

**INFORME COMPLEMENTARIO DEL  
MAPA GEOLÓGICO DE LUNA.**

**HIDROGEOLOGÍA DE LA HOJA DE  
LUNA (27-11). 246**

**INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA**  
Oficina de Zaragoza

**EDUARDO ANTONIO GARRIDO SCHNEIDER**  
Abril 1.995






<b>1. INDICE</b>	
<b>2. RESUMEN</b> .....	<b>3</b>
<b>2.1. Climatología</b> .....	<b>3</b>
<b>2.2. Hidrología</b> .....	<b>3</b>
<b>2.3. Características hidrogeológicas</b> .....	<b>4</b>
<b>2.3.1. Sistema Hidrogeológico Terciario Continental</b> .....	<b>4</b>
<b>2.3.2. Sistema Hidrogeológico Pliocuaternario</b> .....	<b>4</b>
<b>3. CLIMATOLOGÍA</b> .....	<b>7</b>
<b>3.1. ANÁLISIS PLUVIOMÉTRICO</b> .....	<b>8</b>
<b>3.2. ANÁLISIS TÉRMICO</b> .....	<b>9</b>
<b>3.3. EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL</b> .....	<b>9</b>
<b>3.4. LLUVIA ÚTIL</b> .....	<b>10</b>
<b>3.5. ZONIFICACIÓN CLIMÁTICA</b> .....	<b>11</b>
<b>4. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL</b> .....	<b>13</b>
<b>4.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS CUENCAS</b> .....	<b>13</b>
<b>4.2. RED FORONÓMICA. RÉGIMEN DE CAUDALES</b> .....	<b>14</b>
<b>4.3. REGULACIÓN DE CAUDALES. INFRAESTRUCTURA</b> .....	<b>15</b>
<b>4.4. ZONAS DE REGADÍO</b> .....	<b>16</b>
<b>5. HIDROGEOLOGÍA</b> .....	<b>19</b>
<b>5.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES</b> .....	<b>19</b>
<b>5.2. SISTEMA HIDROGEOLÓGICO TERCIARIO CONTINENTAL</b> ...	<b>20</b>
<b>5.2.1. Características geológicas e hidrogeológicas</b> .....	<b>20</b>

5.2.2. Definición del acuífero . . . . .	21
5.2.3. Parámetros hidrogeológicos . . . . .	22
5.2.4. Inventario de puntos de agua. Usos del agua . . . . .	24
5.2.5. Características químicas del agua subterránea . . . . .	24
5.3. SISTEMA HIDROGEOLÓGICO PLIOCUATERNARIO. U.H. N° 61: ARBAS . . . . .	25
5.3.1. Características geológicas e hidrogeológicas . . . . .	25
5.3.2. Definición de acuíferos . . . . .	25
5.3.3. Parámetros hidráulicos . . . . .	26
5.3.4. Piezometría. Recarga y descarga . . . . .	27
5.3.5. Balance. Recursos y Reservas . . . . .	28
5.3.6. Inventario de puntos de agua. Usos del agua . . . . .	30
5.3.7. Características químicas del agua subterránea . . . . .	30
5.4. OTROS MATERIALES DE INTERÉS HIDROGEOLÓGICO . . . . .	31
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS . . . . .	32

# HOJA DE LUNA

## LEYENDA HIDROGEOLOGICA

EDAD	TIPO DE PERMEABILIDAD	GRADO DE PERMEABILIDAD			
		ALTA	MEDIA	BAJA	IMP.
CUATERNARIO	POROSIDAD INTERGRANULAR	A1 	A2 		
TERCIARIO	POROSIDAD INTERGRANULAR			C1 	

