

**Serie Geográfica**

Número 12 - 2004-2005: 137 - 146

ISSN: 1136 - 5277

---

# SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y SALUD PÚBLICA EN LA COMUNIDAD DE MADRID

**Emiliano Aránguez Ruiz<sup>1</sup>****María José Soto Zabalgoceazcoa<sup>2</sup>****Andrés Iriso Calle<sup>2</sup>****Concepción de Paz Collantes<sup>3</sup>****José Frutos García García<sup>2</sup>***Fecha de Recepción: Diciembre 2004**Fecha de Aceptación: Marzo 2005*<sup>1</sup> *Unidad de Información y Análisis Geográfico**Departamento de Informática y Comunicaciones, Instituto de Salud Pública**Comunidad de Madrid**emiliano.aranguez@salud.madrid.org*<sup>2</sup> *Servicio de Sanidad Ambiental, Instituto de Salud Pública, Comunidad de Madrid*<sup>3</sup> *Servicio de Salud Pública, Área 1, Instituto de Salud Pública, Comunidad de Madrid*

## RESUMEN

Este artículo aborda el proceso de implementación de Sistemas de Información Geográfica (SIG) para el sector salud en la Comunidad de Madrid (CM) desde el punto de vista de la administración. Está estructurado en cuatro partes bien diferenciadas. Primeramente se revisa la importancia que los SIG tienen en la salud pública y en concreto en epidemiología y en salud ambiental, y se recogen las actuaciones oficiales por parte de la CM en este sentido. Seguidamente se desgranar las necesidades, en materia de información geográfica, de los sistemas de vigilancia de salud pública, apoyando la exposición con ejemplos concretos de actuaciones desarrolladas en la CM. En tercer lugar, se detallan diferentes proyectos en el área de salud de la CM en donde la tecnología SIG ha sido adoptada. Finalmente, en las conclusiones, se hace hincapié en la necesidad y relevancia de estas tecnologías en la salud pública y se detallan proyectos y actuaciones concretas encaminadas a reforzar el uso de los SIG en la CM.

## Palabras Clave:

Salud Pública, Salud Ambiental, Cartografía, SIG, Comunidad de Madrid

## ABSTRACT

This paper tackles the process followed in the Region of Madrid for the implementation of GIS in its health sector administration. The paper is structured in four well-distinguished sections. First, the relevance of GIS in public health, and particularly in epidemiology and environmental health, is revised. This is supported by examples of initiatives from the Madrid government. Next, the needs, in respect to geographical information, for surveillance health systems, are detailed. Third, several relevant projects, on GIS applied to health, carried out in Madrid are presented. Last, at the conclusions, a summary of the relevance and importance of geographic information technologies applied to the health sector are highlighted as well as current and future projects aimed at reinforcing the use of GIS within the health sector in Madrid.

## Keywords:

Public Health, Environmental Health, Cartography, GIS, Region of Madrid

---

## 1. INTRODUCCIÓN. LA SALUD PÚBLICA. IMPORTANCIA DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN Y VIGILANCIA EN SALUD AMBIENTAL Y EPIDEMIOLOGÍA.

Entendamos por salud pública el conjunto de acciones que se ponen en marcha para defender uno de los derechos básicos de la población, el de la salud, que en la clásica definición de la OMS no es sólo la ausencia de enfermedad sino el estado de completo bienestar físico, psíquico y social (OMS, 1946). Considerada así, la salud pública abarcaría tanto lo relativo a la prevención de la enfermedad y la promoción de la salud como la curación de las dolencias que sufren los seres humanos, es decir, estaríamos hablando también de la asistencia sanitaria (Acheson, 1988; OMS, 1973). Así mismo, en lo relativo a la prevención habría que incorporar las acciones emprendidas en cualquier área de

la vida social cuyas consecuencias incluyan de una u otra forma una mejora de los niveles de salud o, al menos, una disminución de los niveles de morbilidad, accidentalidad, mortalidad, etc.

Habría que referirse también a las acciones de promoción de la salud que, voluntariamente o no, se producen continuamente en los medios de comunicación, en los centros de enseñanza, en las asociaciones ciudadanas,... Porque al ser la salud un patrimonio de todos que impregna cada momento de nuestras vidas, difícilmente se puede separar de ella cualquiera de las actividades que realizamos.

