

La hidrogeología, su importancia y antecedentes en Andalucía

Hidrogeología es el nombre técnico por el cual se identifica la ciencia que trata de las aguas subterráneas. Hasta hace no muchas décadas, la existencia y el origen de las aguas subterráneas eran un misterio, hasta tal punto que la legislación las trataba de forma totalmente diferente y separada de las aguas de los ríos y lagunas. Hoy día ya se conoce que todas las aguas participan en un mismo ciclo y que sólo por la forma de encontrarse en cierto momento se pueden clasificar en marinas, atmosféricas o continentales, y estas últimas, en superficiales y subterráneas. Las superficiales y las subterráneas, a su vez, se relacionan estrechamente y cambian de una a otra con frecuencia.

En condiciones naturales, las aguas superficiales tienen una descarga considerable y un almacenamiento pequeño. Lo contrario suele ocurrir con las aguas subterráneas: su circulación es comparativamente reducida pero los volúmenes almacenados son considerables. También hay diferencias en su composición química. En general, las aguas superficiales están

más expuestas a la contaminación, mientras que los terrenos pueden actuar de filtro para las aguas subterráneas.

La importancia de la hidrogeología deriva, lógicamente, de la importancia de los depósitos subterráneos de agua, y de los caudales circulando por ellos. Por lo pronto, estos depósitos ocupan grandes extensiones de terreno. Compárense las superficies de los valles aluviales con la de las corrientes fluviales. Además, muchas llanuras por las que no hay corrientes perennes de agua y muchas montañas constituyen también depósitos subterráneos. Andalucía no es de las regiones más favorecidas en terrenos acuíferos, pero pese a ello, la extensión superficial ocupada por las principales formaciones con aguas subterráneas es considerable: 21000 km². Existen además muchos otros acuíferos de pequeña entidad, dispersos en la región, de reducido potencial, pero adecuados sobre todo para el suministro de agua para abastecimiento rural y de pequeños núcleos urbanos.

Un balance de las aguas subterráneas, aisladamente, no puede establecerse sin extenderse en lo que se considera balance. En efecto, los acuíferos descargan de forma natural en los ríos, o en el mar, a través de manantiales o difusamente, y también en muchas áreas son recargados por los propios ríos. De manera que, estando estas aguas imbricadas con las de superficie, forman un conjunto, sobre el que existe una determinada forma de explotación, ya sea por pozos y sondeos, ya sea por presas y azudes, o por todos ellos.

Teniendo en cuenta esta cautela conceptual, pueden avanzarse cifras para situar el marco hídrico en Andalucía. Esta Autonomía incluye prácticamente la totalidad de las denominadas cuencas del Sur, cerca del 90% de la cuenca del Guadalquivir, las de Guadalete-Barbate, el 11,5% de la cuenca del Guadiana, y un 4% de la cuenca del Segura.

La precipitación anual sobre la región es de unos 54000 hm³/año, y la descarga fluvial es de tan solo 10000 hm³/año, menos de la quinta parte de la lluvia. Comparándola con otras regiones españolas más húmedas, se observa que no sólo llueve poco sino que de lo poco que llueve también "escurre" poco. Clima, relieve y terrenos contribuyen a esta peculiaridad, y el problema de la regulación de los recursos hídricos se complica. Pese a contar con un número considerable de embalses, unos 130 de los cuales unos 70 son de gran entidad, y a una capacidad de embalse del orden de la escorrentía, la capacidad de regulación de estos embalses es del orden de 2950 hm³/año, un 30% de la escorrentía, un 5% de la precipitación.