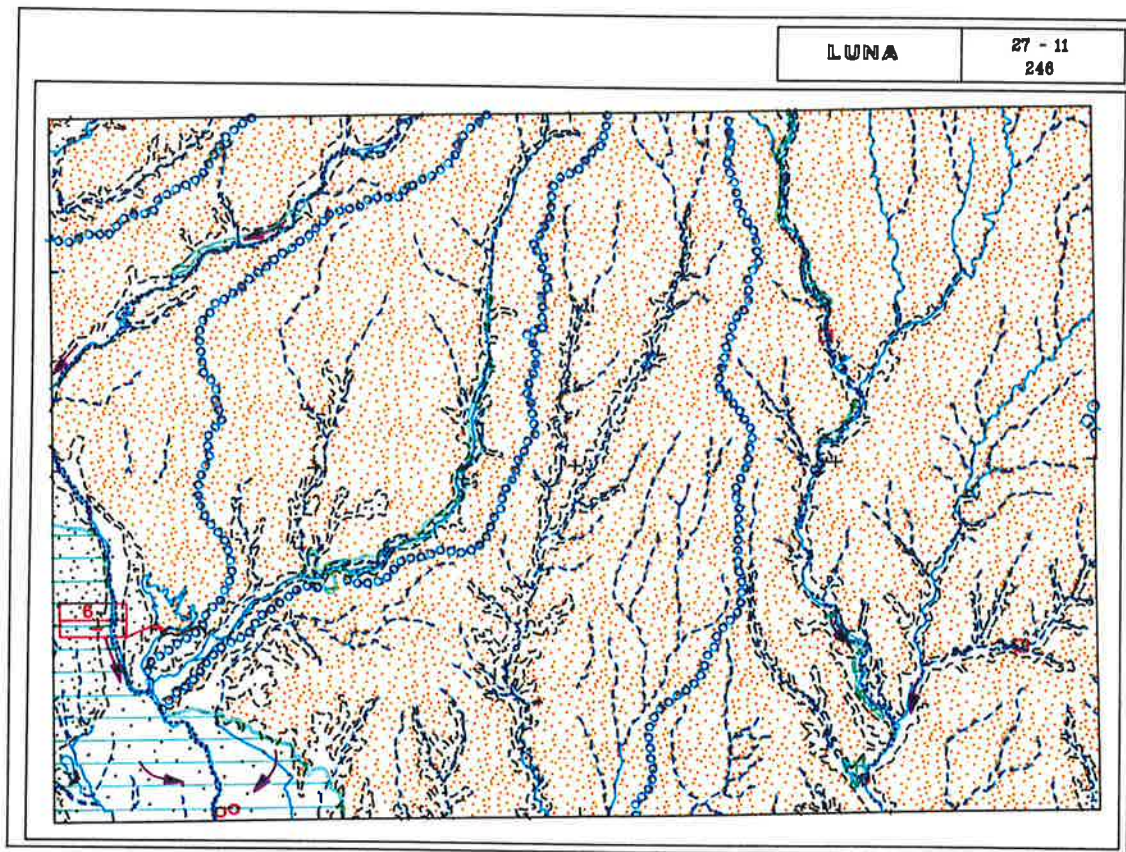
### A: PERMEABILIDAD POR POROSIDAD INTERGRANULAR.

A<sub>1</sub>: Formaciones generalmente extensas, muy permeables y productivas.

A<sub>2</sub>: Formaciones extensas, discontinuas y locales de permeabilidad y producción moderadas. (No excluyen la presencia en profundidad de otras formaciones más productivas).










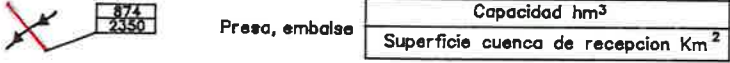
### C: FORMACIONES DE BAJA PERMEABILIDAD O IMPERMEABLES.

C<sub>1</sub>: Formaciones generalmente extensas, en general de baja permeabilidad que pueden albergar en profundidad a otras de mayor permeabilidad y productividad, incluso de interés regional.





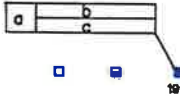
ESQUEMA HIDROGEOLOGICO E. 1: 200.000

# 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 permanente
-  Lago o laguna estacionaria
-  Lago o laguna salada
-  Sumidero
-  Pérdida de curso
- 

874
2350

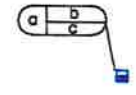
  

Capacidad hm <sup>3</sup>
Superficie cuenca de recepcion Km <sup>2</sup>
-  Canales principales y trasvases
-  Canales principales y trasvases subterráneos y/o en construcción
- 

a	b
	c





Caudal medio m <sup>3</sup> /s
Superficie cuenca Km <sup>2</sup>

  
 a: n° años de medida  
 Estacion de aforos: limnigrafos 192: N° del MOPU
- 



















a	b
	c

Caudal medio m <sup>3</sup> /s
Superficie cuenca Km <sup>2</sup>

  
 a: n° años de medida  
 Puntos de aforo directo de la red hidrométrica. Escala
-  a) Aguas superficiales
-  b) Aguas subterráneas
-  Zonas húmedas
-  Estación pluviométrica/Termopluviométrica/Completa  
N del I.N.Meteorología

