INFORME COMPLEMENTARIO DEL
MAPA GEOLÓGICO DE BARBASTRO.

HIDROGEOLOGÍA DE LA HOJA DE BARBASTRO (30-12). 287

INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA
Oficina de Zaragoza

EDUARDO ANTONIO GARRIDO SCHNEIDER

Abril 1.995

1. INDICE

HOJA DE BARBASTRO

LEYENDA HIDROGEOLOGICA

EDAD	TIPO DE PERMEABILIDAD	GRADO DE PERMEABILIDAD			
		ALTA	MEDIA	BAJA	IMP.
CUATERNARIO	POROSIDAD INTERGRANULAR	A1	A2		
TERCIARIO	POROSIDAD INTERGRANULAR			C1	C2
	FISURACION Y/O KARSTIFICACION	B1		B2	C2
CRETACICO SUP.	FISURACION Y/O KARSTIFICACION		B2		
TRIASICO	FISURACION Y/O KARSTIFICACION		B2		
	POROSIDAD INTERGRANULAR				C2

A: PERMEABILIDAD POR POROSIDAD INTERGRANULAR.

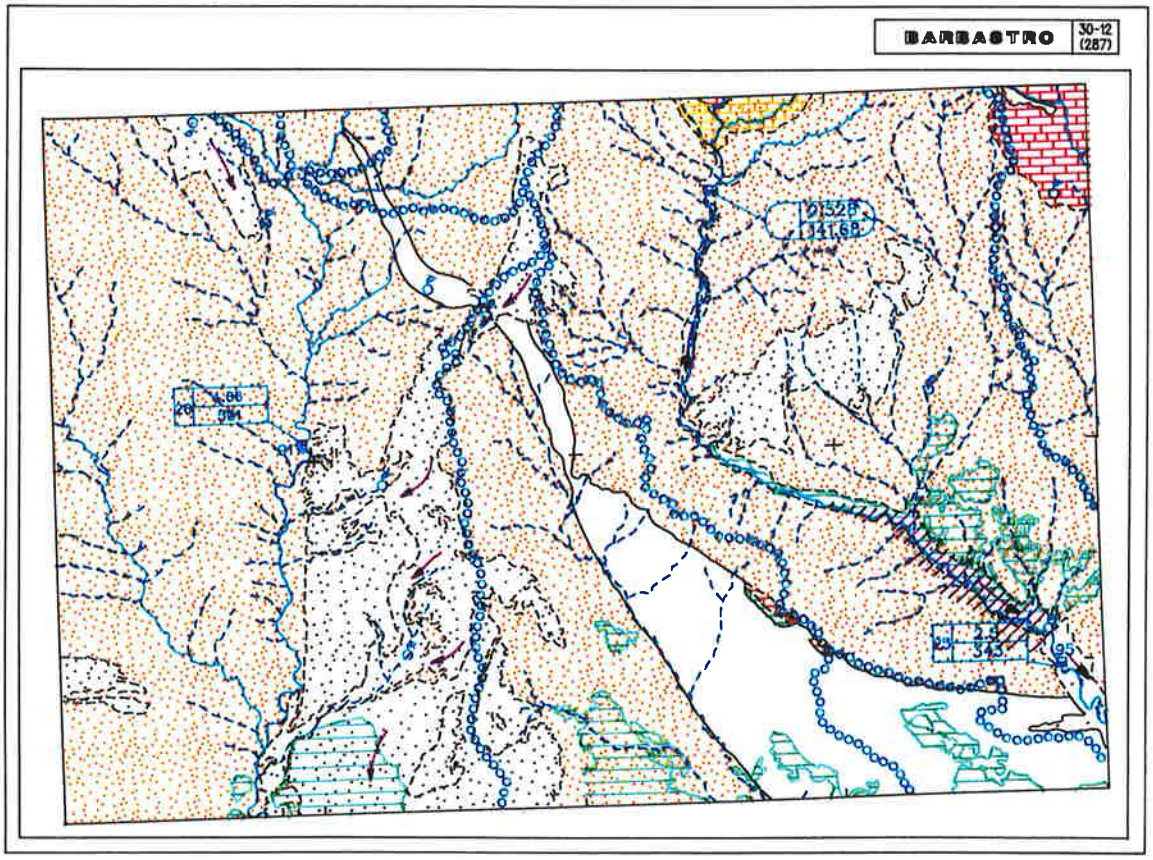
A_1: Formaciones generalmente extensas, muy permeables y productivas.
A_2: Formaciones extensas, discontínuas y locales de permeabilidad y producción moderadas. (No excluyen la presencia en profundidad de otras formaciones más productivas).

B: PERMEABILIDAD POR FISURACIÓN/KARSTIFICACIÓN.

B_1: Formaciones muy permeables, generalmente extensas y productivas.
B_2: Formaciones extensas, discontínuas y locales de permeabilidad y producción moderadas. (No excluyen la presencia en profundidad de otras formaciones más productivas).

C: FORMACIONES DE BAJA PERMEABILIDAD O IMPERMEABLES.

C_1: Formaciones generalmente extensas, en general de baja permeabilidad que pueden albergar en profundidad a otras de mayor permeabilidad y productividad, incluso de interés regional.
C_2: Formaciones generalmente impermeables o de muy baja permeabilidad, que pueden albergar a acuíferos superficiales por alteración o fisuración, en general poco extensos y de baja productividad, aunque pueden tener localmente gran interés.



ESQUEMA HIDROGEOLOGICO E. 1:200.000

HIDROLOGIA - METEOROLOGIA

Divisoria de cuencas hidrograficas nivel 2

Divisoria de cuencas hidrograficas nivel 3

Curso de agua perenne

Curso de agua estacional

Embalse, pantano.Lago permanante

Lago o laguna estacionaria

Lago o laguna salada

Sumidero

Pérdida de curso

874
2350

Presa, embalse

Capacidad hm³
Superficie cuenca de recepcion Km²

Canales principales y trasvases

Canales principales y trasvases subterráneos y/o en construcción

a b c

192

a	Caudal medio m³/s
	Superficie cuenca Km²

a: nº años de medida

Estacion de aforos: limnigrafos 192: Nº del MOPU

a b c

a	Caudal medio m³/s
	Superficie cuenca Km²

a: nº años de medida

Puntos de aforo directo de la red hidrométrica. Escala

a) Aguas superficiales

Zonas de regadío

b) Aguas subterráneas

Zonas húmedas

239

Estación pluviométrica/Termopluviométrica/Completa

N del I.N.Meteorología

HIDROGEOLOGIA

Limite sistema acuifero cerrado / abierto

Limite unidad o formacion acuifera cerrado / abierto

263

Curva isopiezometrica (m.s.n.m.)

263

Curva isopiezometrica (m.s.n.m.) del acuifero profundo o supuesta para un modelo hidrogeologico

Direccion preferencial flujo subterraneo

Divisoria de aguas subterráneas o umbral piezométrico

Zonas de artesianismo

3/25

Manantial, sondeo, pozo. 2/9: Octante/Nº de orden del ITGE

Piezómetro

Sondeo surgente, sondeo de inyeccion

Manantial, pozo, sondeo mineral/mineromedicinal

Manantial, pozo, sondeo termal/termomineral

Sondeo petrolifero

Galería EW. Orientación galería

Otros sistemas de captación

Balsa, balsa de recarga

2. RESUMEN

2.1. Climatología.

En la Hoja de Barbastro se localizan un total de 10 estaciones meteorológicas, 8 pluviométricas y 2 termopluviométricas. La precipitaciones medias de los observatorios oscilan entre los 417 y los 596 mm, aumentando hacia el N, mientras que la temperatura media está entre los 13-14 °C, con incremento generalizado hacia el S. El clima dominante según la Clasificación Agroclimática de Papadakis es por tanto del tipo mediterráneo seco.

La evapotranspiración (ETP) media según Thornthwaite varía entre los 750-800 mm; FACI (1.991, 1.992) calcula valores de la evapotranspiración de referencia (ET_0) muy superiores y del orden de 1.288 mm. Con los valores anteriores el porcentaje de lluvia útil respecto de la precipitación oscila entre el 13 y el 30% según las condiciones de almacenamiento de agua en el suelo.

2.2. Hidrología.

Dos son las principales cuencas hidrográficas encuadradas que cruzan esta Hoja. La más destacada es la del río Alcanadre en la mitad occidental, con 196 km^2 y un cauce que discurre de N a S encajado sobre formaciones terciarias continentales. Posee en este tramo una estación de aforo en Lascellas (E.A. nº 91) para la que se obtienen una aportación restituida media anual de 157 hm^3 en una cuenca receptora de 501 km^2. El irregular régimen mensual de estas aportaciones configura un río de carácter pluvio mediterráneo con ligeras matizaciones continentales. En este río confluyen al norte de la Hoja dos importantes cauces prepirenaicos: Isuala y Formiga.

Esta cuenca es seguida en importancia por la del río Vero con una superficie de 170 km^2 en la mitad oriental de la Hoja, también sobre materiales terciarios continentales. Tiene una única estación de aforo que se sitúa próxima a su desembocadura, aguas abajo de

Barbastro (E.A. nº 95), con una aportación media anual de 77 hm^3. Es un río poco caudaloso y con elevado aprovechamiento para riego, de régimen fluvial semejante al del Alcanadre.

Por la parte central de la Hoja se dibuja la cabecera del barranco de La Clamor, con 93 km^2 sobre la que circula un cauce de carácter estacional hasta el núcleo de Peraltilla.

Las obras de regulación de caudales superficiales más importantes son las correspondientes al Plan de Riegos del Alto Aragón que afectan a la mitad meridional de la Hoja bajo el dominio de los canales del Cinca y sus derivaciones Selgua, Terreu y la acequia de Pertusa, con los que se riegan unas 1.147 hectáreas en estos límites. El regadío tradicional afecta también a unas 650 ha principalmente en la cuenca del Vero, con escasa utilización del agua subterránea. La construcción de una red de canales secundarios de distribución y de otros que recogen las aguas excedentarias del riego han producido una profusa alteración antrópica del paisaje y de la red de drenaje natural.

2.3. Características hidrogeológicas.

En función de características orográficas, tectónicas y sedimentológicas de los materiales aflorantes en la Hoja de Barbastro se diferencian tres Sistemas Hidrogeológicos que agrupan a varias Unidades Acuíferas.

2.3.1. U.H. nº 18: Santo Domingo-Sierra de Guara.

Ocupa los afloramientos carbonatados mesozoicos y terciarios en facies marinas que se localizan al N de la Hoja y que forman parte del frente de cabalgamientos alóctonos de las sierras prepirenaicas cuyas manifestaciones más meridionales se encuentran en los afloramientos del Pueyo y en el cabalgamiento de Salas Bajas reconocido en profundidad.

La complejidad tectónica de las estructuras y la presencia de diversos niveles impermeables intercalados determina la existencia de varias unidades acuíferas con diverso grado de conexión hidráulica en las que entran a formar parte dos acuíferos principales: Muschelkalk y Cretácico-Eoceno. En el dominio de esta Hoja adquieren características de

acuíferos confinados, situados en profundidades medias superiores a los 800 m en el flanco N de anticlinal de Barbastro.

Tres son las principales formaciones acuíferas carbonatadas:

Muschelkakl: acuífero de alta porosidad y permeabilidad por fracturación y disolución (índice B_2), con buena capacidad de regulación. Está limitado en su base por las arcillas del Keuper mientras que, a techo, conecta en parte con el acuífero Cretácico-Eoceno a través de las lutitas y yesos del M_2.

Cretácico Superior: acuífero de alta permeabilidad por fisuración y karstificación (índice B_2) pero de escasa porosidad lo que determina su pequeña capacidad de regulación.

Eoceno: destacan los niveles de calizas de alveolinas de la Fm. Guara. Forman un acuífero de alta permeabilidad por fisuración y karstificación, baja porosidad y pequeña capacidad de regulación. Las arcillas en facies Garum, que se sitúan en el muro de esta formación no forman un impermeable regional dada su escasa potencia, por lo que mantiene una estrecha conexión hidráulica con el acuífero Cretácico. Por tal motivo el acuífero Cretácico-Eoceno será el de mayor interés en toda la Sierra de Guara y, de manera especial, en sectores cada vez más orientales de la misma, en las vecinas hoja de Alquézar y Apiés.

2.3.2. Sistema Hidrogeológico del Terciario Continental.

Ocupa toda la serie de afloramientos detríticos oligo-miocenos de carácter continental al sur de las Sierras Exteriores. En función de criterios sedimentológicos se asigna características acuíferas al conjunto de facies en las que predominan litologías conglomeráticas o de areniscas propias de ambientes proximales o medios de abanicos aluviales, mientras que las facies lutíticas y/o evaporíticas de ambientes distales configuran unidades con comportamiento impermeable en su conjunto. Las formaciones conglomeráticas masivas adosadas a las unidades acuíferas de la Sierra de Guara-Santo Domingo se definen como parte integrante de aquellas por su evidente conexión hidráulica dichos acuíferos carbonatados.

Constituye un potente acuífero detrítico del tipo multicapa, de baja-muy baja permeabilidad por porosidad intergranular (índice C_1) y transmisividad del orden de 100 m^2/día. La elevada anisotropía vertical propicia la existencia de numerosos niveles colgados de carácter libre, que drenan por encima de la red hidrográfica, y de otros niveles confinados cuyo drenaje se produce a través de formaciones cuaternarias asociadas o directamente a los ríos.

En función de su pertenencia a diferentes abanicos sedimentarios, se cartografía en la Hoja de Barbastro el *Subsistema Huesca*, con desarrollo por los dos flancos del Anticlinal de Barbastro. En su flanco Norte, sin embargo, el funcionamiento del Subsistema presenta algunas incertidumbres en cuanto a la relación hidráulica con las unidades mesozoicas y eocenas más septentrionales y profundas, de las que presumiblemente reciben una alimentación que, en parte, explicaría los fenómenos de artesianismo detectados en este flanco, difícilmente atribuibles tan sólo a factores topográficos.

Se han contabilizado un total de 71 puntos acuíferos de los que 21 son surgencias con caudales poco significativos por lo general, y 36 son sondeos con una profundidad media de 108 m.

En general, el Sistema Terciario Continental se caracteriza por poseer aguas de tipo muy diverso difícilmente encuadrables en una clase única en especial cuando se mezclan con otras de los acuíferos pliocuaternarios. Las manifestaciones asociadas al Subsistema Huesca en esta Hoja muestran una facies dominante bicarbonatada cálcica o bicarbonatada sódico-cálcica, de mineralización ligera o media, dureza entre blandas y duras.

2.3.3. Sistema Hidrogeológico Pliocuaternario.

Al S de las Sierras Exteriores se cartografía un conjunto de depósitos pliocuaternarios de glacis y terrazas, con diverso grado de conexión y gran desarrollo por todo el Somontano que se agrupan bajo tres denominaciones genéricas: *Acuíferos en glacis y terrazas, Acuíferos aluviales y Acuíferos pliocuaternarios indiferenciados*.

Se definen como acuíferos en conglomerados, gravas, arenas y limos, libres, de permeabilidad media-alta por porosidad intergranular (índices A_1 y A_2), extensos y locales, de elevada producción, nivel freático subsuperficial y potencias inferiores a 8 m. Pueden estar desconectados de la red fluvial, caso de los glacis, completamente conectados en los acuíferos aluviales o en conexión diversa en el caso de acuíferos indiferenciados lo que determina una muy diferente capacidad de regulación.

En la Hoja de Barbastro se distinguen los siguientes acuíferos:

Acuíferos en glacis y terrazas: *Glacis de Salas Altas-Salas Bajas, Abiego-Azlor, Peralta de Alcofea y Casbas de Huesca-Liesa*. Ocupan una superficie de más de 121 km^2 para los que en conjunto se evalúa una recarga del orden de 11,6 hm^3 al año. Las principales surgencias de estos acuíferos son la Fonteta (3012.2008), de 20 l/s, y La Paúl (3012.1013).

Acuíferos aluviales: *Aluvial del río Vero*. Con una extensión de 12 km^2 tiene un volumen de recarga de 2,2 hm^3 al año.

Las surgencias que aparecen relacionadas con todos los acuíferos pliocuaternarios de esta Hoja son del tipo bicarbonatado cálcico, con dureza media y mineralización ligera.

2.3.4. Otros materiales de interés hidrogeológico.

Las formaciones yesíferas que conforman el núcleo del anticlinal de Barbastro, aunque consideradas como impermeables, pueden tener manifestaciones kársticas por disolución que son visibles en superficie o han sido detectadas en profundidad por algunos sondeos próximos en los que se ha comprobado un escaso flujo subterráneo de características muy salinas.

Tabla 2.1. CUADRO RESUMEN DE INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA

Hoja de BARBASTRO (287) 30-12

	OCTANTES	1	2	3	4	5	6	7	8	TOTAL
NATURALEZA	Manantiales	7	11	3	11	5	6	2	2	**47**
	Pozos	1	1	-	2	-	11	1	-	**16**
	Sondeos	6	-	-	2	4	10	2	13	**37**
	Otros	-	-	-	-	-	1	-	-	**1**
	Total	**14**	**12**	**3**	**15**	**9**	**28**	**5**	**15**	**101**
USO	Abastecimiento	2	3	-	3	-	5	2	9	**24**
	Regadío	1	5	1	1	1	6	1	1	**17**
	Ganadería	7	1	-	0	-	1	-	-	**9**
	Otros	4	-	1	3	1	4	-	1	**14**
	Sin uso	0	3	1	8	3	11	2	-	**28**
	Industria	-	-	-	-	4	1	-	4	**9**
	Caudal Medio l/s (manantiales)	1	3	1,3	1,7	0,2	1,5	3,2	5,2	-
	Prof. M. Sondeos	103	-	-	100	123	77,5	145	104,5	-
	Prof. M. Pozos	-	-	-	4	-	8,1	22	-	-
	Bombeos Estimados (Dm^3/año)	30	-	-	-	94	91	15	289	**519**

3. CLIMATOLOGÍA

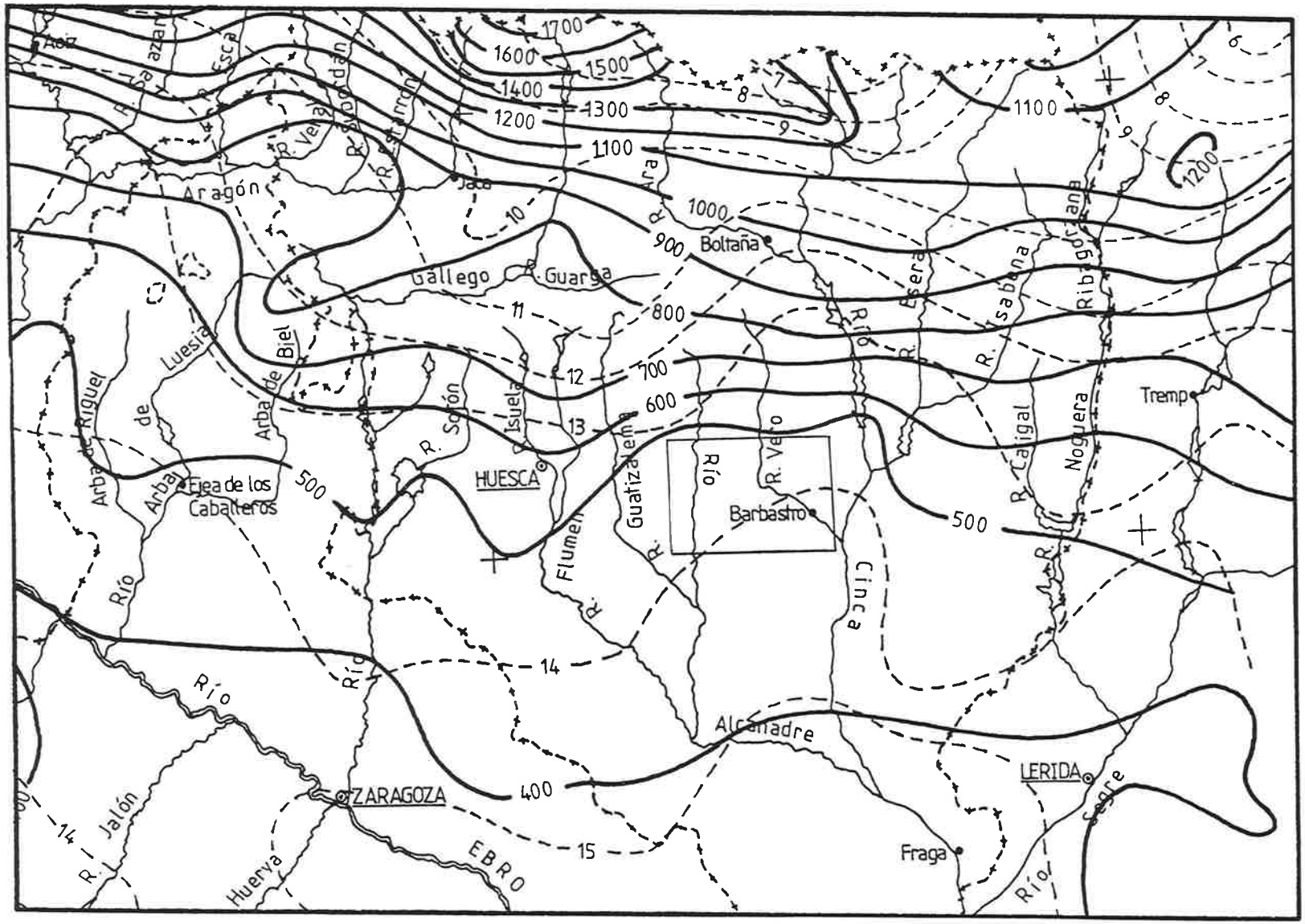
Para el ámbito geográfico de la hoja de Barbastro se dispone de los datos de un total de diez estaciones meteorológicas pluviométricas, de las que dos son también termométricas. Las características de cada una de ellas, tanto históricas como en funcionamiento en la actualidad así como de las series de datos disponibles quedan reflejadas en el siguiente cuadro resumen:

Nº	NOMBRE	COORDENADAS UTM X	Y	Z	TIPO	PERÍODO P	T	MEDIAS P(mm)	T(°C)
9864	HUERTA DE VERO	252989	4667133	465	P	61-86		580	
9864I	SALAS BAJAS "COVISA"	258850	4664250	450	PT				
9865	BARBASTRO "EL PUEYO"	256804	4657736	530	P	45-55		551	
9866	BARBASTRO "COMARCAL"	262590	4657941	338	PT	28-78	53-78	504 *	14,6 *
9866A	BARBASTRO "SILO"	261485	4657947	360	P	81-86		435 *	
9873	AZARA	746614	4661790	420	P				
9882	BIERGE	740574	4672470	567	P	51-59		594	
9886	ABIEGO	742141	4666964	539	P	63-86		596	
9887	ANGÜÉS "SILO"	735810	4665824	530	P	29-86		417	
9888	LASCELLAS	739068	4664698	440	P	52-80			

Tabla 3.1. P: Estación pluviométrica; T: estación termométrica; (*) valores obtenidos a partir de medias mensuales de la propia estación. Fuente: C.H.E.