Sin embargo, una definición tan genérica conviene acotarla para que sea útil y esté relacionada con los contenidos asociados por la realidad cotidiana al concepto definido. Conviene en primer lugar desmarcarla de algunos conceptos como la sanidad, la medicina, etc. ideas enlazadas con la asistencia sanitaria, es decir con las medidas de

lucha contra las enfermedades una vez aparecidas, más que con la prevención de su aparición (Manzanera et al., 1996).

También conviene desmarcar el concepto de las actividades que se desarrollan en otras áreas de la administración pública con finalidades distintas aunque con consecuencias en términos de salud. Nos estamos refiriendo, por ejemplo, a las obras públicas, a las políticas de ordenación del territorio, a las políticas económicas, a la educación, y a otras de este tipo, fundamentales para explicar el nivel de salud de la población. Ni la asistencia sanitaria ni las políticas globales pertenecen a lo que comúnmente entendemos como salud pública (Manzanera et al., 1998)

Teniendo en cuenta estas premisas, podemos definir la salud pública como la disciplina que se encarga, dentro de la administración pública sanitaria, de la mejora de los niveles de salud de la población a través de la puesta en marcha de las más apropiadas políticas, valorando la situación de salud de la población y los riesgos que la puedan amenazar. Como tal disciplina y área de gestión pública, la Salud Pública cubre aspectos claramente diferenciados epistemológicamente, es decir tanto en los objetivos que se plantean como en la metodología apropiada para su consecución.

Pertenecen al ámbito de la Salud Pública, la protección inmunológica de determinados estratos demográficos que se realiza a través de las campañas de vacunaciones, la promoción de estilos de vida saludables a través de la educación para la salud, el conocimiento del estado de salud y de los factores de riesgo para la salud tanto intrínsecos

como extrínsecos (ambientales, demográficos, sociales, de género, etc.), a través de la epidemiología y la salud ambiental. Como se ve, de cada una de estas actividades surge una disciplina diferenciada. Una de estas disciplinas es la salud ambiental cuyo ejercicio por parte de la administración pública se conoce hoy en nuestro país como sanidad ambiental.

Por Salud Ambiental, se entiende en la definición clásica de la OMS (1993), el área de conocimiento de la salud pública que identifica, caracteriza, vigila, controla y evalúa los efectos sobre la salud humana de los distintos factores de riesgo ambiental.

Se colige de lo anterior que una de las principales herramientas de la salud pública son los sistemas de vigilancia que permiten conocer los niveles de salud y los factores de riesgo ambientales que puedan amenazar el bienestar de la población. Podemos entender los sistemas de vigilancia como los elementos básicos estructurados y sistemáticos de comprensión de la realidad que utiliza la salud pública para programar sus intervenciones (Ordóñez et al., 1998). Por tanto, son instrumentos en los que confluyen diferentes fuentes de información así como el trabajo cotidiano de los servicios de salud pública. Derivando de la conceptualización de la salud pública que antecede, los sistemas de vigilancia se dividen en dos grandes grupos: los sistemas de vigilancia del estado de salud o sistemas de vigilancia epidemiológica y los sistemas de vigilancia de riesgos ambientales para la salud.

Dentro de los Sistemas de Vigilancia Epidemiológica, desde la Dirección General

de Salud Pública de la Comunidad de Madrid se tienen implementados los siguientes (ISP, 2002):

- Sistema de información y vigilancia de factores de riesgo de enfermedades no transmisibles que permite conocer los hábitos de salud de la población adulta de la Comunidad de Madrid (Consejería de Sanidad y Servicios Sociales, 1996).
- Sistema de Notificación de las Enfermedades de Declaración Obligatoria que recoge la información sobre enfermedades transmisibles (Consejería de Sanidad y Servicios Sociales, 2001).
- Sistema rápido de información a través de la Red de Médicos Centinela de la frecuencia de determinadas dolencias (Consejería de Sanidad y Servicios Sociales, 1997).
- Sistema de Vigilancia de Emergencias Epidemiológicas, que activa la reacción ante la aparición de un número anormalmente elevado de casos de una determinada enfermedad.
- Además, funcionan diferentes sistemas de vigilancia de diversas enfermedades especialmente preocupantes ya sea por su gravedad, por su prevalencia o por su incidencia creciente, tales como el VIH/SIDA, las infecciones que causan meningitis, las encefalopatías espongiiformes de transmisión humana, la tuberculosis, etc.

