4. CALIDAD QUIMICA DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS

4.1. Calidad química de las aguas subterráneas de los acuíferos

4.1.1. Acuíferos carbonatados
4.1.2. Acuíferos detríticos de la depresión del Guadalquivir
4.1.3. Acuíferos detríticos de las depresiones internas
4.1.4. Acuíferos detríticos costeros
4.1.5. Acuíferos detríticos de la provincia de Almería

4.2. Calidad de las aguas subterráneas utilizadas en abastecimientos urbanos

4.2.1. Análisis de las direcciones provinciales de sanidad
4.2.2. Análisis de aguas subterráneas utilizadas en abastecimiento público realizados por el proyecto de calidad.

En el estudio de la calidad de las aguas subterráneas se han tenido en cuenta un amplio conjunto de datos e información de otros trabajos, actuales y de años anteriores, entre los que se encuentran las redes de calidad e intrusión salina del IGME.

La calidad actual ha sido interpretada en base a 844 análisis de aguas subterráneas, de las que 661 corresponden a muestras recogidas por el Proyecto entre Junio y Diciembre, aunque principalmente en Octubre, de 1982.

En los análisis realizados en el Centro de Análisis, S.A. de Murcia, se determinaron cloruros, sulfatos bicarbonatos, carbonatatos, nitratos, sodio, magnesio, calcio, potasio, nitritos, litio, boro, flúor, amoníaco, anhídrido fosfórico, conductividad, sólidos disueltos, pH y durezas. Además en 119 de ellos se determinaron también cinc, cobre, hierro, plomo, detergentes, fenoles y cromo hexavalente, en el laboratorio de la Facultad de Ciencias Geológicas de la Universidad de Barcelona y en 204 se analizó también DQO en estos mismos laboratorios y en el del IGME de Madrid.

El muestreo se realizó en los acuíferos que se incluyen en el Cuadro nº 37. Previamente a cada uno de ellos se les había asignado un número aproximado de muestras según criterios de importancia del acuífero, del conocimiento previo del mismo y de su calidad previsible. En cada uno de ellos las muestras se tomaron procurando que los puntos fueran representativos, que explotaran el acuífero principal y que tuvieran una repartición espacial, además, en cuanto cumplieran los requisitos anteriores, se dio prioridad a los abastecimientos públicos. Los análisis especiales se reali-

zaron, sin ningún criterio limitativo, cuando el técnico de campo, por el entorno e informaciones recibidas, intuía que podían ser interesantes.

Con los resultados de los análisis se han estudiado, acuífero por acuífero, las características y calidad de sus aguas subterráneas y situación actual respecto a la contaminación y así se incluyen en el Informe final del Estudio (Memoria, Vols. II, III y IV) del que esta publicación es un resumen, mientras que aquí, por necesidades de simplificación se resaltan algunos aspectos de interés, agrupando los acuíferos según criterios litológicos, geoestructurales, geográficos y por similitudes geoquímicas. Para cada uno de los acuíferos se ha confeccionado una ficha de fuentes de contaminación (Fig. 1), en la que se recogen aquellos factores que pueden influir en la degradación de la calidad de las aguas y que ha servido de base, junto a los datos de los análisis, a los comentarios que se realizan sobre la contaminación de las aguas subterráneas.

Por último, se hace referencia a los datos suministrados por las Direcciones Provinciales de la Salud y junto a los análisis específicos de las aguas de captaciones de abastecimientos se hace una valoración por provincias de la calidad de las aguas subterráneas en el abastecimiento público (Memoria, Vol. V).

4.1.– CALIDAD QUIMICA DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS DE LOS ACUIFEROS

En el Cuadro nº 36 se resumen algunas de las características químicas del conjunto de las aguas subterráneas de Andalucía y en el 37, acuífero por acuífero, el número de análisis realizados, la fecha del muestreo y según estos mismos datos, la naturaleza, dureza y mineralización predominantes y las contaminaciones detectadas.

En los Planos nº 8, 9 y 10, se refleja la naturaleza aniónica, catiónica y el contenido de nitratos de las aguas subterráneas de los acuíferos considerados.

Las características y calidad química de las aguas subterráneas se comentan por grupos, que con los criterios citados, son los siguientes:

- Acuíferos carbonatados

- Acuíferos detríticos

  Depresión del Guadalquivir

  Depresiones Internas (Guadix, Baza, Granada, Cúllar-Baza, Huéscar-Puebla, Alto Guadalquivir y Ronda).

  Costeros

  Almería

CUADRO Nº 36

Características químicas del conjunto de las aguas subterráneas de Andalucía

CARACTERISTICAS DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS		% DEL TOTAL DE MUESTRAS
Dureza (°F)		
Aguas muy blandas	(0–4)	0,2
Aguas blandas	(4–12)	1,8
Aguas de dureza media	(12–35)	41
Aguas duras	(35–65)	34
Aguas extremadamente duras	(más de 65)	23
MINERALIZACION (conductividad micromhos/cm)		
Sin mineralización	15–65	0
Mineralización muy débil	65–200	0,5
Mineralización ligera	200–500	19
Mineralización notable	500–2000	62
Mineralización fuerte	más de 2000	18,5
NATURALEZA		
Aniónica:		
Aguas bicarbonatadas		44
Aguas sulfatadas		29,8
Aguas cloruradas		26
Aguas nitratadas		0,2
Catiónica:		
Aguas cálcicas		46
Aguas magnésicas		30
Aguas sódicas y potásicas		24

CUADRO Nº 37

Características y calidad química de las aguas subterráneas de los acuíferos

ACUIFERO	Tipo de acuífero	Nº Análisis	Nº Análisis especiales	Fecha Muestreo	Naturaleza predominante (%)	Dureza predominante (%)	Mineralización predominante (%)	Contaminación detectada
25—Ayamonte—Huelva	Det. Dep. Guadalquivir	37	6	Oct. 82	Clorurada sódica (32)	Media (57)	Notable (51)	Comp. nitrogenados zonales. Intrusión salina
26—Niebla—Posadas	Det. Dep. Guadalquivir	28	2	Jul-Oct. 82	Bicarbonatada Cálcica (50)	Media (96)	Notable (70)	Comp. nitrogenados. Elevada salinadad en la zona central
Bailén-Guarromán	Det. Dep. Guadalquivir	5	1	Sep-Oct. 82	Bicarbonatada Cálcica y magnés.	Media (60)	Notable (60)	
27—Almonte—Marismas	Det. Dep. Guadalquivir	14	2	Oct-Dic. 82	Bicarbonatada Cálcica (36)	Media (43)	Ligera (43)	Intrusión salina muy localizada; límite oeste muy salinzado. Comp. nitrogenados zonales. Hierro en un caso
Lebrija	Det. Dep. Guadalquivir	4	3	Oct-Dic. 82	Clorurada sódica	Dura (100)	Notable (100)	Comp. nitrogenados
28—Sevilla—Carmona	Det. Dep. Guadalquivir	65	14	Sep-Oct. 82	Bicarbonatada cálcica (42) Clorurada (32)	Media (59)	Notable (75)	Comp. nitrogenados zonales. Hierro en un caso. Plomo en un caso
Aluviales								
Aluvial Guadalquivir	Detríticos Aluviales	43	9	Sep-Dic. 82	Sulfatada magnética (33) Sulfat. cálcica (20)	Dura (48)	Notable (48)	Comp. nitrog. zonales Hierro en un caso
Aluvial Cuenca Baja Genil	Detríticos Aluviales	3	—	Oct. 81	Clorurada sódica (100)	Dura (67)	Fuerte (100)	Comp. nitrogenados
Cuat. de los ríos Tinto, Odiel y Piedras	Detríticos Aluviales	17	13	Oct. 82	Clorurada sódica (70)	Extremadamente dura (47)	Notable (53)	Intrusión salina muy localizada. Hierro en cuatro casos. Plomo en dos casos Salinidad elevada.
Cuat. del río Guadalete	Detríticos Aluviales	13	1	Oct. 82	Sulfat. cálcica (38) Clorur. sódica (31)	Extremadamente dura (54)	Notable (46) Fuerte (46)	Comp. nitrog. zonales
29—Arahal	Det. Dep. Guadalquivir	11	2	Jul-Nov. 82	Clorur. y Bicarbonatada cálcica	Media (64)	Notable (91)	Comp. nitrogenados
Altiplanos Ecija	Det. Dep. Guadalquivir	59	—	Sep-Nov. 81 Oct. 82	Clorur. sódica (42)	Media (47) Dura (41)	Notable (83)	Salinidad elevada zonal. Comp. nitrogenados
Porcuna	Det. Dep. Guadalquivir	8	2	Sep-Oct. 82	Bicarbonatada cálcica (50)	Dura (75)	Notable (50)	Comp. nitrog. zonales
29—bis Ubeda	Det. Dep. Guadalquivir	3	1	Oct. 82	Bicarb. magnésica y sódica (66)	Extremadamente dura (66)	Notable (66)	Comp. nitrog. Hierro en un caso. Plomo en un caso
Rumblar	Det. Dep. Guadalquivir	2	—	Nov. 82	Bicarb. cálcica (50) Sulfatada sódica (50)	Media (100)	Ligera (100)	
30—Alto Guadalquivir	Carbonatados	10	2	Ago-Dic. 82	Bicarb. cálcica (100)	Media (100)	Ligera (100)	Hierro en un caso. Nitritos zonales
Cal. de Jaén	Carbonatados	13	2	Jul. 82	Bicarb. cálcica (69)	Media (92)	Ligera (77)	Nitritos zonales
Cal. de Cabra	Carbonatados	22	—	May-Oct. 82	Bicarb. cálcica (59)	Media (77)	Ligera (68)	Comp. nitrogenados zonales

