

9. Cuenca del Ebro

9.1. Características generales

9.2. Calidad de las aguas subterráneas

9.3. Contaminación

9.4. Recomendaciones

9. CUENCA DEL EBRO

9.1. CARACTERISTICAS GENERALES

La cuenca del Ebro está situada en el Noreste de la Península Ibérica, limitando con las cuencas hidrográficas del Norte, Duero, Tajo, Júcar y Pirineo Oriental, además de las correspondientes a la vertiente francesa.

Tiene una forma aproximadamente triangular, con una extensión de 85.550 km², cuyos lados vienen definidos por las Cordilleras Cantábrico-Pirenáica, Ibérica-Maestrazgo y Costero Catalana.

Paralelamente a estas sierras principales y adentrándose en la depresión por la que discurre el Ebro, se presentan otras formaciones que son las sierras del Subpirineo: Leire, La Peña, Loarre, Guara, etc., y, al Sur del Ebro, las sierras de Moncayo, La Virgen, Vicort, Cucalón y San Just.

El relieve de la cuenca es quebrado y desigual, con altitudes que varían desde 210 m en Zaragoza a 3.352 m en Monte Perdido.

El río Ebro, principal componente de la Cuenca, recorre ésta a modo de bisectriz del menor de los ángulos del triángulo, recogiendo por su margen izquierda los caudalosos afluentes pirenaicos y por su margen derecha los afluentes ibéricos, menos caudalosos, aunque generalmente torrenciales.

El clima en la Cuenca del Ebro presenta una gran heterogeneidad debido a su gran extensión y a la participación de las influencias tanto continental como mediterránea.

A grandes rasgos se pueden diferenciar tres zonas climáticas:

- Zona Cantábrica, con precipitaciones abundantes y uniformes a lo largo del año y temperaturas suaves.
- Depresión Central, ocupa el 80% de la superficie de la Cuenca, influyendo decisivamente por su clima semiárido y precipitaciones estacionales, en la climatología de toda la cuenca.
- Zona Mediterránea, con escasas precipitaciones y suaves temperaturas.

Las temperaturas alcanzan sus máximos del orden de 26°C, en los meses de Julio y Agosto, y sus mínimos de -4°C, en los meses invernales. Las precipitaciones máximas se producen en los sistemas montañosos que delimitan el valle, alcanzando valores de hasta 1.800 mm./año en los

Pirineos. En la parte central del valle los valores se sitúan por debajo de 400 mm/año. La precipitación media anual para toda la cuenca es de 590 mm.

La geología de la Cuenca es muy variada, predominando los materiales calizo-dolomíticos, Cenomanenses-Turonenses, las calizas y dolomías triásicas y los materiales detríticos pliocuaternarios, principalmente en los sistemas acuíferos de la zona Sur de la Cuenca, formaciones detríticas en los sistemas acuíferos aluviales de la zona centro donde son típicas las sucesiones de gravas y arenas con intercalaciones de limos y arcillas de potencia variable y materiales de naturaleza carbonatada (Lías y Dogger) en la zona Noroeste donde tiene su nacimiento el Río Ebro.

La Cuenca del Ebro comprende 11 sistemas acuíferos, cuya relación es la siguiente:

Nº 57.— Mesozoico de Monreal-Gallocanta.

Nº 58.— Mesozoico Ibérico de la Depresión del Ebro.

Nº 59.— Mesozoico de los Puertos de Beceite.

Nº 60.— Curso Bajo y Delta del Ebro.

Nº 62.— Aluvial del Ebro y alfuentes.

Nº 63.— Sierras de la Demanda y Cameros.

Nº 64.— Cretácico de la Lora y del sinclinal de Villarcayo.

Nº 65.— Paleoceno del Condado de Treviño y Mesozoico de la Sierra de Cantabria.

Nº 66.— Paleoceno de la Sierra de Urbasa.

Nº 67.— Sinclinal de Jaca.

Nº 68.— Sinclinal de Tremp.

Las aportaciones totales de la Cuenca están comprendidas entre 17.500 y 19.000 hm³/año para los distintos usos.

