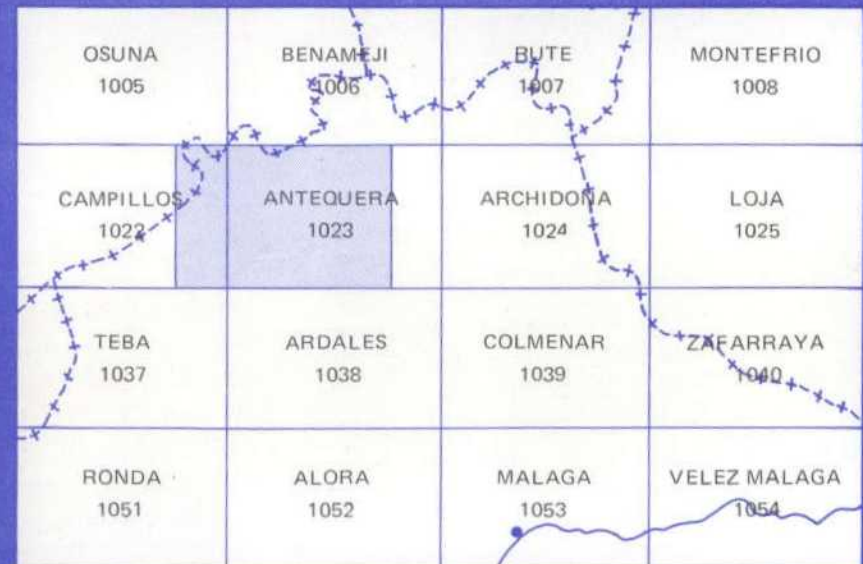


# MAPA DE ORIENTACION AL VERTIDO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS

## LLANOS DE ANTEQUERA

(Zona Occidental)

Escala, 1:50.000



INSTITUTO GEOLOGICO  
Y MINERO DE ESPAÑA  
RIOS ROSAS, 23 - MADRID-3



SERVICIO DE PUBLICACIONES  
MINISTERIO DE INDUSTRIA

31083

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

**INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA**

**MAPA DE ORIENTACION AL VERTIDO DE RESIDUOS  
SOLIDOS URBANOS**

**ESCALA 1:50.000**

**LLANOS DE ANTEQUERA  
Zona Occidental**

SERVICIO DE PUBLICACIONES  
MINISTERIO DE INDUSTRIA

Servicio de Publicaciones - Ministerio de Industria - Claudio Coello, 44 - Madrid-1

Depósito Legal M-29782-1979

---

Talleres Gráficos IBERGESA - Crta. de Burgos km 12,200 - Madrid

## *INDICE*

	<i>pág.</i>
<b>1. INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS Y CARACTER DEL MAPA</b>	<b>3</b>
<b>3. HIDROGEOLOGIA</b>	<b>5</b>
<b>4. MAPA DE ORIENTACION</b>	<b>7</b>
<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>9</b>

## 1. INTRODUCCION

Dentro de los trabajos que actualmente desarrolla el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) en el marco del Programa Nacional de Gestión y Conservación de los Acuíferos, se ha concedido un especial interés al estudio de la contaminación de las aguas subterráneas y de su protección, especialmente de las destinadas al abastecimiento doméstico.

Entre los diversos mecanismos de contaminación de las aguas subterráneas figura la infiltración en el terreno de los productos de lixiviación procedentes de los vertederos de residuos sólidos de origen urbano e industrial. En la Ley de desechos y residuos sólidos urbanos, de 19 de noviembre de 1975 (BOE, 21 noviembre, 1975), se considera que el IGME como organismo consultivo, en lo que respecta al emplazamiento de vertederos, "cuando las características del proyecto merezcan especial atención ante la posible contaminación de los recursos del subsuelo". En respuesta a esta consideración, el IGME, tratando de anticiparse a los problemas, ha emprendido el estudio de la vulnerabilidad de los mantos acuíferos frente a los agentes contaminantes vertidos en superficie, con objeto de orientar la selección de zonas de vertido.

