

MAPA GEOLÓGICO NACIONAL

ESCALA 1:50.000

Nº 383 - ZARAGOZA

HIDROGEOLOGÍA

I N D I C E

Págs.

1.- MEMORIA A PUBLICAR. RESUMEN	1
1.1.- CLIMATOLOGÍA	2
1.2.- HIDROLOGÍA SUPERFICIAL	2
1.3.- CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS	5
1.4.- OTROS POSIBLES ACUÍFEROS	8
2.- ANTECEDENTES	10
3.- CLIMATOLOGÍA	13
3.1.- ANÁLISIS PLUVIOMÉTRICO	14
3.2.- ANÁLISIS TÉRMICO	16
3.3.- EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL	16
3.4.- ZONIFICACIÓN CLIMÁTICA	16
4.- HIDROLOGÍA SUPERFICIAL	17
4.1.- CARACTERÍSTICAS DE LAS CUENCAS	18
4.2.- RED FORONÓMICA	18
4.3.- RED DE CONTROL HIDROMÉTRICO. RÉGIMEN DE CAUDALES	19
4.4.- CAUDALES MÁXIMOS	20
4.5.- REGULACIÓN DE CAUDALES. INFRAESTRUCTURA ..	21
4.6.- CALIDAD QUÍMICA DE LAS AGUAS SUPERFICIALES	23
4.7.- ZONAS HÚMEDAS	24
4.8.- RIESGOS HIDROLÓGICOS	24
5.- HIDROGEOLOGÍA	26
5.1.- CARACTERÍSTICAS GENERALES	27
5.2.- TERRAZA ALUVIAL DEL EBRO	27

	<u>Págs.</u>
5.2.1.- Características Geológicas e <u>Hidro</u> geológicas	27
5.2.2.- Definición de acuíferos	29
5.2.3.- Parámetros hidrogeológicos	29
5.2.4.- Inventario de puntos de agua	31
5.2.5.- Usos del agua	31
5.3.- OTROS MATERIALES DE INTERÉS HIDROGEOLÓGICO	31
5.3.1.- Características Geológicas e <u>Hidro</u> geológicas	31
5.4.- CALIDAD QUÍMICA DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS	32
ANEXO I - RESUMEN DE DATOS DE INVENTARIO	34

1.- MEMORIA A PUBLICAR. RESUMEN

1.1.- CLIMATOLOGÍA

La zona encuadrada dentro de los límites de la Hoja topográfica nº 383, Zaragoza, pertenece, desde el punto de vista climatológico, a la denominada Depresión Central, que representa el 80% del total de la Cuenca del Ebro. En esta zona el clima es de tipo continental o subdesértico tropical y se caracteriza por la escasez de precipitaciones, con largas sequías estivales y temperaturas extremas.

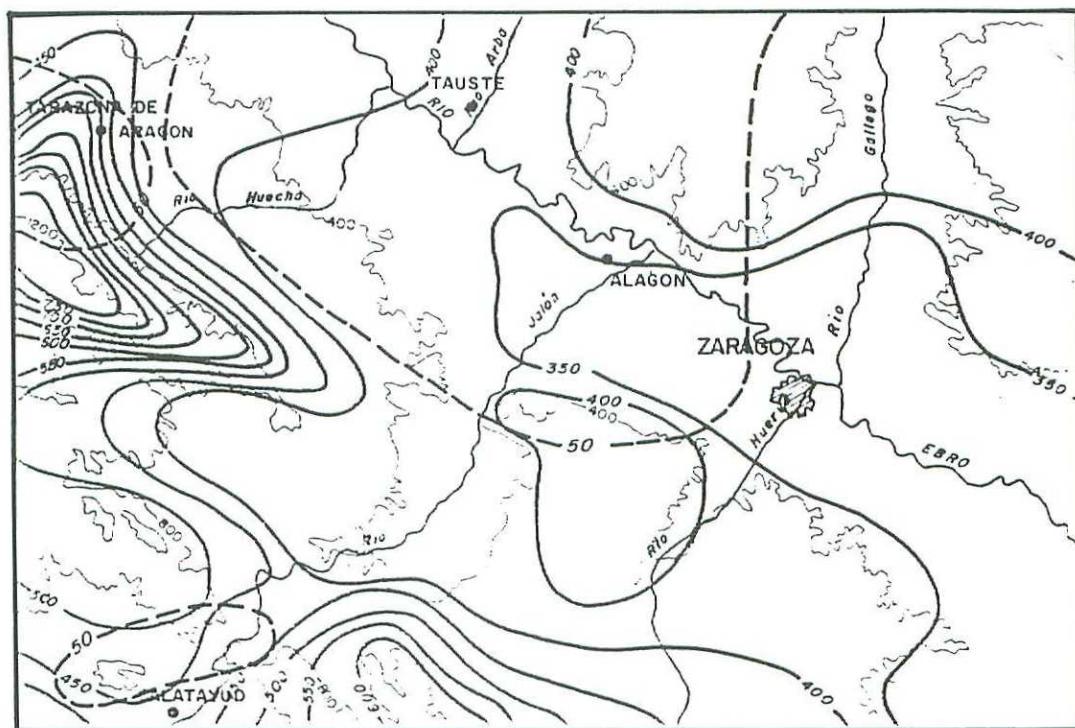
Las precipitaciones medias anuales en la Hoja oscilan entre 300 y 400 mm y las temperaturas medias entre 14 y 16°C.

La evapotranspiración potencial varía entre 750 y 850 mm y la evapotranspiración real entre 350 y 400 mm.

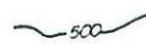
1.2.- HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

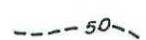
La hoja de Zaragoza, está atravesada por el río Ebro en su borde nororiental y discurre en dirección noroeste-sureste, sobre terrenos poco consolidados del Terciario continental. En la mitad oriental, se localiza el río Huerva, afluente del río Ebro por su margen derecha, produciéndose su confluencia en la ciudad de Zaragoza, que se sitúa en el borde noreste de la Hoja.

ISOYETAS MEDIAS ANUALES Y LLUVIA UTIL



ESCALA 1:800.000

 500 Isoyetas (mm/año)

 50 Lluvia útil (mm/año)

El régimen del río Ebro en esta zona, se caracteriza por el predominio de aguas altas de noviembre a mayo y pronunciados estiajes en los meses de julio y agosto.

Sobre el río Huerva, situada en la hoja contigua inferior, se localiza la presa de Las Torcas, única obra que regula este afluente del río Ebro representado en la presente hoja, con una capacidad de embalse de 7 Hm^3 y una aportación media de 32 $Hm^3/año$, medidos en la estación de aforos del M.O.P.T. nº 124 situada en la misma presa.

El río Ebro está controlado por la estación nº 11, situada en Zaragoza y localizada en el borde nororiental de la hoja, con una aportación media de 7.842 $Hm^3/año$.

La principal obra hidráulica de conducción de aguas es el Canal Imperial de Aragón, que tiene su origen en el azud de Pignatelli, de donde deriva 40,9 m^3/s , con una longitud total de 98 km. Asimismo, existen gran cantidad de acequias que abastecen los regadíos y algunos núcleos de población.

El Índice de Calidad General (I.C.G.) adoptado por la Comisaría Central de Aguas, clasifica la calidad de un agua por medio de un índice adimensional que oscila de 0 a 100 (péssima y óptima calidad).