La contribución de las aguas subterráneas se ha estimado en 3.730 hm³/año, de los que algo más de 3.300 hm³/año son descargas al río Ebro.

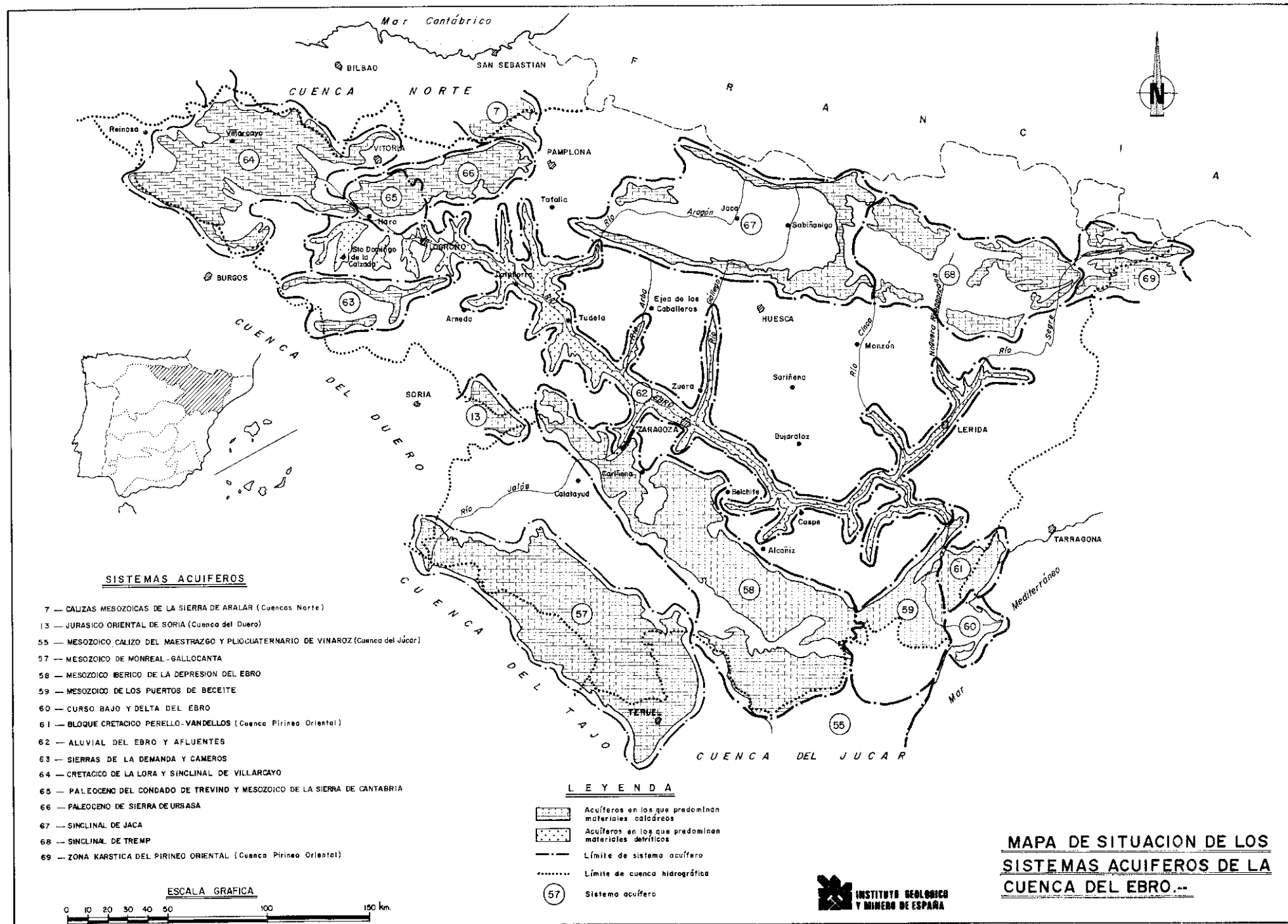
La población total de la Cuenca es de 2.850.000 habitantes, con una densidad media de 33,3 hab/km², valor muy inferior a la media nacional.