CUADRO Nº 37

Características y calidad química de las aguas subterráneas de los acuíferos

ACUIFERO	Tipo de acuífero	Nº Análisis	Nº Análisis especiales	Fecha Muestreo	Naturaleza predominante (%)	Dureza predominante (%)	Mineralización predominante (%)	Contaminación detectada
30 bis-Sª Duda—La Sagra	Carbonatados	2	—	Oct. 82	Bicarb. cálcica (100)	Media (100)	Ligera (100)	
Sª de la Zarza	Carbonatados	1	—	Oct. 82	Sulfat. magnésica (100)	Dura (100)	Notable (100)	
Huéscar-Puebla	Det. Dep. Internas y Carbonatados	10	—	Oct. 82	Sulfat. cálcica (40)	Media (50)	Notable (60)	Comp. nitrog. zonales
Sª de Orce	Carbonatados	6	1	Oct. 82	Bicarb. cálcico (50) Sulfat. magnésica (50)	Dura (67)	Notable (67)	Nitritos puntuales. Hierro en un caso
Cúllar-Baza	Det. Dep. Internas	2	—	Oct. 82	Sulfat. sódica (50) Sulfat. cálcica (50)	Dura (50) Extremadamente dura (50)	Notable (50) Fuerte (50)	Un caso de agua muy salinizada
Jabalcón	Carbonatados	2	1	Oct. 82	Clorur. sódica (50) Sulfat. magnésica (50)	Dura (50) Extremadamente dura (50)	Notable (50) Fuerte (50)	Un caso de agua muy salinizada. Nitritos puntuales
31—Sª de Baza	Carbonatados	4	1	Ago-Oct. 82	Sulfat. cálcica (50) Bicarb. magnésica (50)	Dura (75)	Notable (75)	Nitritos puntuales
Padul-La Peza	Carbonatados	5	—	Oct. 82	Bicarb. cálcica (80)	Media (80)	Ligera (80)	Comp. nitrog. puntuales
32—Baza-Caniles	Det. Dep. Internas	20	1	Oct. 82	Sulfat. magnésica (45) Sulfat. cálcica (35)	Dura (40) Media (35)	Notable (90)	Comp. nitrog. puntuales. Hierro en un caso
Plioq. Guadix	Det. Dep. Internas	20	1	Oct. 82	Bicarb. cálcica (60)	Media (70)	Ligera (55)	Nitritos zonales. Boro en un caso
Miopl. Granada	Det. Dep. Internas	10	—	Jul-Nov. 82	Bicarb. cálcica (40) Bicarb. magnésica (30)	Dura (50)	Notable (70)	Comp. nitrogenados zonales
Vega de Granada	Det. Dep. Internas	57	8	Ago-Nov. 82	Sulfat. magnésica (39) Bicarb. cálcica	Dura (61)	Notable (88)	Comp. nitrog. zonales. Hierro en dos casos. Plomo en un caso. Salinidad zonal elevada
Sª Elvira	Carbonatados	4	—	1975-1982	Sulfat. cálcica y sódica	Extremadamente dura (40)	Fuerte (40)	Boro en un caso. Comp. nitrogenados puntuales
32—bis. Cal. Cuenca Alta del Genil	Carbonatados	9	—	Jun-Oct. 82	Bicarb. cálcica (89)	Media (100)	Ligera (89)	Nitritos
33.—Cost. de Cádiz Chipiona-Rota	Det. Costeros	7	—	Oct. 82	Clorur. sódica (100)	Extremadamente dura (57)	Fuerte (86)	Intrusión salina. Comp. nitrogenados
Pto. Sta. María	Det. Costeros	5	1	Jul-Oct. 82	Clorur. cálcica (60)	Extremadamente dura (60)	Notable (60)	Intrusión salina localizada Nitritos puntuales
Jerez	Det. Dep. Guadalquivir	3	—	Oct. 82	Clorur. cálcica y magnésica (66)	Extremadamente dura (67)	Notable (67)	Comp. nitrog. intenso
Pto. Real-Conil	Det. Costeros	17	1	Sep-Oct. 82	Clorur. sódica (58)	Media (47) Dura (41)	Notable (70)	Comp. nitrogenados. Fosfatos en un caso. Plomo en un caso. Intrusión salina localizada
Vejer-Barbate	Det. Costeros	28	1	Oct-Nov. 81 Sep-Oct. 82	Bicarb. cálcica (68)	Media (86)	Notable (64)	Comp. nitrog. zonales

CUADRO Nº 37

Características y calidad química de las aguas subterráneas de los acuíferos

ACUIFERO	Tipo de acuífero	Nº Análisis	Nº Análisis especiales	Fecha Muestreo	Naturaleza predominante (%)	Dureza predominante(%)	Mineralización predominante(%)	Contaminación detectada
33—bis. Asoc. ríos Guadalete y Barbate								
Arcos-Bornos-Espera	Det. Dep. Guadalquivir	7	1	Ago-Oct. 82	Bicarb. cálcica (57)	Media (43)	Ligera (57)	Comp. nitrogenados
Llanos de Villamartín	Det. Dep. Guadalquivir	3	1	Ago-Oct. 82	Clorurada sódica (67)	Dura (100)	Notable (67)	Salinidad elevada
Sª Grazalema y otros Ac. carbonatados	Carbonatados	4	—	Ago-Oct. 82	Bicarb. cálcica (75)	Media (75)	Ligera (75)	Nitritos puntuales
34—Costeros del Campo de Gibraltar	Det. Costeros	16	—	Dic. 82	Bicarb. cálcica (62)	Dura (50)	Notable (87)	Comp. nitrog. zonales
35—Detrítico de Ronda	Det. Dep. Internas	3	1	Sep. 82	Bicarb. cálcica y magnésica (67)	Media (67)	Ligera (67)	Nitritos puntuales
36—Serranía de Ronda	Carbonatados	4	—	Sep-Oct. 82	Bicarb. cálcica (100)	Dura (75)	Ligera (75)	Nitritos puntuales
Macizo Calizo de Estepa	Carbonatados	3	—	Oct. 82	Bicarb. cálcica (100)	Media (100)	Ligera (67)	Comp. nitrogenados
Costeros Mál.-Gran. Marbella-Manilva	Det. Costeros	16	—	Oct. 82	Bicarb. magnésica (75)	Dura (69)	Notable (82)	Intrusión salina localizada. Nitritos zonales. Salinidad elevada
Q. Río Fuengirola	Det. Costeros	4	—	Oct. 82	Bicarb. cálcica (50) Bicarb. magnésica	Media (50)	Notable (100)	Intrusión salina muy localizada. Comp. nitrog. puntuales. Salinidad elevada
Q. Río Vélez	Det. Costeros	11	—	Oct. 82	Bicarb. cálcica (55)	Extremadamente dura (45)	Notable (91)	Intrusión salina localizada. Comp. nitrogenados
Q. Río Verde	Det. Costeros	5	—	Oct. 82	Bicarb. magnésica (60)	Dura (60)	Notable (80)	Intrusión salina localizada. Nitritos puntuales. Salinidad elevada zonal
Q. Río Guadalfeo	Det. Costeros	14	8	Oct-Dic. 82	Bicarb. magnésica (43) Sulfatada magnésica (29)	Dura (79)	Notable (100)	Comp. nitrogenados puntuales. Hierro en cinco casos
37—Bajo Guadalhorce	Det. Costeros	31	7	Sep-Oct. 82	Clorur. magnésica (27) Sulfat. magnésica (21)	Extremadamente dura (73)	Fuerte (54)	Intrusión salina localizada. Comp. nitrogenados zonales. Hierro, plomo y cromo en concentraciones elevadas en un caso
38—Sª Blanca y Mijas	Carbonatados	10	—	Abr-May. 80	Bicarb. magnésica y cálcica (100)	Media (100)	Ligera (90)	
39—Alto Guadalhorce	Det. Dep. Internas	18	—	Oct. 82	Sulfatada cálcica y magnésica (67)	Extremadamente dura(61)	Notable (72)	Comp. nitrogenados zonales. Fosfatos puntuales. Salinidades elevadas zonales
40—Torcales	Carbonatados	3	1	Sep-Oct. 82	Bicarb. cálcica (67)	Media (67)	Ligera (67)	Nitritos puntuales
Hacho de Loja Sª Gorda	Carbonatados	2	1	Jun-Ago. 82	Sulf. cálcica (50) Bic. cálcica (50)	Media (50) Dura (50)	Notable (50) Ligera (50)	Nitritos puntuales