Como puede observarse existe un número representativo de estaciones pluviométricas distribuidas de manera uniforme por toda la hoja de Barbastro. No puede decirse lo mismo de las estaciones termométricas ya que las dos únicas existentes se localizan en la mitad más oriental de la Hoja, en la cuenca del río Vero, dejando una amplia laguna sin datos en la cuenca del río Alcanadre.

Existen dos estaciones en las que, al no disponer de datos por su reciente creación, carecen de valores medios para los registros de precipitación: Salas Bajas "Covisa" (9864I) y Azara (9873). En otra de ellas, Lascellas (9888), los datos obtenidos son erróneos.



ESCALA 1:1.000.000

10 0 10 20 30 40 50 km

Mapa 3.1. MAPA CLIMATOLÓGICO

——— Isoyeta media (mm)

— — — — Isoterma media (°C)

+ Límite Hoja 1:200.000

+-+-+-+ Límite provincial

+++++ Límite nacional

Las series registradas en el resto de las estaciones son en general irregulares y con abundantes lagunas de registros mensuales o anuales, como por ejemplo las estaciones de Barbastro "Silo", con apenas 2 años completos, y la de Bierge (9882) con un único año completo en su serie de 9 años. Sin embargo, destaca como buena estación por sus registros la de Huerta de Vero (9864), con datos completos de 20 años para una serie de 27 años consecutivos (61-87).

Los valores medios que se exponen son el resultado del análisis y relleno de las series a partir de correlaciones hechas con estaciones próximas. Sin embargo, para ciertas ocasiones, no se ha podido disponer de este valor, bien por no haber suficientes años completos o por no haber llegado a un coeficiente de correlación aceptable; en estos casos el valor incluido en el cuadro resumen es el correspondiente al valor medio anual de los datos originales para la propia estación completados con sus mismos valores medios mensuales. Las tablas de datos que se ofrecen en el anexo de climatología corresponden a esta última situación.

3.1. ANÁLISIS PLUVIOMÉTRICO.

En el mapa climatológico (Mapa 3.1.) se puede observar cómo la hoja de Barbastro queda incluida en una franja de precipitación media anual limitada por las isoyetas de 450 y 500 mm. Al Norte de la misma, y coincidiendo con las estribaciones montañosas de las Sierras Exteriores pirenaicas, las isoyetas tienden a aproximarse como respuesta al rápido incremento de las cotas topográficas observadas en este sector. Por eso, no es de extrañar que existan observatorios en los que puntualmente se registran lluvias superiores a la media marcada por estas isolíneas.

El observatorio que mayor precipitación media registra el de Abiego (9886), con 596 mm para una serie de 17 años completos del período 63-86. Le siguen en importancia los de Bierge (9882) con 594 mm y Huerta de Vero (9864) con 580. Por el contrario, el observatorio más seco es el de Angüés "Silo" (9887) con 417 mm de precipitación media en una serie de 14 años completos.

En cuanto a la distribución de las precipitaciones a lo largo del año se observa en los gráficos de precipitación media mensual del anexo de climatología cómo ésta tiene dos máximos anuales, uno más importante durante los meses finales de la primavera (Mayo-Junio), con valores que en general rondan los 38-70 mm, y un segundo máximo de menor entidad en los meses finales del otoño (Octubre-Noviembre principalmente), con valores comprendidos entre los 3 y los 68 mm. En ocasiones pueden registrarse puntas aisladas de máximos en épocas veraniegas que son debidas a episodios convectivos y tormentosos propios de este período del año.

Esta peculiaridad contrasta con el hecho de que los mínimos mensuales se registren casi siempre durante la etapa estival en vez del invierno, con valores próximos a los 25 mm, debido a una ligera influencia de vientos húmedos de procedencia atlántica que permite algo más de precipitación durante los meses fríos (GARCÍA-RUIZ et al., 1.985).

3.2. ANÁLISIS TÉRMICO.

A partir del mapa climatológico adjunto (Mapa 3.1.) se observa cómo la hoja de Barbastro queda incluida en su mayor parte en un sector delimitado por las isotermas medias anuales de 13 y 14 °C, en el que las temperaturas irían en aumento hacia el Sur. Únicamente la esquina inferior derecha de la Hoja es superada por la isoterma de 14 °C al registrar el observatorio de Barbastro "Comarcal" (9866) una temperatura media de 14,6 °C según los datos disponibles.

Esta estación dispone de una serie con 8 años completos y 8 incompletos para el período 53-78. En los valores medios mensuales puede observarse cómo la estacionalidad de las temperaturas es más marcada que la de las precipitaciones, al contar simplemente con un máximo veraniego en el mes de Julio (24,3 °C) y un mínimo invernal (5,3 °C) en Enero como mes más frío del año.

3.3. EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL.

Para el cálculo del agua que es devuelta a la atmósfera, tanto por evaporación directa como por transpiración de las plantas, se ha empleado el método de Thornthwaite para la serie de años coincidentes en la única estación termopluviométrica con datos y que está incluida en la zona estudiada: Barbastro "Comarcal" (9886); estos datos quedan recogidos en el anexo de climatología.

El principal problema que se deriva del cálculo de la ETP por este método radica en la obtención de resultados que pueden ser más bajos de los que realmente existen, hecho que adquiere especial importancia en zonas áridas y semiáridas. Un cálculo basado en otros métodos, como el de Penman o el de Blaney-Criddle, proporcionaría valores más ajustados a los reales pero, dado que requieren información sobre variables atmosféricas y/o agronómicas que no siempre son fáciles de conseguir o no son registradas por los observatorios, se justifica el cálculo empírico de la fórmula de Thornthwaite.

En términos generales, la hoja de Barbastro queda emplazada entre las isolíneas de ETP media anual de 750 y 800 mm (C.H.E., 1.988), aumentando ésta hacia la parte más meridional de la Hoja. La ETP media anual es de 801 mm en la estación mencionada anteriormente y para el período 53-78. En ella se observa también una marcada estacionalidad a lo largo del año, con un máximo de 151 mm en la época veraniega (Julio) y un mínimo invernal de 9 mm (Enero). FACI (1.991, 1.992) calcula mediante el método FAO-USDA Blaney-Criddle valores de la evapotranspiración de referencia (ET_0) de 1.288,5 mm en la misma estación.

Esta situación descrita, unida al régimen anual de precipitaciones genera claros desequilibrios hídricos del agua almacenada en el suelo, de manera que existe un excedente generalmente desde finales del otoño hasta la primavera y un déficit en el resto del año que resulta más intenso en los meses de verano. La escasez de agua en el suelo puede estar compensada, en cierta manera, por el aporte que se realiza sobre los cultivos con el agua de riego que tiende a minimizar y paliar esta situación, aunque en determinados sectores de la Hoja sobre los que se centra esta actividad y que más adelante se comenta.

3.4. LLUVIA ÚTIL.

El cálculo de la lluvia útil, necesario para la estimación de las aportaciones y de la infiltración subterránea, se ha realizado para la única estación termopluviométrica de la Hoja con los datos de precipitaciones diarias, evapotranspiración potencial y real. Los resultados obtenidos se recogen en el anexo de climatología.

El balance de agua en el suelo se ha calculado para tres supuestos de almacenamiento diferentes (30, 50 y 100 mm) con la finalidad de que puedan quedar incluidos en alguno de estos tres tipos de suelos todos aquellos que estén presentes en la Hoja de trabajo, independientemente de su naturaleza. Las series de datos generadas se incluyen también en el anexo de climatología correspondiente.

El porcentaje de lluvia útil respecto a la precipitación media calculada con los datos originales del observatorio y para los distintos supuestos se recoge en la tabla 3.2. En todos los casos se ha partido de un estado de reserva inicial de agua en el suelo equivalente a la capacidad de campo, comprobando que no existen diferencias notables en la lluvia útil si se aplican reservas diferentes.

ESTACIÓN	C. CAMPO: 30 mm		C. CAMPO: 50 mm		C. CAMPO: 100 mm	
BARBASTRO "COMARCAL" (9866)	149,7	29,6%	112,8	22,3%	67,8	13,4%

Tabla 3.2.: Lluvia útil y porcentaje de la precipitación en tres supuestos diferentes de capacidad de campo de agua en el suelo.

La descomposición de la lluvia útil en escorrentía superficial y subterránea no se ha podido estimar directamente con el método de balance utilizado por lo que la asignación de estos volúmenes se hará de forma global para la precipitación de un año medio, y en función del tipo de terreno de cada situación particular, cuando se evalúen los balances hídricos de las unidades hidrogeológicas que más adelante se describen.

3.5. ZONIFICACIÓN CLIMÁTICA.

Para la caracterización climática de la zona estudiada se ha seguido la clasificación de Papadakis, de tipo agroclimático, que considera los valores extremos de las temperaturas en vez de los valores medios mensuales y las precipitaciones medias mensuales, convirtiéndolos en regímenes térmicos (de invierno y de verano) y regímenes de humedad; de esta forma se puede definir de manera más concisa el tipo de cultivo que puede vegetar en cada clima.

El M.A.P.A. (1.979) establece dentro del "Atlas Agroclimático Nacional" las diferentes zonas agroclimáticas de Papadakis quedando la Hoja de Barbastro incluida dentro de dos bandas paralelas orientadas aproximadamente E-W. La mitad septentrional de la Hoja, en la que se incluyen las estaciones meteorológicas de Huerta de Vero, Salas Bajas, Bierge, Abiego y Angüés, adquiere la siguiente caracterización:

Régimen térmico: **Tipo de invierno:** avena fresco (av).
Tipo de verano: maíz (M).

Régimen de humedad: mediterráneo seco (Me).

Por el contrario, la mitad meridional de la Hoja, con las estaciones de Lascellas, Azara y las de Barbastro, posee una caracterización agroclimática semejante, diferenciada de la anterior únicamente en el tipo de verano:

Régimen térmico: **Tipo de invierno:** avena fresco (av).
Tipo de verano: arroz (O).

Régimen de humedad: mediterráneo seco (Me).

4. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL.

4.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS CUENCAS.

Atendiendo a la clasificación decimal establecida por el M.O.P.U., todos los cursos de agua que circulan por la hoja de Barbastro se incluyen íntegramente en la cuenca de segundo orden formada por el río Segre y sus afluentes de tercer orden o inferior. Las cuencas hidrográficas más significativas que participan en esta Hoja son las de los ríos Cinca, Alcanadre, Isuala, Formiga, Vero y Clamor.

La cuenca del río Cinca es la única de tercer orden presente, aún cuando circule su cauce dentro de nuestros límites. La superficie representada es de 36,7 km^2, al NE y SE de la zona estudiada, que es atravesada por algunos barrancos importantes como los de Ariño y Montesa.

La cuenca que ocupa mayor extensión superficial es la del río Alcanadre, con 196,3 km^2 s.s. frente a los 3.386 km^2 totales que posee (incluidos sus afluentes). El cauce recorre la Hoja de Norte a Sur por su mitad occidental a lo largo de 25,3 km entre las cotas 460 y 340 m.s.n.m.; en los que se observa un fuerte encajamiento en todo su recorrido aunque vaya perdiendo este carácter en los kilómetros finales; el desnivel calculado para este tremo es del 6,4 por mil. Entre los barrancos afluentes más importantes cabe destacar los de Las Hoyas, La Hormiga y Barbuñales, con caudal casi permanente durante todo el año.

Como cuencas tributarias a la del Alcanadre se encuentran las de los ríos Isuala y Formiga al Norte de la Hoja, ambas de escasa representación superficial con 12,9 y 2,1 km^2 respectivamente; La longitud de los cauces es de 2,7 y 8,3 km, fuertemente encajados sobre el terreno, circulando entre las cotas 520 y 430 m.s.n.m. en el caso del río Isuala.

La segunda cuenca en importancia dentro de la zona estudiada es la del río Vero, con 170,2 km^2 de superficie de los 372 km^2 totales que posee. Por ella circula el río a lo largo de 28,6 km entre las cotas 480 y 310, con un desnivel calculado cercano al 9,3 por mil. El primer tramo posee un recorrido N-S desde Alquézar hasta Pozán de Vero, en donde sufre

una inflexión hacia su margen izquierda para adquirir una orientación NW-SE que conserva hasta su desembocadura en el Cinca, aguas abajo de Barbastro. A diferencia del Alcanadre, el valle de este río es más amplio y abierto, lo que permite el desarrollo de depósitos aluviales conectados con el río desde que abandona el frente montañoso prepirenaico.

Los barrancos tributarios más importantes le llegan por su margen izquierda, entre los que cabe destacar los de Ramillar, Fornocal, y Fuster, con caudal casi permanente; por la margen derecha el más importante es el de La Alcantariella, de carácter estacional.

El barranco de La Clamor constituye una cuenca de cuarto orden, que vierte sus aguas de manera directa al río Cinca, y cuya cabecera se encuentra íntegramente en el centro de esta hoja, entre las cuencas del Alcanadre y la del Vero. Su extensión en esta hoja es de 93,5 km^2 frente a los 285 km^2 totales. El cauce circula desde las proximidades de Azlor, si bien es muy poco caudaloso y con carácter estacional hasta Peraltilla donde adquiere mayor aportación en parte debida a los excedentes de riego; de cualquier manera el caudal es tan escaso que llega a secarse en algunas épocas del año.

4.2. RED FORONÓMICA. RÉGIMEN DE CAUDALES.

En el ámbito geográfico de la Hoja de Barbastro el M.O.P.T.M.A. tiene instaladas dos estaciones de aforo, en los ríos Alcanadre y Vero, con datos desde los años 1.945 y 1.946 respectivamente hasta la actualidad. En el anexo de hidrometría se incluyen las aportaciones restituidas al régimen natural, obtenidas según modelos de precipitación-escorrentía para Unidades Hidrológicas equivalentes, a partir de la serie de años disponibles (CHE, 1.993). Estas cifras restituidas suponen valores medios ligeramente superiores a los datos reales de la propia estación.

La E.A. nº 91 corresponde al río Alcanadre a su paso por la localidad de Lascellas con una cuenca receptora de 501 km^2; dispone de escala y limnígrafo. Las aportaciones medidas según los datos originales quedan reflejadas en la tabla 4.1.

OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	TOTAL
8,9	13,0	13,7	14,4	14,2	18,2	16,0	14,0	8,6	4,2	4,8	5,5	134,1

Tabla 4.1: Aportaciones medias (en hm^3) de los aforos existentes en el período 40-41 a 85-86 en la E.A. nº 91: Alcanadre en Lascellas. Fuente: CHE.

Según los valores restituidos, la aportación media anual es de 157,3 hm^3 con valores máximos de 296,4 hm^3 (año 61-62) y mínimos de 23,1 hm^3 (año 49-50). En lo que respecta a la variación mensual los máximos se obtienen en los meses de Marzo, con 22,2 hm^3 de media, frente a los 4,1 hm^3 de mínima del mes de Agosto; Febrero se presenta como un mínimo secundario no muy destacado.

GARCÍA RUIZ et al. (1.985) justifica en la irregularidad de las precipitaciones el régimen fluvial. El Alcanadre se define así como un río pluvial mediterráneo, con ligeras matizaciones continentales debidas al régimen de precipitaciones tormentosas de los meses de Agosto y Septiembre que impiden unos estiajes más fuertes. Estas características son extensibles en general a todos los ríos prepirenaicos.

La escasa variación entre los valores medidos en la estación de aforo y los restituidos muestra una mínima afección al régimen natural del río, condicionada en su mayor parte por las pequeñas derivaciones y acequias para riego de huertas.

La E.A. nº 95 corresponde al río Vero a su paso por la localidad de Barbastro con una cuenca receptora de 345 km^2; dispone únicamente de escala. Las aportaciones medidas según los datos originales quedan reflejadas en la tabla 4.2.

OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	TOTAL
6,3	6,5	6,6	6,3	6,1	9,4	8,5	6,5	5,7	2,3	4,1	3,9	71,5

Tabla 4.2: Aportaciones medias (en hm^3) de los aforos existentes en el período 40-41 a 85-86 en la E.A. nº 95: Vero en Barbastro. Fuente: CHE.

Según los valores restituidos, la aportación media anual es de 77 hm^3 con valores máximos de 169,5 hm^3 (año 59-60) y mínimos de 12,2 hm^3 (año 48-49). En lo que respecta

a la variación mensual los máximos se obtienen en los meses de Marzo, con 11,2 hm^3 de media, frente a los 1,8 hm^3 de mínima del mes de Julio.

El misma autor atribuye a este río un régimen fluvial semejante al del Alcanadre: pluvial mediterráneo con matizaciones continentales. Sin embargo, observa que el incremento de las aportaciones en otoño es menos significativo y que las aportaciones en períodos de estiaje no son proporcionalmente tan elevadas como en el Alcanadre hecho que justifica en la regulación natural que ofrecen las formaciones calizas de la cabecera del río.

Las principales afecciones al régimen natural del río vienen dadas, según se observa de la diferencia entre las aportaciones restituidas y las medidas, en las derivaciones de agua para riego o abastecimiento, más importantes en el curso bajo del río y sobre todo desde el núcleo de Huerta de Vero.

4.3. REGULACIÓN DE CAUDALES. INFRAESTRUCTURA.

Las principales obras de infraestructura hidráulica para la regulación de caudales que se localizan dentro de la Hoja de Barbastro son las correspondientes al Plan de Riegos del Alto Aragón, con el Canal del Cinca y sus derivaciones en los canales de Selgua, Terreu y la Acequia de Pertusa. Además, un gran número de conducciones -acequias y desagües- recorren parte de la geografía de esta hoja, distribuyendo el agua unas veces o drenando y canalizando los excedentes del riego hasta los principales ríos en otras ocasiones. Otras obras de regulación son las acequias construidas para el regadío tradicional en la cuenca del río Vero.

El Canal del Cinca es la principal obra de conducción; cruza la Hoja en dirección E-SW pasando por los términos de Barbastro, Salas Bajas, Peraltilla, Laluenga, Barbuñales, Pertusa y Antillón. Las aguas que transporta proceden del río Cinca, reguladas por los embalses de Mediano y El Grado, en donde tiene origen la toma del Canal, que aporta un caudal de 70 m^3/s (C.H.E., 1.988); las aguas sobrantes son vertidas en el Canal de Monegros, en las proximidades de Tardienta. Su longitud total es de 87,6 km, de los que 34,1 km transcurren dentro de los límites de la Hoja de Barbastro, gran parte de ellos de

forma subterránea. Sus aguas son destinadas tanto para regadío como para abastecimiento de numerosas poblaciones entre las que se incluye Barbastro.

El Canal de Selgua discurre paralelo al río Vero desde su derivación en Pozán de Vero hasta Barbastro en donde pasa a tener una orientación N-S. Recorre 14,4 km dentro de esta hoja frente a sus 34,7 km de longitud total. Sus aguas proceden del Canal del Cinca, del que se desvía un caudal próximo a los 8 m^3/s, mientras que las sobrantes se vierten directamente al río Cinca.

El Canal de Terreu se puede seguir en tan sólo 3,6 km de los 49,4 km totales de longitud. Se localiza al Sur, en la margen izquierda del barranco de La Clamor y el las proximidades de Laluenga. Sus aguas proceden del Canal del Cinca, del que se toma un caudal de 17 m^3/s.

La Acequia de Pertusa discurre desde el Canal del Cinca, donde tiene también su derivación, a lo largo de la margen izquierda del río Alcanadre durante 37,1 km, 2,3 de los mismos se siguen dentro de esta Hoja; el caudal que transporta es de 11 m^3/s.

Finalmente, pueden situarse otras conducciones menos importantes que toman también sus aguas del Canal del Cinca como es el caso del la Acequia Izquierda del Vero. En el curso bajo de este río, y en su vega, es frecuente encontrar un complejo entramado de acequias que son empleadas para el regadío tradicional de huertas en las poblaciones asentadas a lo largo de su cauce.

4.4. CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES.

Para los dos cursos de agua más importantes que atraviesan la hoja de Barbastro (Alcanadre y Vero), no existe ninguna estación de análisis de aguas superficiales en lo que concierne a nuestros límites de estudio. Sin embargo, puede deducirse la calidad general de sus aguas en función de los muestras analizadas en estaciones que se sitúan más abajo de cada cauce.

Las estaciones de control de calidad, instaladas por el M.O.P.T.M.A., pertenecen a la red COCA en las que se analizan un total de 23 variables del agua, 9 básicas y 14 complementarias, que se transforman matemáticamente en un índice ponderado denominado índice de calidad general (ICG), que proporciona una idea orientativa y global de la calidad del agua.

En este curso alto del Alcanadre el ICG viene determinado por la estación nº 33, situada en Peralta de Alcofea (Hoja nº 30-13), para la que la C.H.E. (1.988) asigna en el período 1.980-85 una calidad buena (ICG=80-90); el valor medio de la DBO_5 es de 2 ppm y el de sólidos en suspensión de 22 ppm; estos valores son por tanto extrapolables al curso alto de este río.

El río Vero, sin embargo, no posee ninguna estación de control en todo su recorrido, pero dadas sus características -río prepirenaico semejante al Alcanadre y de corto recorrido- puede suponerse un ICG muy próximo a aquel, con buena calidad del agua superficial hasta Barbastro. Desde este núcleo es fácil suponer un empeoramiento de la calidad general a su paso por las zonas industriales de la periferia.

4.5. ZONAS DE REGADÍO.

Gran parte de la superficie de esta Hoja dominada por el Canal del Cinca está incluida en el Plan de Riegos del Alto Aragón mediante el que, gracias al agua aportada por el río Cinca, se ha transformado una extensa región del Somontano Oscense y de Barbastro en tierras de cultivo. Por este Plan se pretendía la transformación de un total de 80.000 ha, de las que últimamente se cifran en 42.150 ha las ejecutadas según el inventario de aprovechamientos (C.H.E., 1.993).

La superficie potencial de regadío, en lo que concierne exclusivamente a esta hoja, se extiende a un total aproximado de 1.797 ha; los términos en los que ocupa mayor extensión son los de Pertusa, Laluenga, Berbegal y Barbastro; además, se riegan con el Canal del Cinca en los términos de Barbuñales, Peraltilla, Ilche y Berbegal.