Las muestras tomadas en la estación nº 105 en el río Huerva en Mezalocha (en la hoja contigua inferior), dan los siguientes valores:

. Índice de Calidad General (I.C.G.)	79,82
. Sólidos en Suspensión (S.S.)	33,08 mg/l
. Demanda Biológica de Oxígeno (DBO ₅) ...	2,48 mg/l

Las muestras correspondientes al río Ebro en Zaragoza, en la estación nº 11, arrojan los siguientes valores medios:

. Indice de Calidad General (I.C.G.)	66,32
. Sólidos en Suspensión (S.S.)	54,05 mg/l
. Demanda Biológica de Oxígeno (DBO ₅) ...	4,93 mg/l

1.3.- CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

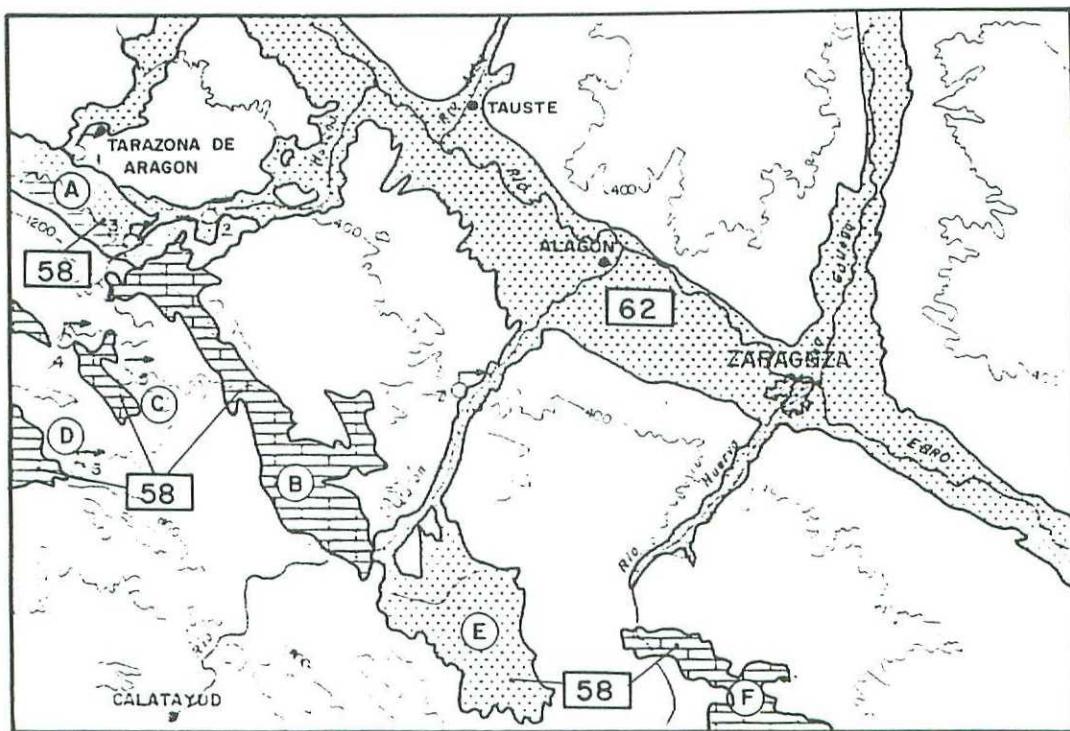
El único acuífero importante existente en la hoja de Zaragoza es el denominado por el Instituto Tecnológico Geominero de España (ITGE) "Acuífero nº 62 Aluvial del Ebro". Este acuífero pertenece al curso medio del río Ebro, lo conforman varios niveles de terrazas, la explotación principal se realiza en la terraza actual o llanura de inundación y en la primera y segunda terraza. En la litología de la formación se distinguen dos tramos, uno inferior de gravas rodadas y bastante sueltas y otro superior formado por limos y arcillas con arenas que componen la base de la tierra vegetal cultivable. El substrato impermeable o muro del acuífero lo constituyen las facies evaporíticas del Mioceno.

La potencia de los terrenos acuíferos oscila entre 10 y 30 metros, con un espesor saturado medio de 10 a 20 metros.

La anchura media del acuífero está comprendida entre 8 y 10 km.

Durante el desarrollo de los distintos estudios hidrogeológicos llevados a cabo por el Instituto Tecnológico Geominero de España, se realizaron una serie de bombeos de ensayo en sondeos mecánicos en el sector Cabañas-Figueruelas, en los que se obtuvieron caudales del orden de los 30 a 50 l/s con descensos de nivel comprendidos entre 0,65 a 2,96 metros.

ESQUEMA HIDROGEOLOGICO REGIONAL (PIAS 1982)



ESCALA 1:800.000

SISTEMA 58

SUBSISTEMA QUEILES-JALON

Somontano del Moncayo (A)



Acuíferos carbonatados

Anticinal Ricla-Tabuenca (B)



Acuíferos detriticos

Sinclinal de Calcena (C)



Sinclinal de Ciria-Borobia (D)



Acuíferos mixtos

SUBSISTEMA JALON-AGUAS VIVAS

Cuaternario de Alfamén (E)



Manantiales con representación de hidrograma en hoja II

Calizas de Muel-Belchite (F)

SISTEMA 62

Aluvial del Ebro

Las transmisividades calculadas según distintos métodos (Jacob, Papadopoulos, Theis, etc.), muestran valores comprendidos entre $1.115 \text{ m}^2/\text{día}$ y $3.400 \text{ m}^2/\text{día}$.

Las características hidrogeológicas generales del acuífero del río Ebro en el tramo comprendido entre Cortes y Zaragoza, son las siguientes:

. Extensión	350 km^2
. Espesor saturado	10-20 m
. Volumen	2.800 Hm^3
. Porosidad	0,1
. Capacidad	280 Hm^3
. Transmisividad	$1.000-5.000 \text{ m}^2/\text{día}$

Corresponde a un acuífero monocapa de carácter libre. La recarga se realiza por medio de:

- . Infiltración debida a regadíos (retorno de las aguas de riego).
- . Infiltración directa del agua de lluvia.
- . Infiltración de los afluentes del Ebro en su toma de contacto con los materiales permeables de las terrazas.

El balance hídrico subterráneo para el conjunto del acuífero "Aluvial del Ebro" en el tramo comprendido entre Cortes y Zaragoza presenta una recarga de $14 \text{ Hm}^3/\text{año}$ debida a la precipitación caída sobre el acuífero, y de $140,4 \text{ Hm}^3/\text{año}$ de los retornos del agua de regadío. La infiltración producida por los afluentes del Ebro se puede considerar despreciable.

La descarga del acuífero se realiza a través de bombeos en pozos y sondeos (14,2 Hm³/año), manantiales de borde de terrazas (8 Hm³/año) y drenaje del río Ebro (132,2 Hm³/año).

Las curvas isopiezométricas muestran que el río Ebro drena al acuífero a lo largo de todo su curso comprendido dentro de la Hoja. La cota topográfica del nivel piezométrico medio es de 230 m.s.n.m. en el noroeste del acuífero y de 180 m.s.n.m. en la parte sureste del mismo, con una pendiente del 0,2 por ciento.