CUADRO Nº 37

Caracteerísticas y calidad química de las aguas subterraneas de los acuíferos

ACUIFERO	Tipo de acuífero	Nº Análisis	Nº Análisis especiales	Fecha Muestreo	Naturaleza predominante (%)	Dureza predominante(%)	Mineralización predominante(%)	Contaminación detectada
41–Sª Tejeda Almijara	Carbonatados	3	–	Sep-Oct. 82	Biocarb. magnésica (67)	Media (100)	Ligera (67)	
42–Sª Gádor	Carbonatados	3	–	Dic. 82	Biocarb. cálcica (67)	Dura (67)	Notable (67)	
43–Detrítico de Dalías-Adra	Det. Almería	15	–	–	Clorur. sódica (40) Sulfat. cálcica (27)	Dura (46) Extremadamente dura (46)	Notable (73)	Intrusión salina localizada. Comp. nitrogenados. Salinidades elevadas
44–Valle del Río Andarax	Det. Almería	7 (RED) 44 no situadas	–	Abr.-Nov. 82	Sulfat. cálcica y magnésica	Extremadamente dura (45)	Fuerte Notable (66)	Intrusión salina puntual. Comp. nitrogenados zonales. Salinidad elevada zonal
Campo Tabernas	Det. Almería	6	2	Dic. 82	Sulfat. cálcica (50)	Extremadamente dura (67)	Fuerte (67)	Salinidad elevada. Hierro en dos casos. Nitritos puntuales
Campo de Níjar	Det. Almería	17	1	Abr-May. 82	Clorur. sódica (76)	Extremadamente dura (76)	Fuerte (76)	Salinidad elevada. Intrusión salina importante. Comp. nitrogenados puntuales. Hierro en un caso
45–Cubeta de Overa	Det. Almería	2	–	Dic.-82	Sulfat. magnésica (100)	Extremadamente dura (100)	Fuerte (100)	Salinidades elevadas. Comp. nitrogenados puntuales
Cubeta de Ballabona	Det. Almería	3	–	Dic.-82	Sulfat. sódica (67)	Extremadamente dura (100)	Fuerte (100)	Comp. nitrogenados puntuales. Salinidades elevadas
Cubeta de El Saltador	Det. Almería	4	–	Dic.-82	Sulfat. magnésica (50)	Extremadamente dura (100)	Fuerte (50) Notable (50)	Salinidades elevadas
Cubeta de Pulpí	Det.. Almería	4	2	Dic.-82	Sulfat. cálcica (50) Sulfat. sódica (50)	Extremadamente dura (100)	Fuerte (100)	Salinidades elevadas. Hierro en dos casos
Valle Bajo y Delta del río Almanzora	Det. Almería	5	–	Dic.-82	Clorur. sódica (60)	Extremadamente dura (100)	Fuerte (100)	Salinidades elevadas. Intrusión salina. Comp. nitrogenados
46–Alto Almanzora	Det. Almería Carbonatados	8	3	Dic.-82	Sulfat. cálcica (37) Bicarb. cálcica (25)	Dura (67) Extremadamente dura (37)	Notable (50)	Salinidades elevadas zonales. Comp. nitrogenados puntuales. Hierro en tres casos. Plomo algo elevado en un caso

4.1.1.– ACUIFEROS CARBONATADOS

Las aguas subterráneas de los acuíferos carbonatados son de mineralización ligera y notable y de dureza media y dura. Por su naturaleza son principalmente bicarbonatadas, existiendo también aguas sulfatadas (Sierra de Baza, Orce, Huéscar-Puebla, etc.) e incluso, aunque raramente, cloruradas; por sus cationes son básicamente cálcicas, teniendo además gran importancia las magnésicas (Tejeda, Almijara, Sierra de Baza, Sierras Blanca y Mijas, Orce, etc.) y existiendo también algunas sódicas (Sierra de Gádor).

Los contenidos en sulfatos son, en puntos, de muchos acuíferos superiores a 200 mg/l e incluso puntualmente a 600 mg/l; estos valores pueden ser consecuencia de las influencias del sustrato y/o límites de los acuíferos, de largos tiempos de permanencia del agua en los mismos e incluso de la oxidación de sulfuros presentes en algunas formaciones (Sierra de Gádor y Baza).

Los valores de cloruros determinados en estas aguas son siempre bastante bajos y, salvo algún punto signular, nunca alcanzan los 200 mg/l.

Sus contenidos en compuestos nitrogenados son bajos en nitratos, salvo en algunas zonas localizadas (Calizas de Cabra, Macizo de Estepa y una muestra en Huéscar-Puebla con 346 mg/l), la ausencia de nitritos y amoníaco o su presencia en muchos puntos en valores no muy elevados, son indicativos de la ausencia o de la existencia de contaminaciones, normalmente ligeras y recientes, en muchos casos debidas a causas difusas y en otros, normalmente a prácticas agrícolas, ganadería y mucho más difícil a vertidos urbanos. Contaminaciones de este estilo presentaban en el momento del muestreo captaciones de aguas subterráneas destinadas al abastecimiento de Martos (Jaén), Luque (Córdoba), Antequera y Ronda (Málaga) y Jerez (Cádiz).

En el conjunto, las aguas de estos acuíferos son de calidad aceptable y salvo en las zonas contaminadas o en algún punto singular, aptas para el consumo humano.

4.1.2.– ACUIFEROS DETRITICOS DE LA DEPRESION DEL GUADALQUIVIR

– Acuíferos terciarios y cuaternarios

Las aguas subterráneas de los acuíferos detríticos de la depresión del Guadalquivir (Ayamonte-Huelva, Almonte-Marismas, Lebrija, Jerez, Llanos de Villamartín, Mioceno de las zonas de Arcos, Niebla-Posadas y Bailén-Guarromán, Sevilla-Carmona, Altiplanos de Ecija, Arahal-Morón, Ubeda, Porcuna y Rumblar), son de mineralización notable y ligera y fuerte y de dureza media, duras y extremadamente duras, existiendo, en los dos primeros, zonas cuyas aguas son de mineralización muy débil y blandas y en el segundo, incluso, muy blandas.

La naturaleza es variable predominando las bicarbonatadas en Almonte-Marismas,

Arcos, Niebla-Posadas, Bailén-Guarromán, la zona de calcarenitas de Sevilla-Carmona, Ubeda y Porcuna y las cloruradas en Lebrija, Jerez, Llanos de Villamartín, Altiplanos de Ecija y Arahal-Morón, catiónicamente son también variables predominando las cálcicas en Almonte-Marismas, Arcos, Bailén-Guarromán, Niebla-Posadas, Sevilla-Carmona, Arahal-Morón y Rumblar, las magnésicas en Ubeda y Porcuna y las sódicas en Lebrija y Llanos de Villamartín.

Sus contenidos en sulfatos son en casos superiores a 200 mg/l, habiéndose determinado valores superiores a 0,5 gr/l en Ayamonte-Huelva, Jerez, Bailén, Guarromán y Porcuna.