Entre esas hectáreas se incluyen las del regadío tradicional que, aunque está repartido entre los numerosos núcleos de población, se localiza de manera preferente en el aluvial del río Vero, contabilizando en total un número de hectáreas próximo a 650. Dos son las acequias que distribuyen las aguas del Vero: acequia del Sindicato de Riegos de San Marcos y la acequia del Molinar, con una concesión de 497 l/s.

El método de riego más empleado es el de aspersión, si bien existen cultivos, especialmente de viñedos, en los que se emplea el riego por goteo llegando a alcanzar una superficie considerable en la cuenca del Vero. El riego "a manta" todavía se practica en huertas y en algunas grandes extensiones, aunque cada vez en menor proporción.

Para el cálculo de las dotaciones reales de agua aplicadas en la zona se ha consultado tanto el censo actualizado de cultivos de la D.G.A. (1.990), en el que están catalogadas las superficies destinadas a cada tipo de cultivo por municipios, como un estudio preliminar sobre las dotaciones por tipos de cultivo que se manejan en las diferentes comarcas del Valle del Ebro (C.H.E., 1.993). A partir de unos municipios tipo en cada comarca se puede asignar el agua empleada en un supuesto riego "a manta", que es menor dependiendo del sistema de riego que utiliza el agricultor (80% en el riego por aspersión y 70% en el riego por goteo). La eficiencia del sistema de riego -es decir, el agua que es consumida realmente por el cultivo y, en consecuencia, los excedentes de riego generados- varía también en función del método empleado y que estimamos en el siguiente porcentaje:

Sistema tradicional "a manta": 60%; (40% de excedentes).
Riego por aspersión: 80%; (20% de excedentes).
Riego por goteo: 90%; (10% de excedentes).

Tanto las dotaciones como los porcentajes de excedentes señalados serán los que se utilicen en el cálculo del agua infiltrada en los distintos acuíferos.

La tabla 4.3. muestra los municipios incluidos en la Hoja de Barbastro con mayor representación superficial para los que se diferencian, en cada uno de ellos, todas sus hectáreas de secano y de regadío en los distintos tipos de cultivos existentes, así como el total de las dotaciones reales medias en hm^3/año para una situación supuesta de riego "a manta".

A partir del inventario de puntos de agua se deduce que, de los más de 100 puntos existentes en esta Hoja, 17 son empleados para regadío (o comparten también su uso con el abastecimiento). El regadío con aguas subterráneas adquiere escasa relevancia, con una representación superficial diseminada por toda la Hoja. Los puntos con aportación significativa son: 3012.1003, 2012, 6001 y 6002, con caudales que oscilan entre los 2 y 4 l/s para cada uno de ellos.

HOJA DE BARBASTRO

TIPOS DE CULTIVOS EN HA Y DOTACIONES DE REGADIO

MUNICIPIO	CEREALES GRANO		LEGUMINOSAS GRANO		TUBERCULOS C. HUMANO		CULTIVOS INDUSTRIAL		PLANTAS ORNAMENTAL		CULTIVOS FORRAJEROS		HORTALIZAS		CITRICOS		FRUTALES		VIÑEDO		OLIVAR		OTROS LEÑOSOS		VIVEROS		TOTAL CULTIVOS		DOT. REGADIO
	SEC.	REG.	SEC.	REG.	SEC.	REG.	SEC.	REG.	SEC.	REG.	SEC.	REG.	SEC.	REG.	SEC.	REG.	SEC.	REG.	SEC.	REG.	SEC.	REG.	SEC.	REG.	SEC.	REG.	SEC.	REG.	hm3/año
Abiego	1635	0	0	5	0	10	0	0	0	0	10	10	0	3	0	0	125	0	50	0	175	0	0	0	0	0	1995	28	0.30
Adahuesca	842	0	0	0	0	0	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	174	0	8	0	79	0	0	0	0	0	1159	0	0.00
Angüés	2415	0	0	0	0	5	18	0	0	0	323	0	0	5	0	0	100	0	190	0	10	0	0	0	0	0	3056	10	0.12
Antillón	1875	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	118	0	20	0	5	0	0	0	0	0	2018	0	0.00
Azara	910	0	0	2	0	10	0	0	0	0	15	5	0	3	0	0	70	0	40	0	35	0	0	0	0	0	1070	20	0.22
Azlor	770	0	0	1	0	7	0	0	0	0	10	8	0	3	0	0	70	0	11	0	10	0	0	0	0	0	871	19	0.20
Barbastro	1257	1435	50	0	0	15	60	325	0	0	5	400	0	48	0	0	540	6	36	516	575	0	0	0	0	0	2523	2745	16.90
Barbuñales	610	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	65	0	12	0	0	0	0	0	712	0	0.00
Berbegal	2250	776	0	0	0	0	0	250	0	0	0	100	0	7	0	0	300	2	20	0	20	0	0	0	0	0	2590	1135	5.33
Blecua y Torres	2005	0	0	0	0	0	20	0	0	0	235	0	0	0	0	0	64	0	92	0	4	0	0	0	0	0	2420	0	0.00
Casbas de Huesca	2815	0	0	1	0	10	20	0	0	0	10	20	0	4	0	0	200	0	75	0	65	0	0	0	0	0	3185	35	0.35
Castillazuelo	779	25	0	0	0	6	0	0	0	1	0	8	0	22	0	0	90	0	86	0	99	1	0	0	0	0	1054	63	0.48
Hoz y Costean	1253	0	0	0	0	3	20	0	0	0	0	0	0	4	0	0	245	0	44	0	472	0	0	0	0	0	2034	7	0.08
Ibieca	525	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	70	0	18	0	44	0	0	0	0	0	657	20	0.21
Ilche	619	2507	0	0	0	0	0	320	0	0	10	370	0	10	0	0	100	31	0	0	25	5	0	0	0	0	754	3243	14.63
Laluenga	870	970	0	0	0	0	0	90	0	0	85	60	0	0	0	0	115	0	5	0	18	0	0	0	0	0	1093	1120	4.57
Laperdiguera	940	14	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0	7	0	7	0	0	0	0	0	989	24	0.11
Lascellas-Ponzano	1773	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	136	0	50	0	8	0	0	0	0	0	1967	0	0.00
Peraltilla	542	25	0	0	0	4	0	0	0	0	0	25	0	4	0	0	140	0	37	0	20	0	0	0	0	0	739	58	0.38
Pertusa	1870	45	0	0	0	0	0	30	0	0	0	25	0	0	0	0	11	0	8	0	6	0	0	0	0	0	1895	100	0.56
Pozán de Vero	553	11	0	2	0	3	0	0	0	0	3	2	0	11	0	0	192	0	80	0	74	0	0	0	0	0	902	29	0.23
Salas Altas	501	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	390	0	473	0	116	0	0	0	0	0	1480	6	0.07
Salas Bajas	314	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	85	0	261	119	40	0	0	0	0	0	700	122	1.32
Santa María de Dulci	305	10	0	0	0	3	25	0	0	0	66	17	0	18	0	0	214	0	90	0	115	0	0	0	0	0	815	48	0.46
TOTAL MUNICIPIOS	28228	5823	50	11	0	80	219	1025	0	1	772	1050	0	162	0	0	3609	39	1766	635	2034	6	0	0	0	0	36678	8832	46.54

TABLA 4.3. Superficies de cultivos por municipios y dotaciones totales medias anuales para el regadío en los municipios representativos de la hoja de Barbastro.

5. HIDROGEOLOGÍA.

5.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES.

La serie litoestratigráfica de la Hoja de Barbastro incluye materiales de muy diferentes permeabilidades y características hidrogeológicas comprendidos entre el Triásico y el Cuaternario. Además, en función de los condicionantes estructurales propios de la estribaciones meridionales de las Sierras Exteriores en su contacto con la cuenca terciaria del Ebro se pueden diferenciar las siguientes Unidades Hidrogeológicas y acuíferos (fig. 5.1) dentro del marco global que se ofrece en el Mapa 5.1 de Encuadre Hidrogeológico Regional:

Unidad Hidrogeológica nº 18: Santo Domingo-Sierra de Guara (1).

Sistema Hidrogeológico del Terciario Continental.

- *Subsistema Huesca (2).*

Sistema Hidrogeológico Pliocuaternario.

- *Glacis Salas Altas-Salas Bajas (3).*
- *Glacis Abiego-Azlor (4).*
- *Glacis Casbas de Huesca-Liesa (5).*
- *Glacis de Peralta de Alcofea (6).*
- *Aluvial del río Vero (7).*

Existe sin embargo una serie de materiales que dan lugar a formaciones impermeables, como es el caso de las arcillas y yesos del Keuper, las arcillas rojas del Paleoceno en facies Garum o, especialmente, las arcillas, yesos y sales de la Fm. Yesos de Barbastro.

Estos últimos materiales yesíferos pueden observarse en el anticlinal de Barbastro a lo largo de una franja con dirección NW-SE desde Azlor. El espesor total de esta formación es difícil de determinar pero oscila entre un mínimo de 400 m y los más de 1000. En el sondeo Monzón-1 (en la Hoja de Monzón) se atravesaron 810 m de yesos, sales y lutitas con capas de areniscas, margas y calizas considerados en su conjunto de naturaleza netamente impermeables, aunque esto no implica el que localmente puedan tener manifestaciones kársticas con flujos difusos de agua subterránea de dimensiones desconocidas.

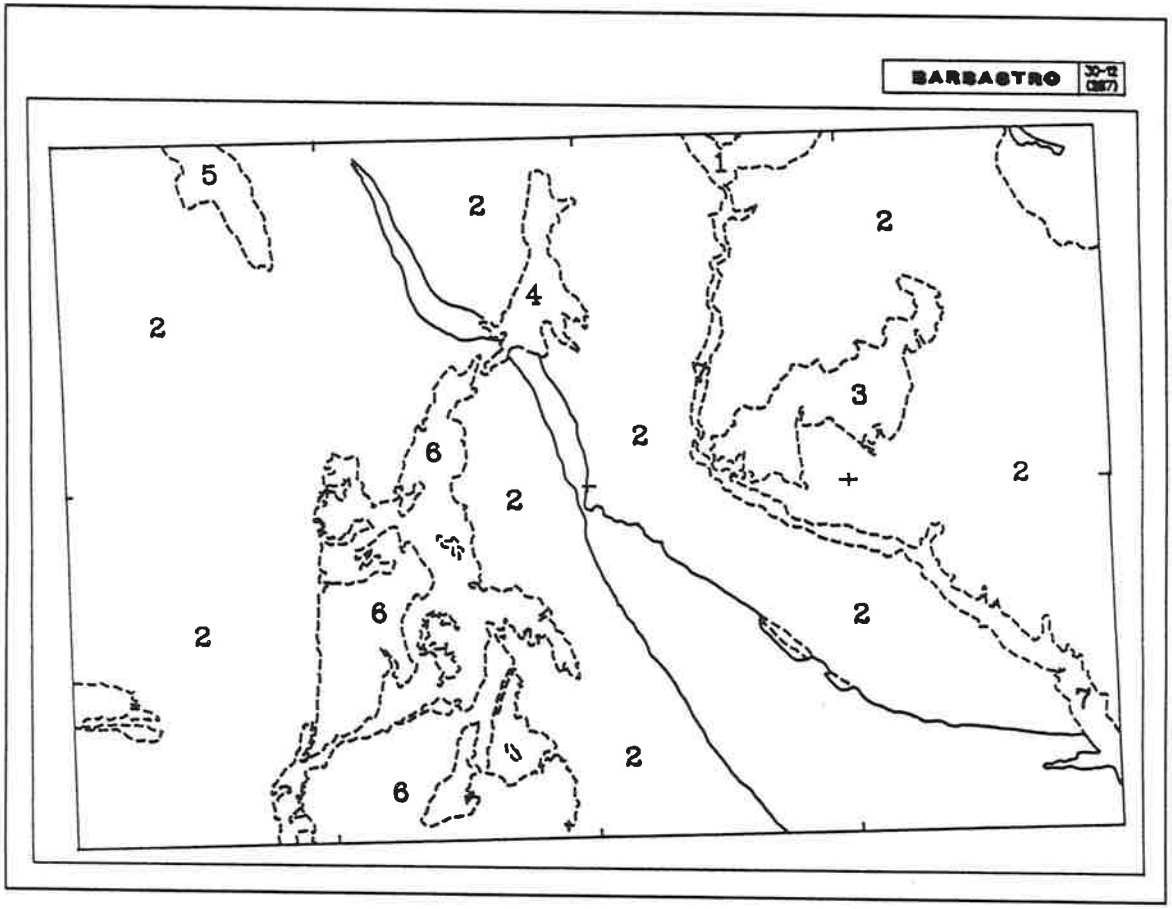
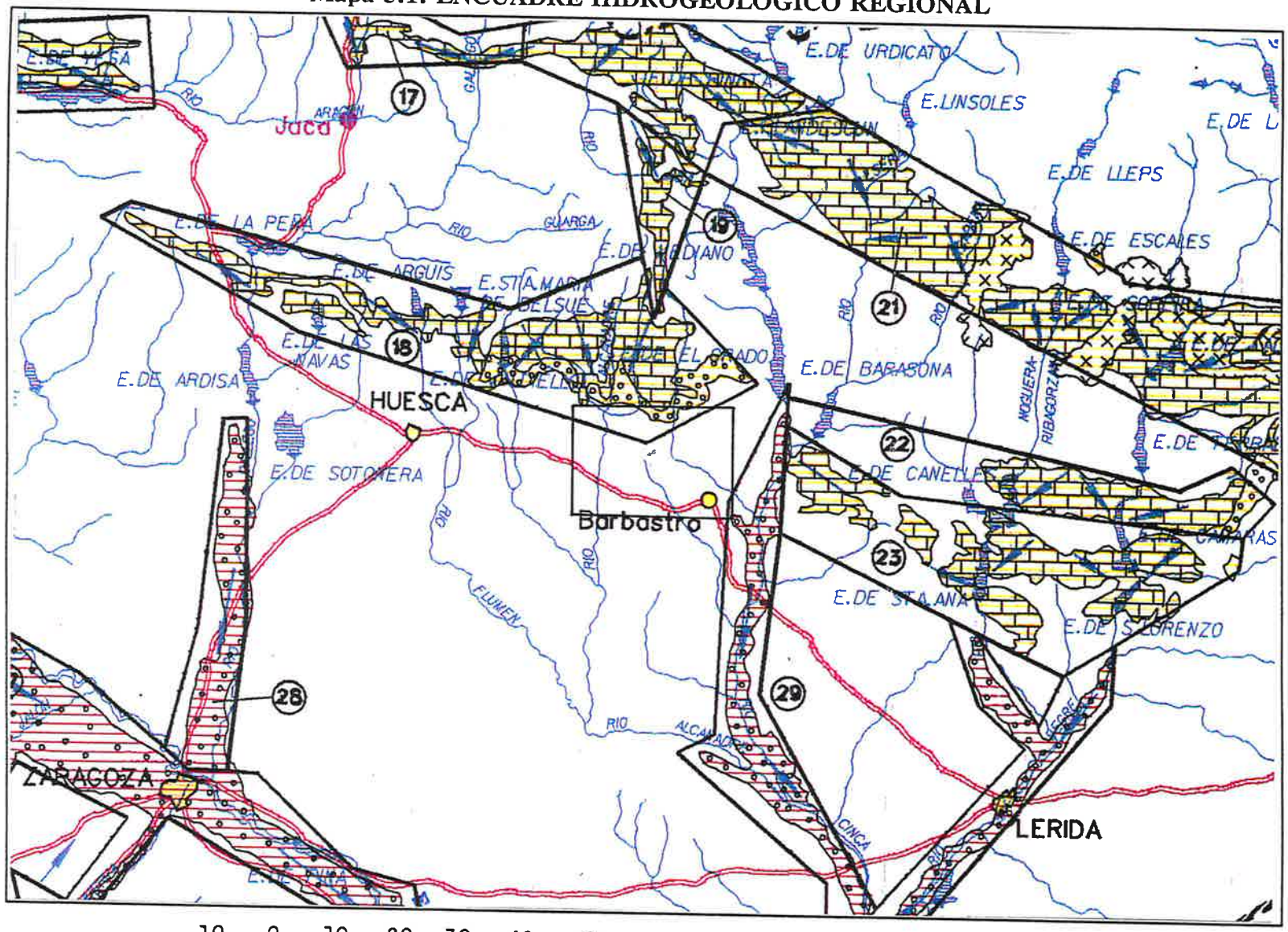


Figura 5.1: Esquema de la ubicación de las diferentes Unidades y Sistemas Acuíferos. La referencia de la numeración se incluye en el texto.

Mapa 5.1. ENCUADRE HIDROGEOLÓGICO REGIONAL



E. 1:1.000.000

10 0 10 20 30 40 50 km

Fuente: modificado de C.H.E

Acuíferos detríticos.

Acuíferos carbonatados.

Límite Hoja 1:50.000.

Límite Unidad Hidrogeológica.

Dirección del flujo subterráneo regional.

(28) Designación de Unidad Hidrogeológica

Algunos sondeos explotan estas sales mediante la inyección de agua dulce para obtener salmueras. Durante su perforación se atravesaron algunos niveles profundos con circulación de un mínimo flujo de agua de extraordinaria salinidad, lo que confirma el carácter kárstico de esta formación.

En el corte geológico presentado en la Hoja de Barbastro se observa la interpretación estructural de las diferentes formaciones geológicas. Las primeras consecuencias hidrogeológicas se centran en la localización y conexión de las formaciones acuíferas profundas más significativas.

Las dos láminas cabalgantes que se reconocen en la Hoja, una aflorante en el Pueyo y la otra reconocible en profundidad a la altura de Salas Bajas, son las más meridionales del frente prepirenaico, constituidas por materiales calizos permeables del Cretácico Superior y del Eoceno, con una porosidad, probablemente, media-alta por karstificación. Su conexión hidráulica en profundidad parece evidente, pese a mediar un nivel de despegue triásico de carácter impermeable, y se realizaría a través de los materiales detríticos oligocenos de menor permeabilidad y en el probable entroncamiento entre ambas estructuras que se produce al NW de la Hoja. A su vez, ambos cabalgamientos unidos, estarían también en conexión hidráulica con el frente de cabalgamientos E-W de las Sierras Exteriores y de las Sierras Marginales que se definirían como las principales áreas de recarga del sistema.

El substrato impermeable regional del cabalgamiento del Pueyo está constituido por las margas eocenas marinas y las sales eocenas, estas últimas aflorantes en el anticlinal Barbastro, hecho que condiciona la circulación del flujo subterráneo de agua a través de la serie carbonatada en dirección preferente N-S. La barrera impermeable del anticlinal de Barbastro forzaría la circulación del flujo hacia la superficie a lo largo de una banda paralela a la línea del cabalgamiento para que, tras atravesar la serie detrítica oligocena, dar origen a descargas difusas en el río Vero. La aparición de gran número de sondeos surgentes en el curso bajo de este río, en las proximidades de Barbastro, y de otros que aun no siéndolo permiten extraer un caudal significativo podrían ser, en cierta parte, una manifestación de este fenómeno.

La profundidad a la que se encuentran estos cabalgamientos, tal y como se observa en los cortes geológicos, dificulta las posibilidades de extracción de sus recursos. En este sector, el techo del cabalgamiento de Salas Bajas puede situarse a una profundidad media de 800 m mientras que el del Pueyo, en su zona subhorizontal puede estar entre los más de 1.000 m y los casi 3.000.

El autóctono en este sector, formado por las calizas liásicas subyacentes a los cabalgamientos y sales eocenas, constituye otra formación supuestamente permeable por karstificación cuyo techo se sitúa entre los 3.000 m, en el SW de la Hoja y los 4.896 en el sondeo Huesca-1.

5.2. UNIDAD HIDROGEOLÓGICA Nº 18: SANTO DOMINGO-SIERRA DE GUARA.

5.2.1. Características geológicas e hidrogeológicas.

Esta Unidad forma parte del Subsistema 67e, incluido en el Sistema acuífero nº 67: Sinclinal de Jaca (ITGE, 1.981). El sector de estudio que nos concierne corresponde a las estribaciones meridionales de la zona más oriental de la Unidad en su contacto con la cuenca del Ebro: la Sierra de Guara.

Geológicamente nos situamos en la zona de cabalgamientos frontales de materiales alóctonos procedentes del Pirineo; los cabalgamientos aquí presentes son los más meridionales de todo el frente pirenaico. Por otro lado, la complejidad tectónica de las estructuras, la presencia de niveles impermeables intercalados en ellas, y que muchas veces han constituido niveles de despegue, y el hecho de que las atraviesen varios ríos ha determinado la individualización de diferentes sectores hidrogeológicos, con funcionamiento independiente, en los que se distinguen dos acuíferos carbonatados principales (triásico y cretácico-eoceno) con diverso grado de conexión.

Los niveles litoestratigráficos que constituyen los materiales impermeables son las arcillas y yesos del Keuper, presentes en el anticlinal de Noval, y las arcillas rojas en facies

Garum, con 50 m de espesor aflorantes en el Pueyo. Estas últimas, debido a su escasa potencia y a la intensa tectonización del área no llegan a constituir un impermeable regional.

Los acuíferos y acuitardos del Oligoceno, Mioceno y Cuaternario, que fosilizan y se superponen en la cartografía a las formaciones y estructuras anteriores, se describen dentro de otras unidades hidrogeológicas diferentes a la señalada y tratadas más adelante, pues sus características litológicas y sedimentarias así lo sugieren.

5.2.2. Definición de acuíferos.

Los principales niveles litológicos susceptibles de constituir acuíferos son los que a continuación se nombran y que se sitúan en general a una elevada profundidad en el dominio de esta Hoja, tal y como hemos comentado anteriormente, aunque afloren o se incluyan dentro de nuestros límites bajo una mínima expresión:

- *Muschelkalk:* con una potencia estimada de 50 m está formado por calizas tableadas y dolomías que tan sólo afloran en el diapiro de Noval. En general, los afloramientos aparecen muy compartimentados por lo que no forman acuíferos extensos. Es un acuífero de alta porosidad y permeabilidad por fracturación y disolución (índice B_2), de manera especial las carniolas, lo que le confiere una buena capacidad de regulación. Su recarga procede en gran medida del acuífero cretácico-eoceno cuando este se sitúa por encima de aquel y con el que está conectado; el límite impermeable está por tanto en su base, con las arcillas del Keuper.

- *Cretácico Superior-Eoceno.* Las calizas cretácicas afloran sólo en el frente cabalgante del Pueyo, con poco más de 10 m de potencia; el Eoceno corresponde a las calizas con Alveolinas y microcodium de la Fm. Guara cuyos afloramientos en esta hoja superan los 120 m de potencia, pero que en el resto de la Unidad son observados con una potencia variable entre los 50 y los más de 1.000 m. Es un acuífero de alta permeabilidad por fisuración y karstificación (índice B_1) aunque con una porosidad muy baja y pequeña capacidad de regulación.