Respecto a las aguas subterráneas, una de las cifras que tienen significado físico claro es la cantidad de agua que se infiltra en los acuíferos. Otra cuestión es la de su medida real, que ha de hacerse comparando precipitaciones, extracciones y variación en el almacenamiento. En la tabla y figuras adjuntas se recogen órdenes de magnitud relativos a superficie permeable, así como a las entradas y salidas de agua de cada una de las unidades hidrogeológicas en que se ha discretizado cada Cuenca Hidrográfica ubicada en la Comunidad andaluza. En el Atlas, estas unidades se han agrupado, para facilitar al lector su comprensión y fácil acceso a la información contenida en él, en Areas Hidrogeo-

lógicas con situación geográfica próxima y condiciones afines en aspectos como marco geológico, hidrogeológico o problemática hídrica entre otras posibles coincidencias.

La recarga natural para el conjunto de unidades hidrogeológicas definidas se valora entre los 3600 y los 3800 hm³/año, que alimentan a los más de 21000 km² de terreno acuífero de la región, de formas muy diferentes. Con una explotación actual directa por pozos y sondeos del orden de los 1000 hm³/año, ya se ve que aproximadamente un tercio del caudal descargado por los ríos proviene aún de los aportes de los acuíferos. Volviendo la oración por pasiva, en la actualidad, unos 1000 hm³/año de descarga ya están regulados a través de pozos y sondeos. Y cuando los emplazamientos posibles para embalses de superficie están en los límites de la factibilidad económica y social, surge la duda de si la regulación adicional necesaria se podría hacer de forma más rápida y eficiente usando, mediante pozos, sondeos y sistemas de recarga, los abundantes depósitos subterráneos.

Por los acuíferos andaluces circulan al año unos 3700 hm³ de agua. Pero su futura importancia estará, sin duda, en su capacidad de almacenamiento. Si se consideran en promedio con un 10% de coeficiente de almacenamiento, en tan sólo los primeros cincuenta metros (una cantidad pequeña para la capacidad de los grupos motobombas hoy día) se dispone de un volumen aprovechable de 100 millones de hm³, que la naturaleza, en su generosidad, pone a nuestra disposición. Compárese esta cifra cautelosa con la dada más arriba en el contexto de la capacidad de embalse de las aguas superficiales.

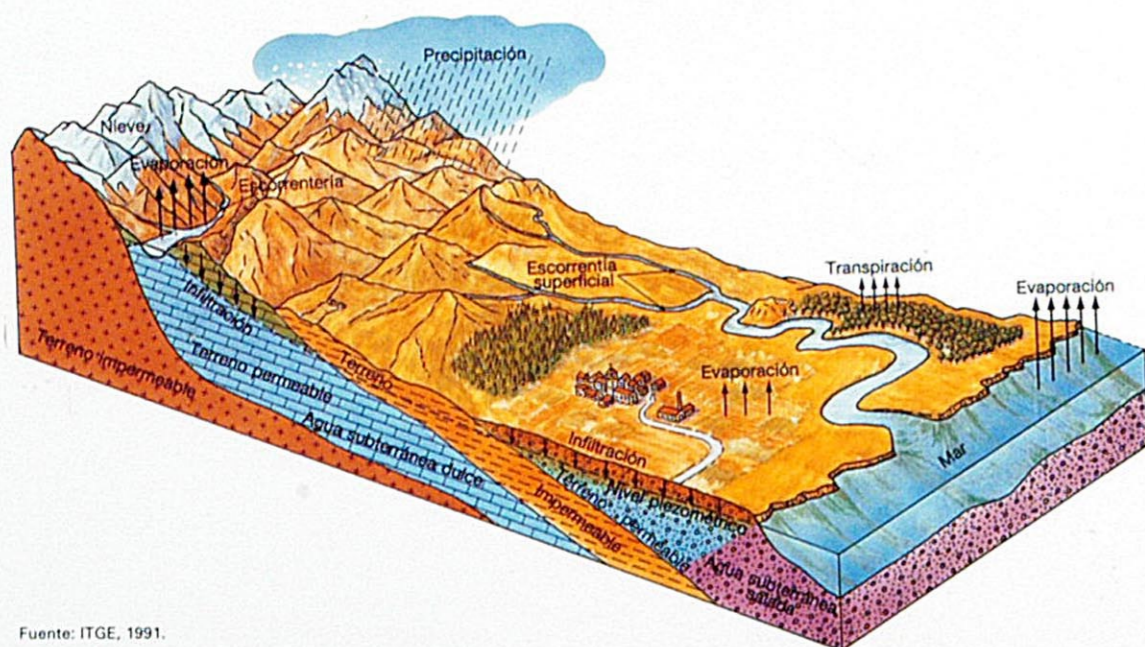
El mayor volumen de agua subterránea se consume actualmente en la agricultura, como igualmente ocurre con el agua superficial. Especialmente en zonas áridas o semiáridas, donde el agua superficial no existe en cantidad suficiente. Pero debido a su amplia distribución geográfica, el agua subterránea se usa abundantemente como suministro rural y urbano a poblaciones pequeñas y medianas, o como suplemento de abastecimientos basados mayoritariamente en aguas de superficie. En países húmedos de Europa, por citar un ejemplo que puede ser orientativo, las aguas superficiales están bastante contaminadas, y se tiende cada vez en mayor cantidad y número de sitios a utilizar para abastecimiento público el agua subterránea, bien directamente extraída de acuíferos o bien infiltrada previamente en ellos mediante obras de recarga artificial. En países como Alemania o Dinamarca, más del 90% del abastecimiento se hace de esta forma.

