población (hab/Ha)



15  
12  
10  
8  
6



125  
250  
500  
750  
1.000



ZBS

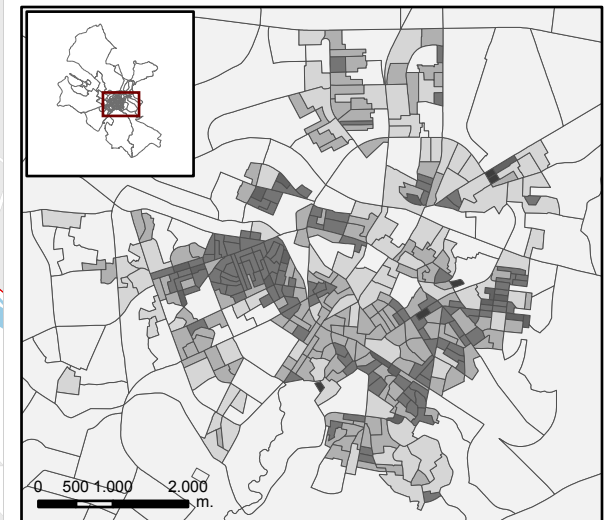
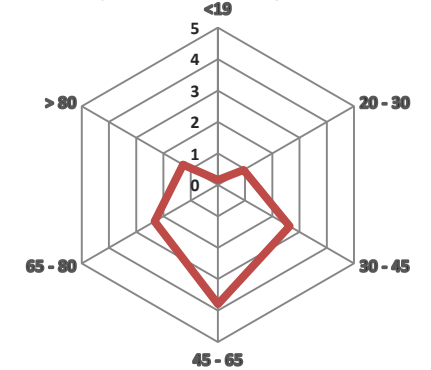


Zona verde



Masa de agua

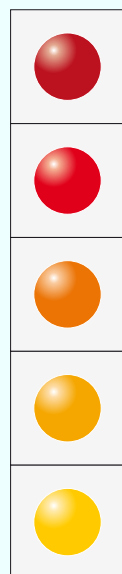
Porcentaje de diabéticos por grupos de edad





**NÚMERO DE HOSPITALES POR 100.000 HABITANTES  
AÑO 2005**

Hospitales  
(x 100.000 hab.)



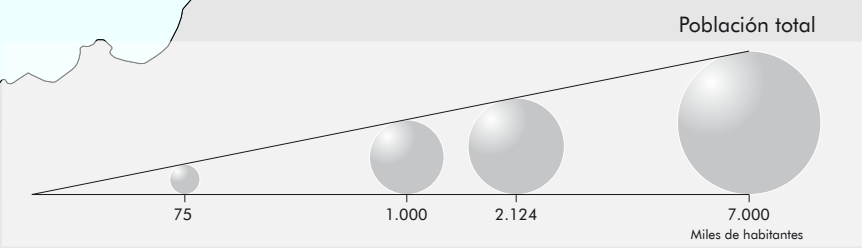
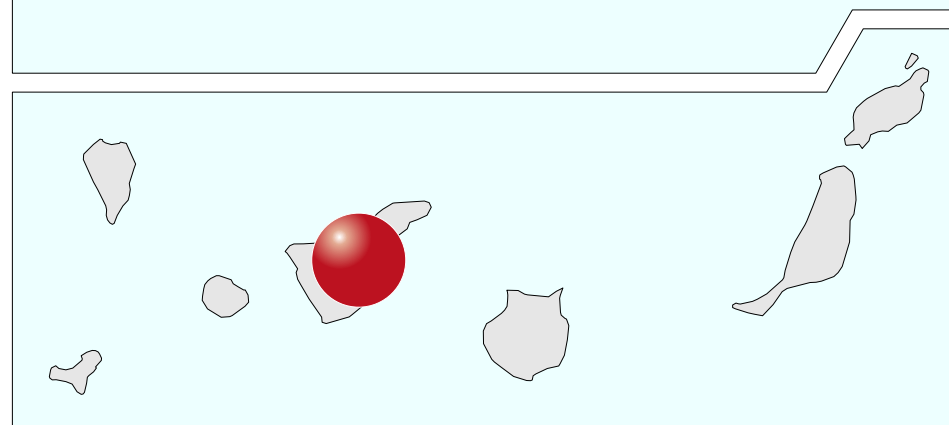
2,25