La salinidad de estas aguas es muy variable existiendo acuíferos en que es muy baja (Ubeda, Bailén-Guarromán y Arcos-Bornos), junto a otros en los que aún predominando los valores bajos existen valores medios e incluso altos (Llanos de Villamartín, Arahal-Morón, Altiplanos de Ecija y zona central de Niebla-Posadas). Mención especial merecen los acuíferos de Ayamonte-Huelva, en el que se han encontrado intrusiones salinas localizadas al lado del mar o de las marismas del río Piedras y de Almonte-Marismas, en donde el superficial está muy salinizado (hasta 100 gr/l) y el profundo tiene en su parte W una línea de interfase a partir de la cual las aguas están muy salinizadas.

La contaminación de las aguas de estos acuíferos es variable pudiéndose establecer los siguientes grupos:

— En Rumblar, Bailén-Guarromán y Llanos de Villamartín no existe o es puntual y de baja intensidad.

— En Arcos-Bornos, tal como indican sus contenidos en compuestos nitrogenados, existe una contaminación no muy intensa pero extendida por la generalidad del acuífero, de origen, probablemente, agrícola y que afecta a las captaciones del abastecimiento de Arcos (Cádiz).

— En Ayamonte-Huelva, Niebla-Posadas, Almonte-Marismas y Ubeda las contaminaciones por compuestos nitrogenados son ligeras e intensas (en Ubeda, se han analizado 5,8 mg/l de nitritos), su origen es agrícola y quizás en algún punto urbano, y afectan a captaciones de los abastecimientos de Gerena, Burguillos del Cerro (Sevilla) y Lucena del Puerto, Mazagón y Matalascañas (Huelva). En los dos últimos acuíferos se han detectado hierro y plomo, cuyo principal origen debe ser industrial o minero, aunque no en cantidades que resulten tóxicas.

— En Lebrija, Jerez, Altiplanos de Ecija, Arahal-Morón, Porcuna y Sevilla-Carmona, la contaminación es intensa en muchas de las zonas, tal como ponen de manifiesto sus contenidos de compuestos nitrogenados (en Porcuna una muestra tiene 573 mg/l de nitratos), afectando a captaciones de aguas de los abastecimientos públicos de Marchena, Morón, Brenes, Dos Hermanas, Viso del Alcor, Alcalá de Guadaira y Sevilla (Sevilla). Además en Porcuna en dos análisis existen contenidos en potasio de

más de 230 mg/l y en Sevilla-Carmona se han encontrado en varias muestras hierro y plomo que puntualmente pueden ser tóxicas. Los orígenes de estas contaminaciones son en general agrícolas y además, urbanos e industriales y/o mineras, bien directamente por vertidos sobre los acuíferos o como consecuencia de la influencia que sobre alguno de ellos, ejercen los ríos Guadalquivir y Guadaira.

La calidad de las aguas subterráneas de estos acuíferos está influida por contaminación, es por lo que, en las zonas afectadas, es deficiente. También lo es por tener salinidades elevadas en el acuífero superior de Marismas y en zonas de los Llanos de Villamartín, Altiplanos de Ecija, Arahal-Morón, Porcuna, Jerez, Niebla-Posadas y Ayamonte-Huelva, este último por contaminación por intrusión.

– Acuíferos detríticos de los aluviales del Guadalquivir, Guadalete, Odiel, Tinto y Piedras

En los acuíferos detríticos de los aluviales de estos ríos, las aguas son de mineralización notable y fuerte y duras, de dureza media y extremadamente duras.

Son de naturaleza variable aunque principalmente sulfatadas a excepción del Odiel, Tinto y Piedras en donde son mayoritariamente cloruradas; catiónicamente predominan las magnésicas en el Guadalquivir y las sódicas en el resto.

Los contenidos en sulfatos son desde bajos hasta bastante elevados, especialmente en los del Guadalete, Tinto, Odiel y Piedras.

Su salinidad es variable predominando los valores medios y bajos salvo en puntos o zonas aisladas y en particular en los ríos Tinto, Odiel y Piedras en amplias zonas debido a una contaminación por aguas muy salinas propiciada por la existencia de marismas y por las aguas del mar que penetran por los propios ríos.

Entre las aguas subterráneas de estos acuíferos y las de los ríos existe una relación muy directa que se traduce en una influencia mutua en sus calidades, por lo cual las malas calidades producidas por la contaminación de éstas influye muy negativamente en la calidad de las primeras.

La contaminación de las aguas subterráneas viene manifestada por los elevados valores de sus contenidos en compuestos nitrogenados, valores altos e incluso muy altos de nitratos, frecuentemente también de nitritos, de los que se han llegado a determinar hasta 5,86 mg/l y mucho más esporádicamente de amoníaco. También se han determinado hierro, plomo y detergentes, normalmente no en cantidades que se puedan considerar tóxicas, pero sí suficientemente importantes para que indiquen existencia de contaminaciones de origen urbano e industrial y/o minero, las cuales, como las anteriores, pueden tener su origen en prácticas agrícolas o deposiciones directas sobre el mismo acuífero, pero también en el río, que actúa como colector de los vertidos de toda la cuenca.

Por todo lo cual se puede considerar que en estos acuíferos existen amplias zonas en que sus aguas son de calidades deficientes, no utilizables para consumo urbano; en este sentido no cumplen la reglamentación vigente las aguas de muchas de las captaciones que se emplean en abastecimiento a las poblaciones tales como Alcolea y Lora del Río (Sevilla), El Carpio y Pedro Abad (Córdoba) y otros núcleos urbanos.

4.1.3.– ACUIFEROS DETRITICOS DE LAS DEPRESIONES INTERNAS

Las aguas subterráneas de los acuíferos detríticos de las depresiones internas, Ronda, Granada, Guadix, Baza-Caniles, etc., son de mineralización notable, ligera y fuerte y duras, de dureza media y extremadamente duras.

Su naturaleza es variable predominando en unas las bicarbonatadas (Ronda, Mioplioceno de Granada y Guadix), en otras las sulfatadas (Alto Guadalhorce, Vega de Granada, Baza-Caniles, Cúllar-Baza, Huéscar-Puebla) existiendo también algunas cloruradas; catiónicamente son también variables predominando las cálcicas en el Alto Guadalhorce, Mioplioceno de Granada y Guadix y las magnésicas en Ronda y Vega de Granada.

Sus contenidos en sulfatos son en muchos casos superiores a 200 mg/l, incluso en algunos se han analizado valores superiores a 1.000 mg/l (Alto Guadalhorce, Vega de Granada, Baza-Caniles, Huéscar-Puebla).

Su salinidad es variable predominando las bajas y en ocasiones las medias, salvo en algún punto como es el caso de un manantial salino en el Alto Guadalhorce, que sobrepasa los 6,5 gr/l de cloruros.

La contaminación de las aguas subterráneas de estos acuíferos es variable, pudiéndose establecer los siguientes grupos:

– En Ronda, Guadix, Baza-Caniles y Cúllar-Baza cuando existe es puntual, de baja intensidad y reciente tal como ponen de manifiesto los valores de nitritos, su origen es probablemente agrícola y afecta a captaciones de los abastecimientos de Ronda (Málaga), Benalúa, Fonelas y Purullena (Granada). En Guadix se han determinado en una muestra 36 mg/l de boro cuyo origen podía ser, quizás, por contaminación industrial.

– En el Alto Guadalhorce, Mio-Plioceno de Granada y Huéscar-Puebla existen contaminaciones localizadas, ligeras o intensas, puestas de manifiesto por los contenidos en compuestos nitrogenados y cuyo origen puede ser agrícola y puntualmente por vertidos urbanos y ganaderos.

– En la Vega de Granada los contenidos de compuestos nitrogenados presentan un fondo alto, alcanzando los valores más elevados en la zona Noroeste, su origen es agrícola y por vertidos urbanos y afectan ligeramente a captaciones de los abasteci-

mientos de Santa Fe y Ogíjares (Granada). Existe también puntualmente, contaminación por plomo y hierro, indicativos de vertidos industriales.

En su conjunto, las aguas de estos acuíferos se pueden considerar de calidad aceptable salvo en las zonas contaminadas y algún punto singular y, en consecuencia, menos en éstos, aptas para el consumo humano.