- *Oligoceno-Mioceno:* de entre todos ellos, sólo se incluyen los de facies más conglomeráticas que están adosados al borde de las sierras y en contacto con los materiales carbonatados. Pueden constituir niveles acuíferos de cierta porosidad por fracturación y de baja permeabilidad, que actúan como transmisores del flujo de los acuíferos anteriores.

En el dominio de esta hoja, la mayor parte de las formaciones carbonatadas no afloran, por lo que adquieren características de acuíferos confinados; su recarga se realiza a partir de los afloramientos situados en la Sierra de Guara y por la transferencia subterránea de la Unidad Terciaria Continental que los confina, quien a su vez también puede recibir parte de la descarga subterránea de los acuíferos mesozoicos por los sectores más meridionales de las sierras.

No existen datos sobre los parámetros hidráulicos de estos acuíferos así como de surgencias destacadas dentro de nuestros límites. Únicamente, y para las calizas del Muschelkalk, aflorantes en el diapiro de Noval al NE de la Hoja, se tiene referencia de 4 manantiales entre los que destaca el 3012.4008, que sirve de abastecimiento urbano a Hoz de Barbastro.

SÁNCHEZ NAVARRO, J.A. (1.988) incluye los afloramientos cretácico-eocenos del N de la Hoja de Barbastro en la *Unidad Acuífera Río Vero*, ampliamente representada en la hoja de Alquézar (30-11). Con una extensión de 76 km^2 su recarga procede de la infiltración de las precipitaciones (21,6 hm^3/año) y de pérdidas en el cauce del río Vero (13,9 hm^3/año). La descarga regulada (20,4 hm^4/año) se centra en una surgencia permanente en el nacimiento del Vero y en otras menos importantes a lo largo de su cauce.

En ITGE (1.988), estos mismos afloramientos constituyen las estribaciones más meridionales de dos unidades del dominio hidrogeológico oriental: *Unidad de Lecina y Unidad del Balces*.

5.2.3. Características de las aguas subterráneas.

La única muestra analizada en relación con los materiales integrantes en esta unidad es un punto correspondiente a las calizas del Muschelkal en el diapiro de Noval (3112.4008). La facies correspondiente, según el diagrama triangular de Piper-Hill es del tipo sulfatada cálcica, con elevada concentración en ión potasio (ver anexo de hidroquímica correspondiente). Es un agua dura de mineralización media.

5.3. SISTEMA HIDROGEOLÓGICO DEL TERCIARIO CONTINENTAL.

5.3.1. Características geológicas e hidrogeológicas.

La mayor parte de la Hoja queda bajo el dominio de una potente serie detrítica Oligo-Miocena de carácter continental (unidades 7 al 16 de la cartografía geológica) que en conjunto puede llegar a tener un espesor superior a los 2.000 m, con desarrollo a ambos lados del anticlinal de Barbastro.

A pesar de que tradicionalmente se han caracterizado estas formaciones en su conjunto como impermeables, SÁNCHEZ NAVARRO (1.988) define una Unidad "Terciario Detrítico" con características acuíferas de baja permeabilidad, entre las localidades de Monflorite y Azlor, que coincide con una parte de la Fm. Sariñena.

En general, y para un amplio sector al S de las Sierras Exteriores se pueden agrupar todas las unidades en tres litologías dominantes tal y como se deduce de los estudios de PUIGDEFÁBREGAS (1.975) y HIRST (1.983):

- Formaciones con predominio de litologías conglomeráticas gruesas y de brechas, más o menos cementadas, que pueden incluir capas de arenas gruesas y otras de grano más fino, propias de facies de abanicos aluviales y que se asocian a los frentes cabalgantes de las Sierras Exteriores. Por su evidente conexión hidráulica con las formaciones carbonatadas de estas sierras se incluyen en la Unidad Hidrogeológica anterior (Santo Domingo-Sierra de Guara).

- Formaciones con predominio de bancos de microconglomerados o areniscas, de escala métrica a decimétrica de aspecto canaliforme y gran extensión, sobre los que se pueden intercalar capas lutíticas y que en conjunto se asocian a depósitos de ambientes fluviales. Estas facies se interdigitan con los abanicos aluviales en donde los depósitos son más groseros mientras que las partes distales pasan gradualmente a litologías reconocidas en el siguiente tipo de formaciones que se comentan más abajo. Destacan las formaciones Sariñena y Peraltilla. En la primera, HIRST (1.983) y NICHOLS (1.984) identifican la existencia de dos grandes sistemas fluviales: el Sistema de Luna y el Sistema de Huesca, este último ampliamente representado en esta Hoja.

- Formaciones con predominio de lutitas que intercalan esporádicos bancos tabulares de areniscas finas, y eventualmente, presencia de algunas capas carbonatadas y/o yesíferas que, como en la Fm. de Yesos de Barbastro, pueden llegar a ser dominantes. Responden respectivamente a facies distales de abanicos fluviales y facies lacustres con abundante evaporación. Manifiestan características propias de acuitardos o acuicludos, si bien los materiales evaporíticos son susceptibles de estar afectados localmente por fenómenos de karstificación como los observados en sectores próximos (Hoja de Monzón 31-13).

En ausencia de nítidos criterios estructurales u orográficos que permitan la discretización hidrogeológica GARRIDO y AZCÓN (1.994) optan para ello por un criterio sedimentológico habida cuenta de las implicaciones hidrogeológicas de las litofacies asimiladas a los mismos. Así, definen el denominado *Sistema Hidrogeológico del Terciario Continental* subdividido en dos subsistemas o unidades. En el sector que nos afecta localizan el Subsistema de Huesca, coincidente con el sistema sedimentario descrito por HIRST (1.983) y NICHOLS (1.984) con el mismo nombre. Este Subsistema Hidrogeológico incluye todas aquellas litologías y facies descritas para los tres tipos de formaciones.

5.3.2. Definición de acuíferos.

Constituye un acuífero detrítico del tipo multicapa, de baja-muy baja permeabilidad por porosidad intergranular (índice C_I), aportada generalmente por los paelocanales de areniscas en función de su cementación.

GARRIDO y AZCÓN (1.994) asignan al Sistema Hidrogeológico unos límites y superficie muy amplia dentro de toda la cuenca del Ebro definiéndolo como un equivalente lateral de los acuíferos de facies detríticas definidos por CASTIELLA et al. (1.982) en la Unidad Hidrogeológica Sur de Navarra; el sector que abarca la Hoja de Barbastro se encuadra dentro del Subsistema Hidrogeológico de Huesca cuyos límites impermeables han de buscarse en las formaciones lutíticas y yesíferas de facies distales de estos abanicos, cartografiadas al W de las vecinas hojas de Huesca y Peralta de Alcofea. Hacia el E, la Fm. de Yesos de Barbastro supone también una barrera impermeable mientras que, hacia el N, se encuentran en contacto con los acuíferos carbonatados de la Sierra de Guara o con los conglomerados oligo-miocenos del frente de los cabalgamientos.

Las potencias del acuífero son variables dependiendo de la posición en la que nos encontremos dentro de la cuenca terciaria pero que, en los límites de esta Hoja, puede superar los 2.000 m en algunos puntos al S del cabalgamiento de Salas Altas.

5.3.3. Parámetros hidrogeológicos.

- **Parámetros hidráulicos.**

No existen datos de ensayos de bombeo para ninguna de las captaciones inventariadas en la Hoja si bien, en otros sondeos ubicados en esta formación se han obtenido datos de transmisividad del orden de 150 m^2/día y permeabilidad de 4-5 m/día. Sin embargo, estos valores han de tomarse con ciertas reservas ya que los parámetros hidráulicos pueden variar de manera muy significativa al estar condicionados por circunstancias litológicas y texturales locales.

De manera genérica y para todo el Sistema se puede hablar de: porosidad eficaz media variable según las zonas y naturaleza de las areniscas pero que difícilmente sobrepasará el

10% (20% máximo); permeabilidades inferiores a 10 m/día según el grado de cementación de las areniscas y con permeabilidades verticales de un orden muy inferior, salvo en los tramos con elevados buzamientos de las Fm. Peraltilla y Sariñena en los que pueden ser superiores; coeficiente de almacenamiento del orden de 10^{-4} o inferior. Estos valores pueden ser quizás más elevados en función del grado de fracturación que muestren los paleocanales.

■ **Piezometría. Funcionamiento hidrogeológico.**

GARRIDO y AZCÓN (1.994) establecen un tipo de acuífero multicapa para esta formación, en el que la piezometría está fuertemente condicionada por los factores topográficos. La elevada anisotropía vertical de las formaciones acuíferas propicia la existencia de numerosos niveles colgados de carácter libre, drenados por encima de la red hidrográfica, en tanto que los niveles transmisivos inferiores se encuentran confinados y drenan de manera difusa a los ríos y arroyos directamente o a través de los materiales cuaternarios asociados.

El funcionamiento hidrogeológico es asimilable a un acuitardo en el que los niveles detríticos groseros, más transmisivos, hacen las veces de colectores confinados por los niveles lutíticos. En el sector estudiado, el funcionamiento muestra algunas incertidumbres en cuanto a la relación hidráulica con las unidades carbonatadas mesozoicas y eocenas más septentrionales de la Sierra de Guara, ya que presumiblemente reciben alimentación lateral o infrayacente de las mismas. En esta línea podrían interpretarse los fenómenos de artesianismo detectados al N del Anticlinal de Barbastro debidos a una posible conexión con Sistemas acuíferos de más alto potencial hidráulico, difícilmente explicables si se alude sólo a factores topográficos.

Las direcciones más probables del flujo subterráneo puede estar alineadas en el flanco Norte del anticlinal de Barbastro en una componente NNW-SSE, con sentido hacia las zonas de menor potencial definidas por el río Vero y el Cinca. En el flanco Sur del anticlinal puede experimentar una ligera reorientación N-S y hacia el Alcanadre, aunque sin grandes variaciones respecto a la anterior.

La elaboración de un balance de aguas para este Subsistema a partir del estado actual de conocimiento, tanto del acuífero como de cada uno de los términos intervinientes en el

mismo, puede resultar impreciso por lo que únicamente procederemos a enumerar los factores que pueden incluirse.

Recarga:

- Drenaje lateral de las unidades acuíferas carbonatadas (mesozoicas y eocenas) de las Sierras Exteriores, bien de manera directa, bien a través de las facies de conglomerados de borde o bien por drenaje subterráneo profundo en el frente de los cabalgamientos fosilizados (como el cabalgamiento de Salas Altas).

- Infiltración debida a los excedentes de riego, que puede llegar a tener cierta importancia en los sectores dominados por los riegos del Alto Aragón.

- Infiltración a partir de la lluvia útil y por infiltración del agua de escorrentía superficial en cauces principales (Alcanadre, Vero, etc.) y barrancos.

- Drenaje subterráneo procedente de los diversos acuíferos aluviales, de glacis y terrazas o pliocuaternarios indiferenciados integrantes del Sistema Hidrogeológico Pliocuaternario.

- Posible transferencia profunda desde el Terciario Marino y del Mesozoico confinados, que suponen el substrato autóctono, dado el alto potencial hidráulico que probablemente tengan estas unidades.

Descarga: atribuible en general a flujos superficiales de corto y medio recorrido dada la escasa salinidad de las aguas, aunque no por ello se excluya la procedencia de flujos más profundos o de mayor recorrido que se mezclen con los anteriores. Destacan sin embargo los siguientes factores:

- Drenaje subterráneo, de manera difusa, directamente a lo largo de los cauces en los principales ríos: Alcanadre y Vero (en la Hoja de estudio).

- Drenaje por surgencias puntuales y en áreas difusas de rezume, debidas en su mayor parte a la descarga de niveles colgados (p.e. 3012.2012, 4001, etc).

- Algunos manantiales de caudal significativo próximos a las áreas de contacto con las formaciones impermeables terciarias que están cartografiadas en hojas vecinas.

- Transferencia a otras unidades terciarias y mesozoicas más profundas y a los acuíferos superficiales del Sistema Hidrogeológico Pliocuaternario.

- Extracción por bombeos, de relativa importancia en los alrededores de Barbastro.

5.3.4. Inventario de puntos de agua. Usos del agua.

Se han contabilizado un total de 71 puntos sólo en la Hoja de Barbastro que afectan de diversa manera a este acuífero:

21 manantiales, que aportan un caudal generalmente inferior al l/s excepto algunos como los puntos 3012.4001 y 2012, con 3 y 5 l/s respectivamente. Se utilizan en el abastecimiento urbano principalmente, para riego de pequeñas huertas o para dar servicio a diversas fuentes públicas.

36 sondeos, cuya profundidad media es de 108 m; el caudal continuo de explotación suele ser casi siempre inferior al l/s, aunque en conjunto la extracción sea próxima a los 0,5 hm^3/año en esta Hoja; en cuanto a la utilidad, la mayor parte de los sondeos en funcionamiento lo son para el abastecimiento en el sector servicios o en la ganadería.

14 pozos excavados: de ellos 8 se sitúan en materiales cuaternarios, que acaban profundizando en el terciario continental; la mayor parte no se usan en la actualidad pero algunos se emplean para regadío.

Entre todos ellos destaca sin embargo el elevado número de puntos de agua inutilizados secos o sin uso aparente en la actualidad.

Las obras de captación actuales proporcionan un rendimiento que, aunque es suficiente para las necesidades requeridas, resulta escaso dadas las posibilidades del Subsistema. No obstante de la relativa baja permeabilidad de los niveles transmisivos, el acuífero presenta

aptitud para satisfacer las pequeñas demandas que se puedan plantear en su entorno mediante la captación con sondeos correctamente diseñados y suficientemente penetrantes (circunstancias que habitualmente no se dan), susceptibles de proporcionar un caudal continuo de 2-3 l/s o más.

5.3.5. Características químicas de las aguas subterráneas.

En general, el Sistema Terciario Continental se caracteriza por poseer aguas de tipo muy diverso difícilmente encuadrables en una clase única en especial cuando se mezclan con otras de los acuíferos pliocuaternarios.

Las manifestaciones asociadas al Subsistema Hidrogeológico Huesca en esta Hoja muestran una facies en la que domina el tipo bicarbonatado cálcico o bicarbonatado sódico-cálcico; algunas muestras contienen una concentración elevada en sulfatos, sodio o en nitratos. Son aguas de mineralización ligera o media y dureza media o dura; en ciertos casos es posible obtener aguas calificadas como blandas para las que SÁNCHEZ NAVARRO, J. et al. (1.988) determina un origen debido a procesos de ablandamiento al atravesar diferentes niveles arcillosos del Terciario.

5.4. SISTEMA HIDROGEOLÓGICO PLIOCUATERNARIO.

Se trata de un complejo sistema extendido por todo el Somontano en el que se integran numerosos acuíferos agrupados bajo tres denominaciones genéricas (GARRIDO y AZCÓN, 1.994): *Acuíferos Aluviales*, ligados a la dinámica fluvial y en conexión hidráulica con los ríos; *Acuíferos en Glacis y Terrazas*, desconectados de la red fluvial, colgados y con extensión variable y *Acuíferos Pliocuaternarios indiferenciados*, integrados por todos aquellos acuíferos de interés no encuadrables en las tipologías anteriores.

En los límites de esta Hoja, bien en su totalidad o parcialmente incluidos, se describe un total de 5 acuíferos diferentes, 4 de ellos definidos inicialmente por SÁNCHEZ NAVARRO, J. (1.988) en diversas unidades acuíferas dentro de lo que él viene a llamar

Dominio Hidrogeológico detrítico; únicamente el **Glacis de Peralta de Alcofea** es de reciente definición.

5.4.1. Acuíferos en Glacis y Terrazas.

Características geológicas e hidrogeológicas.

Constituidos por todos aquellos depósitos pliocuaternarios de conglomerados, gravas, arenas y limos desconectados de la red fluvial actual, es decir, son acuíferos colgados drenados por manantiales cuya cota es superior a la de las terrazas actuales conectadas con los ríos.

Se pueden definir como acuíferos detríticos libres, de permeabilidad media por porosidad intergranular (índice A_2), de extensión variable, locales, de espesor reducido siempre inferior a 8 m y con producción moderada; los recursos pueden estar en ocasiones inducidos por los retornos de regadío (Glacis de Peralta de Alcofea). En todos los casos, el límite inferior del acuífero es el Sistema Terciario Continental, de menor permeabilidad.

Parámetros hidrogeológicos.

Aunque no se dispone de datos de aforo pude realizarse una primera aproximación de los valores de los diferentes *parámetros hidráulicos* en función de la litología de los acuíferos: porosidad eficaz media del 10-15% (máximo del 25%), que coincide con su capacidad de almacenamiento; permeabilidad horizontal de 1 a 5 m/día (según el porcentaje de lutitas y grado de cementación de las gravas y arenas); permeabilidad vertical diez veces inferior a la horizontal; espesores saturados del orden de un metro y transmisividades medias cercanas a los 10-20 m^2/día.

En cuanto al *funcionamiento hidrogeológico (recarga y descarga)* pude decirse que es similar para todos los acuíferos encuadrados en este tipo. La **recarga** se produce por: infiltración a partir de la lluvia útil, retorno de regadíos (en aquellos glacis en los que por cotas topográficas pueden haberse instalado grandes sistemas de riego) y por drenaje lateral y subterráneo del Sistema Terciario Continental si bien, éste último, pude tener una influencia reducida y limitada. La **descarga** tiene lugar tanto en el drenaje por surgencias

puntuales colgadas, por surgencias difusas a lo largo de los escarpes, extracciones por bombeos y por drenaje subterráneo al Sistema Terciario Continental subyacente.

- **Glacis de Salas Altas-Salas Bajas.**

Situado en el cuadrante noroccidental de la Hoja ocupa una extensión de 11,5 km^2. Las entradas al acuífero están evaluadas en 0,8 hm^3/año, mientras que las salidas por manantiales se cifran en 0,2 hm^3/año. Las principales surgencias son: 3012.4004 al 4006, de caudal inferior a los 2 l/s por lo que el drenaje principal se realiza de manera subterránea. Las reservas estimadas se elevan a 1,1 hm^3, suponiendo un espesor saturado medio de 0,8 m y porosidad eficaz del 12%.

SÁNCHEZ NAVARRO, J. (1.988) cifra el volumen de entradas en 3 hm^3/año frente a unas salidas por manantiales de 0,5 hm^3/año.

- **Glacis Abiego-Azlor.**

Pequeño acuífero de tan sólo 5,4 km^2 que se extiende al Este de Azlor. La recarga del acuífero es de 0,4 hm^3/año, mientras que las salidas por manantiales representan un volumen similar (0,4 hm^3/año). Las principales puntos de drenaje son: 3012.2001 y 2008, éste último (La Fonteta) con un caudal próximo a los 20 l/s. Las reservas calculadas se elevan a 0,6 hm^3.

- **Glacis de Casbas de Huesca-Liesa.**

Este acuífero se sitúa en el borde noroccidental de esta Hoja y continúa por la vecina de Alquézar. Su extensión es de unos 6 km^2 (4,1 de los cuales están en la Hoja de Barbastro). Las entradas contabilizadas son del orden de 0,4 hm^3/año frente a unas salidas por manantiales de 0,3 hm^3/año. Los principales puntos son: 3012.1003, 1004 y 1013, éste último con características minero medicinales (SAZ, P., 1.992). El volumen de reservas calculadas se eleva a 0,4 hm^3.

■ **Glacis de Peralta de Alcofea.**

Se extiende desde las proximidades de Abiego hasta la localidad de Peralta de Alcofea, en la Hoja inferior, donde viene a ocupar su mayor superficie. En él no están incluidos una serie de depósitos cuaternarios indiferenciados que se localizan en los alrededores de Lascellas y con los que no mantiene conexión hidráulica aparente al poseer cotas topográficas distintas, aunque sean también materiales con elevada permeabilidad. El acuífero tiene un desarrollo de 98,5 km^2 de los que 19,4 están en esta Hoja.

El nivel freático puede situarse entre los 2-4 m de profundidad para un acuífero con poco más de 3 m de espesor. Los niveles freáticos medidos sin embargo en los pozos son más elevados debido a que son penetrantes en la unidad subyacente terciaria. El flujo subterráneo puede decirse que posee una dirección NE-SW y hacia el río Alcanadre aunque, localmente, presente ligeras variaciones debidas al terciario infrayacente que hace las veces de un umbral hidrogeológico.

Los términos del balance se explican de forma detallada en la descripción hidrogeológica de la Hoja de Peralta de Alcofea; sin embargo, conviene destacar que en el cómputo de las entradas hay que añadir un nuevo factor respecto a los restantes acuíferos debido al retorno de los regadíos que se extienden al SW del acuífero. El conjunto de la recarga es de unos 10 hm^3/año, repartida entre los 7 hm^3/año de lluvia útil y 3,1 hm^3/año de retorno de riego. La descarga se reparte entre los 0,5 hm^3/año del drenaje en manantiales y 1 hm^3/año por bombeos; el resto se reparte entre el drenaje difuso, drenaje por barrancos y transferencia subterránea al Terciario Continental.

Las reservas utilizables, suponiendo un espesor saturado medio de 0,8 m y porosidad eficaz del 12%, son de 9,4 hm^3.

El número de puntos inventariados sobre este acuífero se eleva a 47 (incluyendo los depósitos cuaternarios indiferenciados). 13 de ellos son manantiales, 19 son pozos excavados casi todos sin utilizar y 15 son sondeos emboquillados sobre este acuífero,

aunque penetren una media de 100 m en el terciario. El principal uso al que se destina el recurso es al abastecimiento urbano seguido de la ganadería.

5.4.2. Acuíferos aluviales: Aluvial del río Vero.

Características geológicas e hidrogeológicas.

Constituido por todos aquellos depósitos cuaternarios de gravas, arenas y limos que se encuentran en conexión hidráulica con los principales ríos que atraviesan el Somontano; en general corresponden a las terrazas inferiores y recientes de la dinámica fluvial. Suelen estar drenados por manantiales situados a cotas próximas a la del río. En la zona de estudio el único aluvial destacable es el del río Vero, con una extensión aproximada de 12 km^2.

Se pueden definir, en general, como acuíferos detríticos libres, de alta permeabilidad por porosidad intergranular (índice A_1), de extensión variable que sigue la alineación de los cauces actuales. Su escaso espesor (inferior a 6 m en el aluvial del Vero) y su pequeña continuidad lateral califican a este aluvial como poco apto para la regulación a pesar de que sus recursos pueden estar inducidos por los retornos de regadíos en las zonas bajas de su curso. El límite inferior del acuífero lo constituye el Sistema Terciario Continental, de menor permeabilidad y con el que está en conexión hidráulica.