Principalmente predominan los pequeños núcleos urbanos, teniendo el 90% de los mismos una población inferior a 2.000 habitantes.

Aunque la densidad de población es baja, durante los últimos años se ha observado una notable migración dentro de la propia Cuenca hacia los núcleos de población mayores y dotados de mejores servicios.

Dentro del marco económico, el río Ebro es el eje de la región, tanto desde el punto de vista de los asentamientos de población como de las zonas regables e industrias establecidas.

En el contexto actual, el sector agrario es el que juega un papel decisivo en la economía regional por las dificultades económicas que atraviesa el sector industrial; sin embargo, por la baja densidad



SISTEMAS ACUIFEROS

- 7 — CALIZAS MESOZOICAS DE LA SIERRA DE ARALAR (Cuencas Norte)
- 13 — JURASICO ORIENTAL DE SORIA (Cuenca del Duero)
- 55 — MESOZOICO CALIZO DEL MAESTRAZGO Y PLEOCUATERNARIO DE VINAROSZ (Cuenca del Júcar)
- 57 — MESOZOICO DE MONREAL - GALLOCANTA
- 58 — MESOZOICO IBERICO DE LA DEPRESION DEL EBRO
- 59 — MESOZOICO DE LOS PUERTOS DE BECEITE
- 60 — CURSO BAJO Y DELTA DEL EBRO
- 61 — BLOQUE CRETACICO PERELLO - VANDELLOS (Cuenca Pirineo Oriental)
- 62 — ALUVIAL DEL EBRO Y AFLUENTES
- 63 — SIERRAS DE LA DEMANDA Y CAMEROS
- 64 — CRETACICO DE LA LORA Y SINCLINAL DE VILLARCAYO
- 65 — PALEOCENO DEL CONGADO DE TREVINDO Y MESOZOICO DE LA SIERRA DE CANTABRIA
- 66 — PALEOCENO DE SIERRA DE URBASA
- 67 — SINCLINAL DE JACA
- 68 — SINCLINAL DE TREMP
- 69 — ZONA KARSTICA DEL PIRINEO ORIENTAL (Cuenca Pirineo Oriental)

LEYENDA

- Acuíferos en los que predominan materiales calcáreos
- Acuíferos en los que predominan materiales detríticos
- Límite de sistema acuífero
- Límite de cuenca hidrográfica
- Sistema acuífero