En el futuro, con una agricultura menos expansiva y más seleccionada, en cuanto a especies, métodos de cultivo y volúmenes de riego, la demanda global de agua subterránea puede no crecer, pero sí orientarse hacia la conservación de su calidad y aumento en usos de abastecimiento, ocio y medioambientales.

Andalucía ha sido pionera en la hidrogeología. En 1967 fue sede de un gran proyecto de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), con el soporte de los ministerios españoles de Industria, Agricultura y Obras Públicas. En este proyecto se estudiaron principalmente los acuíferos de la cuenca del Guadalquivir, pero además se formaron gran número de técnicos en las modernas metodologías hidrogeológicas y se crearon estructuras locales, algunas de las cuales todavía perviven y que contribuyeron al fomento del uso de las aguas subterráneas y a sustanciales mejoras sociales y económicas en la región.

En Andalucía, de los 5000 hm³/año de agua total utilizada, cerca del 28% corresponde a las aguas subterráneas, con más de 1100 hm³/año para agricultura y algo menos de 300 hm³/año para abastecimientos e industrias.

CICLO DEL AGUA EN LA NATURALEZA



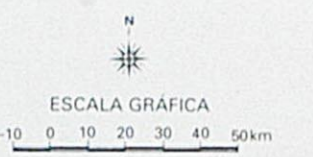
MAPA DE SITUACIÓN DE LAS ÁREAS HIDROGEOLÓGICAS OBJETO DE ESTUDIO DETALLADO EN EL ATLAS HIDROGEOLÓGICO DE ANDALUCÍA

Áreas Hidrogeológicas	Porcentaje del total permeable que corresponde a cada provincia						Superficie permeable (km ²)	
	Almería	Cádiz	Córdoba	Granada	Huelva	Jáen		Málaga
A	—	—	—	20	—	80	—	1150
B	—	—	3	4	—	93	—	690
C	25	—	—	75	—	—	—	455
D	—	—	—	100	—	—	—	732
E	—	—	—	100	—	—	—	1280
F	—	—	44	—	—	56	—	445
G	—	—	100	—	—	—	—	148
H _a	—	—	10	—	—	—	—	90
H _b	—	—	40	—	—	—	—	556
I _a	—	—	50	—	—	—	—	1320
I _b	—	—	—	—	—	—	100	450
I _c	—	—	—	—	—	—	100	1380
J	—	5	5	—	—	—	90	610
K	—	—	—	—	60	—	40	2254
L	100	—	—	—	—	—	—	517
M ₁	95	—	—	5	—	—	—	758
M ₂	100	—	—	—	—	—	—	492
N ₁	55	—	—	45	—	—	—	418
N ₂	100	—	—	—	—	—	—	650
O	—	—	—	3	—	96	1	575
P	—	—	—	100	—	—	—	98
Q	—	—	—	—	—	100	—	315
R	—	—	—	—	—	100	—	127
S	—	100	—	—	—	—	—	976
T _a	—	100	—	—	—	—	—	389
T _b	—	5	—	—	—	—	95	64
U	—	100	—	—	—	—	—	486
V ₁	—	—	—	—	100	—	—	610
V ₂	—	—	—	—	—	100	—	124
X	—	—	—	95	—	—	5	315
Y	—	—	—	75	—	—	25	1074
Z	—	30	—	—	—	—	70	935
Superficie permeable total en Andalucía km ²							20616	
Superficie total de Andalucía 87212 km ²								
Superficie permeable total en Andalucía (porcentaje respecto total de Andalucía) 20616 km ² (23.6%)								