Parámetros hidrogeológicos.

A pesar de no disponer de datos de aforo puede realizarse una primera aproximación de los valores de los diferentes *parámetros hidráulicos*, por extrapolación de acuíferos similares en otras áreas, en función de la litología: permeabilidades entre 10-100 m/día; porosidad eficaz del 10% o superior; transmisividad del orden de 20-400 m^2/día.

Piezometría. Recarga y descarga.

No se dispone de datos sobre la posición del nivel freático, aunque es de suponer que el nivel freático se sitúe a escasa profundidad (1-3 m). El flujo subterráneo seguirá la dirección del río que puede tener carácter efluente.

El *funcionamiento hidrogeológico* es similar al de los acuíferos aluviales de los ríos prepirenaicos. La **recarga** se debe a: infiltración de la lluvia útil; retorno de regadíos;

pérdidas en la red de suministro urbano en la ciudad de Barbastro (localizado sólo en la parte baja del acuífero); filtraciones del agua del río a lo largo de su cauce; drenaje subterráneo del Sistema Terciario Continental o aporte lateral de los niveles de areniscas colgadas del mismo Sistema y por infiltración del agua de escorrentía procedente de los barrancos adyacentes. Estos tres últimos términos son de difícil estimación y su importancia puede ser relativa.

La **descarga** del acuífero se realiza por: drenaje puntual en manantiales; extracciones por bombeo; aporte lateral subterráneo al río Cinca; transferencia subterránea al Sistema Terciario infrayacente y por el drenaje en el propio cauce por el mismo río Vero.

Balance.

SÁNCHEZ NAVARRO, J. (1.988) cifra las entradas al acuífero en 2 hm^3/año, repartidas entre 1,5 hm^3/año de infiltración de lluvia útil y 0,5 hm^3/año procedentes del retorno de regadío. Las salidas conocidas se reparten entre los 0,4 hm^3/año drenados por los manantiales y los 1,2 hm^3/año de extracciones por diferentes captaciones.

Unos cálculos más ajustados del balance permiten cifrar el volumen conjunto de entradas en 2,2 hm^3/año, que se reparten entre la lluvia útil: 0,9 hm^3/año, el retorno de regadíos: 1 hm^3/año y las pérdidas en la red de suministro a Barbastro: 0,3 hm^3/año (para una dotación de 300 l/hab/día, 15.000 habitantes y un porcentaje conservador de pérdidas del 20%). Las salidas conocidas son de 0,4 hm^3/año por manantiales y una fracción similar por posibles extracciones en diversas captaciones; el resto (1,4 hm^3/año) corresponde al drenaje natural no regulado. Las reservas calculadas se elevan a los 2,4 hm^3.

Inventario de puntos de agua. Usos del agua.

Se conocen únicamente 3 manantiales que drenan este acuífero: 3012.7001, 8004, y 8006 destacando los dos primeros. Existe también una zanja que es utilizada ocasionalmente como abastecimiento alternativo a la ciudad de Barbastro capaz de extraer 177 l/s.

A lo largo del cauce bajo del río Vero existen una serie de sondeos (9) de características surgentes la mayoría que, a pesar de estar emboquillados en el aluvial, explotan el Sistema Terciario infrayacente; esta situación no excluye el posible drenaje

inducido del aluvial. Su utilidad se reduce al abastecimiento de pequeñas parcelas (regadío, consumo de boca) o al uso industrial.

5.4.3. Características químicas del agua subterránea.

Las surgencias que aparecen relacionadas con todos los acuíferos pliocuaternarios de esta Hoja muestran una elevada agrupación en una facies bicarbonatada cálcica tal y como se observa en los diagramas del anexo de hidroquímica; son aguas por lo general con dureza media y mineralización ligera, que, ocasionalmente pueden contener elevada concentración en nitratos.

5.5. OTROS MATERIALES DE INTERÉS HIDROGEOLÓGICO.

Algunos materiales pliocuaternarios indiferenciados, de rellenos de valle o de pequeñas terrazas altas aisladas, pueden tener una importancia local y muy reducida dada la pequeña extensión de los depósitos. La mayor parte de ellos se sitúan en la cuenca del río Alcanadre, entre los que destacan un conjunto de depósitos al Norte del Glacis de Peralta de Alcofea, en las proximidades de Lascellas drenados principalmente por un manantial situado en este núcleo: 3012.6002.

Otros depósitos, como los situados en el extremo SW de la hoja reflejan la existencia de algunos manantiales que los drenaban (3012.5001, 5004, etc.), pero dada la escasa capacidad de regulación que poseen están secos en la actualidad por lo que denotan su nulo interés hidrogeológico a pesar de constituir materiales con cierta permeabilidad.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

CASTIELLA, J. et al. (1.982). *Las aguas subterráneas en Navarra. Proyecto Hidrogeológico.* Diputación Foral de Navarra. 229 pp.

C.H.E. (1.988). *Plan Hidrológico. Documentación Básica.* Zaragoza. MOPTMA. Vol. I, II y planos.

C.H.E. (1.993). *Proyecto de directrices de la cuenca del Ebro (versión 26 de noviembre de 1.993).* Zaragoza. MOPTMA.

C.H.E. (1.993) *Avance del estudio de dotaciones por cultivos y comarcas en la Cuenca del Ebro.* Zaragoza. MOPTMA.

D.G.A. (1.990). *Riegos en Aragón por comarcas y municipios.* Dpto. de Agricultura Ganadería y Montes. 77 pp.

FACI, J.M. y MARTÍNEZ COB, A. (1.991). *Cálculo de la evapotranspiración de referencia en Aragón.* Diputación General de Aragón. 115 pp.

FACI, J.M. (1.992). *Contribución a la medida y cálculo de la evapotranspiración de referencia (ET_0) en Aragón.* Institución Fernando el Católico. Zaragoza.

GARCÍA RUIZ, J. et al. (1.985). *Los recursos hídricos superficiales del Alto Aragón.* Colección de Estudios Altoaragoneses nº 2. Instituto de Estudios Altoaragoneses. Huesca. 224 pp.

GARRIDO, E. y AZCÓN, A. (1.994). Naturaleza y características de los aprovechamientos con aguas subterráneas al sur de las Sierras Exteriores pirenaicas. *Congreso Nacional del agua y medio ambiente.* Zaragoza. pp 15-23.

HIRST, J.P. (1.983). *Oligo-Miocene alluvial systems in the northern Ebro basin, Huesca province, Spain.* Tesis Doctoral inédita, University of Cambridge. 247 pp.

I.T.G.E. (1.981). *Investigación hidrogeológica de la cuenca del Ebro. Informe técnico nº 9: Estudio hidrogeológico del Sistema Acuífero nº 67 Sinclinal de Jaca.* MINER.

I.T.G.E. (1.989). *Estudio hidrogeológico de la Sierra de Guara.* MINER.

M.A.P.A. (1.979). *Atlas agroclimático nacional.*

NICHOLS, G.J. (1.984). Thrust Tectonics and alluvial sedimentation, Aragon, Spain. *Tesis Doctoral*, Univ. Cambridge, 243 pp.

PUIGDEFÁBREGAS, C. (1.975). La sedimentación molásica en la cuenca de Jaca. *Rev. Pirineos*, Jaca, 104, 188 pp.

RIBA, O. et al. (1.983). Ensayo estratigráfico y evolutivo de la cuenca terciaria del Ebro. *Libro Jubilar de homenaje a J. M. Ríos, Geología de España,* I.T.G.E. tomo II, pp. 131-159.

SÁNCHEZ NAVARRO, J.A. (1.988). *Los recursos hídricos de las Sierras de Guara y sus somontanos.* 336 pp. Colección de Estudios Altoaragoneses, nº 27. Diputación Provincial de Huesca.

SAZ, P. (1.992). *Fuentes minero-medicinales de la provincia de Huesca.* Instituto de Estudios Altoaragoneses, Huesca. 102 pp.

ANEXO I

CLIMATOLOGÍA

ESTACION METEOROLOGICA: HUERTA DE VERO (9864)

PRECIPITACIONES (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1961	57.1	9.3	12.2	41.0	46.9	50.3	8.1	29.0	80.1	38.3	153.2	36.2	561.7
1962	49.5	51.3	77.2	59.4	8.3	40.2	7.5	20.2	65.5	62.8		39.3	
1963		68.3	8.6	74.2	27.4	70.6	80.4	89.9	66.8	19.2	110.6	80.6	
1964	4.6	111.0	32.1	57.6	126.7	125.6	6.2	13.1	89.5	27.0	39.4	64.1	696.9
1965	28.5	33.2	96.2	0.0	12.0	19.2	16.2	20.8	58.6	228.5	72.7	30.4	616.3
1966	68.0	78.0	0.0	74.7	56.5	68.8	26.3	89.2	16.9	133.0	80.2	4.8	696.4
1967	21.6	57.7	40.0	54.7	14.1	0.0	0.0		14.3	29.5	190.1	0.0	
1968	0.0	66.8	36.5	50.9	69.8	59.1	21.1	89.3	18.1	19.5	62.8	57.6	551.5
1969	55.7	68.6	160.8	121.6	71.3	102.5	19.1	19.2	60.0	74.8	35.7	7.7	797.0
1970	75.7	0.0	16.5	14.4	104.1	46.6	0.0	83.0	0.0	76.4	20.9	28.3	465.9
1971	73.1	13.8	36.1	91.6	122.0	107.4		30.8	57.6	20.2	37.1	34.8	
1972	52.8	97.0	58.8	11.5	72.7	98.0	23.7	43.0	149.6	72.7	46.2	39.0	765.0
1973	33.5	2.7	0.0	88.5	51.4	88.5	38.5		18.8	11.5	58.0	76.4	
1974	34.8	49.4	166.1	42.6	59.8	40.4	34.4	47.2	132.0	0.0	33.9	14.2	654.8
1975	21.9	37.5	43.2	4.9	110.0	55.5	0.0	43.4	83.3	4.2	5.5	59.6	469.0
1976	12.3	24.4	20.1	105.7	17.1	45.1	0.0	57.0	55.6	85.6	36.4	100.5	559.8
1977	86.1	22.2	33.5	36.3	71.4	76.2	34.2	17.0	0.0	88.4	36.6	56.9	558.8
1978	44.7	67.0	43.5	65.9	54.8	109.2	56.0	0.0	11.6	0.0	0.0		
1979	173.1	45.5	53.7	40.6	41.1	39.6	27.7	5.7	38.9	108.0	12.3	30.9	617.1
1980	11.3	46.3	37.6	72.1	113.5	36.6	15.4	13.8	29.9	35.3	82.4	1.6	495.8
1981	0.0	36.0	13.1	60.7	68.6	55.2	0.0	4.8	58.5	6.2	0.0	104.2	407.3
1982	21.6	50.6	38.3	33.8	65.1	18.5	76.6	95.1	35.6	56.3	76.7	14.1	582.3
1983	0.0	55.6	2.3	42.1	9.9	79.2	11.2	168.8	3.4	36.7	115.7	48.8	573.7
1984	15.6	18.4	101.3	15.1	113.6	33.4	4.4	0.0	0.0	17.5	137.9	5.3	462.5
1985	45.5	40.1	23.4	52.9	67.4	9.7	20.4	10.3	12.7	18.6	26.5	52.0	379.5
1986	17.7	30.5	15.4	102.3	40.8	42.7	20.9	0.8	137.3	53.4	71.0	26.2	559.0
1987	53.6	14.1	6.2	36.7	56.5	23.0	51.1		22.2				
AÑO MEDIO	40.7	44.3	43.4	53.8	62.0	57.1	23.1	41.3	48.8	50.9	61.7	40.5	567.5
D.DST	36.9	27.6	43.5	31.3	35.4	32.7	22.4	42.0	42.5	50.5	48.9	29.6	

ESTACION METEOROLOGICA: BARBASTRO EL PUEYO (9865)

PRECIPITACIONES (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1945					95.9	12.1	98.8	56.3	74.9	14.4	37.7	89.1	
1946		4.5	6.8	165.8	136.8	32.6	0.0	106.8	27.2	18.0	19.6	43.7	
1947	47.8	88.2	75.8	12.3		7.6	33.9	38.9	50.7	6.6	35.9	38.2	
1948	88.0	20.6	32.6	43.8	34.2	44.4	17.2	26.9	13.0	18.0	0.0	29.0	367.7
1949	12.8	4.5	20.3	15.2	79.6	38.1	47.0	22.2	97.2	35.7	50.8	20.6	444.0
1950	2.1	22.2	64.0	12.0	84.6	0.0	34.0	35.9	16.2	9.1	34.1	81.3	395.5
1951	42.5	76.2	76.3	84.6	130.5	40.0	18.2	40.8	112.2	42.1	28.4	35.3	727.1
1952	13.0	3.0	63.5	52.5	62.0	20.6	50.8	61.7	10.6	34.5	24.0	24.5	420.7
1953	0.0	6.0	24.0	48.5	6.0	152.5	0.0	14.0	30.0	66.0	6.8	105.7	459.5
1954	10.5	15.0	64.6	54.0	61.4	66.2	13.0	2.3	9.5	5.0	51.3	32.4	385.2
1955	77.8	54.9		5.4	17.5	47.3	29.0	62.1	44.6	114.4	42.6	44.9	
AÑO MEDIO	32.7	29.5	47.5	49.4	70.9	41.9	31.1	42.5	44.2	33.1	30.1	49.5	502.5
D.DST	33.0	31.8	26.5	48.0	43.9	41.5	28.0	28.7	36.1	32.6	16.6	28.8	

ESTACION METEOROLOGICA: BARBASTRO SILO (9866)

PRECIPITACIONES (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1981												82.5	
1982	13.6	38.0	36.5	7.6	83.1	30.8	25.2	82.8	34.1	52.4	65.5	5.6	475.2
1985						9.7		0.0	0.0	30.0	22.0	39.0	
1986	12.9	30.8	14.5	78.2	23.5	6.0	15.1	8.0	137.5	43.0	49.4	28.5	447.4
1987	51.0	18.5	8.5	43.5	55.2	6.0	97.0		22.5				
AÑO MEDIO	25.8	29.1	19.8	43.1	53.9	13.1	45.8	30.3	48.5	41.8	45.6	38.9	435.8
D.DST	21.8	9.9	14.7	35.3	29.8	11.9	44.7	45.7	61.0	11.2	22.0	32.2	

ESTACION METEOROLOGICA: BARBASTRO COMARCAL (9866)

PRECIPITACIONES (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1928									45.6	66.1	34.1	7.8	
1929	1.6	5.4	5.1		51.8	89.0				65.3	19.2		
1930	0.0	6.1	19.1	14.0	24.5	64.8	13.4		4.4				
1931		4.2	19.5	46.2			12.2	5.3	17.8	9.5	117.3	38.7	
1932	1.0	24.0	75.1	73.5	50.8	23.5	125.8	67.9	41.6	50.8	89.5	67.1	690.6
1933		106.4	47.7	12.6		56.2	39.8	4.9	19.0		15.5	106.7	
1934	44.0	11.4	8.8	42.5	47.4	39.7	7.7	32.6	10.8	100.7		8.8	
1935	40.8	0.0	57.7	30.6	56.0	38.8	0.4	44.6	9.4	26.3	16.0	45.4	366.0
1936	42.0	92.4	45.9	96.6	36.1	163.4							
1940	112.3	3.0	0.0	0.0	40.1	36.0	83.6	12.9	23.9	43.9	98.4	29.5	483.6
1941	32.8	130.0	39.5	0.0	78.9	47.0		60.5	63.1	43.2	14.5	24.2	
1942	8.7	0.0	18.5	70.3									
1943	235.1												
1951												0.0	
1952	36.9	10.0	2.7	48.3	101.6	10.9	32.6	85.5	41.5	8.0	25.5	28.4	431.9
1953	24.2	2.2	0.0	29.4	22.6	63.1	51.7	1.6	11.8	40.5	43.2	121.2	411.5
1954	8.9	24.5	12.0		49.9	83.0	22.1	16.0	3.4	29.0	38.1	59.5	
1955	34.5	27.7	53.9	14.3	7.7	33.9	50.0	90.8	52.5	67.0	74.6	27.4	534.3
1956	27.0	16.0	25.0	102.0	47.0	105.0	13.5	41.0	4.0	40.0	13.0	18.0	451.5
1957	14.0	2.0	37.5	23.5	92.0	103.6	68.0	16.0	58.0	20.0	19.5	12.0	466.1
1958	14.7	29.0	5.0	33.0	2.0	38.8	45.5	7.6	23.1	70.6	0.2	23.8	293.3
1959	46.0	28.0	67.7	43.0	35.8			56.3	72.6	125.6	35.0	80.8	
1960	3.4	75.7	57.1	74.3	0.0	146.7	51.1	63.4	83.9	169.8	130.4	54.8	910.6
1961	20.9	23.0		6.8	35.5	104.7	19.7	24.8	20.2	81.9	25.9	100.5	
1962	35.4	41.6	93.0	18.9	31.0	21.1		13.2	21.6				
1963	93.8	17.4	41.0										
1973					0.0	63.0							
1974		54.1										16.5	
1978	11.7	45.0	74.0	48.0	5.0								
AÑO MEDIO	38.7	31.2	35.0	39.4	38.8	66.6	39.8	35.8	31.4	58.8	45.0	43.6	504.1
D.DST	50.9	35.3	27.5	29.8	28.5	41.5	32.7	28.9	24.3	41.3	39.3	35.4	

ESTACION METEOROLOGICA: BIERGE (9882)

PRECIPITACIONES (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1951								15.1	73.3	24.0	47.5	40.8	
1952		3.9	43.0	86.0	54.5	23.1	40.2	49.8	16.6	26.1	23.2	35.8	
1953	0.0	4.6	18.5	40.2	5.8	172.7	11.6	0.9	33.1	84.0	5.7	106.5	483.6
1954	14.2	10.4	52.3	47.4	73.7	71.2	18.0	0.0	93.8	6.0	5.1		
1955				28.5	34.2	61.0				116.0	54.0	54.8	
1956	31.0	5.0	119.5	60.8	112.0	22.0	6.5		72.5				
1957						100.5	0.0		29.0				
1958	37.0	24.0	27.0		42.0	34.0			34.0	26.0	0.0	118.0	
1959	7.5	46.0	132.0	57.5	60.0	37.0			148.0	62.0	80.0	39.0	
AÑO MEDIO	17.9	15.7	65.4	53.4	54.6	65.2	15.3	16.5	62.5	49.2	30.8	65.8	512.2
D.DST	15.6	16.7	48.4	19.8	33.3	51.1	15.4	23.3	43.8	39.6	30.4	36.7	

ESTACION METEOROLOGICA: ANGÜES SILO (9887)

PRECIPITACIONES (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1929	0.0	52.0	7.2	26.5	118.9	116.3	130.0	27.3	48.6	60.8	53.6	46.0	687.2
1930	84.4	31.1	39.9	35.3	69.6	101.0	6.7	20.1	17.4	43.0	101.7	46.8	597.0
1931	11.0	10.5	87.8	43.1	41.5	58.0	25.2	18.5	14.7	90.2	88.5	2.5	491.5
1932	26.0	49.5	96.9	46.8	54.2	47.1	99.5	20.3	61.9	14.6	31.0	134.7	682.5
1933	45.6	24.2	41.1	36.3	76.4	70.0	13.0	27.5	43.4	45.1	62.2	128.6	613.4
1934	5.5	13.3	39.6	160.3	35.3	32.0	6.8	23.1	72.0	0.8	120.6	70.5	579.8
1977			20.0	20.0	55.0	60.0	35.0	28.0	2.0		22.0	45.0	
1978	36.0	25.0	42.0	60.0	41.0	45.0		2.0	27.0	0.0			
1979	133.2	41.0	48.2	38.1	49.4	0.0	0.0	0.0	76.4	88.5	14.1	25.0	513.9
1980	11.7	33.0	29.4	68.0	113.5	26.0	17.0	26.3	8.3	25.7	87.9	3.5	450.3
1981	0.0	41.0	9.1	52.8	59.7	19.7	3.6	6.7	37.7	10.4	0.0	101.7	342.4
1982	23.8	35.9	22.6	16.0	58.8	38.4	51.7	97.4	62.9	84.0	73.7	15.2	580.4
1983	0.0	59.7	0.3	38.2	10.4	65.4	12.9	74.3	7.9	27.4	92.6	43.2	432.3
1984	18.7	6.1	84.9	12.1	104.0	23.3	7.1	7.3	0.0	19.5	111.5	6.5	401.0
1985	46.1	33.6	33.9	49.0	62.3	7.0	28.6	4.2	5.3	18.1	20.0	53.2	361.3
1986	17.6	40.0	14.5	101.9	50.2	11.3	9.0	0.7	118.5	43.4	66.7	27.3	501.1
1987	43.1	24.4	7.1	30.1	46.0	4.6	31.2		44.0				
AÑO MEDIO	31.4	32.5	36.7	49.1	61.5	42.7	29.8	24.0	38.1	38.1	63.1	50.0	497.0
D.DST	35.2	15.0	29.2	35.8	28.3	33.1	36.3	26.6	32.8	30.7	38.2	42.4	

ESTACION METEOROLOGICA: BARBASTRO COMARCAL (9866)

TEMPERATURAS (ºC)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1953											10.0	10.0	
1954	4.7	5.7	11.4	12.9	16.8	20.9	23.1	23.2	21.5	16.2	11.0	6.5	14.5
1955	9.5	7.9	10.0	15.4	19.3	22.1	25.3	24.9	20.5	14.9	9.0	7.8	15.6
1956	6.7	1.1	10.3	12.7	17.9	20.4	24.3	23.7	21.0	14.5	6.8	2.3	13.5
1957	2.2	8.4	13.0	13.4	17.0	19.9	24.2	24.4	20.9	14.9	8.0	4.5	14.2
1958	4.4	8.5	10.1	13.0	20.0	21.6	24.1	24.7	23.4	15.3	10.0	8.7	15.3
1959	6.2	8.4	12.2	14.5	17.5			24.7	21.2	15.5	9.2	6.7	
1960	5.7	8.1	11.5	14.4	20.1	23.8	23.5	23.9	19.4	13.8	10.5		
1961												5.3	
1962	6.4	6.1	9.2	15.4	18.1	22.4		26.5	22.6				
1963		3.8	9.8										
1973					17.5	20.9							
1974		6.1										4.1	
1975	4.3	7.3	7.2	11.9	14.7	19.8	25.0	23.5	18.4	12.8	8.6	2.3	13.0
1976	0.9	7.6			16.1	21.5	24.8	22.5	18.4			10.5	
1977											12.9	11.1	
1978	7.5	9.4	10.3	10.5									
AÑO MEDIO	5.3	6.8	10.4	13.4	17.7	21.3	24.3	24.2	20.7	14.8	9.6	6.6	14.6
D.DST	2.4	2.3	1.6	1.6	1.6	1.2	0.7	1.1	1.7	1.0	1.7	3.1	