Por su parte, dentro de los sistemas de Información y Vigilancia de Riesgos Ambientales, se puede destacar:

- Sistema de Vigilancia Aerobiológica que permite conocer el contenido de polen y esporas en la atmósfera mediante los diez captadores que componen la Red Palinológica de la Comunidad de Madrid (Consejería de Sanidad, 1997 y 2001).
- Sistema de Vigilancia de la Contaminación Atmosférica con la información proporcionada por las estaciones de control de la CA del Ayuntamiento de Madrid y de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Comunidad de Madrid (Galán et al., 1999).
- Sistema de Vigilancia de los Efectos sobre la salud de las variables meteorológicas, que permite aplicar las medidas protectoras necesarias ante situaciones previsibles de olas de calor o de frío (Consejería de Sanidad y Consumo, 2004).
- Sistema de Información de Aguas de Consumo Público en la Comunidad de Madrid, integrado en el Sistema de Información Nacional de Aguas de Consumo Público (S.I.N.A.C) (ISP, 2004).
- Sistemas de Vigilancia de Aguas de Recreo (Sistema de Información Nacional de Aguas de Baño -S.I.N.A.B- y Sistema de Información y Vigilancia de las Piscinas y Parques Acuáticos de la Comunidad de Madrid.)

- Sistema de Información y Vigilancia de las Instalaciones de Riesgo para la Legionelosis de la Comunidad de Madrid (ISP, 2004).
- Sistema de Información de Riesgos Químicos de la Comunidad de Madrid, Sistema de Información y Vigilancia de empresas de Productos Químicos y Biocidas de la Comunidad de Madrid y Sistema de Información y Vigilancia de las empresas sometidas a procedimiento de Accidentes Graves en la industria de la Comunidad de Madrid.
- Sistema de Vigilancia de Impactos en Salud a través del estudio de biomarcadores.

---

## 2. NECESIDADES DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS SISTEMAS DE VIGILANCIA DE SALUD PÚBLICA

La necesidad de información geográfica en Salud Pública es obvia, tanto en la planificación como en la evaluación de actuaciones, sobre todo en áreas tan estratégicas como la sanidad ambiental y la epidemiología. En el primer caso los riesgos ambientales para la salud se verifican siempre a través del territorio, es decir que para su conocimiento y gestión hay que considerar las variables geográficas y su interconexión espacial. Sólo la visualización topológica es ya de por sí un instrumento que resuelve innumerables incógnitas relacionadas con la presencia de riesgos para la salud (pensemos, por ejemplo, en un

vertido de aguas residuales, aguas arriba de una captación destinada al abastecimiento público). En el caso de la epidemiología, la sospecha de asociación espacial de casos queda apuntada -o descartada- con la simple mirada a la imagen sintética que es en definitiva un mapa. Aún más evidente es el uso de la cartografía en epidemiología ambiental con la superposición de capas de información de factores de riesgo y de efectos y la búsqueda de posibles relaciones de asociación y causalidad a partir de la superposición de áreas de influencia.

La cartografía convencional (que no es sino un sistema de información geográfica sin apoyo de medios informáticos) ha sido tradicionalmente utilizada en Salud Pública por su característica fundamental: la posibilidad de representar de forma sintética la distribución espacial de una variable y la de relacionar espacialmente, en un momento temporal concreto, un gran número de variables mediante la superposición de capas de información homogénea referidas al mismo territorio. Además, presenta la posibilidad de convertir variables medidas de forma discreta en el territorio, obtenidas mediante muestreos en puntos determinados, en variables continuas espacialmente -simulando el modo en que se presentan en la realidad- a partir de diferentes modelos de interpolación y regionalización. En Sanidad Ambiental de la Comunidad de Madrid, debido a estas posibilidades, la cartografía convencional se ha utilizado tradicionalmente (Consejería de Sanidad, 1990). Los mapas temáticos referidos a unidades territoriales preestablecidas diversas (municipios, barrios, distritos, áreas, etc.) o referidos a espacios que presentan homogeneidad en la medición de una varia-

ble (coropletas...) también han sido muy frecuentes en los informes epidemiológicos (López y Hauser, 2002; Benach et al., 2001).