ESCALA GRAFICA



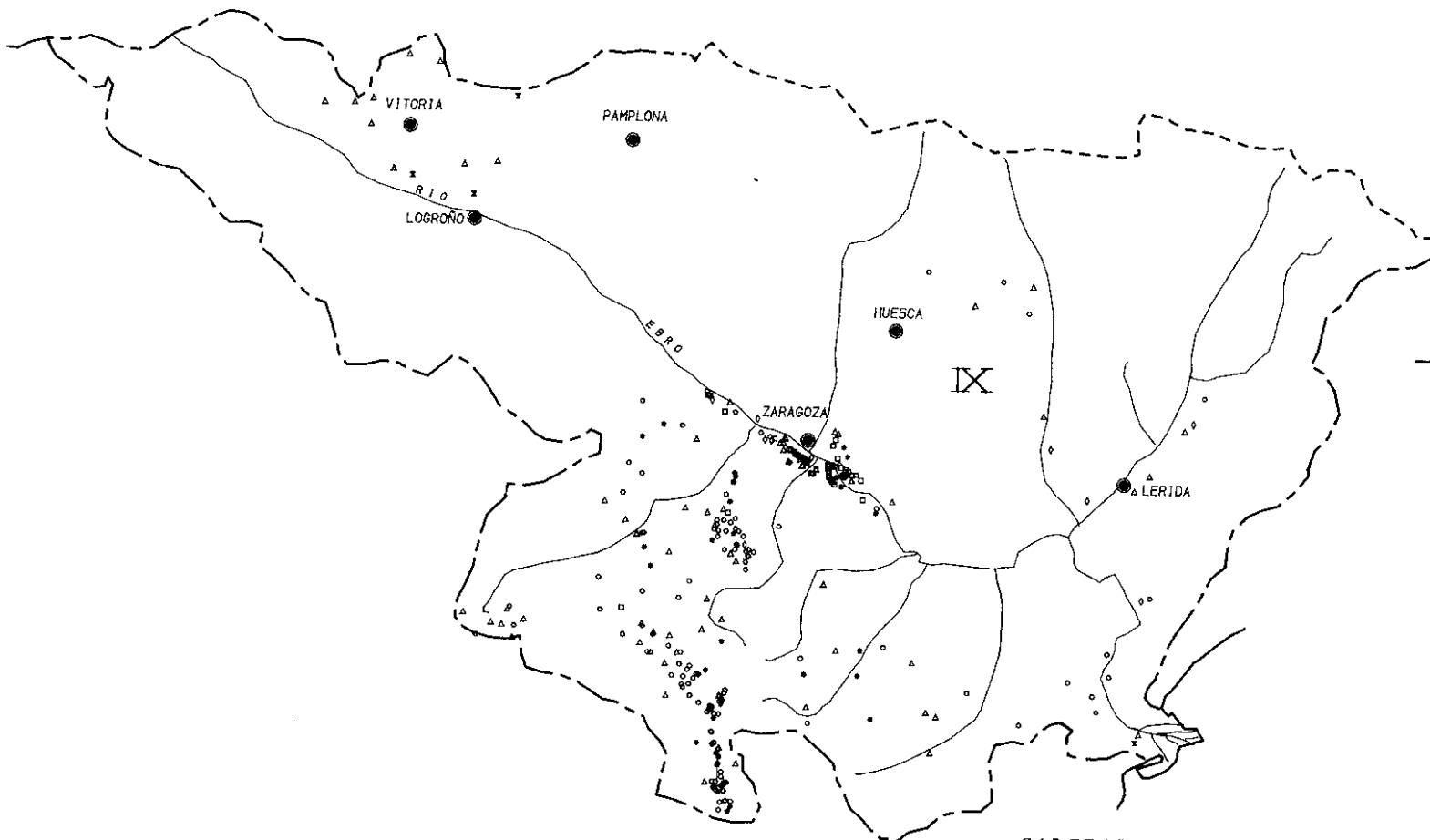
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA DE SITUACION DE LOS SISTEMAS ACUIFEROS DE LA CUENCA DEL EBRO.--



LEYENDA

- NO SE UTILIZA
- △ ABASTECIMIENTO
- * AGRICULTURA
- INDUSTRIA
- x ABASTECIMIENTO Y AGRICULTURA
- + ABASTECIMIENTO E INDUSTRIA
- ▽ AGRICULTURA E INDUSTRIA
- × ABASTECIMIENTO, AGRICULTURA E INDUSTRIA
- ◇ GANADERIA
- ▷ AGUAS MINERO-MEDICINALES
- ◁ ABASTECIMIENTO Y GANADERIA
- - - LIMITE DE CUENCA HIDROGRAFICA



CALIDAD Y CONTAMINACION DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS EN ESPAÑA. INFORME DE SINTESIS

ESCALA GRAFICA



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

USOS DEL AGUA SUBTERRANEA

CUENCA DEL EBRO

de superficie de regadío y la escasa rentabilidad de las zonas de secano, en los últimos años se ha observado un notable descenso de las actividades agrícolas. En el sector ganadero, existe un claro predominio del ganado lanar frente al vacuno.

En el sector industrial destacan, entre otras, la fabricación de automóviles, minería, envasado de aguas minerales, conserveras, cárnicas, hidroeléctricas, etc. En el sector servicios destaca el subsector de hostelería (balnearios).

Debido a muy diversos condicionantes, el grado de utilización actual de las aguas subterráneas en la Cuenca del Ebro es muy bajo, cifrándose en tan sólo 200 hm³/año.