# HIDROGEOLOGIA

-  Limite sistema acuifero cerrado
-  abierto
-  Limite unidad o formacion acuifera cerrado
-  abierto
-  Curva isopiezometrica (m.s.n.m.)
-  Curva isopiezometrica (m.s.n.m.) del acuifero profundo o supuesta para un modelo hidrogeologico
-  Direccion preferencial flujo subteraneo
-  Divisoria de aguas subterráneas o umbral piezométrico
-  Zonas de artesianismo
-  Manantial, sondeo, pozo. 2/9: Octante/N° de orden del ITGE
-  Piezómetro
-  Sondeo surgente, sondeo de inyeccion
-  Manantial, pozo, sondeo mineral/mineromedicinal
-  Manantial, pozo, sondeo termal/termomineral
-  Sondeo petrolífero
-  Galería EW. Orientación galería
-  Otros sistemas de captación
-  Balsa, balsa de recarga

## **2. RESUMEN**

### **2.1. Climatología.**

En la Hoja de Luna se localizan un total de 7 estaciones meteorológicas, 6 pluviométricas y 1 termopluviométricas. La precipitaciones medias anuales oscilan entre los 460 y los 580 mm. La temperatura media varía también entre los 12 y 14 °C, con incremento generalizado hacia el S. La caracterización climática de este sector según la Clasificación Agroclimática de Papadakis es de tipo mediterráneo seco.

La evapotranspiración (ETP) media según Thornthwaite varía entre los 700-800 mm; FACI (1.991, 1.992) calcula valores de la evapotranspiración de referencia ( $ET_0$ ) superiores y del orden de 1.150 mm. Con los valores anteriores el porcentaje de lluvia útil respecto de la precipitación oscila entre el 11 y el 28% según las condiciones de almacenamiento de agua en el suelo.

### **2.2. Hidrología.**

El sistema de los Arbas es el único cuya representación ocupa toda la superficie de la Hoja. Está encabezado por el Arba de Luesia en el que confluyen varios ríos de tercer orden: Arba de Riguel, en su margen derecha, Farasdués o Agonia, y Arba de Biel por su margen izquierda.

Son todos en general ríos poco caudalosos, muy jerarquizados, que discurren durante la mayor parte de su recorrido sobre las formaciones terciarias continentales de las que reciben una parte importante de su aportación. Los caudales son por tanto reducidos e irregulares, propios de los ríos prepirenaicos dada la escasa capacidad de regulación de sus cuencas y cuyo volumen medio anual oscila entre los 13,7 hm<sup>3</sup> del Riguel y los 21,6 hm<sup>3</sup> del Arba de Luesia.

El Embalse de San Bartolomé, de 6 hm<sup>3</sup>, se configura como una de las obras de regulación de caudales superficiales que, junto con las del Canal de Bardenas, apoyan el riego de unas 2.650 ha en el extremo suroccidental de esta Hoja.

### **2.3. Características hidrogeológicas.**

#### **2.3.1. Sistema Hidrogeológico del Terciario Continental.**

Abarca toda la serie de afloramientos detríticos oligo-miocenos de carácter continental de la mayor parte de la Hoja y bajo los depósitos pliocuaternarios. 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. Los materiales acuíferos aquí incluidos pertenecen al denominado *Subsistema Hidrogeológico Luna*.

Existe un veintena de puntos acuíferos inventariados en este sector, de los que 16 son surgencias cuyo caudal rara vez supera los 4 l/s y que se utilizan fundamentalmente en el abastecimiento urbano, destacando La Fuente de Orés (2711.3004).

En general, todo el Sistema Terciario Continental se caracteriza por poseer aguas cuyas características químicas son de tipo muy diverso, difícilmente encuadrables en una clase única, en especial cuando se mezclan con otras de los acuíferos pliocuaternarios. Las manifestaciones asociadas en esta zona son de facies bicarbonatada sódica o bicarbonatada cálcico-sódica, de mineralización ligera o media y dureza media.

#### **2.3.3. Sistema Hidrogeológico Pliocuaternario.**

Los depósitos aluviales recientes de los ríos que integran el sistema de los Arbas entran a formar parte de dos de los tres tipos de acuíferos en los que se subdivide este Sistema hidrogeológico: *Acuíferos aluviales* y *Acuíferos en Glacis y Terrazas*.



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 de 8 a 20 m; las transmisividades son del orden de 100-600 m<sup>2</sup>/día, en los aluviales, y de 50 m<sup>2</sup>/día en glacis, lo que implica permeabilidades de hasta 100 y 10 m/día respectivamente con variable capacidad de regulación.