Frente a la cartografía convencional, y en lo que interesa directamente a la salud pública, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) ofrecen ventajas estratégicas. Permiten, en primer lugar, una fácil actualización de la información contenida en cada capa o cobertura, frente al carácter estático de la información contenida en un mapa en papel. Este es un aspecto fundamental, y habitualmente descuidado por los usuarios de las técnicas de análisis espacial, pues el espacio en el que se verifican las variables de interés para la salud pública es un espacio en el que interactúan de forma continua en una relación dialéctica innúmeros aspectos de una realidad cambiante. Permiten, además, la interactividad, ventaja fundamental para los usuarios de cartografía que pueden elegir con facilidad las capas más convenientes facilitando el análisis espacial de la interrelación entre factores de riesgo y efectos en salud. Permiten, en fin y podríamos decir que fundamentalmente, una ágil, versátil y fácil utilización en situaciones de emergencia, crisis o alertas de salud pública con la incorporación inmediata de la información que se genera en cada momento, facilitando sensiblemente la toma de decisiones. Pensemos, por ejemplo en el abordaje de un brote epidemiológico de una enfermedad transmisible que se propaga con una rapidez que exige respuestas simultáneas a los acontecimientos.

Así pues, el uso de las herramientas que proporciona un SIG resulta ineludible para desarrollar las funciones propias de la Salud

Pública, especialmente de la Salud Ambiental. Ahora bien, ¿qué medios se han podido utilizar para ello concretamente en la experiencia de los servicios de salud pública de la Comunidad de Madrid? En el año 1995 (Duque, 2001) se crea formalmente el Sistema de Información Geográfica Institucional (SIGI en adelante) cuyo objetivo es centralizar la distribución de la información geográfica que generan las instituciones de la Comunidad de Madrid entre los usuarios de las propias instituciones autonómicas. Esta centralización la asume la empresa pública ICM (Informática y Comunicaciones de la Comunidad Madrid) que pone a disposición de dichos usuarios institucionales una herramienta que les permite manejar la información desde su puesto de trabajo. La herramienta es un visor del SIGI confeccionado a partir de GENAMAP por los propios técnicos responsables del sistema en ICM y que pasa a ser conocido como VISIGI.

En la actualidad, al SIGI, que está residenciado en servidores ORACLE espacial, pueden acceder los usuarios institucionales con cualquier programa convencional de los que existen en el mercado para el manejo de información geográfica.

Independientemente de las dificultades que pueda representar todo intento de hacer acopio de información, las ventajas del sistema para el usuario son obvias: se dispone de gran volumen de información oficial actualizada sin dedicar recursos de forma dispersa en las distintas Consejerías para adquirir, hacer accesible y mantener la información espacial necesaria para sus fines. En otras palabras, cada Consejería o Departamento produce sus mapas y los pone a disposición

del resto de las instituciones de la Comunidad de Madrid a través del SIGI.

Hasta muy recientemente, en que no existía sistema de información geográfica ni infraestructura apropiada en los organismos de Salud Pública de la Comunidad de Madrid, éste ha sido el único medio de contar con información geográfica automatizada. A través de dicho sistema se puede acceder a diversas capas de información oficial y actualizada tales como el callejero, la cartografía topográfica 1:5000 con todos sus componentes (altitudinales, hidrográficos, núcleos de población, redes de comunicación,...), la cartografía catastral, diversa zonificación administrativa (estadística, sanitaria, de servicios sociales...), las zonas de abastecimiento, los centros sanitarios, diversas imágenes georreferenciadas (ortoimágenes, fotografía aérea), etc. Todo este 'capital' se utiliza en varios proyectos de sanidad ambiental y de epidemiología.

---

### 3. EJEMPLOS DE APLICACIÓN

La tecnología SIG se ha utilizado en la evaluación de posibles impactos ambientales, en la identificación de riesgos ambientales para la salud y en la gestión de la vigilancia de riesgos.