La calidad química de las aguas subterráneas es mediocre a mala, debido al carácter evaporítico del zócalo y límites impermeables del acuífero, lo que provoca la disolución de sulfatos y carbonatos, y da como resultado aguas con un alto grado de mineralización, cuya conductividad sobrepasa los 2.000 μ mhos/cm y la dureza los 65°F.

1.4.- OTROS POSIBLES ACUÍFEROS

Se pueden considerar acuíferos de media-baja permeabilidad los afloramientos de calizas terciarias que están representados ampliamente en la hoja, las terrazas altas y los glacis.

Las calizas terciarias componen un acuífero libre permeable por fisuración. La alimentación se realiza por infiltración directa del agua de lluvia, el drenaje se realiza por pequeños manantiales.

Las terrazas y glacis son acuíferos libres de permeabilidad intergranular constituidas por limos, arenas y gravas. Al igual que en las calizas terciarias la infiltración

se realiza directamente del agua de lluvia y el drenaje por pequeños manantiales.

Estos acuíferos de media-baja permeabilidad, no tienen capacidad suficiente para producir caudales importantes, pero la instalación de vertederos urbanos o industriales, puede causar la contaminación de sus aguas, ya que presentan una elevada vulnerabilidad a la contaminación.

2.- ANTECEDENTES

Para la elaboración de la memoria y plano hidrogeológico 1:50.000 de la hoja de Zaragoza, se ha recopilado y sintetizado la siguiente documentación básica:

- INFORMES DE CARÁCTER GENERAL

- . ITGE. "Plan nacional de investigación de aguas subterráneas. Investigación hidrogeológica de la Cuenca del Ebro. Informe técnico nº 6. Estudio hidrogeológico del Sistema Acuífero nº 62. Aluvial del Ebro y Afluentes", 1981. En este informe se estudian los acuíferos de la Cuenca del Ebro, recursos subterráneos, demandas, utilización del agua, etc.
- . ITGE. "Las aguas subterráneas en España. Estudio de Síntesis". 1989. Se representan a escala 1:1.000.000 todos los sistemas acuíferos existentes en España, con una descripción general de sus características.
- . ITGE. "Mapa Geológico de España, escala 1:200.000, Hoja 32, Zaragoza". 1985.
- . MOPT. "Plan Hidrológico del Ebro. Documentación básica". 1988. Síntesis sobre recursos hidráulicos totales, así como de las características climáticas, foronómicas, calidad, etc.

- . ITGE. "Mapa Geológico de España, escala 1:50.000, Hoja 383, Zaragoza". 1992. Sin editar.
- . MAPA. "Mapa de Cultivos y Aprovechamientos, hoja nº 383, Zaragoza. Escala 1:50.000". 1987.

- BANCO DE DATOS DEL ITGE

El ITGE dispone de un banco de datos en el que figuran el inventario de puntos de agua, redes de control piezométrico y de calidad con los datos existentes, mediante el cual se puede disponer de un mejor control y conocimiento de los acuíferos.

En el Anexo adjunto, se presentan los cuadros resumen de los datos de inventario existentes en la Hoja.

3.- CLIMATOLOGÍA

3.1.- ANÁLISIS PLUVIOMÉTRICO

En la hoja de Zaragoza se localizan cinco estaciones climatológicas dependientes del Instituto Nacional de Meteorología (I.N.M.). De estas estaciones, dos son completas, una termopluviométrica y dos pluviométricas, y son las siguientes:

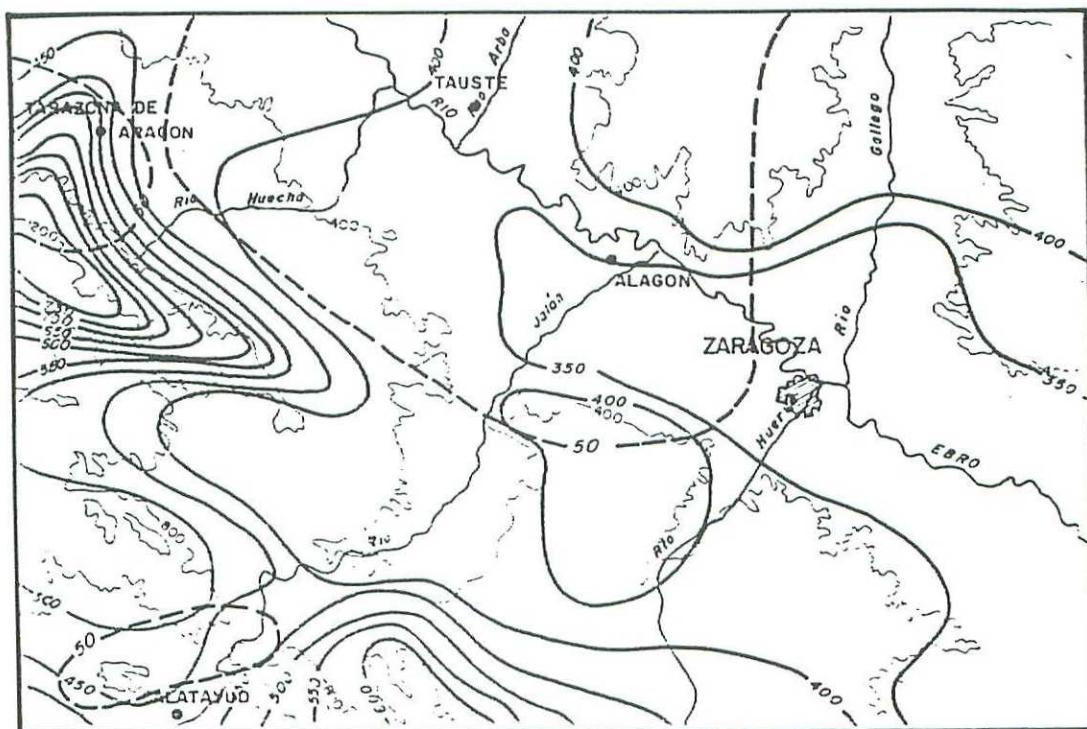
<u>Código</u>	<u>Denominación</u>	<u>Tipo</u>
432 i	La Muela	P
434	Zaragoza-Aeropuerto	C
443 c	Cadrete	P
443 e	Zaragoza-Observatorio	C
443 i	Zaragoza-Tiro Nacional	TP

P: Pluviométrica
TP: Termopluviométrica
C: Completa

De todas estas estaciones, únicamente las 434 y 443 e, se han utilizado para el trazado de isoyetas e isotermas del Plan Hidrológico de la Cuenca del Ebro.

Dentro de la Depresión Central de la Cuenca del Ebro, en la cual se sitúa la hoja, se presentan las precipitaciones más bajas de toda la cuenca, siendo la pluviometría media para el período de 44 años considerado en los cálculos (1940-

ISOYETAS MEDIAS ANUALES Y LLUVIA UTIL



ESCALA 1:800.000

 500 Isoyetas (mm/año)

 50 Lluvia útil (mm/año)

41/1984-85), inferior a los 400 mm/año. En los años más secos no alcanzan los 300 mm/año.

La precipitación máxima en 24 horas está comprendida entre 50 y 100 mm.