4.1.4.– ACUIFEROS DETRITICOS COSTEROS

En los acuíferos detríticos costeros (ríos Guadalfeo, Verde y Vélez, Bajo Guadalhorce, Fuengirola, Marbella-Manilva, Campo de Gibraltar, Vejer-Barbate, Pto. Real-Conil, Pto. de Sta. María y Chipiona), las aguas subterráneas son de mineralización notable, ligera y fuerte y duras, de dureza media y extremadamente duras. Su naturaleza es también variable, predominando las bicarbonatadas sobre las sulfatadas y cloruradas, salvo en el Bajo Guadalhorce y los costeros de Cádiz en donde son mayoría estas últimas. Desde el punto de vista catiónico predominan las cálcicas en el aluvial del río Vélez, en el Campo de Gibraltar, Vejer-Barbate y el Pto. de Sta. María, las magnésicas en los ríos Guadalfeo y Verde, Bajo Guadalhorce y Marbella-Manilva y las sódicas en Pto. Real-Conil y Chipiona.

Los contenidos en sulfatos superan frecuentemente los 200 mg/l y en algún punto los 400 mg/l; los valores más elevados se presentan en Chipiona, Pto. Real-Conil y Bajo Guadalhorce con valores que superan 1 gr/l e incluso 2 gr/l en el primero.

La salinidad de las aguas es muy variable debido a contaminaciones por intrusión salina y a los propios acuíferos. Contenidos bajos en cloruros presentan los del Campo de Gibraltar y Vejer-Barbate, variables en los otros y en conjunto muy elevados en Chipiona no solamente por contaminación por intrusión salina sino también por la posible existencia de aguas fósiles salinas.

Contaminaciones por intrusión de agua salina puntuales presentan los acuíferos de los ríos Verde, Vélez y Fuengirola, extremo occidental de Marbella-Manilva y Puerto Real-Conil y mayores en extensión e intensidad, los del Puerto de Sta. María y Bajo Guadalhorce, parte oriental de Marbella-Manilva y especialmente en Chipiona.

Las particularidades de estos acuíferos, población elevada, zonas muy turísticas, regadíos intensivos, etc., se traducen en contaminaciones de sus aguas subterráneas en amplias zonas, aunque con intensidades variables, en general bajas, salvo en áreas de Vélez-Málaga, Chipiona, Pto. Real-Conil, la franja costera del Campo de Gibraltar, Bajo Guadalhorce, Guadalfeo, etc., que son más intensas, tal como ponen de manifiesto sus compuestos nitrogenados (2,94 mg/l de nitritos en el río Verde) y la presencia de hierro en el Guadalfeo. Estas afectan a captaciones que abastecen a urbanizaciones y núcleos urbanos (San Enrique, Rincón de la Victoria, Cártama, Alora y Salobreña) y su origen es agrícola y/o urbano.

Mención especial merece el Bajo Guadalhorce en donde, además de las contaminaciones mencionadas, la presencia de hierro, plomo y cromo, los dos primeros en varias muestras, aunque, salvo en una en cantidades no peligrosas, son indicativas de la existencia de una contaminación industrial.

La calidad de estas aguas no es aceptable en las áreas contaminadas, en las que presentan intrusión y además en Chipiona, en su conjunto, por la salinidad que presentan en todo el acuífero.

4.1.5.– ACUIFEROS DETRITICOS DE LA PROVINCIA DE ALMERIA

Las aguas subterráneas de los acuíferos detríticos de la provincia de Almería están fuertemente mineralizadas o son de mineralización notable y extremadamente duras, duras y de dureza media.Son de naturaleza variable, predominando las aguas sulfatadas salvo en algunos (Campos de Dalías, Níjar y Bajo Almanzora), en donde predominan las cloruradas, en muchos casos probablemente como consecuencia de intrusiones salinas; catiónicamente son también variables predominando en unos casos las cálcicas (Andarax, Campo de Tabernas, Alto Almanzora), en otros las magnésicas (Cubetas de Overa y El Saltador) y en otros las sódicas (Campo de Níjar, Bajo Almanzora, Cubeta de Ballabona).

Los contenidos en sulfatos suelen ser elevados y en acuíferos (Bajo Almanzora y las cubetas de Pulpí, Saltador, Overa y Ballabona) todos los valores determinados superan los 600 mg/l.

Las aguas subterráneas de este grupo están muy salinizadas teniendo en conjunto valores muy elevados de sus contenidos en cloruros, los cuales en puntos de algunos acuíferos (Adra-Dalías, Valle del Andarax, Campo de Níjar y Bajo Almanzora) son debidos a contaminación por intrusión salina pero en el resto son consecuencia de las características propias del acuífero.

Los contenidos en compuestos nitrogenados son relativamente bajos en el conjunto de los acuíferos de la provincia y solamente presentan algunos valores elevados en zonas concretas. Estas contaminaciones puestas de manifiesto por estos valores son consecuencia, en general, de prácticas agrícolas, aunque también son posibles las de ganadería y vertidos urbanos.

También se encuentran valores de hierro por encima de los permitidos en las normas de potabilidad y alguno de plomo que aunque algo elevado está dentro de las normas.

La calidad de las aguas de estos acuíferos es deficiente por sus contenidos en magnesio, sulfatos y cloruros principalmente y en este sentido no cumplen la Reglamentación vigente las muestreadas en captaciones destinadas al abastecimiento de Alboloduy, Alhabia, Alhama, Alicún, Almería, Bentarique, Fines, Gádor, Huécija, Illar, Laujar, Níjar, Pulpí, Rioja, Sta. Cruz, Sta. Fe, Sorbas y Terque.

4.2.– CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS UTILIZADAS EN ABASTECIMIENTOS URBANOS

La calidad de las aguas subterráneas utilizadas en abastecimientos públicos se ha estudiado partiendo de datos recopilados en las Direcciones Provinciales de Sanidad y de los análisis realizados por el propio Proyecto y otros estudios del IGME de las mismas fechas.

Los datos de Sanidad se incluyeron por cuanto en los criterios de muestreo debían predominar el conocimiento de la idoneidad de las aguas de consumo, por lo que debían permitir una visión completa y muy autorizada de la calidad de las aguas de abastecimiento.

4.2.1.– ANALISIS DE LAS DIRECCIONES PROVINCIALES DE SANIDAD

Los datos químicos obtenidos en cada una de las provincias se resumen en el Cuadro nº 38.

CUADRO Nº 38

Número de análisis químicos y de núcleos urbanos de procedencia

PROVINCIA	NUMERO	TOTAL AGUAS SUBTERRANEAS	Nº ANALISIS NUC. URBANOS	Nº NUCLEOS URBANOS DE PROCEDENCIA	FECHAS ANALISIS AÑOS
Almería	248	242	157	66	1980–1982
Cádiz	–	–	–	–	–
Córdoba	22	10	10	27	1981
Granada	14	14	14	14	1982
Huelva	285	176	176	41	1976–1981
Jaén	28	25	25	23	1981
Málaga	282	141	141	47	1980–1982
Sevilla	248	191	191	50	1980–1981
Total	1.127	799	714	268	

Además, se han recopilado análisis bacteriológicos en las provincias de Málaga, Jaén y Córdoba, pero solamente en la primera en número significativo.

El número de análisis por núcleo es muy variable, estando comprendidos entre 1 en muchos de los casos y 47 en Alosno (Huelva). Por otra parte, como núcleos de población se incluyen municipios, anejos, pedanías y urbanizaciones.

Las sustancias determinadas y que se recogen en los análisis no son las mismas en cada una de las provincias. En unas, se analizan compuestos inorgánicos, nitrogenados y materia orgánica, mientras que en otras no se efectúan algunas de las segundas. Además, en general los contenidos de nitritos y amoníaco no se cuantifican sino que se expresan en forma de reacción positiva o negativa.

La identificación de los análisis presenta problemas, por lo que se han tenido que fijar criterios para dilucidar si uno determinado corresponde o no a un abastecimiento público, por lo que es posible que se hayan cometido algunos errores.

Examinando los datos identificados como procedentes de núcleos urbanos de cada una de las provincias, tomando como referencia la "Reglamentación Técnico-Sanitaria para el abastecimiento y control de calidad de las aguas potables de consumo público" (Real Decreto 1423/1982, BOE nº 154), resulta, para cada una de ellas, lo siguiente:

ALMERIA

De los 157 análisis, 94, es decir el 60%, no cumplen la reglamentación, de ellos 49 por sobrepasar los límites establecidos en sus contenidos de cloruros, 36 por el calcio, 28 por exceso de magnesio y 48 de sulfatos. Los 94 análisis proceden de 41 núcleos de población.

CORDOBA

De los 10 análisis solamente 3, correspondientes a pozos de abastecimiento de El Carpio, exceden los límites tolerables en calcio.