El instrumento que se ha considerado más eficaz para representar de forma fácilmente comprensible, el peligro de contaminación de las aguas subterráneas a partir del vertido de residuos sólidos, ha sido el "Mapa de Orientación al Vertido", ejemplo de lo que las ciencias geológicas e hidrogeológicas pueden aportar al proceso de ordenación del territorio.

El programa de preparación de mapas prevé la cobertura de todas aquellas áreas del territorio nacional donde coinciden núcleos productores de residuos y mantos acuíferos subterráneos aprovechables. En una primera fase, y en razón a los estudios hidrogeológicos desarrollados desde 1972 por el Instituto Geológico y Minero de España dentro del Programa Nacional de Investigación de Aguas Subterráneas, se van a cubrir las cuencas del Júcar, Segura, Sur, Guadiana, Guadalquivir e Islas Baleares.

Dentro de cada una de estas cuencas, en las que el agua subterránea representa una parte importante de los recursos hídricos totales, se ha llevado a cabo la selección de las zonas a cartografiar mediante criterios bien definidos: en primer lugar, se localizan los núcleos más importantes de población o las zonas industriales, como principales productores de residuos, tanto sólidos como líquidos. Se determina a continuación, y en base a los datos hidrogeológicos de los que se dispone, la situación de estos núcleos potencialmente contaminantes con respecto a los mantos acuíferos subterráneos de la región; se seleccionan para cartografiar aquellas áreas en las que la zona de influencia de los centros productores de residuos se superpone a áreas bajo las que existan aguas subterráneas utilizadas para abastecimiento o bien utilizables en el futuro. Normalmente, los límites del mapa se prolongan hasta distancias razonables del núcleo productor de residuos, pero en zonas de gran intensidad urbana e industrial, donde es de prever una gestión mancomunada de los residuos, se cubre toda la zona subdividiéndola en hojas parciales.

Este criterio de selección permite ahorrar esfuerzos y concentrar éstos en aquellos puntos donde realmente se van a presentar los posibles problemas. Este criterio permitiría controlar, si los

mapas se utilizasen adecuadamente, prácticamente el cien por cien de los problemas de contaminación de aguas subterráneas por vertidos de residuos sólidos urbanos de las grandes poblaciones situadas en las cuencas en estudio, y ello en base a una cartografía que no necesitará cubrir más de un 20 por ciento del total de la superficie hidrogeológicamente estudiada.

## **2. OBJETIVOS Y CARACTER DEL MAPA**

El mapa de orientación al vertido de residuos sólidos es un documento gráfico que aporta la necesaria información sobre uno de los aspectos a tener en cuenta en el proceso de planificación del uso del suelo; la contaminación de las aguas subterráneas; por lo tanto va dirigido, en general a los responsables de la toma de decisiones en este campo y, especialmente a las autoridades encargadas de la ordenación del territorio y del medio ambiente, así como a las Comisiones Provinciales de Servicios Técnicos, y, a través de ellas, a las autoridades locales y provinciales.

El objetivo fundamental del mapa es ofrecer una orientación respecto a las zonas donde las aguas subterráneas corren peligro de contaminación y aquellas otras en las que los mantos acuíferos se encuentran mejor protegidos, o no existen, y en las cuales el desarrollo de actividades contaminantes y específicamente el vertido de residuos sólidos urbanos es menos peligroso para este importante recurso subterráneo.

Los datos de base para la elaboración del mapa y su memoria explicativa proceden de los estudios llevados a cabo por el IGME durante el período 1972-1975 dentro del Programa de Investigación de Aguas Subterráneas (PIAS), Proyecto "Estudio Hidrogeológico de las Cuencas del Sur", en el que colabora la Empresa Nacional Adaro. Estos datos básicos se han analizado y complementado desde el punto de vista de la contaminación mediante los necesarios trabajos de campo y gabinete.

El mapa tiene un carácter orientativo y los criterios empleados en su preparación consideran exclusivamente la protección de la calidad de las aguas subterráneas, especialmente las destinadas al abastecimiento urbano.