3.2.- ANÁLISIS TÉRMICO

La Hoja se sitúa en la Depresión Central de la cuenca del Ebro, donde se concentra un núcleo central de calor, con temperatura media anual de 14-16°C. Los contrastes térmicos son muy acusados a lo largo del año, con diferencias máximas de hasta 20°C entre los meses más cálidos y fríos.

Estos datos se han extraído del Plan Hidrológico de la Cuenca del Ebro, donde se han considerado las estaciones de Zaragoza (Aeropuerto y Observatorio), durante el período 1940-41/1984-85.

3.3.- EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL

En función de los datos extraídos del Plan Hidrológico de la Cuenca del Ebro, la hoja de Zaragoza se encuadra en un área en la que la E.T.P. oscila entre 750 y 850 mm/año.

3.4.- ZONIFICACIÓN CLIMÁTICA

En función de la clasificación en regiones climáticas, elaborada en el Plan Hidrológico de la Cuenca del Ebro, empleando la clasificación de Papadakis, la hoja se localiza en la zona de clima mediterráneo continental, que es el predominante en la Cuenca del Ebro, que se extiende a lo largo y ancho del valle.

4.- HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

4.1.- CARACTERÍSTICAS DE LAS CUENCAS

La Hoja de Zaragoza abarca parcialmente cinco subcuencas hidrológicas superficiales, cuyas características se describen a continuación:

Subcuenca	Superficie Total (km ²)
Río Ebro entre río Jalón y río Huerva .	457,8
Río Huerva	1.020,4
Río Ebro entre río Huerva y río Gállego	4,1
Río Jalón entre río Grío y río Ebro ...	1.240,0
Río Ebro entre río Gállego y río Ginel	591,2

4.2.- RED FORONÓMICA

En la Hoja, únicamente se localiza la estación de aforos nº 11 sobre el río Ebro en Zaragoza y aguas arriba del río Huerva, en la hoja inferior, se sitúa la estación nº 105 sobre el río Huerva en Mezalocha. Las principales características de estas estaciones son las siguientes:

Estación	Coordenadas Geográficas	Cota (m.s.n.m.)	Superficie de Cuenc Controlada (km ²)
	Longitud	Latitud	
Ebro en Zaragoza (11)	2°48'20"E	41°39'30"N	189
Huerva en Mezalocha(105)	2°36'40"E	41°25'30"N	450

4.3.- RED DE CONTROL HIDROMÉTRICO. RÉGIMEN DE CAUDALES

El régimen de caudales y aportaciones del río Ebro en Zaragoza, medidos en la estación de aforos nº 11, se resumen a continuación.

Características Generales

- Período de medidas: 25 años (1943-44/1968-69)
- Precipitación del período considerado: 24.796 Hm³ (613 mm)
- Aportación del período considerado: 7.560 Hm³ (187 mm)
- Coeficiente de escorrentía: 0,30
- Déficit de escorrentía: 426 mm

Caudales y aportaciones medias mensuales en m³/seg.

	<u>Caudales</u>	<u>Aportaciones</u>
Octubre	117	313
Noviembre	240	622
Diciembre	407	1.090
Enero	423	1.133
Febrero	440	1.064
Marzo	437	1.170
Abril	339	879
Mayo	249	667
Junio	151	391
Julio	57	153
Agosto	31	83
Septiembre	49	127

Para la estación de aforos nº 105 del río Huerva en Mezalocha, los principales datos son los siguientes:

Características Generales

- Período de medidas: 25 años (1943-44/1968-69)
- Precipitación del período considerado: 275 Hm³ (444 mm)
- Aportación del período considerado: 29 Hm³ (47 mm)
- Coeficiente de escorrentía: 0,11
- Déficit de escorrentía: 426 mm

Caudales y aportaciones medias mensuales en m³/seg.

	<u>Caudales</u>	<u>Aportaciones</u>
Octubre	0,35	0,94
Noviembre	0,49	1,27
Diciembre	0,95	2,54
Enero	1,29	3,45
Febrero	1,25	3,02
Marzo	1,38	3,70
Abril	1,27	3,29
Mayo	1,29	3,45
Junio	1,04	2,70
Julio	0,78	2,09
Agosto	0,65	1,74
Septiembre	0,40	1,04

4.4.- CAUDALES MÁXIMOS

Los caudales máximos mensuales instantáneos en las estaciones nº 11, Ebro en Zaragoza, y nº 105, Huerva en Mezalocha, para los períodos considerados, son los siguientes:

Mes	Caudal máximo instantáneo (m ³ /seg)		Año	
	Est. nº 11	Est. nº 105	Est. nº 11	Est. nº 105
Octubre	3.000	7,2	1937	1965
Noviembre	3.154	11,8	1966	1959
Diciembre	3.600	17,7	1930	1959
Enero	4.130	19,9	1961	1970
Febrero	3.260	34,0	1952	1947
Marzo	3.500	15,5	1930	1969
Abril	1.975	42,2	1952	1969
Mayo	2.744	27,7	1956	1956
Junio	1.229	35,2	1957	1969
Julio	1.983	4,3	1923	1957
Agosto	490	2,9	1963	1968
Septiembre	730	11,7	1940	1964

Estación nº 11.- Período: 1913-14/1969-70

Estación nº 105.- Período: 1946-47/1969-70

4.5.- REGULACIÓN DE CAUDALES. INFRAESTRUCTURA

El principal río que se localiza en la hoja de Zaragoza es el Ebro, situándose en el borde nororiental, así como su afluente por la margen derecha, el Huerva, que discurre en dirección suroeste-noreste, y se une al Ebro en la propia ciudad de Zaragoza. El caudal del Ebro, aguas arriba de la hoja, está regulado por los embalses siguientes:

Nº	Río	Lugar	Capacidad Total (Hm ³)	Capacidad Util (Hm ³)
1	Ebro	Reinosa	540	540
9	Najerilla	Mansilla	67	50
11	Albercos	González Lacasa	32	32
12	Piedra	La Tranquera	78	78
27	Zadorra	Ullivarri	147	139
28	Santa Engracia	Urrunaga	71	69
29	Aragón	Yesa	470	470
30	Salado	Ayoz	85	84
31	Iratí	Irabia	13	13

todos ellos situados fuera de las zona.

La obra civil de más entidad es el Canal Imperial de Aragón, cuyos documentos de propósito de construcción aparecen ya en el año 1339.

Comenzaron las obras de construcción en Fontellas en el año 1510 (Avequia Imperial del Ebro), tras numerosas modificaciones, actualmente el canal discurre desde dicha localidad hasta El Burgo de Ebro, con una longitud aproximada de 100 km. Aparte del riego de las tierras que forman la vega del Ebro, abastece a Zaragoza y otras poblaciones.

La evolución de la superficie regada ha sido la siguiente:

Año 1540	4.284 ha
Año 1745	4.665 ha
Año 1788	2.602 ha
Año 1821	9.996 ha
Año 1837	10.188 ha
Año 1850	11.177 ha

Año 1932	25.518 ha
Año 1951	25.613 ha
Año 1958	28.000 ha

En la actualidad existen estudios para aumentar la zona regable a 43.900 ha aproximadamente.

4.6.- CALIDAD QUÍMICA DE LAS AGUAS SUPERFICIALES

La calidad química del agua es función de los factores naturales que influyen sobre ella (terrenos por los que discurre, origen profundo de los materiales, morfología del terreno, etc.), y de las actividades humanas desarrolladas en su entorno.