El resumen de la extracción de agua subterránea en los sistemas acuíferos se puede ver en el siguiente cuadro. De él se desprende que la utilización del agua subterránea alumbrada se reparte en unos 90 hm³/año para regadíos, otros 90 hm³/año para usos industriales y 20 hm³/año para abastecimiento. Los usos industriales se concentran preferentemente a lo largo de Valle del Ebro (Sistema 62) y los agrícolas en las zonas tradicionales: Valle del Jiloca (Sistema 57), Cuaternario de Alfamén (Sistema 58) y Bajo Ebro (Sistema 60) totalizando una superficie de regadío de 12.000 ha.

USO DEL AGUA SUBTERRANEA (hm³/año)

Sistema Acuífero	Ap. Subterrán.		Abastecimiento	Agua bombeada		Total
	Total	Al Ebro		Regadío	Industria	
57	455	335	3	35	2	40
58	300	300	10	35	1	46
59	250	200	—	—	—	—
60	10	10	8	17	6	31
62	660	660	—	—	72	72
63	100	100	—	—	—	—
64	327	308	—	—	4	4
65	187	187	—	—	2	2
66	250	250	—	—	—	—
67	667	427	—	—	—	—
68	528	528	—	—	—	—
TOTAL	3.734	3.305	21	87	87	195

Hay que destacar que en los regadíos la utilización actual de aguas subterráneas es porcentualmente muy escasa, mientras que en el sector industrial, cerca del 90 por ciento de las industrias se abastecen de captaciones propias.

La demanda total de agua (7.421 hm³/año) queda distribuida de la siguiente forma:

- Abastecimiento: 340 hm³/año, para el suministro de 2,85 millones de habitantes, lo que representa una media de 326 l/hab/día.
- Agricultura: 6.970 hm³/año, para el riego de 750.000 ha.
- Industria: 111 hm³/año, en zonas muy localizadas a lo largo del Valle del Ebro.

9.2. CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS

La calidad de las aguas subterráneas en la cuenca hidrográfica del Ebro es muy diversa. Generalmente puede observarse que los acuíferos instalados en los materiales mesozoicos suelen tener unas aguas de mejor calidad, sobre todo los que se encuentran al Norte de la cuenca; los instalados en materiales terciarios presentan una gran heterogeneidad pudiendo ser sus aguas de buena a deficiente calidad; la peor calidad suele corresponder a los acuíferos de las terrazas y aluviales de los ríos, así como a la zona del delta.

* Son aguas blandas o de dureza media las aguas de los Sistemas 64, 65, 66, 67 y 68 que, por las concentraciones de sus componentes mayoritarios, forman el grupo de mejor calidad en toda la cuenca, presentando mineralización ligera y, sólo ocasionalmente, mineralización notable.

Dentro de este grupo el anión más difundido es el bicarbonato, que está presente en concentraciones variables entre 110 y 490 mg/l.

Las concentraciones de sulfatos pueden llegar a 1.700 mg/l en el acuífero miocénico (próximo a materiales triásicos) del Sistema 64, aunque pueden descender por debajo de 10 mg/l como las aguas del Sistema 67. Los cloruros, en cambio, no suelen sobrepasar 20 mg/l.

Los nitratos no suelen ser muy abundantes e, incluso, pueden llegar prácticamente a faltar, como en el Sistema 65; siempre se mantienen bastante por debajo del límite de potabilidad, salvo en las terrazas del río Ebro, en el Sistema 64, donde alcanzan valores de hasta 117 mg/l. Los nitritos son escasísimos y no suelen superar los límites autorizados para consumo humano.

El sodio rara vez supera 10 mg/l, mientras que el potasio no llega a 5 mg/l.

El calcio es el catión más representativo; llega a tener concentraciones máximas de 148 mg/l y mínimas de 10 mg/l, situándose los valores más frecuentes en torno a los 60 mg/l. El magnesio aparece con concentraciones medias próximas a 15 mg/l.