1,90

1,45

1,30

► Media Nacional



Población total

75

1.000

2.124

7.000

Miles de habitantes

Fuente de información: IGN - INE

# POBLACIÓN MENOR DE 15 AÑOS AÑO 2011

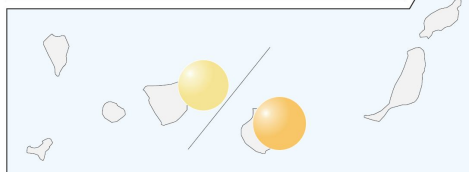
Población menor  
de 15 años (en %)



► Media nacional

ESCALA 1:10.000.000

0 100 200 300 km



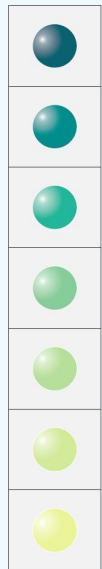
Población menor de 15 años

0 0,1 0,5 1 2 4,5 9 17 x 10<sup>5</sup> hab.

Fuente de información: IGN - INE

# POBLACIÓN DE 65 AÑOS Y MÁS AÑO 2011

Población de 65 años  
y más (en %)



► Media nacional

ESCALA 1:10.000.000

0 100 200 300 km

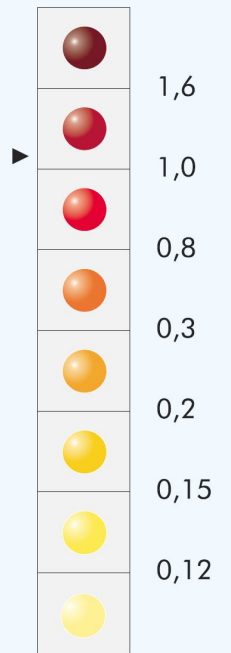
Población de 65 años y más

0 1 5 10 25 50 85 x 10<sup>4</sup> hab.

Fuente de información: IGN - INE

# ÍNDICE DE ENVEJECIMIENTO AÑO 2011

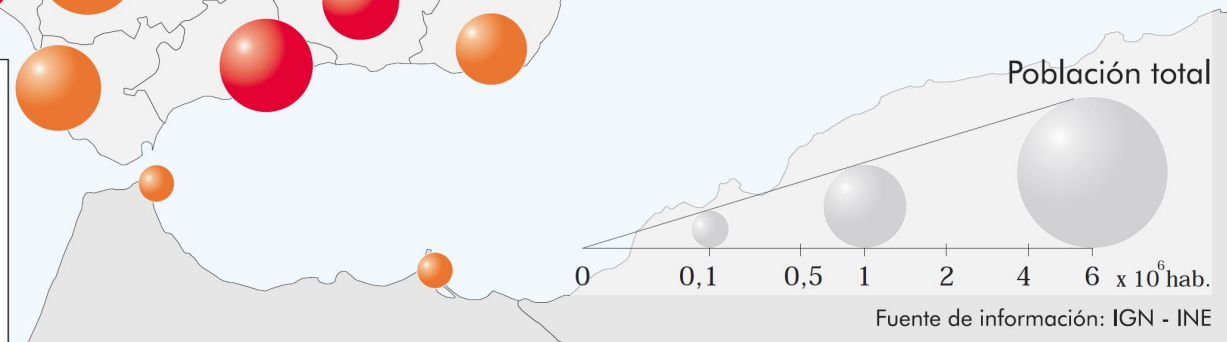
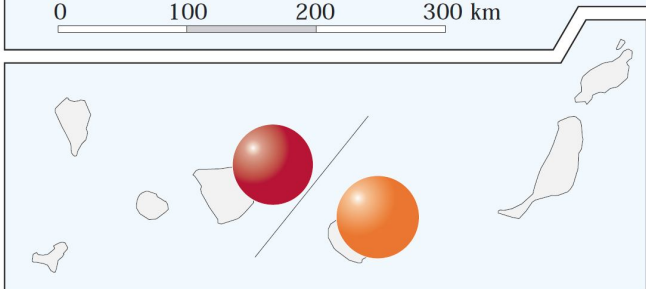
Índice de envejecimiento



► Media nacional

ESCALA 1:10.000.000

0 100 200 300 km



Fuente de información: IGN - INE