Para el estudio de la calidad química del agua superficial, el Ministerio de Obras Públicas y Transportes ha establecido una Red Oficial de Control y Calidad (Red COCA).

La Comisaría Central de Aguas, con el fin de sintetizar al máximo los, por lo general, abundantes datos de análisis químicos, ha establecido el Índice de Calidad General (I.C.G.), calculado en función de los valores obtenidos en los análisis de agua, de los que se toman 23 parámetros, 9 básicos y 14 complementarios. El valor del I.C.G. oscila entre 0 y 100, lo que equivale a una pésima u óptima calidad.

Dentro de los límites del estudio, existe la estación de control nº 11 sobre el río Ebro en Zaragoza. Muy cercana al límite sur, sobre el río Huerva en Mezalocha, está situada la estación nº 105. En el cuadro adjunto se describen los valores de Índice de Calidad General (I.C.G.), Sólidos Disueltos (S.S.) y Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅).

VALORES MEDIOS DE LOS PARÁMETROS BÁSICOS OBTENIDOS
EN LA RED DE CONTROL (PERÍODO 1980-1985)

Nº Estación	Río	Lugar	Parámetros Básicos		
			I.C.G.	S.S. (mg/l)	DBO ₅ (mg/l)
011	Ebro	Zaragoza	66,32	54,05	4,93
105	Huerva	Mezalocha	79,82	33,08	2,48

4.7.- ZONAS HÚMEDAS

Según la definición de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, las zonas húmedas son "tierras inundadas o encharcadas, natural o artificialmente, de manera permanente o temporal, pudiendo ser el agua estancada o corriente, dulce, salobre o salada.

Entre las zonas húmedas es importante incluir los terrenos pantanosos, las marismas, las turberas, los estuarios, las bahías, los mares interiores, las albuferas, las charcas y los lagos, los ríos y los embalses. Cuando se trata de aguas marinas o costeras deben incluirse las que tengan una profundidad de hasta 15 metros".

Según esta definición, dentro de los límites de la hoja de Zaragoza no existen zonas húmedas.

4.8.- RIESGOS HIDROLÓGICOS

Las catástrofes hidrológicas se producen por las siguientes causas:

- Avenidas
- Temporales ciclónicos
- Obstrucciones en el cauce
- Efectos de presas y embalses
- Insuficiencia de drenaje

En base a estos criterios, dentro de la hoja existe una zona de riesgo máximo a lo largo de todo el cauce y vega del río Ebro. Desde el siglo IX existe información recogida respecto a inundaciones del río Ebro en la ciudad de Zaragoza, mereciendo destacarse las ocurridas en enero de 1871, marzo de 1930 y diciembre de 1960, en las que el río destrozó puentes, inundó barrios y produjo numerosos daños.

5.- HIDROGEOLOGÍA

5.1.- CARACTERÍSTICAS GENERALES

El principal trabajo hidrogeológico realizado en la cuenca del río Ebro es:

"Proyecto de Investigación Hidrogeológica de la Cuenca del Ebro. PIAS (Ebro). IGME, 1977-81"

Tomando como base este trabajo, se ha realizado la división en sistemas y subsistemas hidrogeológicos en dicha cuenca. La hoja de Zaragoza comprende parcialmente el subsistema acuífero nº 62.11 Terraza Aluvial del Ebro, pertenece al sistema nº 62 Terrazas Aluviales del Ebro y Afluentes.

5.2.- TERRAZA ALUVIAL DEL EBRO (SUBSISTEMA 62.11)

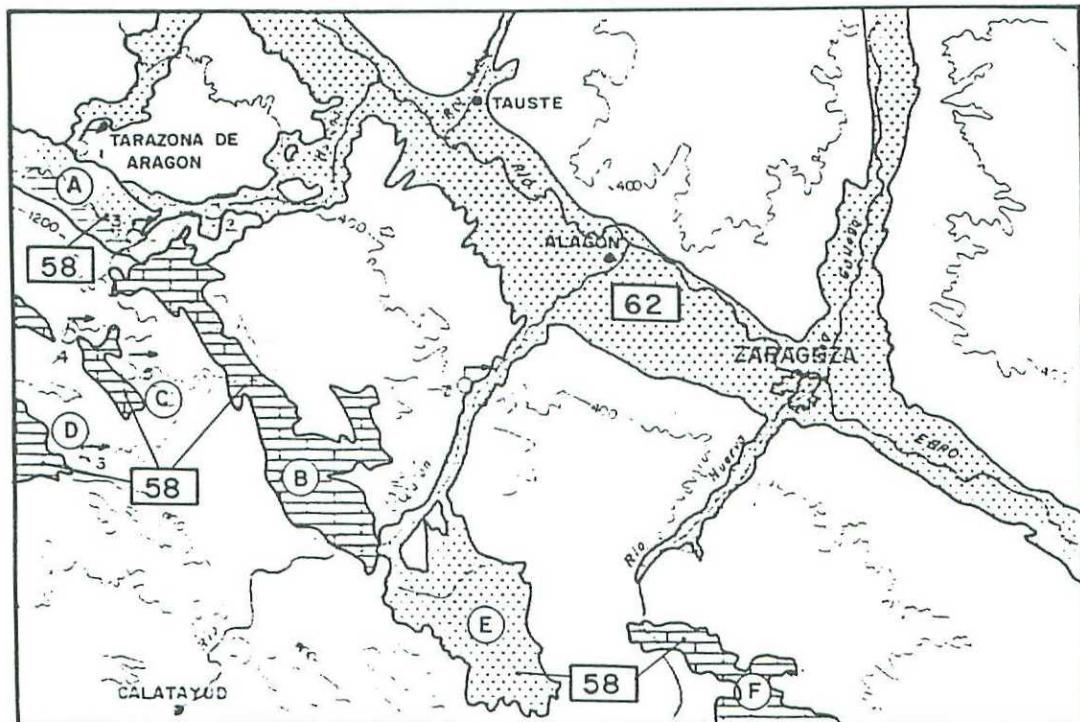
Dentro de la zona de estudio se encuentra representado el tramo de acuífero denominado Cortes-Zaragoza.

5.2.1.- Características Geológicas e Hidrogeológicas

En el acuífero se distinguen cuatro niveles de terrazas:

- terraza actual
- terraza inferior
- terraza media
- terraza superior

ESQUEMA HIDROGEOLOGICO REGIONAL (PIAS 1982)



ESCALA 1:800.000

SISTEMA 58

SUBSISTEMA QUEILES-JALON

- Somontano del Moncayo (A)
- Anticinal Ricla-Tabuenca (B)
- Sinclinal de Calcena (C)
- Sinclinal de Ciria-Borobia (D)



Acuíferos carbonatados



Acuíferos detriticos



Acuíferos mixtos

SUBSISTEMA JALON-AGUASVIVAS

- Cuaternario de Alfamén (E)
- Calizas de Muel-Belchite (F)



Manantiales con representación de hidrograma en hoja II

SISTEMA 62

- Aluvial del Ebro

Las terrazas actual, inferior y media, litológicamente son similares, estando constituidos por gravas heterométricas poco consolidadas y arenas. Sobre este nivel se encuentran depositados limos de aproximadamente medio metro de potencia, sobre los que se asienta la zona de cultivos.