GRANADA

De los 14 análisis, solamente 2, correspondientes a distintos núcleos, sobrepasan los límites tolerables en magnesio.

HUELVA

De los 176 análisis, hay 74, es decir un 42%, que incumplen la reglamentación, 15 por sus contenidos en cloruros, calcio y magnesio, 28 por sus contenidos en materia orgánica y/o compuestos nitrogenados y 48 por sobrepasar en sus contenidos los límites permitidos de manganeso.

Los 74 análisis proceden de 19 poblaciones, de ellas, 14 sobrepasan en sus contenidos los límites tolerables de materia orgánica y/o compuestos nitrogenados, de 8 por exceso en sus contenidos de cloruros y/o calcio y magnesio y de 7 por exceso de manganeso.

JAEN

De los 25 análisis, 4, es decir el 6%, sobrepasan en sus contenidos los límites permitidos, uno por exceso de nitratos, otro por calcio, otro por magnesio y el otro por sulfatos. Los 4 análisis proceden de 3 poblaciones.

MALAGA

De los 141 análisis, 84, es decir el 60%, no son potables, 4 por contener exceso de nitritos y/o amoníaco y el resto, 80, por sobrepasar calcio y/o magnesio.

Los análisis que no cumplen la Reglamentación proceden de 36 municipios, de ellos 4 por exceso en sus contenidos de nitritos y amoníaco y 33 como consecuencia de sus contenidos en compuestos inorgánicos.

Los análisis bacteriológicos recopilados en esta provincia son 505, de los cuales se han identificado 335 como procedentes de abastecimientos urbanos (muchos de ellos de aguas superficiales y subterráneas), de pozos y sondeos de urbanizaciones, fincas, etc., resultando que 160, es decir el 48%, no son potables.

SEVILLA

De los 191 análisis, 61, es decir el 32%, sobrepasan los límites de potabilidad, 17 en cloruros y 52 en nitratos y materia orgánica. De este último grupo 42 corresponden a nitratos.

Los análisis que sobrepasan los límites de potabilidad afectan a 20 poblaciones, de ellas 9 por exceso de cloruros y 16 por materia orgánica y nitratos.

Como resumen de los datos anteriores, se puede destacar el elevado porcentaje de análisis que presentan alguna deficiencia en su calidad, a pesar de que son en su mayoría incompletos.

Además, en las provincias de Almería, Huelva, Málaga y Sevilla, de las que se dispone de un número elevado de análisis que proceden de una cantidad significativa de núcleos urbanos de las mismas, resulta que más de la mitad de estos núcleos tienen algún análisis que no cumple la Reglamentación Técnico-Sanitaria.

4.2.2.– ANALISIS DE AGUAS SUBTERRANEAS UTILIZADAS EN ABASTECIMIENTO PUBLICO REALIZADOS POR EL PROYECTO DE CALIDAD

Los análisis considerados proceden de distintas captaciones de núcleos urbanos con la repartición provincial que se indica en el Cuadro nº 39.

Por cada provincia se ha confeccionado un cuadro (números 40-47) en el que figuran el nombre del núcleo urbano a cuyo abastecimiento pertenece la captación muestreada, con los valores de las sustancias analizadas que sobrepasan los límites autorizados en la normativa vigente y cuyos valores se han indicado en la cabecera.

Los puntos analizados con sus resultados y fecha de la toma de muestras, se indican en el Plano nº 11, y a continuación se incluyen los resultados de cada pro-

CUADRO Nº 39

Número de análisis realizados por provincias

PROVINCIA	Nº ANALISIS	Nº POBLACIONES
Almería	23	21
Cádiz	26	24
Córdoba	14	10
Granada	29	27
Huelva	22	18
Jaén	13	8
Málaga	24	11
Sevilla	40	27*
Total	190	146

*Además, se han analizado las aguas subterráneas que sirven en parte, para abastecer a 19 pueblos (Mancomunidad del Aljarafe).

vincia, examinados, como antes a la luz de la Reglamentación Técnico-Sanitaria, ya mencionada.

ALMERIA

En el Cuadro nº 40 se indican los resultados relativos a esta provincia.

Con estos valores son 20 las muestras, es decir el 87% de las analizadas, las que tienen calidad deficiente para el consumo.

De estas 20, todas ellas con un exceso de sales, 9 son las que presentan una calidad muy deficiente para el abastecimiento público por sus elevados contenidos en magnesio, sulfatos y cloruros, principalmente y en casos, además, compuestos nitrogenados, hierro, calcio, etc.

CADIZ

En el Cuadro nº 41 se indican los resultados de la provincia de Cádiz.

Según estos valores son 10, es decir el 38%, las que tienen calidad deficiente para el consumo urbano. De ellas son 4 las que no cumplen los requisitos por exceso de cloruros, calcio y magnesio, una de ellas de forma prácticamente inapreciable, las otras 6 rebasan los contenidos en compuestos nitrogenados.

CUADRO Nº 40

Resultados de la provincia de Almería

ABASTECIMIENTO	$SO_4^{=}$ (400 mg/l)	Cl^{-} (350 mg/l)	Ca^{++} (200 mg/l)	Mg^{++} (50 mg/l)	NO_3^{-} (50 mg/l)	NO_2^{-} (0,1 mg/l)	NH_4^{+} (0,5 mg/l)	Fe (0,2 mg/l)
Alboloduy	—	—	—	80	—	—	—	
Alhabia	1.115	390	232	163	—	—	—	
Alhama	—	—	—	58	—	—	—	
Alicún	—	—	—	70	—	—	—	
Almería	1.278	368	268	201	—	0,1	—	
Almería	1.465	517	280	226	66	—	—	
Almería	1.435	1.035	440	231	64	—	—	
Alsodux	1.084	397	—	173	—	—	—	
Bentarique	—	—	—	104	—	—	—	
Fines*	1.178	—	260	170	—	—	0,51	0,6
Fondón	—	—	—	—	—	—	—	
F. Victoria	—	—	—	—	—	—	—	
Gádor	—	—	—	73	—	—	—	
Huécija	—	—	—	61	—	—	—	
Illar	—	—	—	109	—	—	—	
Laujar	—	—	—	—	—	—	—	
Níjar*	—	—	—	95	—	—	—	0,22
Pulpí*	1.547	844	280	231	—	—	—	0,83
Rioja	—	—	—	68	—	—	—	
Sta. Cruz Marc.	1.178	418	200	195	—	0,1	—	
S. Fe de Monduj.	627	—	—	126	—	0,11	—	
Sorbas	693	453	240	146	—	—	—	
Terque	997	—	212	175	—	—	—	

* Muestra con análisis especiales.

— — Valor que no sobrepasa los límites establecidos en la Reglamentación Técnico-Sanitaria.

CUADRO Nº 41

Resultados de la provincia de Cádiz

ABASTECIMIENTO	$SO_4^{=}$ (400 mg/l)	Cl^{-} (350 mg/l)	Ca^{++} (200 mg/l)	Mg^{++} (50 mg/l)	NO_3^{-} (50 mg/l)	NO_2^{-} (0,1 mg/l)	NH_4^{+} (0,5 mg/l)	Fe (0,2 mg/l)
Alcalá del Valle	—	—	—	—	—	—	—	
Angeles, Los	—	—	—	—	—	—	—	
Arcos I*	—	—	—	—	—	0,33	—	—
Arcos II	—	—	—	—	—	0,46	—	
Barbate	—	—	—	—	—	—	—	
Barrios, Los	—	—	—	—	—	—	—	
Benamahoma	—	—	—	—	—	—	—	
Bornos	—	—	—	—	—	—	—	
Bosque, El	—	—	—	—	—	—	—	
Espera	—	—	—	—	—	—	—	
Jerez (El Tempul)	—	—	—	—	—	0,21	—	
Lomas, Las	—	—	—	—	—	—	—	
San Enrique	—	—	—	—	—	0,21	—	
San Martín del Tesorillo	—	—	—	51	—	—	—	
San Pablo de Buceite	—	—	—	—	—	—	—	
Tarifa	—	—	—	—	—	—	—	
Ubrique	—	—	—	—	—	—	—	
Urb. Chiclana	—	—	—	—	—	—	—	
Urb. Chiclana	—	—	—	—	—	0,33	0,55	
Urb. Chiclana	—	—	—	—	66	0,16	—	
Urb. Chiclana	—	638	—	—	—	—	—	
Urb. Pt. S.María	—	701	212	56	—	—	—	
Urb. Pt. S. María	—	—	—	—	—	—	—	
Vejer*	—	—	—	—	—	—	—	—
Villamartín	—	581	—	—	—	—	—	
Villamartín	—	—	—	—	—	—	—	

* Muestra con análisis especiales.