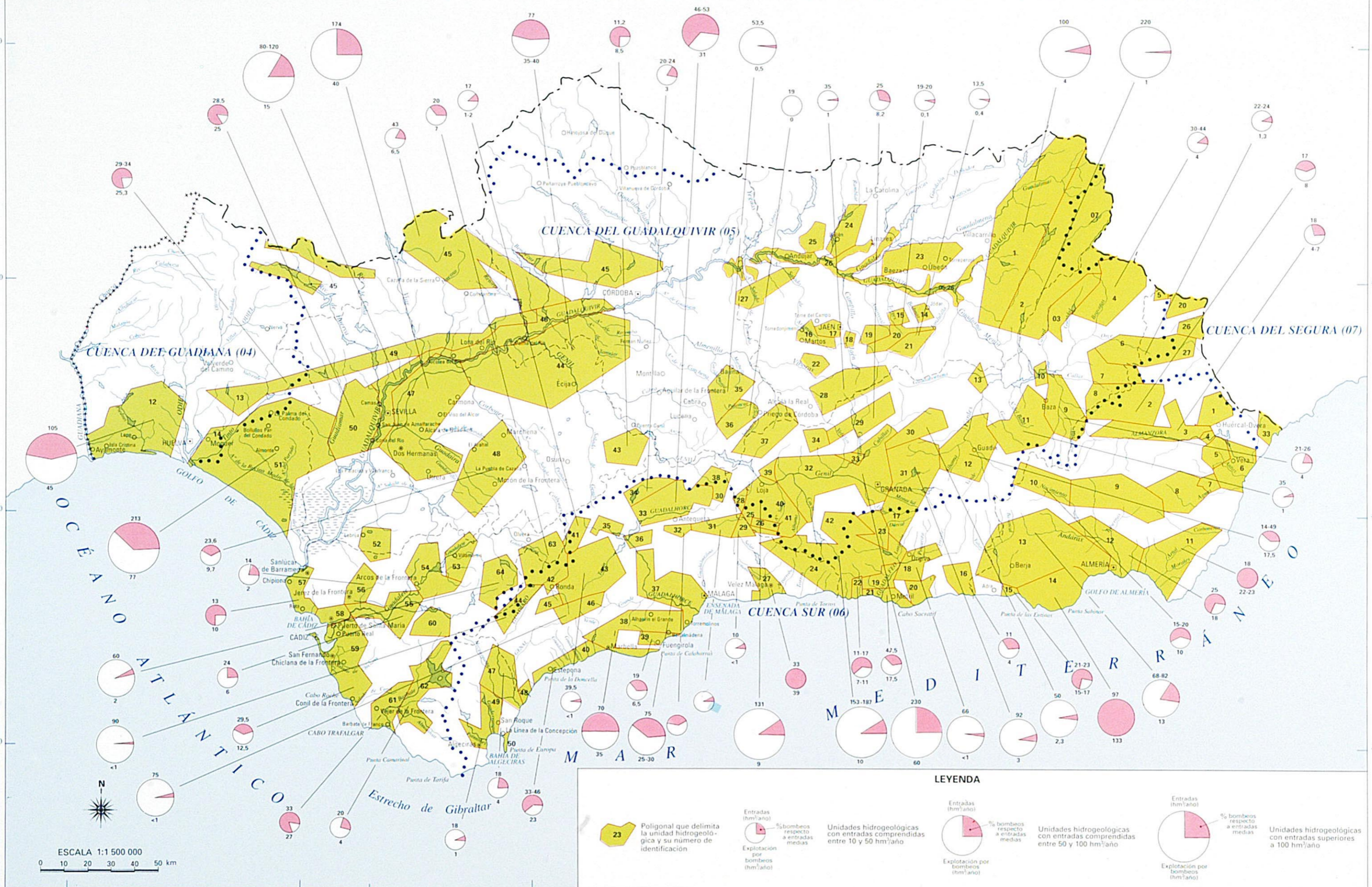


- UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS DE LA CUENCA DEL GUADALQUIVIR (05)**
- 05.01 Sierra de Cazorla
 - 05.02 Quesada-Castil
 - 05.03 Duda-La Sagra
 - 05.04 Huescar-Puebla de Don Fabrice
 - 05.05 Sierra de La Zarza
 - 05.06 Orce-Maria (Segura 07.27)
 - 05.07 Cullar-Baza
 - 05.08 Sierra de las Estancias (Sur 06.02)
 - 05.09 Baza-Caniles
 - 05.10 Jabaicón
 - 05.11 Sierra de Baza
 - 05.12 Guadix-Marquesado
 - 05.13 El Mencal
 - 05.14 Bedmar-Jodar
 - 05.15 Torres-Jimena
 - 05.16 Jabaicuz
 - 05.17 Jaén
 - 05.18 San Cristóbal
 - 05.19 Marcha Real-Pegalajar
 - 05.20 Almadén-Carluca
 - 05.21 Sierra Magrta
 - 05.22 Montideo-Moralesinos
 - 05.23 Ubéda
 - 05.24 Balén-Guarnán
 - 05.25 Rumbiar
 - 05.26 Aluvial del Guadalquivir (Córdoba-Jaén)(Sin delimitar)
 - 05.27 Porcuna
 - 05.28 Montes Orientales Sector Norte
 - 05.29 Sierra Colomera
 - 05.30 Sierra Arana
 - 05.31 Padul-La Peza (Sur 06.17)
 - 05.32 Depresión de Granada