La terraza superior la componen gravas, arenas, limos y arcillas que frecuentemente se encuentran cementadas.

El acuífero propiamente dicho está formado por las terrazas actual, inferior y media, las cuales tienen una potencia de 10-30 metros.

5.2.2.- Definición de acuíferos

La "Terraza Aluvial del Ebro" es el único acuífero del sistema hidrogeológico "Terrazas Aluviales del Ebro y Afluentes".

5.2.3.- Parámetros hidrogeológicos

La transmisividad general del acuífero calculada según los métodos de Jacob, Papadopoulos, Theis, etc., es de 1.115-3.400 m²/día, en el tramo Cortes-Zaragoza. Dicha transmisividad tiene una gama más amplia de valores, las características hidrogeológicas son las siguientes:

- . Transmisividad 1.000-5.000 m²/día
- . Extensión 350 km²
- . Espesor saturado 10-20 metros
- . Volumen 2.800 Hm³
- . Porosidad 0,1
- . Capacidad 280 Hm³

El acuífero es monocapa, libre, en el que la recarga se realiza por:

- Infiltración directa del agua de lluvia
- Infiltración debida a regadíos (retorno de las aguas de riego)
- Infiltración de los afluentes del Ebro en su toma de contacto con los materiales permeables de las terrazas

Las líneas isopiezométricas muestran que el río Ebro drena el acuífero en el curso comprendido dentro de la hoja, en el noroeste la cota del nivel piezométrico es de 230 m.s.n.m., en el sureste dicho nivel es de 130 m.s.n.m., cotas que producen una pendiente del 0,2%.

El balance hidráulico del tramo Cortes-Zaragoza se ha evaluado en:

Entradas:

• Recarga directa de la precipitación	14	Hm ³ /año
• Recarga retornos agua regadíos	140,4	Hm ³ /año
TOTAL	154,4	Hm ³ /año

Salidas:

• Bombeos en pozos y sondeos	14,2	Hm ³ /año
• Manantiales bordes de terrazas	8	Hm ³ /año
• Drenaje río Ebro	132,2	Hm ³ /año
TOTAL	154,4	Hm ³ /año

5.2.4.- Inventario de puntos de agua

El Instituto Tecnológico Geominero de España (ITGE) tiene incluídos en su base de datos un total de 142 puntos de agua pertenecientes a la hoja de Zaragoza, de los cuales 23 son pozos, 113 sondeos, 4 manantiales, 1 pozo con sondeo y 1 pozo con galería. El resumen de estos datos está sintetizado en el Anexo nº 1.

5.2.5.- Usos del agua

El agua empleada, tanto en regadíos como en abastecimientos urbanos e industriales, proviene principalmente del Canal Imperial de Aragón.

Las aguas subterráneas se utilizan en general para pequeños abastecimientos (granjas, casas de campo, etc.) y regadíos muy localizados de pequeñas huertas.

5.3.- OTROS MATERIALES DE INTERÉS HIDROGEOLÓGICO

Las calizas terciarias, las terrazas altas y los glacis, pueden constituir acuíferos locales de muy pequeña entidad.

5.3.1.- Características geológicas e hidrogeológicas

Las calizas terciarias constituyen un acuífero libre, permeable por fisuración, cuya alimentación se realiza por infiltración directa del agua de lluvia y el drenaje por pequeños manantiales.

Las terrazas y glacis conforman acuíferos libres permeables por porosidad intergranular que están constituidos

por limos, arenas y gravas. La infiltración se realiza directamente del agua de lluvia y el drenaje por pequeños manantiales.

Estos acuíferos poseen media-baja permeabilidad, su productividad es baja, no pudiéndose extraer de ellos caudales importantes. Debido a su carácter de acuíferos libres, son vulnerables a la contaminación por vertidos urbanos o industriales.

5.4.- CALIDAD QUÍMICA DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

El alto contenido en sulfatos, entre otros iones, hace que la calidad de base no sea la adecuada en algunas zonas. En otros, en cambio, se ha contrastado que la calidad natural es suficientemente aceptable.

La calidad natural de las aguas subterráneas es bastante deficiente. Así hay una amplia zona donde se sobrepasan los 1.500 $\mu\text{mhos}/\text{cm}$ de conductividad siendo el principal responsable de la salinidad el contenido en sulfatos por la circulación de las aguas por encima del zócalo yesífero. Las zonas de mala calidad natural coinciden con los mayores contenidos también en nitratos.

El efecto saludable del lavado producido por las altas dotaciones para riego se debe dejar sentir también en una dilución de los aportes contaminantes. Se ha comprobado que la calidad del agua después de la época de riegos, mejora ostensiblemente. La calidad mejora también en el sentido de las líneas de corriente.

La contaminación por focos industriales es prácticamente nula o todavía muy incipiente pese al descontrol con se

que efectúan los vertidos. La contaminación por vertidos urbanos no reviste caracteres preocupantes. La contaminación por fertilizantes es muy reducida.

A N E X O I

RESUMEN DE DATOS DE INVENTARIO

CUADRO RESUMEN DE INVENTARIO

NUMERO DE REGISTRO	NATURALEZA (1)	PROFOUNDIDAD DE LA OBRA	NIVEL PIEZOMETRICO M.S.M (Fecha)	CAUDAL (Fecha)	TRANSMISIVIDAD m ² /día	LITOLOGIA ACUIFERO (2)	ACUIFERO (3)	CONDUCTIVIDAD μmhos/cm	RESIDUO SECO gr/l	USOS DEL AGUA (4)	ORIGEN DOCUMENTACION	FECHA ORIGEN DE LOS DATOS GENERALES	OBSERVACIONES
271510001	M	-		13/11/79			58		8	ITGE	6/2/92		
271520001	S	136		13/11/79			58		0	ITGE	6/2/92		
271530001	S	22		1/78			62		1	ITGE	6/2/92		
271530002	S	36		1/78			62		1	ITGE	6/2/92		
271530003	S	30,50		1/78			62		1	ITGE	6/2/92		
271530004	S	33,00		1/78			62		1	ITGE	6/2/92		
271530005	S	35,00		1/78			62		1	ITGE	6/2/92		
271530006	S	38,30		1/78			62		1	ITGE	6/2/92		
271530007	S	34,00		1/78			62		1	ITGE	6/2/92		
271530008	S	34,00		1/78			62		1	ITGE	6/2/92		
271530009	S	35,00		1/78			62		1	ITGE	6/2/92		
271530010	S	37,00		1/78			62		1	ITGE	6/2/92		
271530011	S	35,00		1/78			62		1	ITGE	6/2/92		
271530012	S	35,00		1/78			62		1	ITGE	6/2/92		
271530013	S	35,00	15/2/85	1/10/75			62		1	ITGE	6/2/92		
271530014	S	35		1/78			62		A	ITGE	6/2/92		
271530015	S	30,20	15/2/85	1/78			62		A	ITGE	6/2/92		
271530016	S	30					62		O	ITGE	6/2/92		
271530017	S	35		1/78			62		A	ITGE	6/2/92		
271530018	S	38		1/78			62		A	ITGE	6/2/92		
271530019	S	29		1/78			62		A	ITGE	6/2/92		
271530020	P	25		1/78			62		A	ITGE	6/2/92		
271530021	P	25		1/78			62		R	ITGE	6/2/92		
271530022	P	21		1/78			62		A	ITGE	6/2/92		
271530023	P	25		1/78			62		A	ITGE	6/2/92		