— — Valor que no sobrepasa los límites establecidos en la Reglamentación Técnico-Sanitaria.

CORDOBA

En el Cuadro nº 42 se indican los resultados de esta provincia.

Según estos resultados 13 muestras, el 93% tienen calidad deficiente para abastecimiento por exceso de magnesio y principalmente de compuestos nitrogenados. De ellas 6 tienen valores elevados de estos últimos y 2 muy elevados.

CUADRO Nº 42
Resultados de la provincia de Córdoba

ABASTECIMIENTO	$SO_4^{=}$(400 mg/l)	Cl^{-}(350 mg/l)	Ca^{++}(200 mg/l)	Mg^{++}(50 mg/l)	NO_3^{-}(50 mg/l)	NO_2^{-}(0,1 mg/l)	$(NH_4^{+}$(0,5 mg/l)	Fe(0,2 mg/l)
Aldea de S. Antonio	--	--	--	92	108	0,16	--	
Almodóvar*	--	--	--	--	52	0,21	--	--
Bujalance	--	--	--	73	73	0,27	--	
El Carpio*	--	--	--	58	--	0,16	--	--
Luque	--	--	--	--	60	0,16	--	
Pedro Abad	--	--	--	--	65	0,61	--	
Pedro Abad	--	--	--	--	78	0,21	--	
Posadas	--	--	--	--	--	--	--	
Puente Genil	--	--	--	--	81	--	--	
Puente Genil	--	--	--	--	62	--	--	
Puente Genil	--	--	--	--	83	--	--	
Puente Genil	--	--	--	53	--	--	--	
Villarrubia	--	--	--	--	78	2,94	--	
Abast Núcleo*	--	--	--	--	52	--	--	--

* Muestra con análisis especiales.

-- Valor que no sobrepasa los límites establecidos en la Reglamentación Técnico-Sanitaria

GRANADA

Los resultados de esta provincia se indican en el Cuadro nº 43.

Según estos resultados no son aconsejables para el consumo humano 17 muestras, es decir el 58%, debido a sobrepasar los límites tolerables de magnesio, nitratos y hierro y en 1 muestra además, sulfatos y calcio. Esta última es la única que tiene muy mala calidad.

HUELVA

En el Cuadro nº 44 se indican los resultados de esta provincia.

Según estos resultados no son adecuados para el consumo humano 13 muestras, de ellas 4 por exceder en sus contenidos los valores de magnesio y cloruros y las 13 por exceso de contenidos de compuestos nitrogenados. Del conjunto 4 tienen calidad bastante deficiente.

CUADRO Nº 43

Resultados de la provincia de Granada

ABASTECIMIENTO	$SO_4^{=}$ (400 mg/l)	Cl^{-} (350 mg/l)	Ca^{++} (200 mg/l)	Mg^{++} (50 mg/l)	NO_3^{-} (50 mg/l)	NO_2^{-} (0,1 mg/l)	NH_4^{+} (0,5 mg/l)	Fe (0,2 mg/l)
Arenales (Albolote)	—	—	—	—	—	—	—	
Armilla	—	—	—	—	—	—	—	
Baza*	—	—	—	—	—	—	—	—
Benalúa de Guadix	—	—	—	—	—	0,11	—	
Bugéjar (Puebla D.F.)	—	—	—	63	—	0,11	—	
Caniles	—	—	—	—	—	—	—	
Charches	—	—	—	58	—	—	—	
Churriana de la Vega	—	—	—	—	—	—	—	
Cúllar-Baza*	—	—	—	68	—	—	—	0,28
Duda (Huéscar)	—	—	—	—	—	—	—	
Fonelas	—	—	—	85	—	0,11	—	
Fuente Vaqueros*	—	—	—	53	—	—	—	—
Hernán Valle	—	—	—	66	—	—	—	
Huétor-Tájar*	—	—	—	—	—	—	—	—
Jau	—	—	—	70	—	—	—	
Motril*	—	—	—	75	—	0,11	—	0,4
Ogíjares	—	—	—	—	—	0,16	—	
Peza, La	—	—	—	53	—	—	—	
Puebla D. Fadrique	—	—	—	—	—	—	—	
Purullena	—	—	—	—	—	0,11	—	
Salobreña	—	—	—	—	—	0,11	—	
Salobreña*	—	—	—	—	—	—	—	0,58
Santa Fe 1	—	—	—	—	—	0,11	—	
Santa Fe 2*	—	—	—	—	—	—	—	—
Urb. Cubillas	—	—	—	—	—	—	—	
Urb. Suspiro Moro	—	—	—	—	—	—	—	
Vélez Benaudalla	—	—	—	—	—	—	—	
Villanueva de las T.	984	—	220	151	—	0,16	—	
Zubia	—	—	—	53	—	—	—	

* Muestra con análisis especiales.

— — Valor que no sobrepasa los límites establecidos en la Reglamentación Técnico-Sanitaria.

CUADRO Nº 44

Resultados de la provincia de Huelva

ABASTECIMIENTO	$SO_4^{=}$ (400 mg/l)	Cl^{-} (350 mg/l)	Ca^{++} (200 mg/l)	Mg^{++} (50 mg/l)	NO_3^{-} (50 mg/l)	NO_2^{-} (0,1 mg/l)	NH_4^{+} (0,5 mg/l)	Fe (0,2 mg/l)
Antilla, La (Lepe)	—	—	—	68	—	0,1	—	
Antilla, La (Lepe)	—	—	—	—	—	0,11	—	
Ayamonte	—	—	—	—	—	—	—	
Ayamonte	—	—	—	—	—	0,1	—	
Cartaya	—	—	—	—	—	—	—	
Cumbres de S. Bartolomé	—	—	—	—	—	—	—	
Escacena	—	—	—	—	—	0,11	—	
Granada de Río Tinto, La	—	—	—	—	—	—	—	
Isla Cristina	—	—	—	—	—	—	—	
Lepe	—	—	—	—	78	—	—	
Lucena del Pto.	—	—	—	—	62	—	—	
Manzanilla	—	—	—	—	—	—	0,73	
Matalascañas	—	—	—	—	—	0,27	—	
Mazagón	—	—	—	—	—	0,27	0,72	
Niebla (2/82)	—	—	—	85	—	0,33	—	
Niebla (11/82)*	—	—	—	—	—	—	—	—
Palma del Cdo. La	—	—	—	—	—	—	—	
Paterna	—	—	—	—	—	0,11	—	
S. Juan del Pto.*	—	1.028	—	114	69	—	—	—
S. Juan del Pto.	—	404	—	66	52	—	—	
Villalba	—	—	—	—	—	—	—	
Villarrasa	—	—	—	—	—	—	—	

* Muestra con análisis especiales.

— — Valor que no sobrepasa los límites establecidos en la Reglamentación Técnico-Sanitaria.

JAEN

En el Cuadro nº 45 se indican los resultados relativos a esta provincia.

Según éstos, presentan calidad deficiente 5 muestras, es decir el 38% de las analizadas, por tener contenidos excesivos de magnesio, sulfatos y compuestos nitrogenados, de éstas 2 tienen calidad muy deficiente por los compuestos nitrogenados y de ellas, una además por sulfatos y magnesio.

CUADRO Nº 45

Resultados de la provincia de Jaén

ABASTECIMIENTO	$SO_4^{=}$(400 mg/l)	Cl^{-}(350 mg/l)	Ca^{++}(200 mg/l)	Mg^{++}(50 mg/l)	NO_3^{-}(50 mg/l)	NO_2^{-}(0,1 mg/l)	NH_4^{+}(0,5mg/l)	Fe(0,2mg/l)
Alcaudete*	--	--	--	--	--	--	--	--
Carolina, La*	--	--	--	--	--	--	--	--
Cazorla	--	--	--	--	--	--	--	
Guarromán*	--	--	--	--	--	--	--	--
Guarromán	--	--	--	--	--	--	--	
Guarromán	--	--	--	--	--	--	--	
Jódar*	--	--	--	--	--	--	--	--
Lopera*	--	--	--	73	69	0,16	--	--
Lopera	--	--	--	68	--	--	--	
Lopera	544	--	--	61	142	0,39	--	
Martos*	--	--	--	--	--	--	--	--
Martos	--	--	--	--	--	0,33	0,63	
Ubeda	--	--	--	61	--	--	--	

* Muestra con análisis especiales.