ESTACION METEOROLOGICA: BARBASTRO "COMARCAL" (9866) THORNTHWAITE

EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1953	9	14	32	52	91	122	151	139	96	52	24	23	805
1954	8	11	39	51	85	119	140	131	102	61	29	13	789
1955	21	16	29	63	101	127	160	145	92	50	19	15	838
1956	15	1	35	52	96	117	152	137	100	53	15	3	776
1957	3	20	48	54	87	111	151	142	98	54	18	7	793
1958	6	18	29	48	108	123	148	143	115	53	23	18	832
1959	11	18	41	58	88	121	150	143	99	55	21	12	817
1960	10	17	37	58	110	144	143	136	86	46	26	12	825
1961	10	14	33	54	92	123	151	140	96	53	24	9	799
1962	11	11	25	63	92	131	150	160	109	50	22	11	835
1963	10	6	31	54	92	123	151	140	97	53	24	13	794
1964	9	14	33	53	92	123	151	140	96	53	23	13	800
1965	9	14	33	53	92	123	151	140	96	53	23	13	800
1966	9	14	33	53	92	123	151	140	96	53	23	13	800
1967	9	14	33	53	92	123	151	140	96	53	23	13	800
1968	9	14	33	53	92	123	151	140	96	53	23	13	800
1969	9	14	33	53	92	123	151	140	96	53	23	13	800
1970	9	14	33	53	92	123	151	140	96	53	23	13	800
1971	9	14	33	53	92	123	151	140	96	53	23	13	800
1972	9	14	33	53	92	123	151	140	96	53	23	13	800
1973	10	14	33	53	90	119	151	140	96	53	24	13	796
1974	10	12	34	54	92	123	151	140	97	53	24	6	796
1975	9	19	23	50	75	115	160	136	85	47	23	4	746
1976	1	17	34	55	81	125	156	126	81	54	24	27	781
1977	0	13	32	52	90	122	151	139	95	51	36	27	808
1978	16	23	33	36	91	122	151	140	96	52	23	13	796
MEDIA	9.3	14.2	33.3	53.2	91.9	122.8	151.0	139.9	96.3	52.6	23.3	13.2	801
D.STD	4.2	4.2	4.7	4.8	6.9	5.7	3.9	5.5	6.5	2.6	3.6	5.7	19

ESTACION: BARBASTRO "COMARCAL" (9866)

C. Campo: 30 mm

LLUVIA UTIL (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1928									0.0	0.0	18.2	0.0	
1929	0.0	0.0	0.0		0.0	42.6				10.7	0.0		
1930	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0				
1931		0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	0.0	0.0	71.0	25.3	
1932	0.0	0.1	56.9	5.8	3.0	0.0	23.9	6.1	0.0	0.0	72.9	44.1	212.7
1933		91.6	19.4	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	66.5	
1934	37.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	43.5		0.0	
1935	17.9	0.0	20.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.2	46.2
1936	30.3	77.6	23.4	39.4	0.0	37.5							
1940	99.5	1.4	0.0	0.0	7.1	1.6	22.0	0.0	0.0	12.2	72.1	17.3	233.2
1941	23.4	114.1	17.9	0.0	2.4	0.0		31.4	7.7	0.0	0.0	0.0	
1942	0.1	0.0	0.0	3.0									
1943	220.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
1951												0.0	
1952	3.9	0.0	0.0	0.0	32.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	37.8
1953	15.4	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	14.9	100.2	138.8
1954	0.0	4.9	0.0		0.0	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	32.7	
1955	30.0	0.0	27.3	0.0	0.0	0.0	0.0	32.3	0.0	10.3	35.6	21.0	156.4
1956	7.2	11.5	0.0	40.5	0.0	40.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	102.9
1957	10.0	0.0	0.0	0.0	8.9	26.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	45.2
1958	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.1	0.0	0.0	17.1
1959	14.8	17.8	38.1	0.0	0.0			0.0	21.0	57.2	13.8	67.6	
1960	0.0	51.7	29.6	12.2	0.0	49.9	6.4	6.6	19.0	105.8	102.3	44.2	427.8
1961	9.3	11.4		0.0	0.0	5.3	0.0	0.0	0.0	15.1	0.0	84.6	
1962	24.2	34.2	67.3	2.3	0.0	0.0		0.0	0.0				
1963	57.7	9.8	23.0										
1973					0.0	15.1							
1974		14.2										11.5	
1978	0.0	14.6	51.8	0.0									
MEDIA	26.2	17.5	15.6	5.7	2.6	11.0	3.1	4.0	2.3	14.3	21.1	26.4	149.7

ESTACION: BARBASTRO "COMARCAL" (9866)

C. Campo: 50 mm

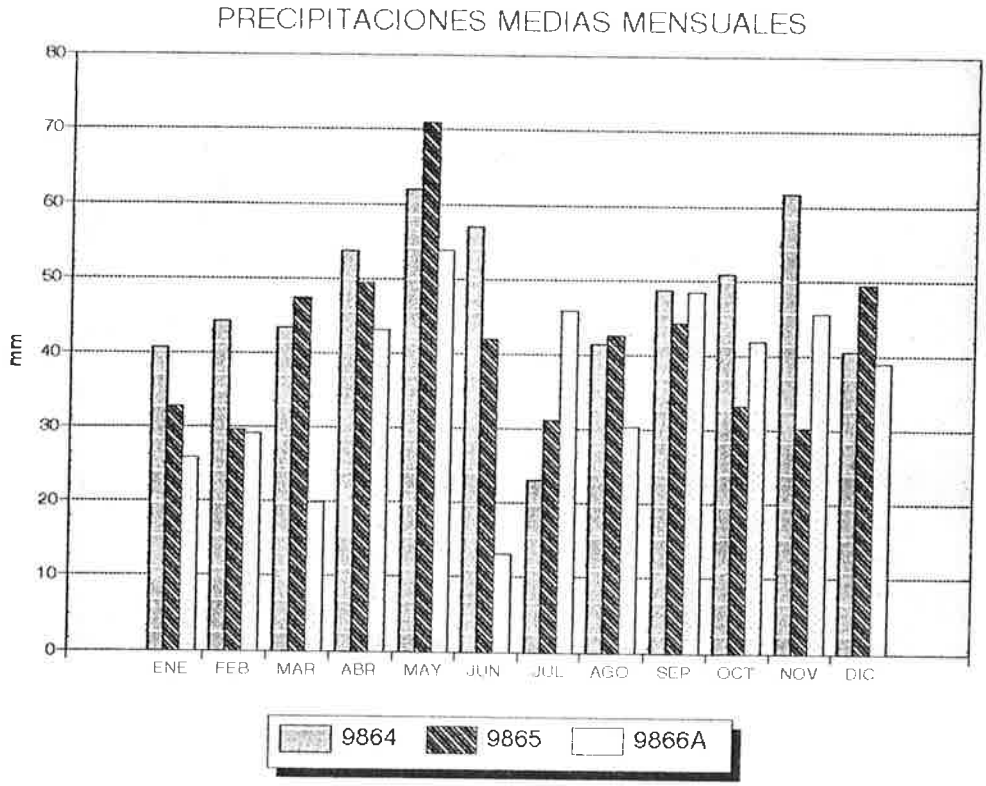
LLUVIA UTIL (mm)

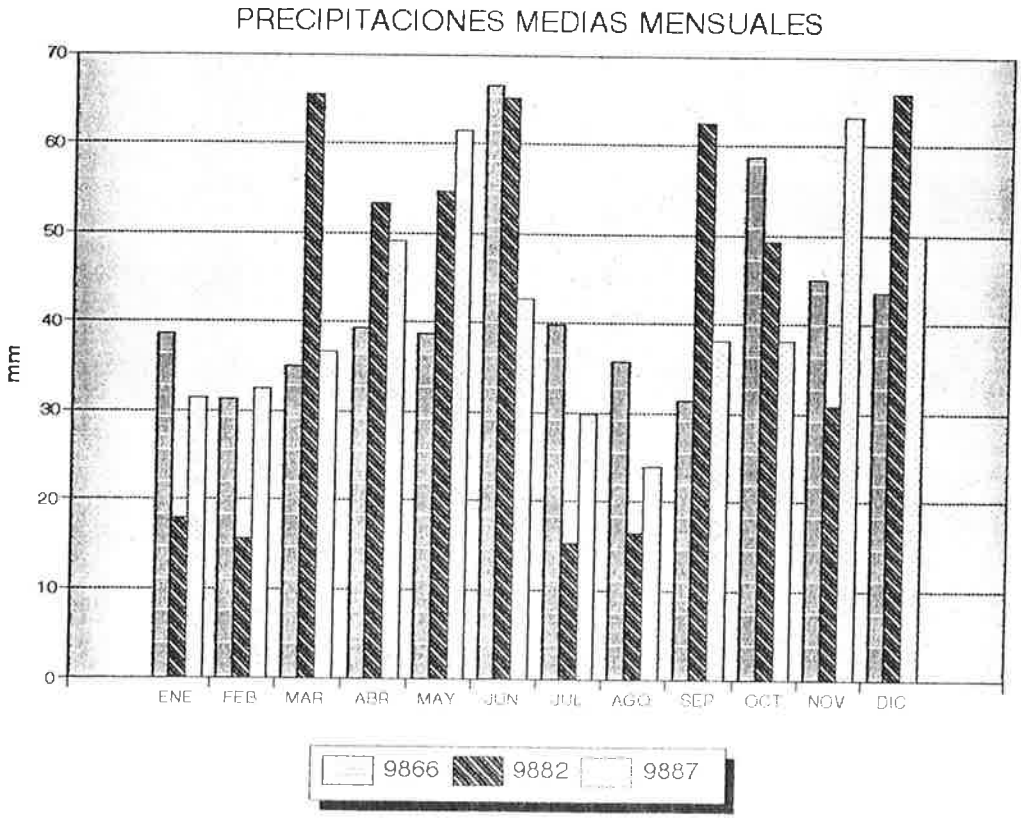
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1928									0.0	0.0	0.0	0.0	
1929	0.0	0.0	0.0		0.0	22.6				0.0	0.0		
1930	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0				
1931		0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	0.0	0.0	51.0	25.3	
1932	0.0	0.1	56.9	5.8	3.0	0.0	3.9	0.0	0.0	0.0	52.9	44.1	166.6
1933		91.6	19.4	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	46.5	
1934	37.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	23.5		0.0	
1935	17.9	0.0	12.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30.4
1936	18.5	77.6	23.4	39.4	0.0	0.3							
1940	99.5	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	64.3	17.3	184.5
1941	23.4	114.1	17.9	0.0	0.0	0.0		11.4	0.0	0.0	0.0	0.0	
1942	0.0	0.0	0.0	0.0									
1943	203.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
1951												0.0	
1952	0.0	0.0	0.0	0.0	12.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.8
1953	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	95.1	95.1
1954	0.0	4.9	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.7	
1955	30.0	0.0	27.3	0.0	0.0	0.0	0.0	12.3	0.0	0.0	25.8	21.0	116.4
1956	7.2	11.5	0.0	39.8	0.0	20.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	78.9
1957	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3
1958	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1959	0.0	12.6	38.1	0.0	0.0			0.0	1.0	37.2	13.8	67.6	
1960	0.0	51.7	29.6	10.6	0.0	29.9	0.0	0.0	0.0	85.8	102.3	44.2	354.2
1961	9.3	11.4		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	79.7	
1962	24.2	34.2	67.3	2.3	0.0	0.0		0.0	0.0				
1963	37.7	9.8	23.0										
1973					0.0	0.0							
1974		0.0										5.7	
1978	0.0	14.6	51.8	0.0									
MEDIA	22.1	16.7	15.3	5.5	0.8	3.7	0.3	1.2	0.0	7.7	16.3	23.0	112.8

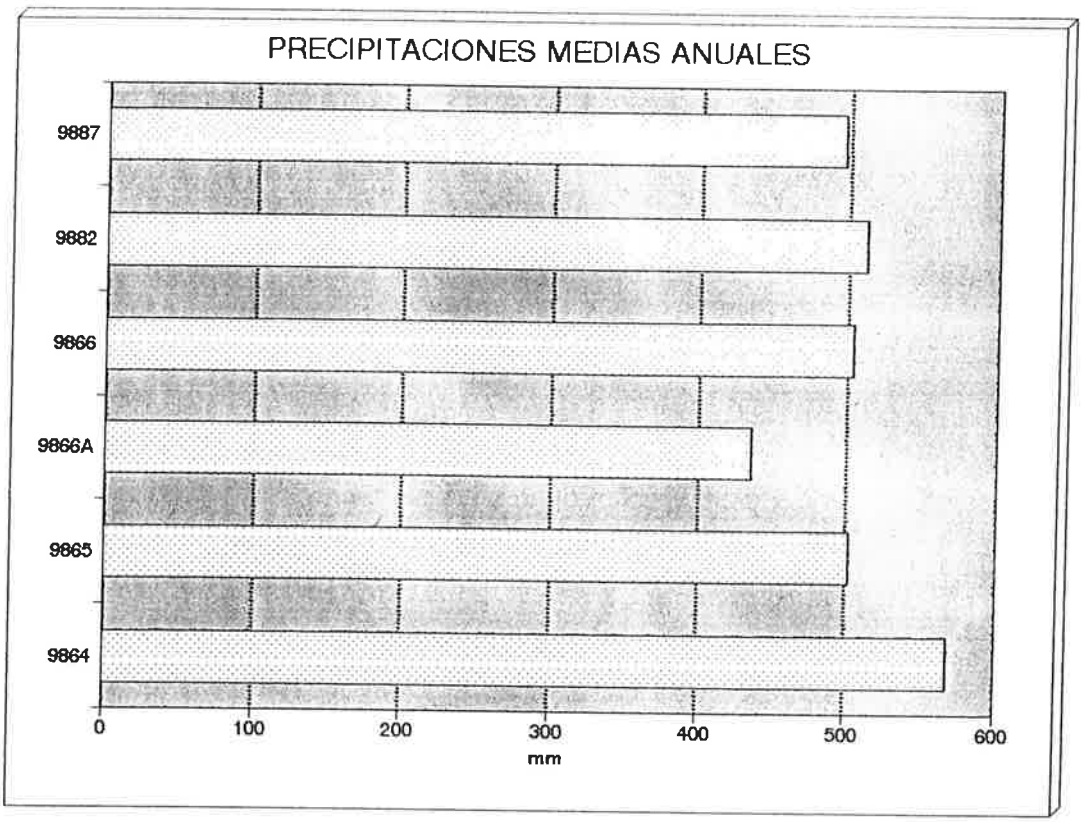
ESTACION: BARBASTRO "COMARCAL" (9866) C. Campo: 100 mm

LLUVIA UTIL (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1928									0.0	0.0	0.0	0.0	
1929	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0				0.0	0.0		
1930	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0				
1931		0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	25.3	
1932	0.0	0.1	56.9	5.8	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	44.1	112.7
1933		91.6	19.4	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	
1934	34.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	
1935	0.0	0.0	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.9
1936	0.0	46.1	23.4	39.4	0.0	0.0							
1940	81.7	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.3	17.3	114.6
1941	23.4	114.1	17.9	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
1942	0.0	0.0	0.0	0.0									
1943	153.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
1951												0.0	
1952	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1953	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	45.1	45.1
1954	0.0	4.9	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
1955	0.0	0.0	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.0
1956	4.0	11.5	0.0	39.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	55.2
1957	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1958	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1959	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0			0.0	0.0	0.0	1.0	67.6	
1960	0.0	51.7	29.6	10.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	35.8	102.3	44.2	274.3
1961	9.3	11.4		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	29.7	
1962	24.2	34.2	67.3	2.3	0.0	0.0		0.0	0.0				
1963	0.0	0.0	20.5										
1973					0.0	0.0							
1974		0.0										0.0	
1978	0.0	0.0	22.1	0.0									
MEDIA	14.4	14.1	11.7	5.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	6.4	13.7	67.8


PRECIPITACIONES MEDIAS MENSUALES
mm
0
10
20
30
40
50
60
70
80
ENE
FEB
MAR
ABR
MAY
JUN
JUL
AGO
SEP
OCT
NOV
DIC
9864
9865
9866A


PRECIPITACIONES MEDIAS MENSUALES
mm
0
10
20
30
40
50
60
70
ENE
FEB
MAR
ABR
MAY
JUN
JUL
AGO
SEP
OCT
NOV
DIC
9866
9882
9887


PRECIPITACIONES MEDIAS ANUALES
9887
9882
9866
9866A
9865
9864
0
100
200
300
400
500
600
mm

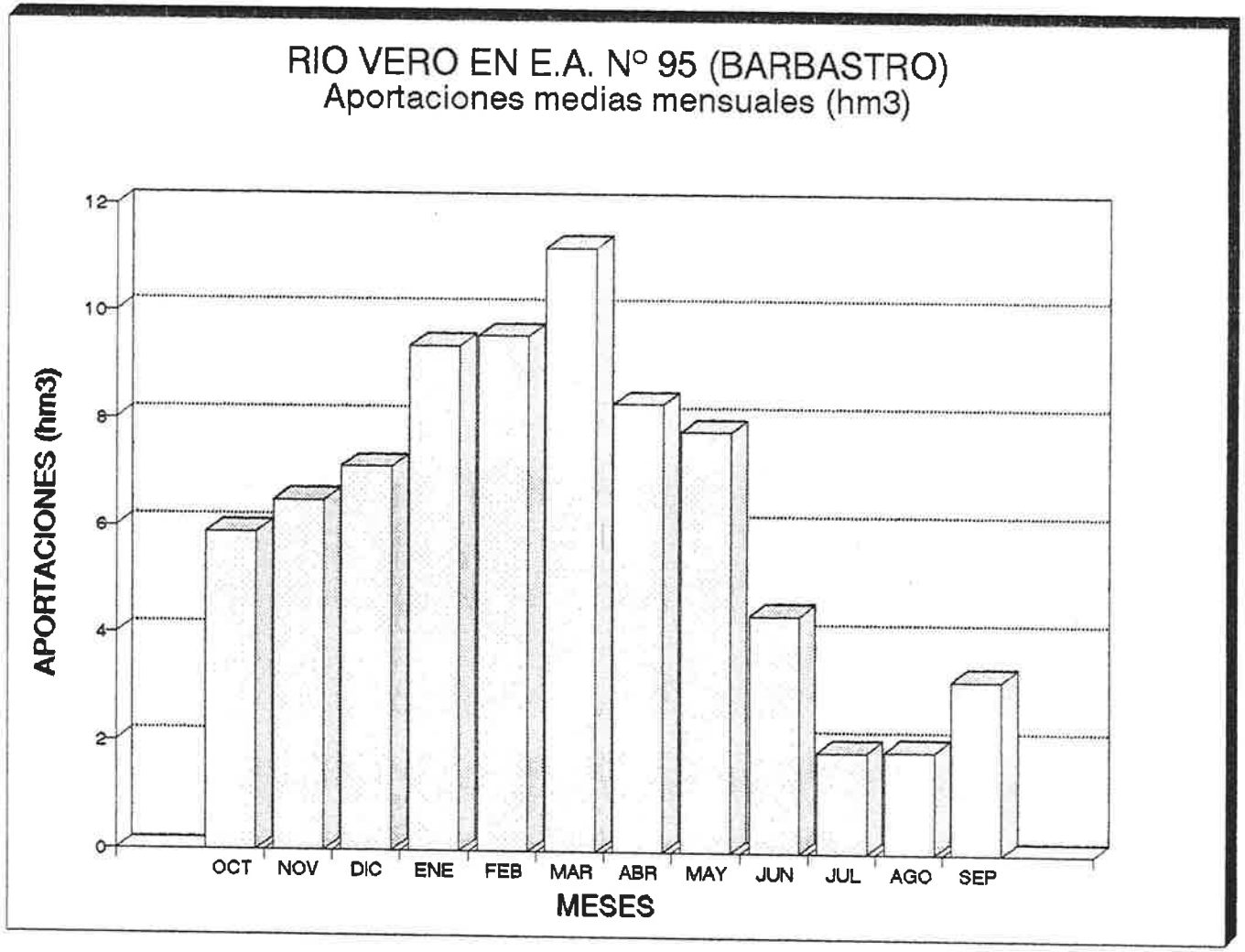
ANEXO II

HIDROMETRÍA

RIO VERO EN E.A. Nº 95 (BARBASTRO)

Aportaciones en hm3. Valores restituidos.