(1) M = Manantial

P = Pozo

S = Sondeo

G = Galeria

(2) Are = Arenas

Gr = Gravas

Cg = Conglomerados

Ca = Calizos

Do = Dolomias

Y = Yesos

Ar = Arcillas

Li = Limos

(3) N° del PIAS

(4) A = Abastecimiento
R = Regadio
I = Industrial
G = Ganaderia ,

C = Desconocido

O = No se usa

CUADRO RESUMEN DE INVENTARIO

NUMERO DE REGISTRO	NATURALEZA (1)	PROFOUNDIDAD DE LA OBRA	NIVEL PIEZOMETRICO M.S.M (Fecha)	CAUDAL (Fecha)	TRANSMISIVIDAD m ² /dia	LITOLOGIA ACUIFERO (2)	ACUIFERO (3)	CONDUCTIVIDAD μmhos/cm	RESIDUO SECO gr/l	USOS DEL AGUA (4)	ORIGEN DOCUMENTACION	FECHA ORIGEN DE LOS DATOS GENERALES	OBSERVACIONES
2715 30024	S	52		1/78			62		A	ITGE	6/2/92		
2715 30025	S	29		1/78			62		A	ITGE	6/2/92		
2715 30026	S	44		1/78			62		A	ITGE	6/2/92		
2715 30027	S	46		13/12/72			62		I	ITGE	6/2/92		
2715 30028	P-S			1/72			62		I	ITGE	6/2/92		
2715 30029	S	44	4/9/90	17/2/78			62		I	ITGE	6/2/92		
2715 30030	S	40					62		I	ITGE	6/2/92		
2715 30031	S	55		2/3/78			62		I	ITGE	6/2/92		
2715 30032	S	55		1/3/73			62		I	ITGE	6/2/92		
2715 30033	S	55		1/78			62		I	ITGE	6/2/92		
2715 30034	S	28					62		A	ITGE	6/2/92		
2715 30035	S	65					62		O	ITGE	6/2/92		
2715 30036	S	48		8/75			62		A	ITGE	6/2/92		
2715 30037	S	35	12/2/81	15/3/76			62		A	ITGE	6/2/92		
2715 30038	P	11,50		1/78			62		I	ITGE	6/2/92		
2715 30039	S	50		23/3/74			62		A	ITGE	6/2/92		
2715 30040	S	15		30/1/73			62		C	ITGE	6/2/92		
2715 30041	S	13,35		1/2/73			62		C	ITGE	6/2/92		
2715 30042	S	13,85					62		C	ITGE	6/2/92		
2715 30043	S	12,00					62		C	ITGE	6/2/92		
2715 30044	S	11,10					62		C	ITGE	6/2/92		
2715 30045	S	12,10					62		C	ITGE	6/2/92		
2715 30046	S	17,00		17/2/73			62		C	ITGE	6/2/92		
2715 30047	S	17,00		1/3/73			62		C	ITGE	6/2/92		
2715 30048	S	35	3/9/90	4/11/83	Gr		62		O	ITGE	6/2/92		

(1) M = Manantial

P = Pozo

S = Sondeo

G = Galeria

(2) Are = Arenas

Gr = Gravas

Cg = Conglomerados

Ca = Calizas

Do = Dolomias

Y = Yesos

Ar = Arcillas

Li = Limos

(3) N° del PIAS

R = Regadio

I = Industrial

G = Ganaderia ,

(4) A = Abastecimiento

O = No se usa

C = Desconocido

CUADRO RESUMEN DE INVENTARIO

NUMERO DE REGISTRO	NATURALEZA (1)	PROFUNDIDAD DE LA OBRA	NIVEL PIEZOME- TRICO M.S.M (Fecha)	CAUDAL (Fecha)	TRANSMISIVIDAD m ² /día	LITOLOGIA ACUIFERO (2)	ACUIFERO (3)	CONDUCTIVIDAD μ mhos /cm	RESIDUO SECO gr/l	USOS DEL AGUA (4)	ORIGEN DOCUMENTACION	FECHA ORIGEN DE LOS DATOS GENERALES	OBSERVACIONES
271540001	P	12		31/ 3/ 76						I	ITGE	6/2/92	
271540002	S	16		31/ 3/ 76						A-R	ITGE	6/2/92	
271540003	S	14		16/ 3/ 76						I	ITGE	6/2/92	
271540004	S	14		22/ 3/ 76						I	ITGE	6/2/92	
271540005	S	10								A	ITGE	6/2/92	
271540006	S	41	3/9/90	31/ 3/ 76						A-R	ITGE	6/2/92	
271540007	P	6		31/ 3/ 76						A	ITGE	6/2/92	
271540008	S	30		4/74						I	ITGE	6/2/92	
271540009	S	20		1/78						I	ITGE	6/2/92	
271540010	S	24		5/4/76						I	ITGE	6/2/92	
271540011	S	25		30/ 3/ 76						A	ITGE	6/2/92	
271540012	S	10		31/ 3/ 76						I	ITGE	6/2/92	
271540013	S	12		3/75						I	ITGE	6/2/92	
271540014	S	17		31/ 3/ 76						I	ITGE	6/2/92	
271540015	S	27		1/4/76						I	ITGE	6/2/92	
271540016	S	5		4/75						O	ITGE	6/2/92	
271540017	S	12		4/74						O	ITGE	6/2/92	
271540018	S	14		10/75						O	ITGE	6/2/92	
271540019	P	20		5/4/76						A	ITGE	6/2/92	
271540020	S	20		6/73						O	ITGE	6/2/92	
271540021	S	15								C	ITGE	6/2/92	
271540022	S	8,50		11/74						O	ITGE	6/2/92	
271540023	S	21,70		8/75						I	ITGE	6/2/92	
271540024	S	26,00		2/4/76						A-R	ITGE	6/2/92	
271540025	S	20		2/4/76						I	ITGE	6/2/92	