Las aguas de este grupo pertenecen a la facies bicarbonatada cálcica, menos frecuentemente a la bicarbonatada cálcico-magnésica y, en ocasiones, a la sulfatada cálcica. Se trata de aguas de muy buena calidad, en general, útiles para cualquier aplicación; casi todas son aguas potables; sólo presentan algunos problemas las del Sistema 64 por un contenido excesivo de nitratos, en relación con la R.T.S.

* El otro grupo, al que pertenecen el resto de los sistemas, está caracterizado por una más alta mineralización, que suele ser de notable a fuerte. La conductividad llega a alcanzar 15.500 microsiemens/cm en el Sistema 62.

Los sulfatos son muy variables en concentración y pueden alcanzar valores muy altos (hasta 3.500 mg/l en el Sistema 62), aunque lo normal es que no superen 1.000 mg/l. Los cloruros se sitúan generalmente en valores comprendidos entre 30 y 50 mg/l; la concentración máxima llega a 4.000 mg/l en el Sistema 62.

Los nitratos suelen estar presentes con concentraciones muy altas superando fácilmente los límites tolerables. Acusan una tendencia a aumentar en estos últimos años. Los nitritos también tienen concentraciones superiores a las establecidas y llegan a 3 mg/l en el Sistema 57.

El calcio está presente con valores variables, pero frecuentemente se sitúa entre 80 y 150 mg/l. El magnesio oscila normalmente entre 30 y 40 mg/l. El potasio se encuentra con valores bastante estables, oscilando entre valores medios de 2 a 7 mg/l. El sodio varía mucho, llegando a concentraciones muy elevadas en los Sistemas 60 y 62 pero sólo puntualmente. Comúnmente oscila entre 30 y 7 mg/l.

La mayor mineralización de las aguas de este grupo se traduce en una disminución notable de su calidad en relación con las del grupo anterior, llegando a ser objetables para diferentes usos.

El exceso de nitratos, nitritos, sulfatos (sobre todo en el Sistema 62), calcio y residuo seco, son los factores principales de la impotabilidad que se produce entre el 20 y el 30% de las aguas de este grupo.

Las facies predominantes son la bicarbonatada cálcica o cálcico magnésica, menos frecuentemente la bicarbonatada magnésica, sulfatada cálcica y cálcico-magnésica y, ocasionalmente, la clorudada cálcica (en el Sistema 62).

Desde el punto de vista de la aplicación en agricultura, las aguas pertenecen a las clases C_3S_1 , C_3S_2 ; menos frecuentemente a la C_2S_1 ; en el Sistema 62 abundan las aguas del tipo C_4S_3 .

9.3. CONTAMINACION

El grado de vulnerabilidad de los sistemas frente a la contaminación es alto en general y deriva de dos hechos fundamentales: notable fisuración o karstificación en los acuíferos calcáreos y proximidad del nivel freático a la superficie del terreno en los acuíferos detríticos; ambas circunstancias se traducen en una escasa posibilidad de degradación de las eventuales contaminaciones.

Entre los focos de contaminación detectados en la cuenca han de destacarse los materiales yesíferos triásicos y terciarios que producen una contaminación natural de las aguas subterráneas reflejada en aumentos de conductividad, dureza, sulfatos, calcio, etc. Directa o indirectamente este foco de contaminación afecta a los Sistemas 57, 58, 59, 60 y 62.

Dentro de los focos de contaminación de origen antrópico cabe destacar las actividades agrícolas por cuanto son consideradas como la causa principal del elevado valor de fondo de nitratos y nitritos y de las intensas contaminaciones puntuales por compuestos nitrogenados; las causas últimas han de buscarse fundamentalmente en la aplicación incorrecta de fertilizantes, y en la reutilización de los excedentes de regadío.

El vertido de residuos urbanos, muy frecuentemente realizado sin las debidas medidas de seguridad, constituye un foco notable de contaminación, a menudo de gran intensidad como en el S.A. nº 62, asiento de una población numerosa y muy vulnerable por sus características hidrogeológicas.

Otro de los focos de contaminación está constituido por los vertidos industriales que en ocasiones (p.e. alcoholeras de la zona de Cariñena) llegan a contaminar toda la comarca colindante (S.A. 58).