La selección de un lugar determinado para establecer en él un vertedero, requiere el estudio de una serie de factores tales como topografía y volumen útil, distancias y accesos, material de recubrimiento, propiedad de los terrenos, dirección del viento, ecología y paisaje, contaminación de las aguas de superficie y subterráneas, etc; en el mapa que se presenta sólo se ha considerado este último aspecto, y por lo tanto, el mapa ofrece información de uno sólo de los factores mencionados.

El hecho de que el título del mapa se refiera al vertido de residuos urbanos, no quiere decir que su utilidad quede restringida a este aspecto. Puesto que en él se pone de manifiesto la vulnerabilidad de los mantos acuíferos subterráneos frente a la contaminación iniciada en la superficie del terreno, el mapa puede servir también para estimar los peligros de degradación de la calidad del agua subterránea a partir de actividades tales como el vertido de aguas fecales, los pozos negros y fosas sépticas, etc. La eliminación de aguas residuales industriales mediante absorción por el terreno a partir de balsas, zanjas, pozos, etc, y el vertido de residuos sólidos industriales, requerirán en general un estudio específico de la composición de los residuos antes de determinar si el mapa puede utilizarse para orientar el vertido de tales residuos.

Cabe indicar también que la precisión del mapa es una función de la escala a la que ha sido dibujado. Esto quiere decir que la selección definitiva del emplazamiento de un vertedero requerirá un estudio complementario que, realizado a la escala adecuada en cada caso, confirme la idoneidad del emplazamiento elegido. A tal fin el IGME cuenta con el personal y medios necesarios.

Se describen a continuación las características hidrogeológicas y el empleo del agua en la zona, y se explican los criterios utilizados en la clasificación del terreno en áreas favorables o desfavorables. El informe se completa con las pertinentes conclusiones y recomendaciones.



### 3. HIDROGEOLOGIA

La zona de estudio comprende la mitad occidental de la región de Antequera, que incluye parte de la cuenca alta del río Guadalhorce, el área de Campillos y la cuenca hidrográfica cerrada de Fuente de Piedra.

Dentro de esta zona se pueden destacar dos áreas: una corresponde a las superficies llanas de Los Llanos de Antequera y Campillos, con una altitud media de 400 m.

La segunda, distribuida en varias zonas, son las lomas suaves que ocupan el área de Humilladero, Mollina, Fuente de Piedra y las circundantes al Llano de Campillos destacando entre ellas las Sierras de los Caballos y de Humilladero con altitudes entre 700 y 1.000 m sobre el nivel del mar.

En el sector ocupado por la Hoja se encuentran representados los subsistemas de Los Llanos de Antequera y de Mollina-Humilladero, ambos correspondientes al Sistema Acuífero nº 39 según la nomenclatura utilizada en el Mapa de Síntesis de Sistemas Acuíferos del Instituto Geológico y Minero de España (1972).

El subsistema de LLANOS DE ANTEQUERA está constituido esencialmente por el Cuaternario aluvial de Los Llanos de Antequera y de la Vega de Bobadilla, formando también parte del mismo las calcarenitas miocenas que afloran en el sector de Bobadilla-Estación.

Dentro de la Hoja se encuentra representada la Vega de Bobadilla y la parte occidental de Los Llanos de Antequera.

El límite impermeable de este subsistema corresponde a las formaciones triásicas, excepto al NE donde lo constituye las margocalizas del Dogger.

La alimentación del sistema proviene, en su mayor parte, de la infiltración directa del agua de lluvia sobre los afloramientos cuaternarios y miocenos. Se estima en unos 28 a 32 hm<sup>3</sup>/año. Otra parte corresponde a la infiltración directa del río de la Villa (2 hm<sup>3</sup>/año) y de los excesos de riego con aguas ajenas al sistema (3 hm<sup>3</sup>/año).

El total de recursos del sistema estaría comprendido entre 33 a 37 hm<sup>3</sup>/año.

Las salidas del sistema corresponden a extracciones por bom-

beo y al caudal del manto drenado por el río Guadalhorce.