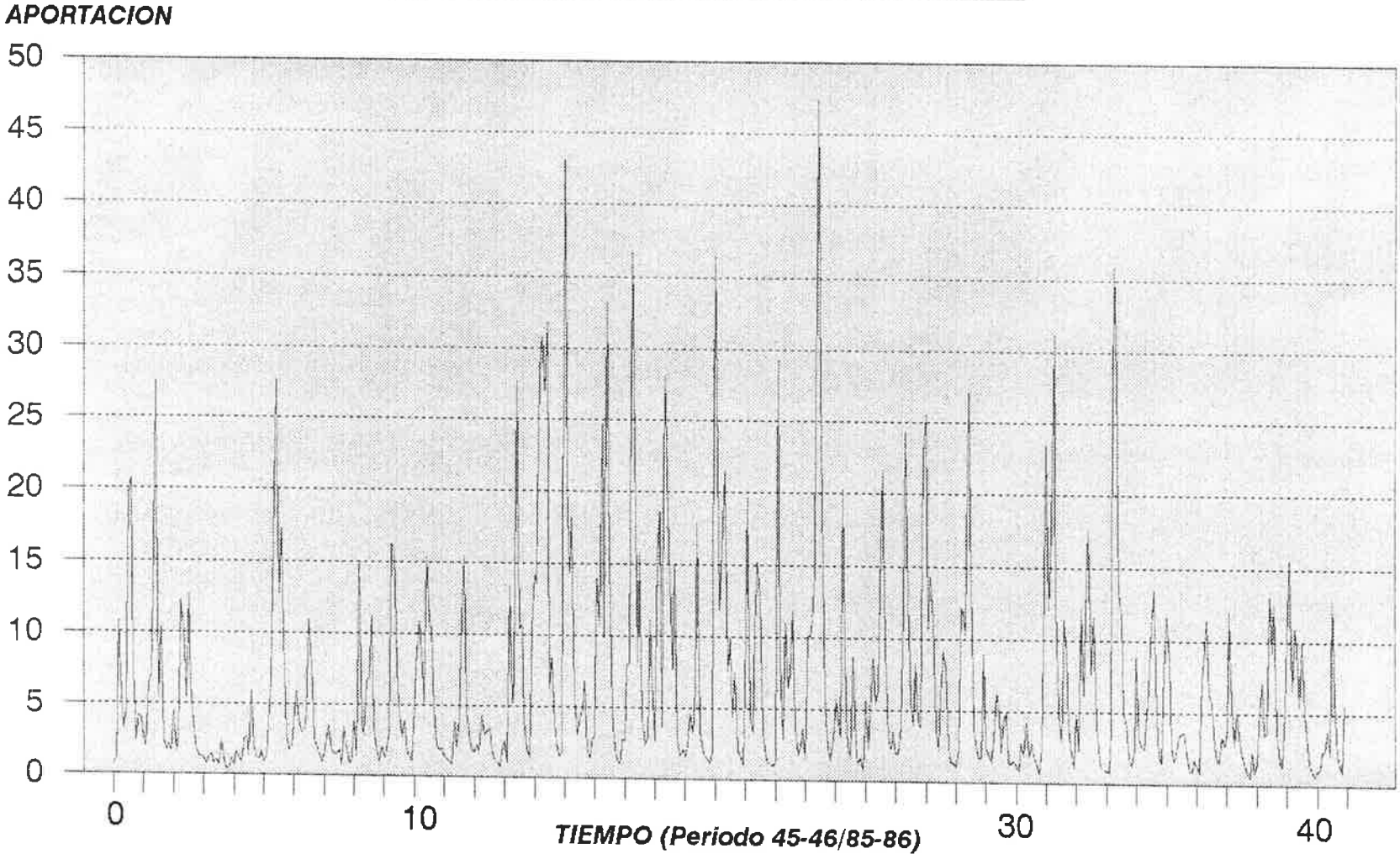
AÑO	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	TOTAL
40-41	1,36	1,43	0,80	8,55	11,76	15,69	5,65	11,94	4,80	1,88	3,59	4,42	71,67
41-42	4,30	8,19	3,89	4,23	3,18	6,28	17,36	9,03	2,50	1,30	1,26	1,12	62,64
42-43	2,40	3,07	4,08	4,92	3,06	8,35	8,10	4,41	1,94	1,55	1,26	1,51	44,65
43-44	5,51	4,76	8,03	2,96	15,64	19,21	5,18	19,76	4,49	1,90	2,98	2,00	92,42
44-45	1,32	5,12	1,73	6,96	3,21	2,02	1,34	1,30	0,88	1,04	1,14	0,63	26,69
45-46	0,73	1,17	10,87	7,00	3,24	4,33	19,49	20,78	7,34	2,41	4,12	3,92	85,40
46-47	2,58	1,88	6,34	6,88	16,14	27,44	5,47	10,28	2,35	1,69	2,11	1,61	84,77
47-48	4,41	1,54	2,75	12,18	10,36	5,43	12,71	6,31	3,53	1,70	1,30	1,29	63,51
48-49	1,09	0,79	1,26	1,39	0,76	1,05	0,73	2,38	0,89	0,46	0,40	1,07	12,27
49-50	0,63	1,64	1,29	0,89	2,50	2,73	1,31	5,83	1,95	1,12	1,14	1,60	22,63
50-51	0,91	1,36	4,80	6,53	16,04	27,58	12,70	17,16	9,75	2,70	1,80	2,04	103,37
51-52	4,50	5,88	3,82	2,96	3,15	4,30	10,84	7,72	2,54	2,00	1,57	0,92	50,20
52-53	1,54	2,66	3,47	1,71	1,51	1,50	1,75	0,75	3,33	1,81	0,75	1,32	22,10
53-54	3,80	1,35	14,82	3,48	2,86	6,61	6,94	11,17	3,40	1,77	1,05	2,09	59,34
54-55	1,27	1,83	2,95	16,26	15,92	7,47	5,01	2,76	3,86	1,74	1,46	1,07	61,60
55-56	4,70	8,76	10,91	8,53	5,22	15,41	10,89	10,32	4,73	2,18	1,83	1,94	85,42
56-57	1,40	1,19	1,01	0,84	3,87	2,08	4,01	11,14	15,43	4,53	3,00	1,79	50,29
57-58	1,79	2,29	1,72	4,30	3,02	3,24	3,38	1,81	1,24	1,05	0,73	1,78	26,35
58-59	2,57	1,01	13,45	5,18	6,67	27,63	10,45	10,68	3,99	1,95	1,41	10,36	95,35
59-60	14,23	13,65	28,50	30,81	27,01	31,81	6,27	8,38	3,69	1,93	1,55	1,70	169,53
60-61	43,02	20,70	14,37	18,15	5,52	3,02	4,22	4,85	6,81	2,00	1,41	2,50	126,57
61-62	3,01	13,98	10,76	24,74	9,88	33,28	15,36	4,56	2,09	1,30	1,03	2,78	122,77
62-63	2,75	7,90	8,13	36,81	23,16	8,16	15,76	4,24	2,41	2,88	11,20	6,87	130,27
63-64	2,65	15,67	18,64	3,63	28,08	21,19	13,78	7,71	14,94	2,62	1,67	2,09	132,67
64-65	1,57	2,31	4,67	3,33	6,25	17,90	3,37	2,00	1,52	1,36	1,12	2,05	47,45
65-66	36,41	22,26	11,86	15,93	21,46	7,65	9,85	4,32	7,46	2,06	1,66	1,05	141,97
66-67	6,20	19,72	4,34	3,28	10,68	15,20	13,01	3,35	1,65	1,20	1,14	0,96	80,73
67-68	1,41	29,33	8,32	2,92	11,02	6,45	7,43	11,86	3,81	1,70	2,45	3,59	90,29
68-69	1,53	10,07	10,15	11,09	14,48	47,48	27,51	15,16	5,38	2,28	1,44	2,95	149,52
69-70	5,66	4,61	3,10	20,26	4,70	2,54	1,67	8,65	2,63	1,24	1,57	0,71	57,34
70-71	5,6	2,22	4,89	8,62	5,46	6,42	13,46	21,64	9,34	2,92	2,30	3,47	86,34
71-72	1,88	1,93	3,88	11,83	24,32	12,88	5,53	3,91	8,35	4,21	3,77	22,82	105,31
72-73	25,50	10,64	14,30	11,33	3,57	2,26	6,01	9,08	7,91	2,47	1,40	1,34	95,81
73-74	1,11	2,27	12,16	11,87	10,40	27,13	13,85	3,86	2,72	1,74	1,70	9,04	97,85
74-75	2,49	1,93	1,49	3,03	6,29	5,55	2,14	4,28	4,91	1,38	1,33	1,54	36,36
75-76	1,07	0,83	2,79	1,88	4,19	1,85	2,77	1,90	1,39	0,63	2,44	9,39	31,13
76-77	23,47	12,10	17,34	31,16	12,61	4,87	2,85	11,42	9,19	3,89	2,01	1,13	132,04
77-78	4,89	2,35	12,17	6,19	14,08	17,68	7,65	11,67	4,12	1,66	1,14	0,96	84,56
78-79	0,89	0,82	3,91	35,91	28,17	13,31	11,65	4,84	4,15	1,78	1,21	2,44	109,08
79-80	8,82	3,24	2,60	2,45	4,11	6,56	11,03	13,50	4,75	1,98	1,46	7,84	68,34
80-81	11,63	8,85	2,51	1,58	2,43	3,46	3,55	3,66	2,01	0,93	0,89	1,69	43,19
81-82	1,33	0,78	7,36	8,65	11,45	6,37	5,65	2,72	1,63	1,58	3,36	2,75	53,63
82-83	3,73	12,01	5,46	2,76	5,01	3,42	2,10	1,53	0,83	0,53	2,27	0,87	40,52
83-84	1,49	5,29	7,10	3,56	3,64	13,12	9,35	12,67	3,82	1,61	1,28	5,18	68,11
84-85	10,33	15,59	6,59	10,88	9,58	5,53	9,93	4,97	2,77	1,50	0,94	0,67	79,28
85-86	1,04	1,22	2,37	2,41	3,80	2,17	13,00	6,11	2,18	1,30	0,87	5,62	42,09
MEDIA	5,88	6,48	7,13	9,37	9,55	11,21	8,31	7,79	4,38	1,86	1,90	3,18	77,04
D.TIP	8,92	6,79	5,69	9,25	7,55	10,45	5,60	5,29	3,29	0,83	1,61	3,78	37,33


RIO VERO EN E.A. Nº 95 (BARBASTRO)
Aportaciones medias mensuales (hm3)
APORTACIONES (hm3)
0
2
4
6
8
10
12
OCT
NOV
DIC
ENE
FEB
MAR
ABR
MAY
JUN
JUL
AGO
SEP
MESES

RIO VERO EN E.A. Nº 95 (BARBASTRO)

Aportaciones en hm3

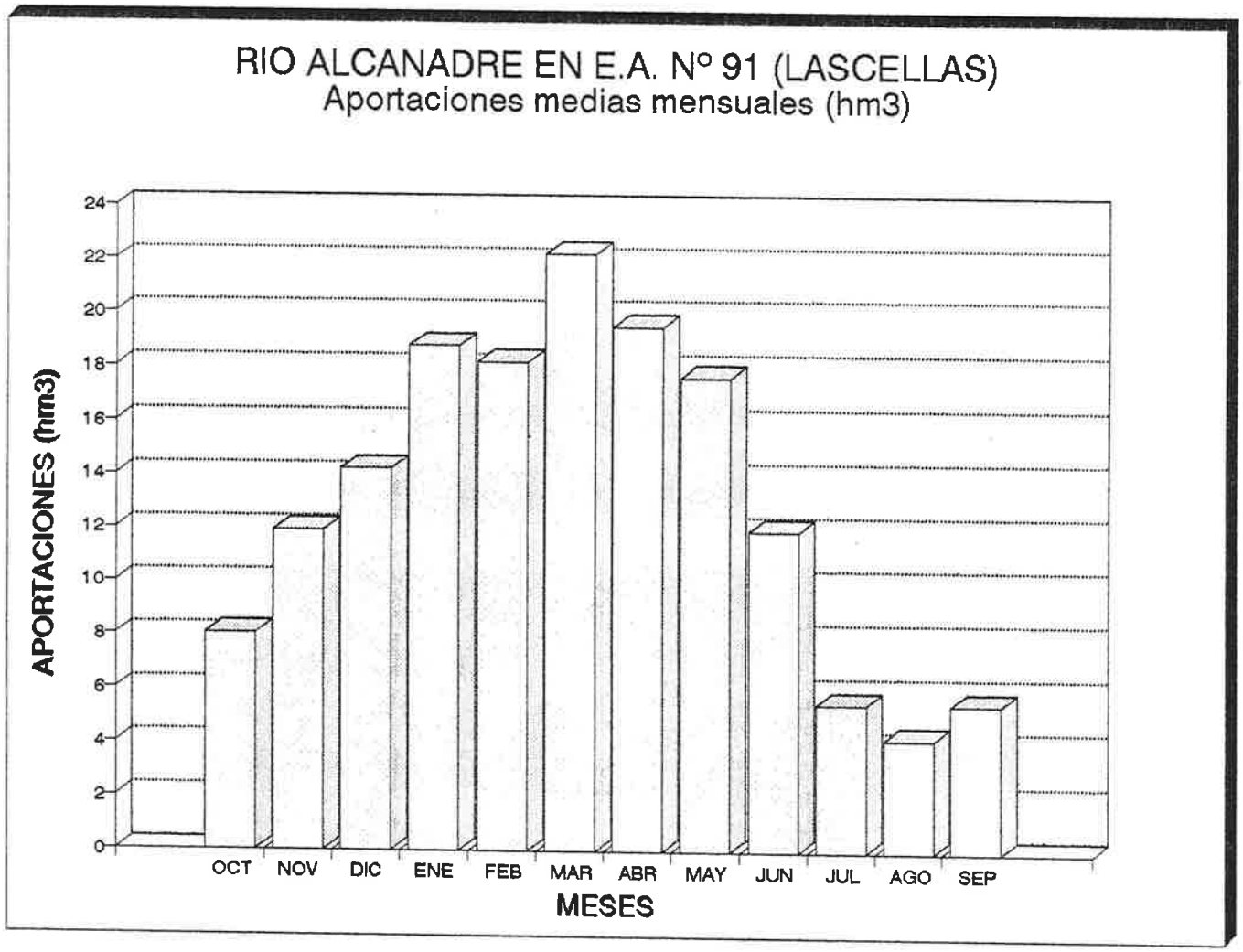
(Valores restituidos)



RIO ALCANADRE EN E.A. Nº 91 (LASCELLAS)

Aportaciones en hm3. Valores restituidos.

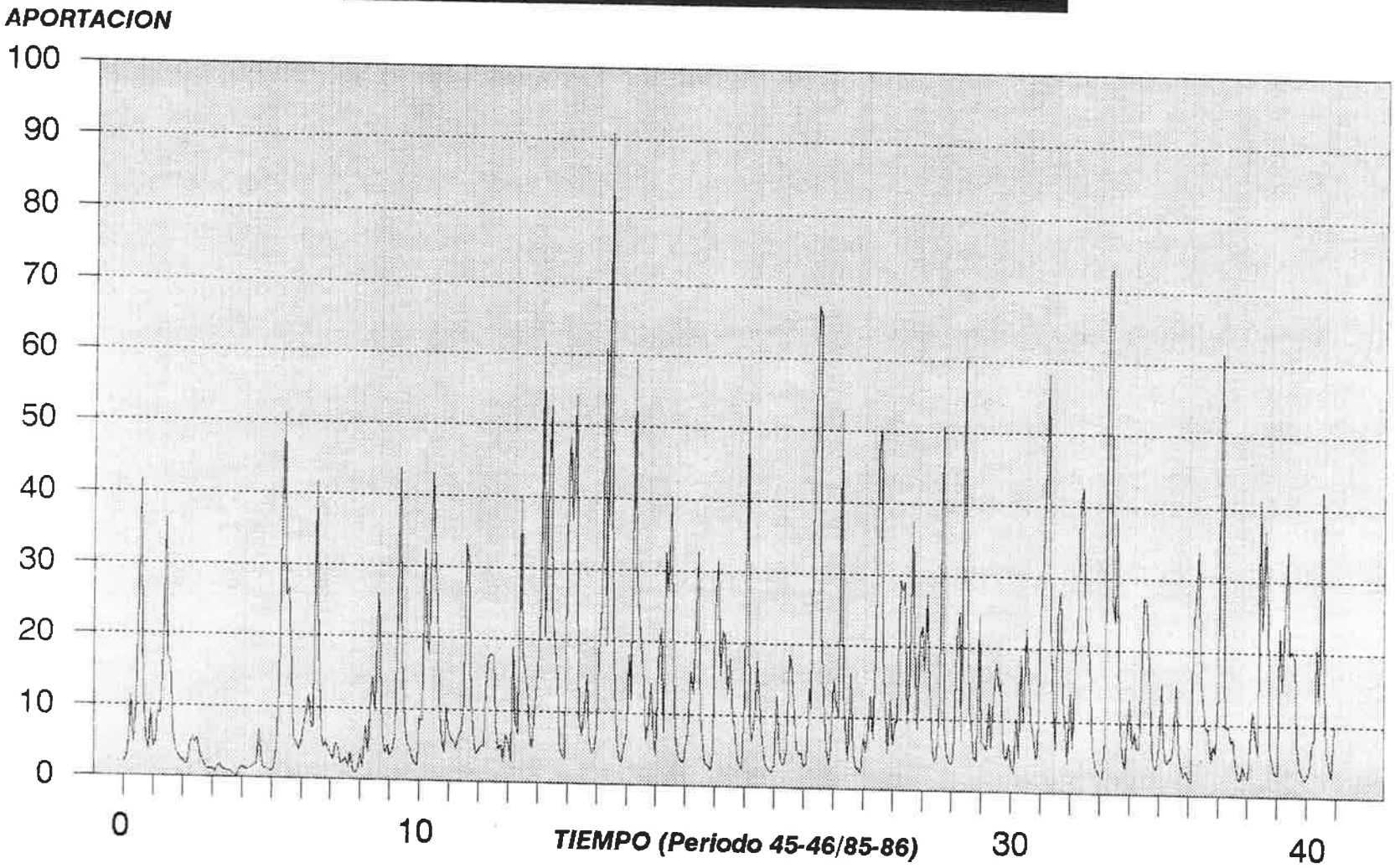
AÑO	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	TOTAL
40-41	8.16	7.64	13.07	29.61	26.82	41.74	24.66	34.11	15.14	6.35	4.37	3.53	215.20
41-42	3.21	4.58	5.36	5.81	5.66	4.88	27.66	19.92	6.86	4.06	4.87	10.05	102.92
42-43	17.87	21.75	19.04	27.56	13.84	13.18	20.68	24.10	9.65	5.37	3.77	3.33	180.14
43-44	3.59	2.73	8.38	4.00	14.38	14.56	8.02	6.87	10.33	4.45	6.66	3.39	87.36
44-45	4.52	4.82	5.53	13.36	9.67	7.95	6.73	5.94	3.57	2.53	2.86	2.03	69.51
45-46	1.75	2.50	5.17	11.46	4.76	10.31	25.75	41.67	11.26	5.44	3.73	9.37	133.17
46-47	4.22	4.98	9.05	8.82	17.51	36.25	16.83	16.25	6.39	3.75	3.22	2.61	129.88
47-48	2.26	1.84	1.89	4.80	5.49	4.98	5.51	3.16	2.46	1.41	1.13	1.18	36.11
48-49	1.23	0.78	1.46	1.78	1.20	1.07	0.90	0.90	0.56	0.37	0.23	1.19	11.67
49-50	1.53	1.24	1.16	1.33	1.59	1.73	1.87	6.71	2.17	1.34	1.41	1.05	23.13
50-51	0.98	1.28	4.19	12.60	35.91	51.28	25.59	26.57	15.06	5.94	4.91	4.03	188.34
51-52	5.47	7.34	9.16	11.73	7.18	7.43	41.75	18.20	6.29	4.46	5.18	4.30	128.49
52-53	3.14	2.80	5.00	4.45	2.27	2.38	2.89	1.82	3.76	1.28	0.94	1.57	32.30
53-54	3.54	1.75	7.40	3.83	9.72	14.27	9.38	26.13	21.80	6.55	3.77	4.91	113.05
54-55	3.44	4.22	6.08	23.37	43.64	17.24	7.81	5.01	4.75	3.19	2.48	2.13	123.36
55-56	8.69	8.30	32.33	19.77	17.56	43.06	33.23	25.01	11.55	5.58	4.07	10.15	219.30
56-57	6.73	5.92	5.49	4.62	6.59	6.93	11.11	33.24	30.32	11.22	5.61	3.93	131.71
57-58	4.38	5.02	4.94	13.22	17.33	17.85	17.50	8.16	4.70	5.14	2.95	6.53	107.72
58-59	5.68	2.98	18.71	8.58	6.82	40.28	18.61	15.54	11.97	5.15	4.89	10.73	149.84
59-60	15.45	24.42	61.82	20.35	43.41	52.67	24.37	18.84	14.67	5.38	3.95	3.45	288.78
60-61	43.17	48.12	36.92	54.36	26.45	8.94	6.80	10.56	15.16	6.46	4.32	5.17	266.43
61-62	7.86	17.78	25.14	60.79	19.36	90.83	39.08	16.92	6.55	3.86	2.90	5.37	296.44
62-63	7.36	18.26	11.84	59.26	31.22	24.03	19.63	14.23	6.26	8.58	14.10	6.49	221.26
63-64	4.14	17.15	21.84	7.41	32.46	27.20	40.29	16.19	7.11	4.24	3.38	3.36	184.77
64-65	5.16	7.27	15.89	12.99	19.17	32.73	9.64	5.24	3.20	2.90	2.28	4.45	120.92
65-66	24.55	31.53	15.48	21.58	21.13	12.81	17.74	9.62	8.28	3.81	3.06	2.60	172.19
66-67	12.43	53.28	9.58	6.46	9.34	17.47	12.00	7.85	3.96	2.78	2.35	2.20	139.70
67-68	3.15	12.68	5.49	3.34	3.25	5.16	18.52	17.77	12.06	5.47	4.62	5.02	96.53
68-69	3.09	3.45	13.87	11.09	42.83	67.28	65.94	22.33	12.54	5.40	3.48	5.96	257.26
69-70	15.16	11.74	9.80	52.77	13.36	6.93	4.14	16.10	4.96	2.93	3.01	2.12	143.02
70-71	7.10	5.28	7.15	12.97	7.10	18.64	47.10	50.30	18.68	11.04	5.09	12.28	202.73
71-72	6.26	9.54	9.55	29.43	27.88	28.93	9.36	16.80	37.80	20.34	8.58	21.26	225.73
72-73	22.71	16.70	27.32	14.59	5.80	4.23	4.94	12.80	50.82	8.63	5.07	3.88	177.49
73-74	3.93	7.40	20.85	24.99	7.13	60.21	33.79	11.39	9.13	4.82	4.36	24.45	212.45
74-75	7.05	6.63	5.78	12.34	6.23	13.19	17.78	14.16	15.07	5.60	4.46	6.70	114.99
75-76	3.78	2.84	10.13	4.90	19.19	9.72	22.72	16.34	10.46	7.84	4.77	5.45	118.14
76-77	24.49	32.35	46.05	58.30	23.77	12.48	6.12	24.31	28.13	13.36	8.28	4.07	261.71
77-78	13.85	6.31	20.03	21.37	40.20	42.50	24.37	21.76	18.49	6.14	3.78	3.22	222.02
78-79	2.52	2.13	7.87	72.74	73.25	26.96	23.89	38.57	11.15	5.46	3.58	7.49	275.61
79-80	13.13	6.68	8.60	6.48	6.45	19.72	27.41	26.82	17.59	6.59	4.04	3.49	147.00
80-81	6.89	15.39	6.94	4.34	4.90	5.26	7.13	15.27	5.67	3.62	2.49	3.30	81.20
81-82	2.33	1.82	22.28	27.44	34.13	15.47	12.80	9.34	9.29	4.59	6.91	5.88	152.28
82-83	14.61	61.39	35.19	9.60	9.71	7.49	8.03	4.57	2.67	2.00	4.20	2.78	162.24
83-84	2.41	7.32	11.98	8.51	5.83	41.45	23.21	37.15	25.13	6.96	4.63	3.22	177.80
84-85	3.19	23.31	14.69	25.75	34.11	19.63	20.16	19.12	7.47	4.11	2.97	2.42	176.93
85-86	2.71	3.84	7.41	8.48	20.48	13.04	42.51	15.41	6.60	4.16	2.82	9.88	137.34
MEDIA	8.02	11.89	14.19	18.77	18.18	22.22	19.48	17.59	11.90	5.45	4.14	5.48	157.31
D.TIP	8.01	13.71	12.19	17.80	14.87	19.40	13.67	10.91	9.73	3.38	2.21	4.59	70.04