Señalemos finalmente la presencia de procesos de intrusión marina, patente en el S.A nº 60 (Delta del Ebro), consecuencia de bombeos excesivos y ubicación inadecuada de captaciones.

Existen sin embargo, sistemas donde puede decirse que no existen focos notables de contaminación; se trata de comarcas donde, por la topografía y clima hostil, la agricultura y la ganadería están poco desarrolladas, la población es muy escasa y la industria inexistente. Estos Sistemas (66, 67 y 68) situados al Norte de la cuenca del Ebro y en la cabecera de este río (S.A. 64) destacan por la muy buena calidad de sus aguas.

9.4. RECOMENDACIONES

Las situaciones de contaminación ya detectadas han puesto de manifiesto la utilidad de la red

**CARACTERISTICAS Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS
DE LOS SISTEMAS ACUIFEROS**

CUENCA DEL EBRO

SISTEMA ACUIFERO	SUPERFICIE (km ²)	PROVINCIAS	TIPO DE ACUIFE. (*)	RECURSOS (hm ³ /año)	EXPLOTACION (hm ³ /año)			FACIES DOMINANTES DEL AGUA	CALIDAD SEGUN LOS USOS					FOCOS Y TIPOS DE CONTAMINACION	Nº PUNTOS CON ANALISIS	Nº ANALISIS	
					INDUST.	URBAN.	REGAD.		AGRIC.	URBANO (**)							OTROS
										T.S.O.(mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	SO ₄ ⁼ (mg/l)	NO ₂ ⁻ (mg/l)				
57 Mesozoico de Monrel Gallocanta	6.530	Teruel Guadalajara Zaragoza Soria	C	455	2	2	37	Bicarbonatada cálcica y magnésica. Sulfatada cálcica	C ₂ S ₁ C ₃ S ₁ C ₄ S ₁	250 400 2.100	20 50 500	100 200 300	0 32 120	NO ₂ ⁻ frecuentes	Agrícola e industrial Intrusión marina (yesos)	114	505
58 Mesozoico Ibérico de la Depresión del Ebro	12.350	Zaragoza Teruel Soria Castellón	C	300	1,3	10,5	33,6	Bicarbonatada cálcica, sulfatada cálcica	C ₂ S ₁ C ₃ S ₁	200 500 2.213	0 55 333	4 178 1.372	0 36 332	NO ₂ ⁻ frecuentes	Agrícola urbana industrial (alcoholeras) Intrusión salina (evaporitas)	78	260
59 Mesozoico de los Puertos de Beceite	4.500	Teruel Tarragona Castellón	C	250	1,5	5	9	Bicarbonatada cálcica y/o cálcico mangésica	C ₂ S ₁	200 400 740	7 30 73	20 70 420	0 20 94	NO ₂ ⁻ frecuentes	Agrícola urbana Intrusión salina	9	24
60 Curso Bajo y Delta del Ebro	-	Tarragona	D	10 (250 externos)	6	8	17	Sulfatada cálcica, clorurada sódica	C ₂ S ₁	307 1.540 5.580	14 442 2.658	57 453 1.278	0 31 117	SO ₄ ⁼ Cl ⁻	Agrícola y urbana Intrusión salina Intrusión marina	28	28
62 Aluvial del Ebro y sus afluentes	1.670	Burgos Rioja Navarra Huesca Lérida Zaragoza	D	660	72	-	-	Sulfatada cálcica y/o cálcica magnésica	C ₄ S ₃ C ₅ S ₂	277 2.410 10290	14 320 4.000	100 735 3.500	0 50 142	NO ₂ ⁻ frecuente SO ₄ , Cl ⁻ frecuente	Agrícola urbana Intrusión salina	112	458
63 Sierras de la Demanda y Cameros	1.660	Burgos Logroño	C	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
64 Cretácico de la Lora y del Sinclinal Villarcayo	5.481	Santander Burgos Alava	C D	326	3,6	12	8,4	Bicarbonatada cálcica; sulfatada cálcica	-	-	20	40 1.700	0 117	NO ₂ ⁻ escaso	Agrícola y urbana	Sin red de calidad	-
65 Paleoceno del Condado de Treviño y Mesozoico de la Sierra Cantabria	2.000	Alava Navarra Guipúzcoa Burgos	C	277	1,5	3,5	93	Bicarbonatada cálcica; sulfatada cálcica	-	-	20	40	0	-	Sin focos aparentes	Sin red de calidad	-

(*) C = ACUIFERO CARBONATADO.