En cuanto a las extracciones, los datos de inventario permiten estimar en  $40 \text{ hm}^3/\text{año}$  el caudal anual bombeado del sistema, cuya utilización principal es el riego, destinándose una pequeña parte para abastecimiento. Restando de este volumen de  $40 \text{ hm}^3/\text{año}$  el que se reinfiltra, se llega a un consumo del orden de  $34 \text{ hm}^3/\text{año}$ .

Las salidas por drenaje del río Guadalhorce han sido calculadas en unos  $6$  a  $7 \text{ hm}^3/\text{año}$ .

Este sistema, en el mejor de los casos, se encuentra explotado al tope de sus posibilidades, siendo probable incluso que exista una cierta sobreexplotación.

El subsistema de MOLLINA-HUMILLADERO, es el segundo acuífero de la zona, en cuanto a importancia de su explotación. Se extiende a ambos lados de la Laguna de Fuente de Piedra, en la cual se descarga a través de un Cuaternario de escasa importancia.

En este subsistema se incluyen las distintas facies acuíferas que tienen probablemente intercomunicación entre sí: por una parte los islotes de calizas triásicas de las Sierras de los Caballos, Mollina y de Humilladero, situados al NO y al E, por otro las calcarenitas miocenas.

Este subsistema tiene como límite las margas yesíferas del Trías situadas al SO, SE y NO, mientras que al S, es el flysch Terciario el que lo independiza del pequeño acuífero endorreico de Campillos.

La potencia media de las calcarenitas es de  $20$  a  $100 \text{ m}$  en el área de Mollina-Humilladero y de  $60 \text{ m}$  en la de la Sierra de los Caballos.

Esta formación descansa sobre margas grises pertenecientes al Terciario Inferior o el Trías, encontrándose a continuación el Trías inferior salino. No existe continuidad por tanto, en ninguna de las dos zonas, de los materiales carbonatados bajo el Mioceno.

La alimentación del sistema proviene de las precipitaciones caídas sobre él. El total de la infiltración asciende a  $23 \text{ hm}^3/\text{año}$ .

Los sólidos se producen esencialmente mediante extracciones por bombeo, situándose éstas en el Cuaternario, Mioceno y en las calizas de la Sierra de los Caballos. El total de los sólidos se estima del orden de  $20 \text{ hm}^3/\text{año}$ .

Los excedentes, si existen, junto con los aportes superficiales, se evaporan en la Laguna de Fuente de Piedra.

La calidad del agua es buena, con un residuo seco inferior en general a los 1.500 mg/l.

## **4. MAPA DE ORIENTACION**

### **4.1. GENERALIDADES**

En el Mapa adjunto se han considerado tres tipos de zonas desde el punto de vista de la contaminación de las aguas subterráneas por vertido de residuos sólidos urbanos. Estas son:

- Zonas desfavorables al vertido: aquellas que presentan un elevado riesgo de contaminación de las aguas subterráneas.
- Zonas que requieren estudios complementarios: aquellas en que los conocimientos actuales de sus propiedades no permiten definir con garantía el riesgo de contaminación.
- Zonas favorables: aquellas en que tomada una serie de precauciones, las aguas subterráneas se encuentran suficientemente protegidas de la contaminación potencial.

Con el fin de facilitar la comprensión del mapa de orientación, se han elaborado cuatro mapas complementarios a escala 1:200.000, en los que quedan reflejadas las principales características hidrogeológicas del área comprendida en la Hoja que nos ocupa. Estos mapas son:

- Esquema hidrogeológico
- Captaciones para abastecimiento
- Calidad química de las aguas subterráneas
- Profundidad del nivel de saturación del agua subterránea

### **4.2. ZONAS DESFAVORABLES**

Dentro del área cubierta por el mapa se han considerado como las zonas más vulnerables:

- Las calizas de las Sierras del Humilladero, Molina y de Los Caballos.
- Los materiales detríticos correspondientes al Cuaternario de la Vega de Bobadilla y de los Llanos de Antequera y las calcarenitas miocenas de Molina, Humilladero y Fuente de Piedra.
- Los perímetros de protección para las captaciones para abastecimiento.

En el primer caso se trata de formaciones fisuradas, en las que los posibles contaminantes originados en superficie circularían arrastrados por las aguas de infiltración, a gran velocidad y sin efecto de depuración hacia el manto acuífero, de ahí que se trate de zonas muy vulnerables.