RIO ALCANADRE EN E.A. Nº 91 (LASCELLAS)
Aportaciones medias mensuales (hm3)
APORTACIONES (hm3)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
OCT
NOV
DIC
ENE
FEB
MAR
ABR
MAY
JUN
JUL
AGO
SEP
MESES

RIO ALCANADRE EN E.A. Nº 91 (LASCELLAS)

Aportaciones en hm3

(Valores restituidos)



ANEXO III

HIDROQUÍMICA

CUADRO RESUMEN ANALISIS QUIMICOS

HOJA DE BARBASTRO (30-12)

ESTACION	FECHA	pH	CONDUCT. uS/cm	R. SECO mg/l	D. TOTAL ppm CO3Ca	Cl- mg/l	SO4= mg/l	CO3H- mg/l	CO3= mg/l	NO3- mg/l	Na+ mg/l	K+ mg/l	Ca++ mg/l	Mg++ mg/l	NO2- mg/l	NH4+ mg/l	DQO mg/l O2	PO4= mg/l	SiO2 mg/l	ANIONES meq/l	CATIONES meq/l	ERROR %	ORIGEN DATOS
30121007	10-Oct-85	8.0	760	372	48	64	20	259	9.0	0	135	1.0	6	8	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	6.77	6.86	1.33	UZ
30121009	10-Oct-85	8.0	1099	473	283	143	50	206	0.0	0	70	5.0	88	15	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	8.45	8.81	4.18	UZ
30121012	10-Ene-92	7.3	1295	864	434	145	136	440	0.0	47	138	1.0	102	43	0.00	0.00	0.7	0.00	32.1	14.89	14.68	-1.42	ITGE
30121013	13-Ene-92	7.5	440	243	209	17	30	204	0.0	3	9	0.0	67	10	0.00	0.00	1.0	0.00	4.9	4.50	4.57	1.55	ITGE
30122001	10-Oct-85	7.0	476	209	188	12	18	197	0.0	0	5	0.0	72	2	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	3.94	3.98	0.99	UZ
30122004	14-Ene-92	7.4	615	374	329	24	19	288	0.0	47	8	0.0	95	22	0.00	0.00	0.6	0.00	15.3	6.55	6.92	5.40	ITGE
30122007	14-Ene-92	7.6	656	411	333	21	29	248	0.0	100	4	0.0	100	20	0.00	0.00	0.4	0.00	12.5	6.87	6.83	-0.68	ITGE
30122008	10-Oct-85	7.0	532	251	219	15	26	231	0.0	0	9	2.0	76	7	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	4.75	4.82	1.44	UZ
30122012	10-Oct-85	8.0	719	357	250	13	82	264	0.0	0	37	1.0	80	12	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	6.40	6.63	3.45	UZ
30123001	14-Ene-92	7.4	892	562	427	41	76	401	0.0	52	37	0.0	104	40	0.00	0.00	0.6	0.00	11.1	10.15	10.11	-0.37	ITGE
30124001	14-Ene-92	7.2	1214	825	583	76	149	472	0.0	90	51	0.0	160	44	0.02	0.00	0.8	0.00	19.1	14.43	13.85	-4.10	ITGE
30124004	10-Oct-85	7.0	1151	658	411	50	164	431	0.0	0	81	2.0	116	29	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	11.89	11.77	-1.01	UZ
30124008	10-Oct-85	7.0	1370	776	455	82	333	181	0.0	0	55	52.0	137	27	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	12.21	12.80	4.77	UZ
30125005	14-Ene-92	7.4	1093	687	423	100	117	397	0.0	21	84	2.0	96	44	0.00	0.00	1.2	0.00	24.7	12.10	12.14	0.31	ITGE
30125009	13-Ene-92	7.6	1124	768	478	68	123	445	0.0	76	77	4.0	118	44	9.00	0.00	1.0	0.00	26.6	13.19	12.99	-1.58	ITGE
30126001	13-Ene-92	7.5	779	510	315	46	63	287	0.0	80	46	0.0	91	21	0.00	0.00	0.7	0.00	19.6	8.60	8.29	-3.75	ITGE
30126002	13-Ene-92	7.7	631	380	315	16	26	311	0.0	34	15	1.0	96	18	0.00	0.00	0.5	0.00	18.9	6.64	6.96	4.78	ITGE
30126003	10-Oct-85	7.0	744	378	269	53	30	305	0.0	0	45	2.0	76	19	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	7.12	7.38	3.55	UZ
30126020	13-Ene-92	7.4	930	582	404	63	51	411	0.0	49	56	0.0	105	34	0.00	0.00	0.7	0.00	18.5	10.37	10.49	1.22	ITGE
30126021	13-Ene-92	7.9	675	460	171	81	35	181	0.0	76	79	1.0	50	11	0.00	0.00	0.8	0.00	36.6	7.20	6.87	-4.74	ITGE
30126028	14-Ene-92	7.9	701	431	225	55	20	315	0.0	16	72	1.0	60	18	0.00	0.00	0.4	0.00	31.5	7.39	7.64	3.38	ITGE
30127004	14-Ene-92	8.3	691	415	280	95	29	202	12.0	30	33	4.0	62	30	0.00	0.00	0.6	0.00	19.1	7.48	7.12	-4.96	ITGE
30128004	10-Oct-85	7.0	951	520	379	37	112	375	0.0	0	42	1.0	120	19	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	9.52	9.42	-1.07	UZ
30128015	14-Ene-92	7.4	889	629	453	29	205	341	0.0	1	29	1.0	121	36	0.00	0.00	0.8	0.17	35.9	10.70	10.31	-3.67	ITGE

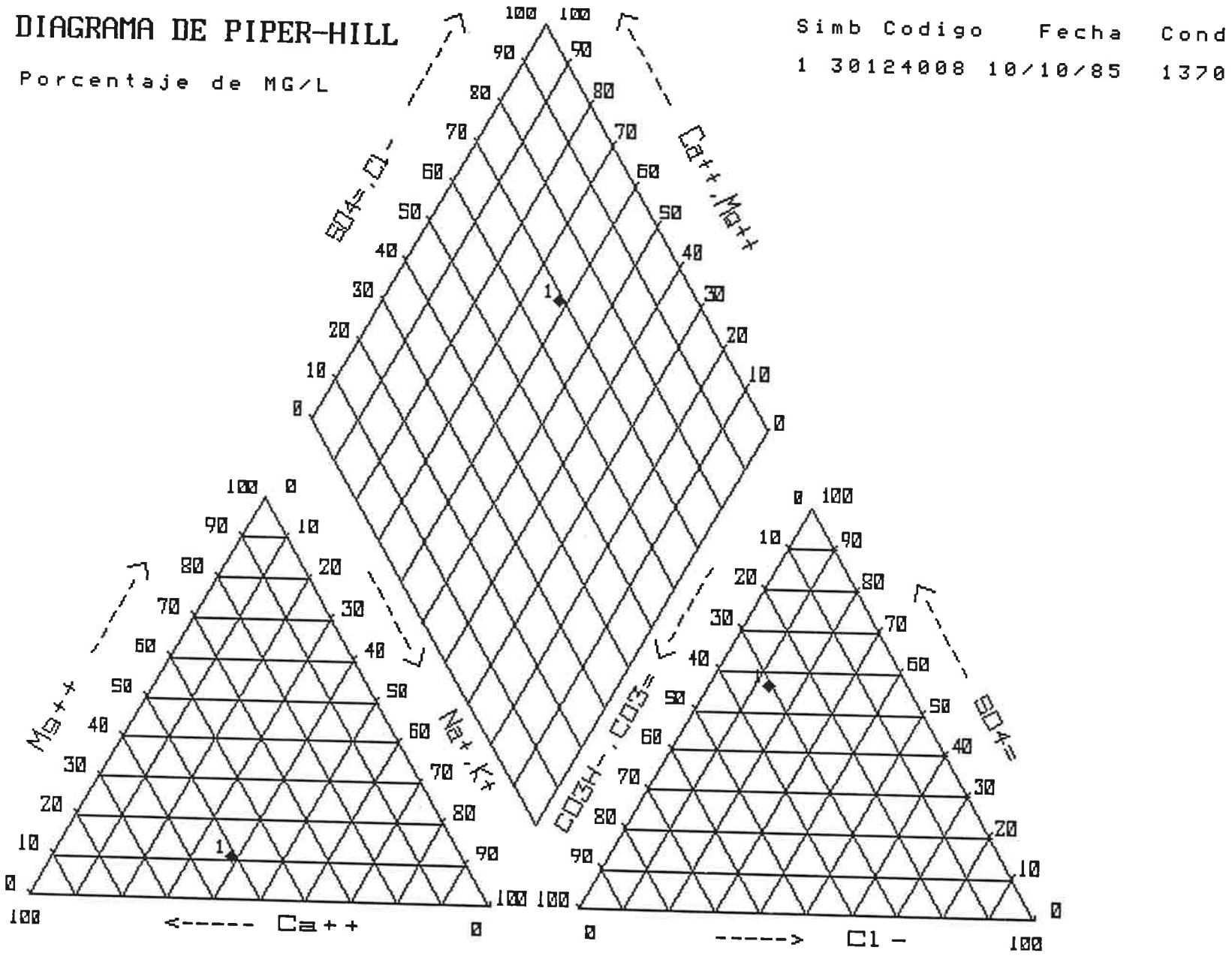
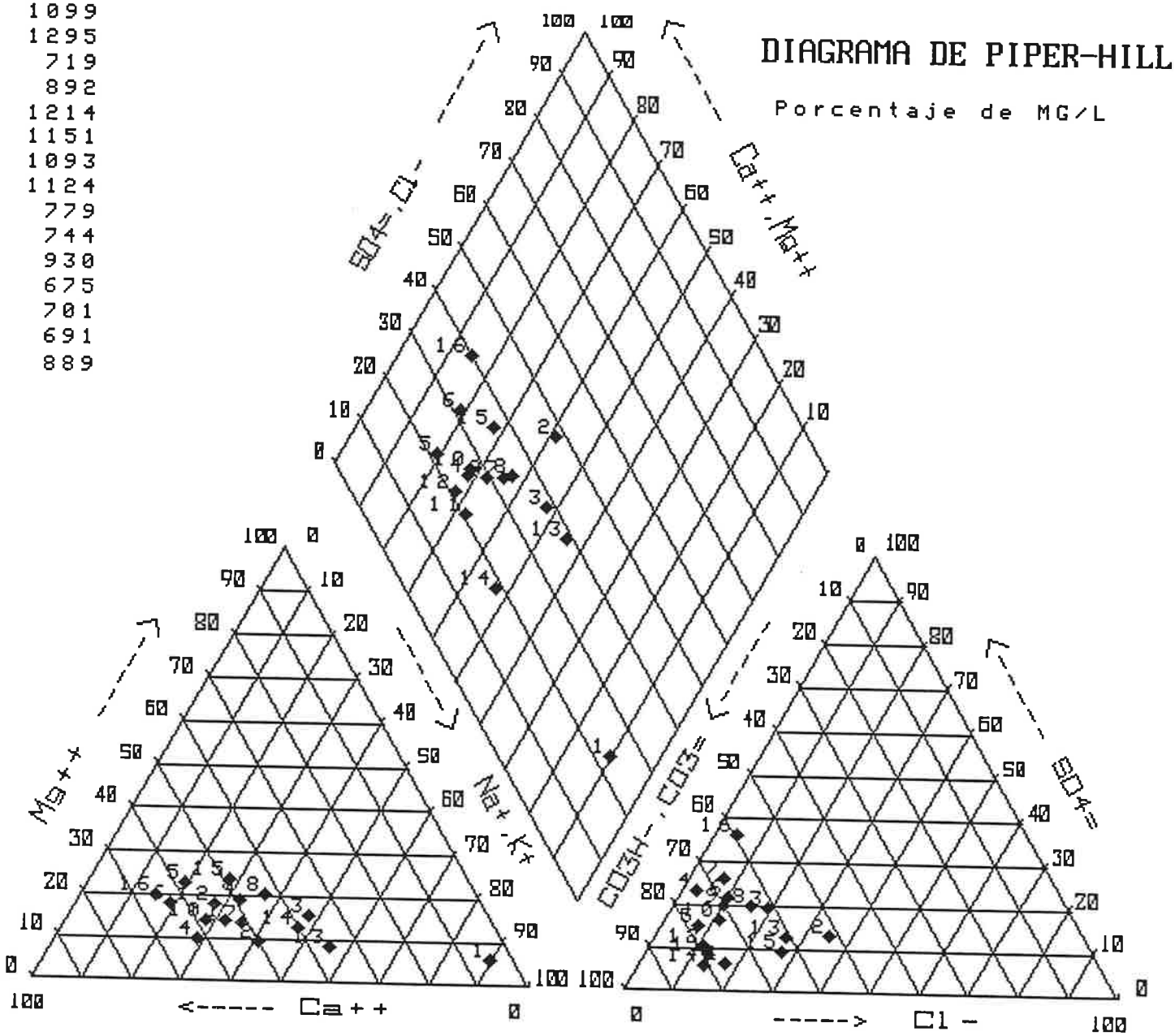


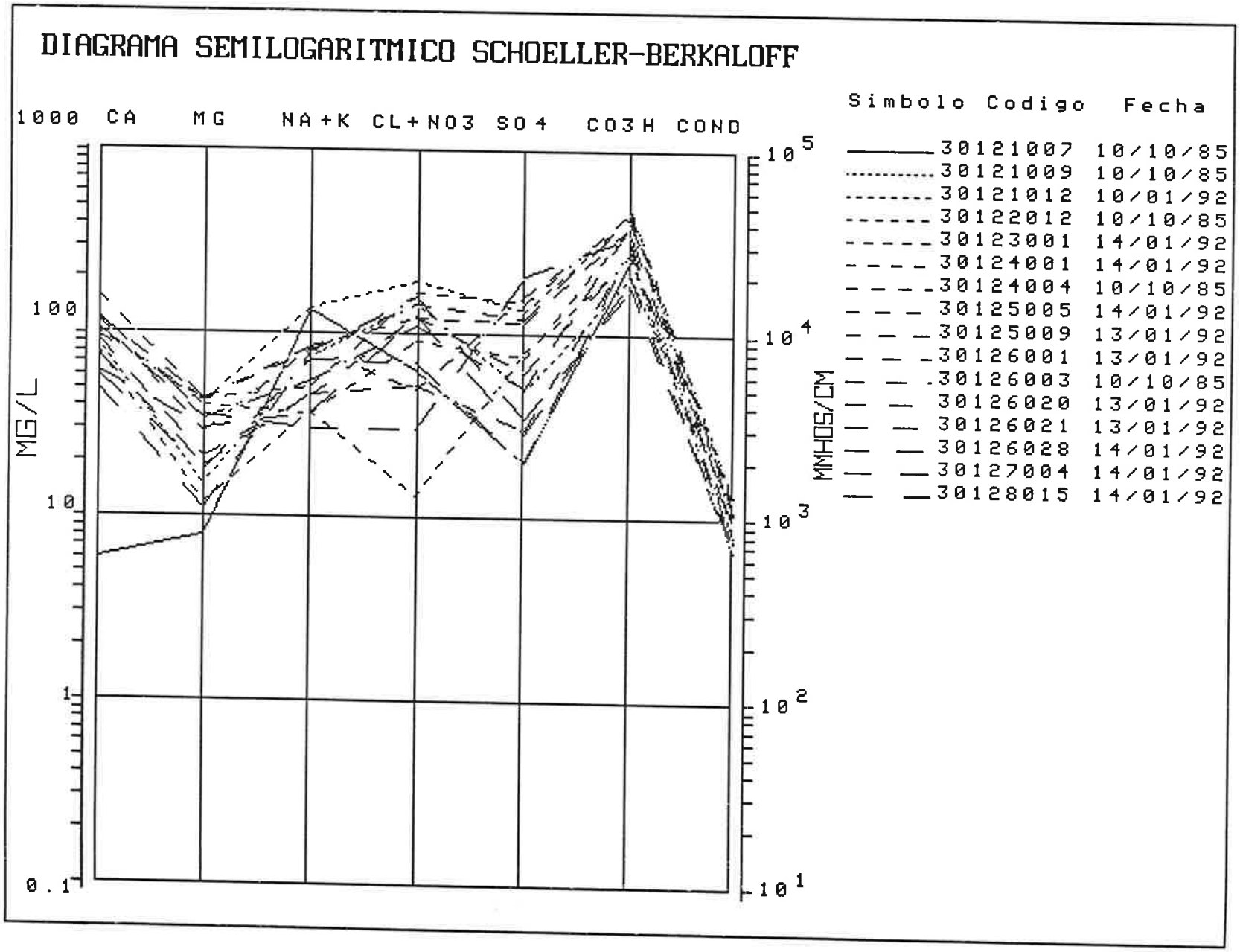
DIAGRAMA DE PIPER-HILL
Porcentaje de MG/L
Simb Codigo Fecha Cond
1 30124008 10/10/85 1370
SO4=,Cl-
Ca++,Mg++
Mg++
Na+,K+
CO3H-,CO3=
SO4=
<----- Ca++
-----> Cl-

SISTEMA HIDROGEOLÓGICO TERCIARIO CONTINENTAL
Subsistema Huesca

Simb	Codigo	Fecha	Cond
1	30121007	10/10/85	760
2	30121009	10/10/85	1099
3	30121012	10/01/92	1295
4	30122012	10/10/85	719
5	30123001	14/01/92	892
6	30124001	14/01/92	1214
7	30124004	10/10/85	1151
8	30125005	14/01/92	1093
9	30125009	13/01/92	1124
10	30126001	13/01/92	779
11	30126003	10/10/85	744
12	30126020	13/01/92	930
13	30126021	13/01/92	675
14	30126028	14/01/92	701
15	30127004	14/01/92	691
16	30128015	14/01/92	889



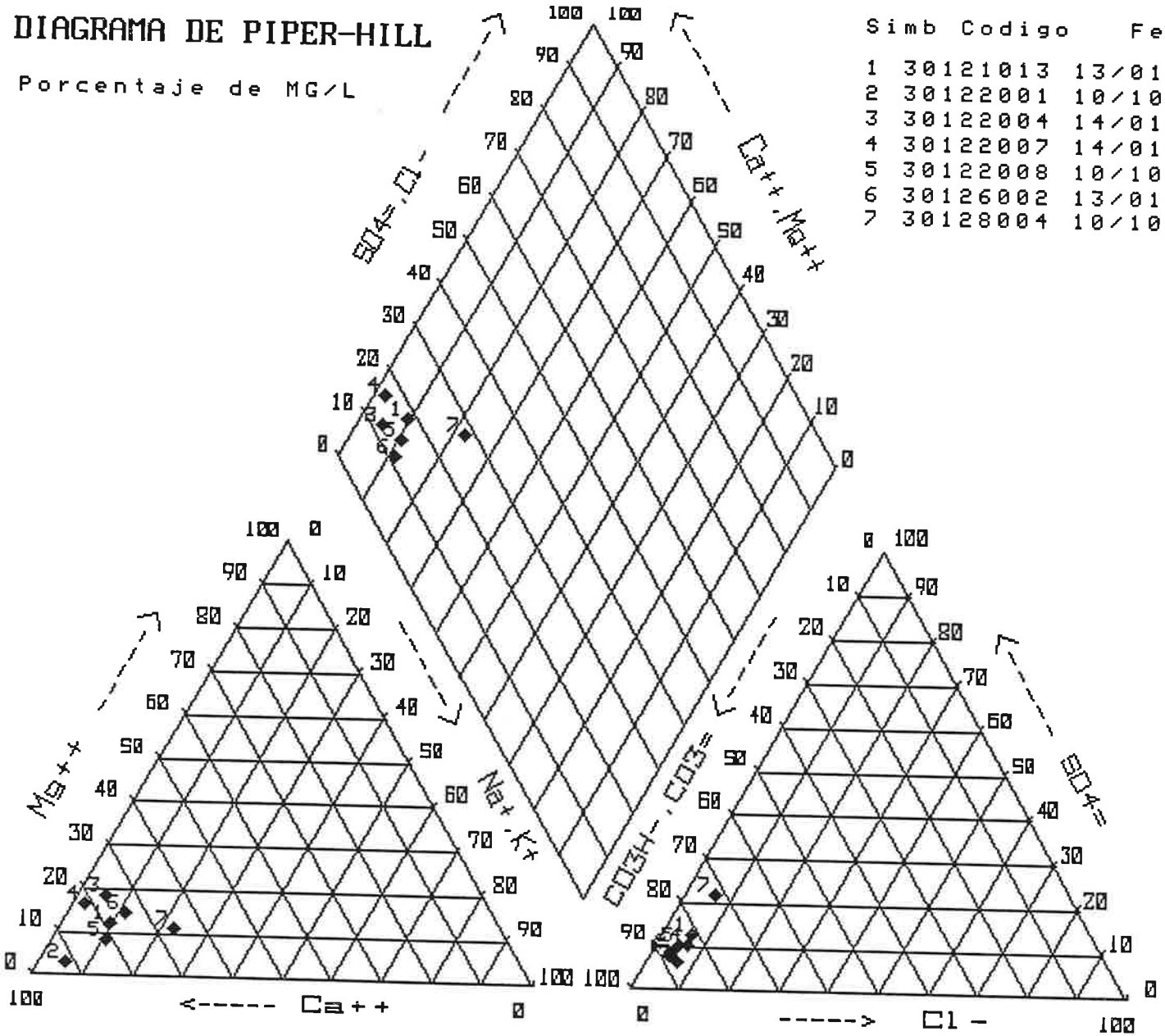
SISTEMA HIDROGEOLÓGICO TERCIARIO CONTINENTAL
Subsistema Huesca



SISTEMA HIDROGEOLÓGICO PLIOCUATERNARIO
Acuíferos en Glacis y Terrazas:
Casbas de Huesca-Liesa; Abiego-Azlor; Peralta de Alcofea
Acuíferos Aluviales: río Vero

DIAGRAMA DE PIPER-HILL

Porcentaje de MG/L



Simb	Codigo	Fecha	Cond
1	30121013	13/01/92	440
2	30122001	10/10/85	476
3	30122004	14/01/92	615
4	30122007	14/01/92	656
5	30122008	10/10/85	532
6	30126002	13/01/92	631
7	30128004	10/10/85	951

SISTEMA HIDROGEOLÓGICO PLIOCUATERNARIO
Acuíferos en Glacis y Terrazas:
Casbas de Huesca-Liesa; Abiego-Azlor; Peralta de Alcofea
Acuíferos Aluviales: río Vero