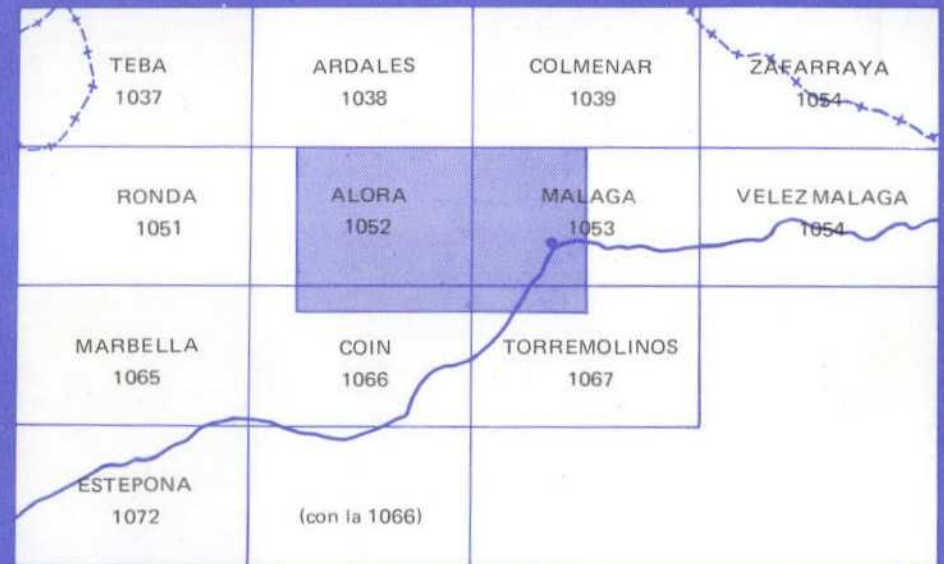


MAPA DE ORIENTACION AL VERTIDO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS

ZONA DEL GUADALHORCÉ BAJO (MALAGA)

Escala, 1:50.000



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



SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA

31001
31001

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

ZONA DEL GUADALHORCE BAJO (MALAGA)

SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA

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

Depósito Legal M-11485 - 1978

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

INDICE

	<i>pág</i>
1. INTRODUCCION	1
2. OBJETIVOS Y CARACTER DEL MAPA	2
3. HIDROGEOLOGIA	4
4. MAPA DE ORIENTACION	7
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	10

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 de 1975), se considera al 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 hidrológicas 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 carto-

grafiar 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 densidad 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 estos 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 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 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 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 dentro del Programa de Investigación de Aguas Subterráneas (PIAS), Proyecto de investigación hidrogeológica de las Cuencas del Sur en el que ha colaborado 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 com-

posición de los residuos antes de determinar si el mapa puede utilizarse para orientar el vertido de tales residuos.

Cabe iniciar 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

El clima de la zona que trata este informe es de tipo templado o templado-húmedo, presentándose en el área costera con tendencia tropical.

La precipitación media se encuentra sobre los 500 mm, presentándose las máximas de octubre a mayo, estando el período seco comprendido entre junio y septiembre.

La zona estudiada integra la totalidad de la "Hoya de Málaga", denominada en los informes hidrogeológicos del IGME como Bajo Guadalhorce. Esta zona se encuentra comprendida entre las áreas montañosas de Serranía de Ronda al Oeste, Montes de Málaga al Norte y Sierra de Mijas y Sierra Blanca al Sur. Existe además una zona de suaves ondulaciones entre el área montañosa y la Vega del río Guadalhorce, que es completamente llana.

Desde el punto de vista hidrogeológico, en la hoja existen diferentes acuíferos interrelacionados entre sí, pertenecientes tanto a materiales detríticos como carbonatados.