En el campo de la evaluación de posibles impactos ambientales se han aplicado herramientas SIG para la Evaluación de Impacto Ambiental en Salud de la demolición del edificio de la Maternidad de O'Donnell mediante la identificación de ele-

mentos vulnerables, tanto infraestructurales (red de abastecimiento, red de saneamiento, red viaria, conducciones eléctricas, conducciones de gas, comunicaciones), como del medio edificado (viviendas, zonas de esparcimiento y edificios de uso colectivo: hospitales y centros de salud, centros educativos, residencias de servicios sociales, hoteles y otros establecimientos de hostelería, mercados y centros comerciales, centros de trabajo, otros establecimientos públicos). A dichos elementos vulnerables se aplicaron las medidas preventivas más adecuadas según su naturaleza.

En el campo de la gestión de la vigilancia de riesgos está en marcha el proyecto de vigilancia sanitaria de zonas de abastecimiento de agua mediante un sistema de información geográfica. El objetivo es disponer de cartografía de zonas de abastecimiento en la Comunidad de Madrid que permita vigilar la calidad del agua de consumo, diagnosticar y resolver posibles problemas de índole sanitaria detectables espacialmente y gestionar el control sanitario mediante el diseño de puntos de muestreo representativos. Se ha construido la cartografía de zonas de abastecimiento que se incorpora como otra cobertura más en el SIGI y que se compone de las zonas del Canal de Isabel II, de abastecimientos municipales, urbanizaciones y polígonos industriales, así como de otros abastecimientos aislados: industrias, colegios, hospitales, granjas escuela, camping, etc. Con esta cartografía se ha podido acometer, por ejemplo, un estudio de la calidad del agua abastecida en Madrid (Avello et al., 2003).

En el campo de la identificación de riesgos ambientales para la salud en situaciones de alerta se han utilizado estas herramientas en diversos brotes o episodios de Legionelosis lo que ha llevado a introducir en el programa de prevención y control de la legionelosis de la Dirección General de Salud Pública, Alimentación y Consumo de la Comunidad de Madrid (DGSPAC), el desarrollo instrumental y analítico de la vigilancia espacial de la legionelosis y sus factores de riesgo ambiental. (Consejería de Sanidad y Consumo, 1997). En síntesis, se trata de alcanzar tres objetivos: la localización y apoyo a la gestión de las actividades de control de las instalaciones de riesgo (básicamente torres de refrigeración y condensadores evaporativos), la determinación de agregaciones espaciales de los casos notificados de la enfermedad y la relación espacial entre casos e instalaciones.

---

## 4. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS DE FUTURO

La utilidad de la herramienta en la gestión y en la investigación en salud pública es evidente y ha quedado palmariamente sustentado en las líneas que anteceden. En la actualidad se está planteando el desarrollo de un proyecto que permita consolidar el uso de herramientas de información geográfica en la Vigilancia de Riesgos Ambientales para la Salud centrado en varias líneas de trabajo.

Por un lado el desarrollo de una mínima estructura técnica y administrativa que centralice la actualización de herramientas y la adquisición y mantenimiento de capas de

información de uso específico por la organización administrativa de la DGSPAC que, en aplicación de lo establecido en la Ley General de Sanidad (14/1986, de 25 de abril), se extiende en el territorio de la Comunidad de Madrid con una estructura de once áreas y treinta y cuatro distritos sanitarios. Esta estructura, mediante un servidor de mapas en intranet, daría servicio en un próximo futuro al resto de las disciplinas de salud pública (epidemiología, prevención, promoción, etc).

Por otro lado, se ha puesto en marcha el primero de una serie de proyectos de investigación sobre la aplicación de herramientas SIG en la Vigilancia de Riesgos Ambientales para la Salud. Este proyecto se ha llevado a cabo en colaboración con el Departamento de Geografía de la Universidad de Alcalá de Henares y sus resultados se publican en este mismo número. Parece evidente la fertilidad de estos proyectos en los que se ponen en simbiosis los enfoques universitario y administrativo sobre los mismos problemas.

Otra línea de trabajo en marcha es la relativa a la realización de proyectos de formación conjunta con la Universidad: formación a los técnicos de salud pública por parte de profesores universitarios de geografía y realización de prácticas en salud pública por parte de alumnos de máster en SIG.