En el segundo caso se trata de materiales detríticos permeables, donde el espesor de la zona no saturada es insuficiente para proteger el manto acuífero, a pesar del poder autodepurador de estos materiales. En estas zonas cualquier vertido resultaría peligroso, corriendo mayor riesgo los cauces de arroyos y torrentes.

Se ha considerado un perímetro de protección alrededor de una captación para abastecimiento situada al N de Humilladero, dentro de un área no considerada como claramente desfavorable, en este perímetro no debería realizarse ningún vertido en razón a la proximidad de la captación, ante el peligro que podría correr la población abastecida.

#### **4.3. ZONAS QUE REQUIEREN ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS, DESFAVORABLES EN PRINCIPIO**

Se ha considerado bajo tal concepto los afloramientos de materiales detríticos situados al S de la Sierra del Humilladero y de Campillos.

Se trata de materiales de baja permeabilidad y de los que se obtienen bajos caudales. No obstante a la hora de decidir la implantación de un vertedero en estas zonas, serían necesarios estudios específicos que permitieran definir con precisión el grado de peligrosidad que supondría efectuar vertidos sobre ellos.

#### **4.4. ZONAS FAVORABLES**

Se han incluido dentro de este grupo las zonas ocupadas por margas y yeso del Keuper y por margas del Jurásico.

En ellas no existe peligro directo de contaminación de las aguas subterráneas por vertidos en la superficie, aunque es evidente que sería necesario tener precauciones para evitar las fugas laterales hacia zonas permeables adyacentes.

### **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

A la vista de las características de la zona se deducen las siguientes conclusiones:

- El área incluida en la Hoja está ocupada por dos tipos de materiales con un comportamiento hidrogeológico diferente. Unos son materiales permeables por fisuración, y otros, permeables por porosidad intergranular.
- En los primeros es peligrosa la práctica de los vertidos, ya que en estas zonas el agua subterránea es muy vulnerable, frente a la contaminación ocasionada por vertidos de productos residuales sobre el terreno, debido a que en estos materiales no existe ningún poder de autodepuración.
- En los materiales permeables por porosidad intergranular el riesgo de contaminación por vertido de residuos sólidos es variable. En algunas zonas es elevado debido a la proximidad a la que se encuentra el agua de la superficie del terreno y a su alto grado de permeabilidad, indicándose en el mapa como desfavorables; en otros, si bien el riesgo es menor, el no poderlo definir con suficiente garantía hace conveniente considerarlos como zonas que requieren estudios complementarios.
- Dentro de la zona de estudio, existen áreas ocupadas por materiales impermeables, donde los vertidos no producirían contraminación de las aguas subterráneas utilizables, con tal de que se tomen unas mínimas precauciones de acondicionamiento.

De acuerdo con estas conclusiones se recomienda:

- Realizar la instalación de vertederos de basura y la eliminación de líquidos residuales y contaminantes sobre el terreno, en aquellas zonas delimitadas en el mapa como favorables, y que corresponden a las ocupadas por materiales impermeables.
- Evitar la instalación de dichas operaciones en aquellas zonas consideradas como desfavorables, por tratarse de áreas muy vulnerables frente a la contaminación.
- En el caso de que por razones de orden económico u operacional no sea posible dirigir el vertido hacia las zonas favorables se recomienda como alternativa centrar la atención en las áreas que “requieren estudios complementarios”, llevando a cabo, previamente, un estudio detallado de las condiciones locales de la zona que permitan definir el grado de vulnerabilidad.
- Aun en el caso de efectuarse el vertido en las zonas marcadas como favorables y con objeto de hacer mínimo el riesgo de contaminación, debería operarse en régimen de “vertedero controlado” evitándose así problemas, no sólo de contaminación del agua sino también medio-ambientales.
- El Instituto Geológico y Minero de España, que posee la documentación básica que ha servido para la elaboración del presente trabajo, se encuentra a la disposición de las autoridades provinciales y locales para asesorarles en las medidas a tomar para evitar la contaminación de las aguas subterráneas.