Las tres formaciones acuíferas fundamentales son:

- Cuaternario aluvial
- Plioceno intermedio y basal

- Paleozoico marmóreo
- Cuaternario aluvial. Constituido por gravas, arenas, limos y arcillas, tiene una extensión de 112 km², formando la Vega Baja del río Guadalhorce; la potencia es muy variable, estando comprendida entre los 8-15 metros y 65-70 metros. Se encuentra explotado por unos 300 pozos y sondeos. La alimentación del acuífero se realiza por infiltración directa, infiltración a partir de las aguas de escorrentía superficial, retorno de riego y aportes laterales. La salida se realiza por bombeos, estimados en 33 hm³/año, y por salidas directas al mar, estimadas en unos 2 hm³/año. El agua se utiliza fundamentalmente para riego y abastecimiento doméstico, y menos para usos industriales. Los caudales puntuales de explotación varían de 60 litros/segundo a 160 litros/segundo. En las isopiezas se observan aportes laterales siendo los gradientes del 1 al 2 por mil. La transmisividad se puede considerar como buena, no siendo inferior a los 200 m²/h. De los sondeos mecánicos existentes así como de los SEV de la campaña de Geofísica e isopiezas, se puede estimar el volumen de la zona saturada en 2.300 hm³. En cuanto a la calidad química, la conductividad eléctrica está comprendida entre 1.000 y 2.000 μhm/cm (750 a 1.500 mg/litro) con cantidades de cloruros entre 100 y 300 mg/litro y de sulfatos entre 200 y 400 mg/litro, variando la dureza de 35 a 80° F; la facies química es mixta con una ligera predominancia cloro-sulfatos; es mejor la calidad, en términos generales, en las proximidades del río principal y sus afluentes. Se observa un aumento de salinidad hacia la desembocadura del río Guadalhorce. Existen indicios en este área y sobre todo en la margen derecha, concordando con la depresión piezométrica, de una cierta intrusión de agua del mar, que por el momento no reviste caracteres graves. Las aguas de abastecimiento tienen una calidad pasable en la mayor parte del Valle y de primera calidad en la zona de

Churriana.

- El acuífero Plioceno está constituido por dos niveles de gravas y arenas cuya potencia en el primer nivel varía de los 15 a los 40 metros, estando localizado a una profundidad media, desde la superficie, de 60 metros, recubierto por margas azuladas impermeables. El segundo nivel, con potencia del orden de los 20-25 metros, está situado a una profundidad variable entre los 250 y 450 metros; este segundo nivel se encuentra separado del primero por otro paquete de margas azules, y actualmente se investiga mediante sondeos.

El único acuífero explotado es el primer nivel, que, prácticamente, solo existe bajo el cuaternario entre Aljaima y la desembocadura del río, y que además no tiene una continuidad uniforme, sobre todo hacia la desembocadura, donde aparece en forma digitada. Este acuífero, así como el profundo, son cautivos, siendo surgente el segundo.

La alimentación del nivel superior se realiza por aportes laterales de otros acuíferos en sus bordes Norte y Sur y por alimentación del acuífero cuaternario en algún punto aguas arriba y en la Vega Baja.

La descarga de este nivel se realiza a través de unos 140 pozos de bombeo, con caudales de explotación que varían entre los 80 litros/segundo y los 350 litros/segundo (este último en un pozo con drenes horizontales).

El volumen de extracción de estos pozos es del orden de los 20 hm³/año.

El empleo del agua extraída, es fundamentalmente para riego e industria; únicamente un pozo radial se explota para abastecimiento urbano de Málaga.

Existe entre este manto acuífero menos profundo del plioceno y el del cuaternario, una cierta comunicación hidráulica, estando explotados conjuntamente en 57 puntos con un volumen total de extracción de 9 hm³/año.

Se han observado indicios de intrusión de agua del mar a 1,5 km aproximadamente del litoral; el nivel piezométrico se encuentra bajo el nivel del mar en toda la zona próxima a la costa.

Las aguas analizadas en las proximidades de la costa con cloruradas-sódicas, teniendo en el diagrama de Schoeller-Berkaloff paralelismo con el agua marina.

Las aguas del segundo acuífero plioceno más profundo, y que, por el momento, está en fase de investigación, son bicarbonatadas sódicas con conductividad de 1.200 $\mu\text{hm/cm}$ (= 750 mg/litro).

Además de estos dos niveles acuíferos principales, existen también en el Plioceno cambios laterales de facies en las margas azules superiores que dan lugar a pequeños mantos acuíferos aislados y poco importantes en arenas y areniscas arcillosas; estos materiales aparecen entre el borde de las Sierras Blanca y de Mijas y el acuífero cuaternario.

El tercer acuífero que existe en la hoja, corresponde a los materiales carbonatados de Sierra de Mijas y Blanca; existe también un pequeño afloramiento en el área de Cártama.