---

## BIBLIOGRAFIA

Acheson (1988)- *Public Health in England*, London, HMSO.

Avello A, Fernández S, Aránguez, E (2003) Estudio de valoración de parámetros físico-químicos en aguas de consumo distribuidas por red. *Geosantidad* 8.

Benach J, Yasui Y, Borrell C, Rosa E, Pasarín MI, Benach N et al. (2001) *Atlas de mortalidad en áreas pequeñas en España 1987-1995*, Barcelona 2001 Universidad Pompeu Fabra.

Consejería de Sanidad (1990) *Diagnóstico de Salud Ambiental del Medio Rural de la Comunidad de Madrid*. (5 Vol.) Madrid.

Consejería de Sanidad (2001). *Polen Atmosférico en la Comunidad de Madrid*. Documentos Técnicos de Salud Pública nº 70 Madrid.

Consejería de Sanidad (2003). *Esporas Atmosféricas en la Comunidad de Madrid*. Documentos Técnicos de Salud Pública nº 83 Madrid.

Consejería de Sanidad y Consumo (1997). *Programa de Prevención y Control de la Legionelosis (1997-2005)* Madrid.

Consejería de Sanidad y Consumo (2004). *Vigilancia y control de los efectos de las olas de calor. Plan de Respuesta ante los riesgos*. Madrid.

Consejería de Sanidad y Servicios Sociales (1996). Sistema de Vigilancia de factores de

riesgo asociados a enfermedades no transmisibles (SIVFRENT) *Boletín epidemiológico de la Comunidad de Madrid* 4(12) 3-15.

Consejería de Sanidad y Servicios Sociales (1997). Red de médicos centinelas Madrid, 1997 *Boletín epidemiológico de la Comunidad de Madrid* 5(9) 3-23.

Consejería de Sanidad y Servicios Sociales (2001). *Sistema de enfermedades de declaración obligatoria. Manual de notificación*. Documentos Técnicos de Salud Pública nº 69. Madrid.

Duque I (2001). *Realidades de la información geográfica institucional de la Comunidad de Madrid (notas de un recién llegado)*. <http://www.mappinginteractivo.com>

Galán I, Ordóñez JM, Aránguez E. (1999). Asociación entre la contaminación atmosférica y la mortalidad diaria en el municipio de Madrid, 1992-1995. *Rev Esp Salud Pública* 73:243-252.

Instituto de Salud Pública de la Comunidad de Madrid (2002). *Programas de Salud Pública 2002*. Documentos Técnicos de Salud Pública nº 76. Madrid.

Instituto de Salud Pública de la Comunidad de Madrid (2004). *Manual para el autocontrol y gestión de abastecimientos de agua de consumo público*. Documentos de Sanidad Ambiental. Madrid, 2004 isbn84-688-6342-6

Instituto de Salud Pública de la Comunidad de Madrid (2004). *Guía para la prevención de la legionelosis en algunas instalaciones de*

riesgos. Documentos Técnicos de Salud Pública. Madrid.

Ley 14/1986, de 25 de abril, *General de Sanidad* publicada en el B.O.E de 29 de abril de 1986

López, J. y Hauser P. (2002) Atlas epidemiológico del cólera de 1885 en España. Valencia, Conselleria de Sanitat.

Manzanera R, Villalbí JR, Navarro A, Armengol R.( 1996) La salud pública ante las reformas del sistema sanitario. *Gac Sanit*; 10:299-310

Manzanera R, Segura A y Fernández JM (1998) La organización de la salud pública: su reforma en las reformas, en *Informe SESPAS 1998: La salud pública y el futuro del estado del bienestar*.

OMS (1946). *Acta de Constitución de la Organización Mundial de la Salud*. New York, En <http://www.who.int/about/en/>

OMS (1973) *Formación Superior en Salud Pública: informe de un comité de expertos*, Serie de Informes Técnicos nº 533.

OMS (1993). *Our planet, our health*. Genève WHO.

Ordóñez JM, Aparicio M, Aránguez E y Aldaz J.(1998) Nuevos retos en salud ambiental en *Informe SESPAS 1998*.