(1) M = Manantial

P = Pozo

S = Sondeo

G = Galeria

(2) Are = Arenas

Gr = Gravas

Cg = Conglomerados

Ca = Calizas

Do = Dolomias

Y = Yesos

Ar = Arcillas

Li = Limos

(3) N° del PIAS

Y

Ar

Li

(4) A = Abastecimiento

R = Regadio

I = Industrial

G = Ganaderia

C = Desconocido

O = No se usa

CUADRO RESUMEN DE INVENTARIO

NUMERO DE REGISTRO	NATURALEZA (1)	PROFOUNDIDAD DE LA OBRA	NIVEL PIEZOMETRICO M.S.M (Fecha)	CAUDAL (Fecha)	TRANSMISIVIDAD m ² /dia	LITOLOGIA ACUIFERO (2)	ACUIFERO (3)	CONDUCTIVIDAD μmhos/cm	RESIDUO SECO gr/l	USOS DEL AGUA (4)	ORIGEN DOCUMENTACION	FECHA ORIGEN DE LOS DATOS GENERALES	OBSERVACIONES
271540026	P	6,30					62			I	ITGE	6/2/92	
271540027	S	30		31/3/76			62			I	ITGE	6/2/92	
271540028	S	58		18/3/73			62			I	ITGE	6/2/92	
271540029	S	52		5/73			62			O	ITGE	6/2/92	
271540030	S	19		2/4/76			62			I	ITGE	6/2/92	
271540031	P	11		2/4/76			62			I	ITGE	6/2/92	
271540032	P	9		1/1/78			62			I	ITGE	6/2/92	
271540033	P	8		1/4/76			62	2.956	2.530	I	ITGE	6/2/92	
271540034	S	40		1/78			62			I	ITGE	6/2/92	
271540035	S	35		26/5/74			62			O	ITGE	6/2/92	
271540036	S	50		6/74			62			O	ITGE	6/2/92	
271540037	S	30		3/4/76			62			A	ITGE	6/2/92	
271540038	S	28		70			62			A	ITGE	6/2/92	
271540039	P	7		2/4/76			62			O	ITGE	6/2/92	
271540040	S	9		3/4/76			62			I	ITGE	6/2/92	
271540041	P	10		5/4/76			62			I	ITGE	6/2/92	
271540042	S	21		4/5			62			I	ITGE	6/2/92	
271540043	P	12	5/9/90	29/3/76			62			A	ITGE	6/2/92	
271540044	S	38		10/7/75			62			I	ITGE	6/2/92	
271540045	S	25		7/4/76			62			O	ITGE	6/2/92	
271540046	S	17	21/11/84	5/4/76			62			A	ITGE	6/2/92	
271540047	S	30	22/2/84	1/78			62			A	ITGE	6/2/92	
271540048	S	15		4/72			62			I	ITGE	6/2/92	
271540049	P	10,50		16/3/76			62			I	ITGE	6/2/92	
271540050	P	8,00		3/4/76			62			I	ITGE	6/2/92	

(1) M = Manantial

P = Pozo

S = Sondeo

G = Galeria

(2) Are = Arenas

Gr = Gravas

Cg = Conglomerados

Ca = Calizas

Do = Dolomias

Y = Yesos

Ar = Arcillas

Li = Limos

(3) N° del PIAS

(4) A = Abastecimiento

C = Desconocido

R = Regadio

O = No se usa

I = Industrial

G = Ganaderia

CUADRO RESUMEN DE INVENTARIO

NUMERO DE REGISTRO	NATURALEZA (1)	PROFOUNDIDAD DE LA OBRA	NIVEL PIEZOMETRICO M.S.M (Fecha)	CAUDAL (Fecha)	TRANSMISIVIDAD m ² /dia	LITOLOGIA ACUIFERO (2)	ACUIFERO (3)	CONDUCTIVIDAD μmhos/cm	RESIDUO SECO gr/l	USOS DEL AGUA (4)	ORIGEN DOCUMENTACION	FECHA ORIGEN DE LOS DATOS GENERALES	OBSERVACIONES
271540051	P	10,00	3/4/76		62					I	ITGE	6/2/92	
271540052	P	8,00	5/4/76		62					I	ITGE	6/2/92	
271540053	P	7,00	5/4/76		62					I	ITGE	6/2/92	
271540054	P	7,00	5/4/76		62					I	ITGE	6/2/92	
271540055	S	33,00			62					C	ITGE	6/2/92	
271540056	S	20,00			62					C	ITGE	6/2/92	
271540057	S	25,10			62					C	ITGE	6/2/92	
271540058	S	33,55			62					C	ITGE	6/2/92	
271540059	S	35,00	/33		62					C	ITGE	6/2/92	
271540060	S	33,00	/58		62					C	ITGE	6/2/92	
271540061	S	33,00	/58		62					C	ITGE	6/2/92	
271540062	S	31,25	/58		62					C	ITGE	6/2/92	
271540063	S	20,30	/58		62					C	ITGE	6/2/92	
271540064	S	21,55	/58		62					C	ITGE	6/2/92	
271540065	S	22,40	/58		62					C	ITGE	6/2/92	
271540066	S	23,00	/58		62					C	ITGE	6/2/92	
271540067	S	25,90	/58		62					C	ITGE	6/2/92	
271540068	S	26,00	/58		62					C	ITGE	6/2/92	
271540069	S	26,35			62					C	ITGE	6/2/92	
271540070	S	27,26			62					C	ITGE	6/2/92	
271540071	S	26,20			62					C	ITGE	6/2/92	
271540072	S	25,20			62					C	ITGE	6/2/92	
271540073	S	25,20			62					C	ITGE	6/2/92	
271540074	S	27,20			62					C	ITGE	6/2/92	
271540075	S	11,00			62					C	ITGE	6/2/92	

(1) M = Manantial

P = Pozo

S = Sondeo

G = Galeria

(2) Are = Arenas

Gr = Gravas

Cg = Conglomerados

Ca = Calizas

Do = Dolomias

Y = Yesos

Ar = Arcillas

Li = Limos

(3) N° del PIAS

(4) A = Abastecimiento

R = Regadio

I = Industrial

G = Ganaderia

C = Desconocido

O = No se usa

CUADRO RESUMEN DE INVENTARIO

NUMERO DE REGISTRO	NATURALEZA (1)	PROFOUNDIDAD DE LA OBRA	NIVEL PIEZOMETRICO M.S.M (Fecha)	CAUDAL (Fecha)	TRANSMISIVIDAD m ³ /dia	LITOLOGIA ACUIFERO (2)	ACUIFERO (3)	CONDUTIVIDAD λ, mhos/cm	RESIDUO SECO gr/l	USOS DEL AGUA (4)	ORIGEN DOCUMENTACION	FECHA ORIGEN DE LOS DATOS GENERALES	OBSERVACIONES
271540076	S	18,65				62			C	ITGE	6/2/92		
271540077	S	23,50				62			C	ITGE	6/2/92		
271540078	S	25,00				62			C	ITGE	6/2/92		
271540079	S	19,10				62			C	ITGE	6/2/92		
271540080	S	23,00				62			C	ITGE	6/2/92		
271540081	S	34,90				62			C	ITGE	6/2/92		
271540082	S	20,00	17/2/78			62			I	ITGE	6/2/92		
271540083	S	12,00	/73			62			C	ITGE	6/2/92		
271560001	S	115,00	13/11/79			58			O	ITGE	6/2/92		
271560002	S	55,00	13/11/79			58			O	ITGE	6/2/92		
271560003	M	-	13/11/79			58			O	ITGE	6/2/92		
271560004	S	90	13/11/79			58			O	ITGE	6/2/92		
271560005	P	50	13/11/79			58			O	ITGE	6/2/92		
271560006	P	25	13/11/79			58			O	ITGE	6/2/92		
271560007	P-G	3	13/11/79			58			R	ITGE	6/2/92		
271560008	M	-	13/11/79			58			O	ITGE	6/2/92		
271560009	M	-	13/11/79			58			O	ITGE	6/2/92		

(1) M = Manantial

(2) Are = Arenas

Do = Dolomias

(3) N° del PIAS

(4) A = Abastecimiento

C = Desconocido

P = Pozo

Gr = Gravas

Y = Yesos

R = Regadio

O = No se usa

S = Sondeo

Cg = Conglomerados

Ar = Arcillas

I = Industrial

G = Galeria

Ca = Calizas

Li = Limos

G = Ganaderia