Este acuífero incide sobre el plioceno recargándolo lateralmente. El agua se emplea fundamentalmente para abastecimiento de núcleos urbanos y en menor cantidad para riego. Los puntos de captación son, generalmente, fuentes o surgencias naturales.

La calidad química es de primer orden en su clasificación de potabilidad.

Existe además un cuarto acuífero del mioceno superior formado por calcarenitas, conglomerados y areniscas de menor importancia, cuyas aguas se emplean para abastecimiento en Alora y Pizarra y para riego en el resto de las zonas donde estos materiales afloran.

4. MAPA DE ORIENTACION

4.1. GENERALIDADES

En el plano adjunto se han considerado tres zonas desde el punto de vista de la vulnerabilidad a la contaminación de las aguas subterráneas debida al vertido de residuos sólidos urbanos:

- Zonas desfavorables (en color rojo). Son aquellas zonas muy vulnerables, en las que los vertidos pueden contaminar directamente las aguas subterráneas destinadas al abastecimiento público.
- Zonas que requieren estudios complementarios (color naranja). Son aquellas en las que el peligro de contaminación de las aguas empleadas para el abastecimiento de poblaciones es menor, pero en las que, dada la heterogeneidad de sus conducciones y la discontinuidad de los acuíferos, sería necesario llevar a cabo estudios locales más detallados para determinar si los lugares que dentro de ellas se eligiesen para realizar vertidos, serían adecuados desde el punto de vista que nos ocupa.
- Zonas favorables (color verde). Son aquellas en las que, después de tomar una serie de precauciones para controlar la escorrentía superficial, las aguas subterráneas no correría peligro de contaminación directa por infiltración de los productos de lixiviación de los vertederos. Conviene recordar, no obstante, lo indicado en la introducción del presente informe: la selección definitiva de un lugar de vertido requiere el análisis de una serie de factores, uno de los cuales es el de la contaminación de las aguas subterráneas, y del cual se ocupa el mapa de orientación que se presenta.
Como complemento al plano escala 1:50.000 y para una mejor comprensión del conjunto, se han elaborado cuatro mapas auxiliares, a escala 1:200.000, en los cuales se encuentran reflejados:
 - . Un esquema hidrogeológico
 - . Captaciones para aprovechamiento urbano
 - . Calidad química de las aguas subterráneas
 - . Profundidad del nivel saturado del acuífero

4.2. ZONAS DESFAVORABLES

Dentro del área cubierta por el mapa se ha considerado que las zonas esencialmente más vulnerables son:

- a) Afloramientos de calizas marmóreas de las Sierras de Mijas,

Sierra Blanca y Sierra de los Esparteles, incluyendo en esta última el núcleo impermeable.

- b) Afloramientos del aluvión cuaternario y del mioceno y plioceno detríticos permeables.

En el primer caso se trata de formaciones fisuradas y karstificadas, en las que el agua subterránea circula a gran velocidad y sin oportunidades para una autopurificación de los posibles contaminantes. El núcleo impermeable de la Sierra de los Esparteles se ha incluido, ya que cualquier contaminante vertido sobre su superficie, pasaría casi inmediatamente a infiltrarse en los afloramientos de calizas marmóreas.

En el segundo caso se trata de formaciones permeables por porosidad intergranular, en las que el agua subterránea se encuentra a poca profundidad y es usada intensamente para abastecimiento doméstico. A pesar del poder autodepurador de estos materiales, los espesores tan pequeños de la zona no saturada han aconsejado considerar estas áreas como muy vulnerables.

Se ha considerado también como área desfavorable al vertido en el entorno de Coín, en el que existen unos travertinos muy permeables en los que existen sondeos para abastecimiento doméstico.

4.3. ZONAS QUE REQUIEREN ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS

Se han considerado dentro de esta categoría las áreas de afloramiento de materiales pliocenos, en los que los cambios laterales de facies suelen dar lugar a reducidos mantos acuíferos aislados unos de otros y prácticamente imposibles de cartografiar a la escala del mapa.

Bajo una gran parte de estas áreas, existe un nivel permeable profundo, generalmente a más de 200 m de la superficie, del que ya se ha hablado en un epígrafe anterior. Este nivel, que actualmente está siendo investigado mediante sondeos, se encuentra bien protegido por los materiales impermeables situados al techo.