-- Valor que no sobrepasa los límites establecidos en la Reglamentación Técnico-Sanitaria.

MALAGA

En el Cuadro nº 46 se indican los resultados relativos a esta provincia.

Según estos datos 15 muestras, es decir el 63% tienen calidad deficiente por sobrepasar en sus contenidos de magnesio, sulfatos, cloruros y compuestos nitrogenados los límites tolerables. De ellas, 3 son de calidad muy deficiente por sus contenidos de magnesio y sulfatos y en un caso cloruros y 3 más por los compuestos nitrogenados.

SEVILLA

Los resultados de la provincia de Sevilla se indican en el Cuadro nº 47.

Según estos resultados 26 muestras, es decir, el 68% de las analizadas no son adecuadas para el consumo urbano, 25 por los compuestos nitrogenados, 6 por magnesio, sulfatos y cloruros. De las primeras, 12 tienen calidad muy deficiente.

CUADRO Nº 46

Resultados de la provincia de Málaga

ABASTECIMIENTO	$SO_4^{=}$ (400 mg/l)	Cl^{-} (350 mg/l)	Ca^{++} (200 mg/l)	Mg^{++} (50 mg/l)	NO_3^{-} (50 mg/l)	NO_2^{-} (0,1 mg/l)	NH_4^{+} (0,5 mg/l)	Fe (0,2 mg/l)
Alhaurín el Grande	--	--	--	--	--	--	--	
Alhaurín el Grande	--	--	--	58	--	--	--	
Alhaurín el Grande	--	--	--	60	--	--	--	
Alora	543	390	--	121	--	0,16	--	
Alora	--	--	--	--	--	0,11	--	
Antequera	--	--	--	--	--	--	--	
Antequera	--	--	--	--	--	0,11	--	
Cártama	--	--	--	--	--	--	--	
Cártama	484	418	--	121	--	0,11	--	
Cártama	504	361	--	119	--	--	--	
Frigiliana	--	--	--	--	--	--	--	
Fuente Piedra	--	--	--	68	66	0,3	--	
Hotel (Marbella)	--	--	--	--	--	--	--	
Ronda *	--	--	--	58	--	0,46	--	--
Ronda	--	--	--	--	--	--	--	
Ronda	--	--	--	--	--	0,11	--	
Ronda	--	--	--	--	--	--	--	
Ronda	--	--	--	--	--	--	--	
Ronda	--	--	--	--	--	0,16	--	
Torre del Mar	--	--	--	51	76	--	--	
Urb. Río Guadalmina	--	--	--	80	--	0,33	--	
Urb. Río Chopo	--	--	--	53	--	--	--	
Urb. La Voladilla	--	--	--	--	--	0,16	--	
Velez Malaga	--	--	--	--	--	--	--	

* Muestra con análisis especiales.

-- Valor que no sobrepasa los límites establecidos en la Reglamentación Técnico-Sanitaria.

CUADRO Nº 47

Resultados de la provincia de Sevilla

ABASTECIMIENTO	$SO_4^{=}$ (400 mg/l)	Cl^{-} (350 mg/l)	Ca^{++} (200 mg/l)	Mg^{++} (50 mg/l)	NO_3^{-} (50 mg/l)	NO_2^{-} (0,1 mg/l)	NH_4^{+} (0,5 mg/l)	Fe (0,2 mg/l)
Alcalá de Guadaira	—	—	—	—	76	0,21	—	
Alcalá de Guadaira	—	—	—	—	60	—	—	
Alcalá de Guadaira	—	—	—	—	52	—	—	
Alcalá del Río	—	—	—	—	—	0,11	—	
Alcolea del Río	—	—	—	97	105	0,11	—	
Arahal, El (antiguo)	—	425	—	—	—	—	—	
Aznalcóllar	—	—	—	—	56	—	—	
Aznalcóllar*	—	—	—	—	—	0,11	—	—
Brenes	—	—	—	—	—	—	—	
Brenes (Abt. Antiguo)	—	—	—	—	—	0,11	0,5	
Burguillo	—	—	—	—	78	0,16	—	
Cantillana	—	—	—	—	—	0,11	—	
Cuervo, El. I	—	—	—	—	—	—	—	
Cuervo, El. II	—	—	—	—	—	—	0,55	
Dos Hermanas	—	—	—	—	108	0,39	—	
Dos Hermanas	—	—	—	—	—	0,21	—	
Dos Hermanas	—	—	—	—	106	—	—	
Dos Hermanas	—	—	—	—	66	0,21	—	
Estepa	—	—	—	—	—	—	—	
Gerena	—	—	—	—	102	—	—	
Gilena	—	—	—	—	—	—	—	
Lora del Río	—	—	—	58	81	—	—	
Lora del Río	—	—	—	68	91	0,21	—	
Mairena del Alcor	—	—	—	—	—	—	—	
Mancomunidad Aljarafe	—	—	—	—	—	—	—	
Mancomunidad Aljarafe	—	—	—	—	—	—	—	
Marchena	—	—	—	67	—	—	—	
Morón de la Fra.	—	—	—	—	56	0,16	—	
Morón de la Fra.	—	—	—	—	—	—	—	
Palacios, Los	—	—	—	—	—	0,18	—	
Pedrera	—	—	—	—	—	—	—	
Peñaflor	—	—	—	—	58	0,21	—	
Pilas	424	—	—	60	—	—	—	
Pruna	—	—	—	—	—	—	—	
Sevilla	—	—	—	—	69	—	—	
Tocina	—	—	—	—	—	0,11	—	
Viar del Caudillo	—	—	—	—	—	—	—	
Villanueva del Río y Minas. *	—	—	—	—	—	0,11	—	—
Villanueva del Río y Minas.	—	—	—	—	—	—	—	
Viso, El	—	—	—	—	108	—	—	

* Muestra con análisis especiales.

— — Valor que no sobrepasa los límites establecidos en la Reglamentación Técnico-Sanitaria.

En resumen conviene resaltar que del conjunto de muestras tomadas de captaciones cuyas aguas se utilizan en abastecimiento público más de la mitad no cumplen la Reglamentación Técnico-Sanitaria vigente.

De ellas, un 60% por sobrepasar en sus contenidos algunos de los parámetros indicadores de calidad, principalmente magnesio, sulfatos y cloruros y de ellos casi un 30% presentan calidad muy deficiente y otro 70% tienen valores no autorizados en algunos de los compuestos nitrogenados, nitratos, nitritos y amoníaco, considerados como indicadores de contaminación, y de ellos casi un 40% con valores indicativos de contaminaciones fuertes. En las provincias de Almería y Granada se han determinado también algunos valores de hierro en cantidades no permitidas, aunque no tóxicas.

La provincia de Almería es la que tiene las aguas subterráneas de peor calidad natural y Sevilla, Córdoba y Huelva las que presentan valores más elevados de los compuestos nitrogenados.

Sin embargo, para tener una visión correcta del problema conviene tener en cuenta que los contenidos en compuestos nitrogenados especialmente nitritos y amoníaco pueden variar mucho en las aguas por lo que muestras que hoy superan los límites tolerables pueden estar al cabo de un tiempo dentro de las normas, aunque un agua que los contenga, en cantidades que superan las permitidas, es por lo menos sospechosa.

En cuanto a los contenidos permitidos de determinadas sustancias en las aguas de consumo la normativa varía en algunos casos de un sitio a otro, así por ejemplo en nitratos, que constituyen un problema en las aguas de Andalucía, las normas españolas admiten como límite tolerable los 50 mg/l, las normas europeas admiten hasta 100 mg/l pero recomendando menos de 50 mg/l y las americanas e internacionales dan la cifra de 45 mg/l.

El magnesio es otro elemento que está en las aguas de consumo con valores elevados. Las normas españolas dan la cifra de 50 mg/l, las europeas aconsejan no tolerar más de 30 mg/l y la OMS aconseja no superar los 150 mg/l, en cualquier caso su interpretación debe hacerse conjuntamente con los sulfatos.

Estos constituyen también un problema en las aguas de Andalucía. Las normas españolas fijan como límite conveniente 25 mg/l y como límite tolerable, los 400 mg/l. Las normas americanas permiten esta misma cantidad y la OMS sugiere que la concentración límite no sea superior a 250 mg/l.