D = ACUIFERO DETRITICO.

(**) SE INDICAN LOS VALORES MINIMO, MEDIO Y MAXIMO.

**CARACTERISTICAS Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS
DE LOS SISTEMAS ACUIFEROS**

CUENCA DEL EBRO

SISTEMA ACUIFERO	SUPERFICIE (km ²)	PROVINCIAS	TIPO DE ACUIFE. (*)	RECURSOS (hm ³ /año)	EXPLOTACION (hm ³ /año)			FACIES DOMINANTES DEL AGU..	CALIDAD SEGUN LOS USOS					FOCOS Y TIPOS DE CONTAMINACION	Nº PUNTOS CON ANALISIS	Nº ANALISIS	
					INDUST.	URBAN.	REGAD.		AGRIC.	URBANO (**)							
										T.S.D.(mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	NO ₃ (mg/l)				OTROS
66 Paleoceno de la Sierra de Urbasa	420	Alava Navarra	C	250	-	16	-	Bicarbonatada cálcica. Bicarbonatada clorurada sódico-cálcico-magnésica	-	-	-	-	-	-	Sin focos aparentes	Sin red de calidad	
67 Sinclinal de Jaca	6.000	Huesca Zaragoza Navarra	C	667	4	3,6	0,3	Bicarbonatada cálcica y/o cálcico-magnésica	C2S1	127 240 370	7 8 14	1 34 108	0 5 36	NO ₂ ⁻ escasos	Sin focos aparentes	7	7
68 Sinclinal de Tremp	5.000	Huesca Lérida	C	527	-	-	-	Bicarbonatada cálcico magnésica	-	-	-	-	-	NO ₂ ⁻ escaso	Sin focos aparentes	Sin red de calidad	

(*) C = ACUIFERO CARBONATADO.

D = ACUIFERO DETRITICO.

(**) SE INDICAN LOS VALORES MINIMO, MEDIO Y MAXIMO.

de vigilancia de la calidad existente en la cuenca; no obstante en los Sistemas 63, 64, 65 y 68 esta red no existe. Es por ello que esta red debe extenderse a dichos sistemas. Igualmente se considera necesario el incremento de puntos de muestreo en todas aquellas zonas que previsiblemente puedan verse afectadas en mayor grado por situaciones de contaminación.

Es de la máxima importancia el establecimiento de un control estricto de los vertidos tanto urbanos como industriales, exigiendo el tratamiento previo de las aguas residuales y la correcta ubicación de los vertederos de residuos sólidos en el primer caso y consiguiendo la extinción de las prácticas de vertido directo sin tratamiento a pozos y fosas en el caso de los vertidos industriales. Especial vigilancia debe ejercerse en lo tocante a los vertidos de las industrias alcoholeras y vitivinícolas (S.A. nº 58).

Por lo que se refiere a las prácticas agrícolas es aconsejable la utilización racional de abonos nitrogenados y plaguicidas, en particular en el S.A. nº 62, así como el control de las aguas de retorno de riegos; un mejor aprovechamiento de estos productos a través de unas técnicas adecuadas de riego redundaría en una menor incidencia de los mismos sobre la calidad del agua subterránea.

Deben controlarse las extracciones producidas en el Sistema 60 para impedir el progreso de la intrusión marina. Es importante la realización de estudios hidrogeológicos mediante los cuales pueda establecerse el grado de explotación óptimo.

Por último, deben adoptarse medidas precautorias para que no se creen más focos contaminantes incontrolados y, mediante una vigilancia eficaz, apoyada por las normas legales oportunas, el impacto de los focos existentes vaya disminuyendo.