El área que nos ocupa se encuentra situada entre las Sierras Blanca y de Mijas y la llanura aluvial del río Guadalhorce, y en ella

cada proyecto de vertedero debería ser analizado individualmente con objeto de evitar problemas de contaminación. Por otra parte, es cierto que dentro de la zona pueden existir áreas relativamente favorables al vertido de residuos urbanos, pero cuya localización a priori exigiría un trabajo de mucho mayor detalle; por esta razón es preferible el análisis individual de lugares específicos elegidos de acuerdo con otros factores, tales como proximidad, accesos, propiedad de los terrenos, etc.

4.4. ZONAS FAVORABLES

Las zonas favorables al vertido son aquellas en las que afloran materiales impermeables y en las cuales, o bien no existen aguas subterráneas aprovechables, o bien los mantos acuíferos se encuentran protegidos por espesores considerables de terrenos impermeables. Dentro de la zona cartografiada se han incluido dentro de esta categoría, los afloramientos de paleozoico impermeable, el plioceno entre Málaga y Campanilla y el terciario inferior.

Conviene indicar que en algunas zonas se dan casos de adyacencia entre zonas desfavorables (vulnerables) y zonas favorables (protegidas); dada la escala del mapa y su carácter, es necesario considerar que, cuanto más alejados se sitúen los vertidos de las zonas vulnerables, menor riesgo existirá de un arrastre de agentes contaminantes por las aguas de escorrentía superficial, desde las zonas protegidas a las vulnerables.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con lo expuesto puede concluirse lo siguiente:

- En la zona cubierta por el mapa que se presenta, existen áreas en las que el vertido de residuos sólidos urbanos no producirá una contaminación de los recursos en aguas subterráneas utilizables con tal de que se tomen las mínimas precauciones de acondicionamiento para evitar arrastres de las basuras o de los lixiviados por las aguas de escorrentía superficial.
- Por el contrario, existen otras zonas en las que ciertas activi-

dades de eliminación de residuos, entre ellas el vertido de basuras urbanas, pueden afectar negativamente a la calidad química, física y bacteriológica de las aguas subterráneas empleadas para abastecimiento doméstico.

- Existen también áreas en las que, sin un estudio complementario a escala más detallada que el presente, no se puede asegurar la inocuidad de ciertas operaciones de vertido de residuos. Dentro de estas áreas es más probable que existan lugares perfectamente adecuados y seguros en los que los vertidos no afectarían la calidad del agua de pozos o manantiales, aunque también habrá zonas más vulnerables que será necesario evitar para proteger de la contaminación las fuentes de abastecimiento.

De acuerdo con estas conclusiones generales, se recomienda:

- Tratar en lo posible, de dirigir las operaciones de vertido de residuos sólidos, tanto urbanos como industriales peligrosos y de residuos líquidos de la misma procedencia, hacia zonas distintas de las señaladas en el mapa como “zonas desfavorables”. En el caso de que esto no sea posible, por imperiosas razones de orden económico u operacional, deberá realizarse un estudio previo del vertido y sus posibles consecuencias, incluyendo la observación periódica de la calidad del agua subterránea en los alrededores de las zonas que actúen como focos de contaminación. Esta recomendación es especialmente importante en la zona baja de la llanura aluvial del río, donde existen importantes captaciones para abastecimiento doméstico, entre ellas los pozos con drenes horizontales que suministran una parte del abastecimiento de Málaga.
- Situar los vertederos en las zonas señaladas en el mapa como “favorables”, y lo más lejos posible de las zonas vulnerables tomando además las debidas precauciones para evitar el contacto entre las basuras y las aguas de escorrentía superficial.
- Independientemente de su situación en zona favorable o desfavorable, tratar de alejar en lo posible las operaciones de vertido, tanto de residuos urbanos como industriales, sólidos, semisólidos o líquidos, de las zonas donde existan pozos,

sondeos o manantiales de abastecimiento urbano. Estas operaciones, o la perforación de nuevos pozos cerca de las mismas, deberían ser siempre objeto de un estudio hidrogeológico e hidroquímico locales, para llevar a cabo los cuales, y con carácter oficial, el Instituto Geológico y Minero de España dispone del personal y medios necesarios.

- El Instituto Geológico y Minero de España, que posee la documentación básica que ha servido para la elaboración del presente trabajo, se encuentra a disposición de las autoridades provinciales y locales para asesorarles en las medidas a tomar para evitar la contaminación de las aguas subterráneas.