 - 05.33 Sierra Elvira
 - 05.34 Madrid-Parapanda
 - 05.35 Sierras de Cabra-Gaena
 - 05.36 Rute-Horcoera
 - 05.37 Albayate-Chanzas
 - 05.38 El Pedroso-Arcas (Sur 06.30)
 - 05.39 Hacho de Loja
 - 05.40 Sierra Gorda (Sur 06.25)
 - 05.41 Poje de Zafarraya (06.26)
 - 05.42 Tejeda-Almáchar-Los Guajares (06.24)
 - 05.43 Sierra de Estepa
 - 05.44 Altiplanos de Ecija
 - 05.45 Sierra Morena
 - 05.46 Aluvial del Guadalquivir (Sevilla)
 - 05.47 Sevilla-Carmona
 - 05.48 Arahal-Coronil-Morón-Puebla de Cazalla
 - 05.49 Niebla-Posadas (Guadiana 04.13)
 - 05.50 Aljarafe
 - 05.51 Almonte-Marismas (Guadiana 04)
 - 05.52 Lebrija
 - 05.53 Llanos de Villamartín
 - 05.54 Arcos-Bornos-Estepa
 - 05.55 Aluvial del Guadalete
 - 05.56 Jerez de la Frontera
 - 05.57 Rota-Sanlúcar-Chipiona
 - 05.58 Puerto de Santa María
 - 05.59 Puerto Real-Conil
 - 05.60 Sierra de las Cabras
 - 05.61 Vejer-Barbate
 - 05.62 Aluvial del Barbate
 - 05.63 Setenil-Ronda (Sur 06.42)
 - 05.64 Sierra de Grazalema

- UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS DE LA CUENCA DEL GUADIANA (04)**
- 04.12 Ayamonte-Huelva
 - 04.13 Niebla-Posadas (Guadalquivir 05.49)
 - 04.14 Almonte-Marismas (Guadalquivir 05.51)
- UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS DE LA CUENCA DEL SEGURA (07)**
- 07.07 Sierra de Segura-Cazorla
 - 07.20 Alto Ojibar
 - 07.26 Valdeinfierno
 - 07.27 Orce-Maria
- UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS DE LA CUENCA SUR (06)**
- 06.01 El Saltador
 - 06.02 Sierra de las Estancias (Guadalquivir 05.08)
 - 06.03 Alto Almorzora
 - 06.04 Huerca-Overa
 - 06.05 La Ballabona-Sierra Lizbona
 - 06.06 Bajo Almorzora
 - 06.07 Bedar-Alcornia
 - 06.08 Alto Aguas
 - 06.09 Campo de Tabernas-Gergal
 - 06.10 Cuenca del Rio Nacimiento
 - 06.11 Campo de Níjar
 - 06.12 Andarax-Almería
 - 06.13 Sierra de Gádor
 - 06.14 Campo de Dalías
 - 06.15 Delta del Adra
 - 06.16 Albuñol
 - 06.17 Padul-La Peza (Guadalquivir 05.31)
 - 06.18 Lújar
 - 06.19 Sierra Escalate
 - 06.20 Carchuna-Castell de Ferro
 - 06.21 Motil-Salobreña
 - 06.22 Rio Verde
 - 06.23 Depresión de Padul
 - 06.24 Tejeda-Almáchar-Los Guajares (Guadalquivir 05.42)
 - 06.25 Sierra Gorda (Guadalquivir 05.40)
 - 06.26 Poje de Zafarraya (Guadalquivir 05.41)
 - 06.27 Vélez
 - 06.28 Gíbalto
 - 06.29 Alfarnate
 - 06.30 Pedroso-Arcas (Guadalquivir 05.38)
 - 06.31 Las Cabras-Camarillos-San Jorge
 - 06.32 Torcal de Antequera
 - 06.33 Llanos de Antequera-Archidona
 - 06.34 Fuente de Piedra
 - 06.35 Sierra Teba
 - 06.36 Valle de Abdalajis
 - 06.37 Bajo Guadálhorce
 - 06.38 Sierra Blanca-Sierra de Mijas
 - 06.39 Fuengirola
 - 06.40 Marbella-Estepona
 - 06.41 Sierra Cahete
 - 06.42 Setenil-Ronda (Guadalquivir 05.63)
 - 06.43 Sierra Blanca-Merinos-Borbota
 - 06.44 Sierra de Líbar
 - 06.45 Jarastepar
 - 06.46 Yunque-Las Nieves
 - 06.47 Guadix-Hozgarganta
 - 06.48 Sotogrande
 - 06.49 Guadarranque-Palmones
 - 06.50 La Línea



MAPA DE EXPLOTACIÓN POR BOMBES EN LAS UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS DE ANDALUCÍA



LEYENDA

- Poligonal que delimita la unidad hidrogeológica y su número de identificación
- Entradas (hm³/año)
% bombes respecto a entradas medias
Explotación por bombes (hm³/año)
- Unidades hidrogeológicas con entradas comprendidas entre 10 y 50 hm³/año
- Entradas (hm³/año)
% bombes respecto a entradas medias
Explotación por bombes (hm³/año)
- Unidades hidrogeológicas con entradas comprendidas entre 50 y 100 hm³/año
- Entradas (hm³/año)
% bombes respecto a entradas medias
Explotación por bombes (hm³/año)
- Unidades hidrogeológicas con entradas superiores a 100 hm³/año

ESCALA 1:1 500 000
0 10 20 30 40 50 km