Se han individualizado tres acuíferos: *Glacis o Saso de Miralbueno*, *Aluvial del Arba de Biel* y *Aluvial del Arba de Luesia*. El volumen de recarga anual, fundamentalmente por infiltración y retorno de riego, asciende a 46 hm<sup>3</sup> en el primero y 30 hm<sup>3</sup> en los dos últimos.

Gran parte de los puntos acuíferos inventariados en esta Hoja corresponden a los aluviales (30 puntos), frente a tan sólo dos puntos para el nivel de glacis; de ellos 11 son surgencias cuyo caudal rara vez alcanza los 6 l/s, destacando aquellas que abastecen a varios núcleos de población como el de Biota (2711.1002) y El Frago (2711.4002).

Las características químicas del agua subterránea permiten clasificarlas como bicarbonatadas cálcicas, de dureza media y mineralización ligera con tendencia creciente hacia sectores cada vez más meridionales.

Tabla 2.1. CUADRO RESUMEN DE INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA

Hoja de LUNA (246) 27-11

OCTANTES		1	2	3	4	5	6	7	8	TOTAL
<b>N A T U R A L E Z A</b>	Manantiales	3	1	3	2	2	3	1	7	22
	Pozos	2	-	-	1	10	-	3	3	19
	Sondeos	-	3	-	-	2	-	-	-	5
	Otros	-	-	1	-	2	1	-	1	5
	<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>11</b>	<b>51</b>
<b>U S O</b>	Abastecimiento	2	-	2	2	2	1	-	3	12
	Regadío	-	-	-	1	3	-	4	3	11
	Ganadería	-	-	-	-	3	-	-	-	3
	Otros	-	1	-	-	2	2	-	3	8
	Sin uso	3	3	2	-	6	1	-	2	17
	Industria	-	-	-	-	1	-	-	-	1
Caudal Medio l/s (manantiales)	3	0,6	1,8	1	2,3	0,5	0,1	1		
Prof. M. Sondeos	-	66	-	-	43,5	-	-	-	1	
Prof. M. Pozos	-	-	4	3	10	-	5	-		
Bombeos Estimados (Dm <sup>3</sup> /año)	-	-	95	15	200	5	15	75	405	

### 3. CLIMATOLOGÍA

Para el ámbito geográfico de la hoja de Luna se dispone de los datos de un total de siete estaciones meteorológicas pluviométricas, de las que tan sólo una es también termométrica. 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			TIPO	PERÍODO		MEDIAS	
		X	Y	Z		P	T	P(mm)	T(°C)
9317	BIOTA "ESCUELA"	649619	4680258	484	P	50-87		545	
9318	FARASDUÉS	656647	4676585	463	P	68-87		460	
9320	BARDENA DEL CAUDILLO	649850	4671800	390	PT	65-82	65-78	468	13,6
9322E	EL FRAGO	670850	4681575	550	P				
9323	LUNA "SAN JORGE"	669400	4672200	620	P	50-70		546	
9324	LUNA	671250	4670650	470	P	49-75		535	
9324A	LUNA "P.F.E."	670725	4670900	485	P	68-81		581	

Tabla 3.1. P: Estación pluviométrica; T: estación termométrica; valores obtenidos a partir de medias mensuales de la propia estación. Coordenadas Z estimadas. Fuente: I.N.M.

Como puede observarse existe un número suficiente de estaciones pluviométricas en la hoja tratada, si bien su representatividad queda reducida a la mitad meridional donde, por otra parte, las cotas topográficas son mas bajas que las de la mitad septentrional. Por el contrario, sólo existe una estación con datos termométricos y que no funciona en la actualidad. Esta situación genera una amplia zona dentro de las cuencas hidrográficas de los Arbas en la que el análisis climatológico tendrá que hacerse necesariamente con el apoyo de otras estaciones próximas situadas fuera de la hoja de estudio.

Las series son en general bastante continuas, ya que comprenden registros entre los 14 y los 38 años consecutivos, con pocas lagunas en sus datos y años completos suficientes. Las estaciones más representativas son las de Biota "Escuela" (9317), con 25 años completos y la de Luna (9324), con 24 años completos; la estación de Bardena del Caudillo (9320) es la única con registros de temperatura que abarcan a 10 años completos, para una serie de 14 años, y precipitaciones de 15 años completos, para una serie de 18 años.

Los valores de precipitación y temperatura que se exponen son los valores medios obtenidos a partir de los datos originales de la propia estación y que quedan recogidos en las tablas del anexo de climatología para las todas las estaciones disponibles.

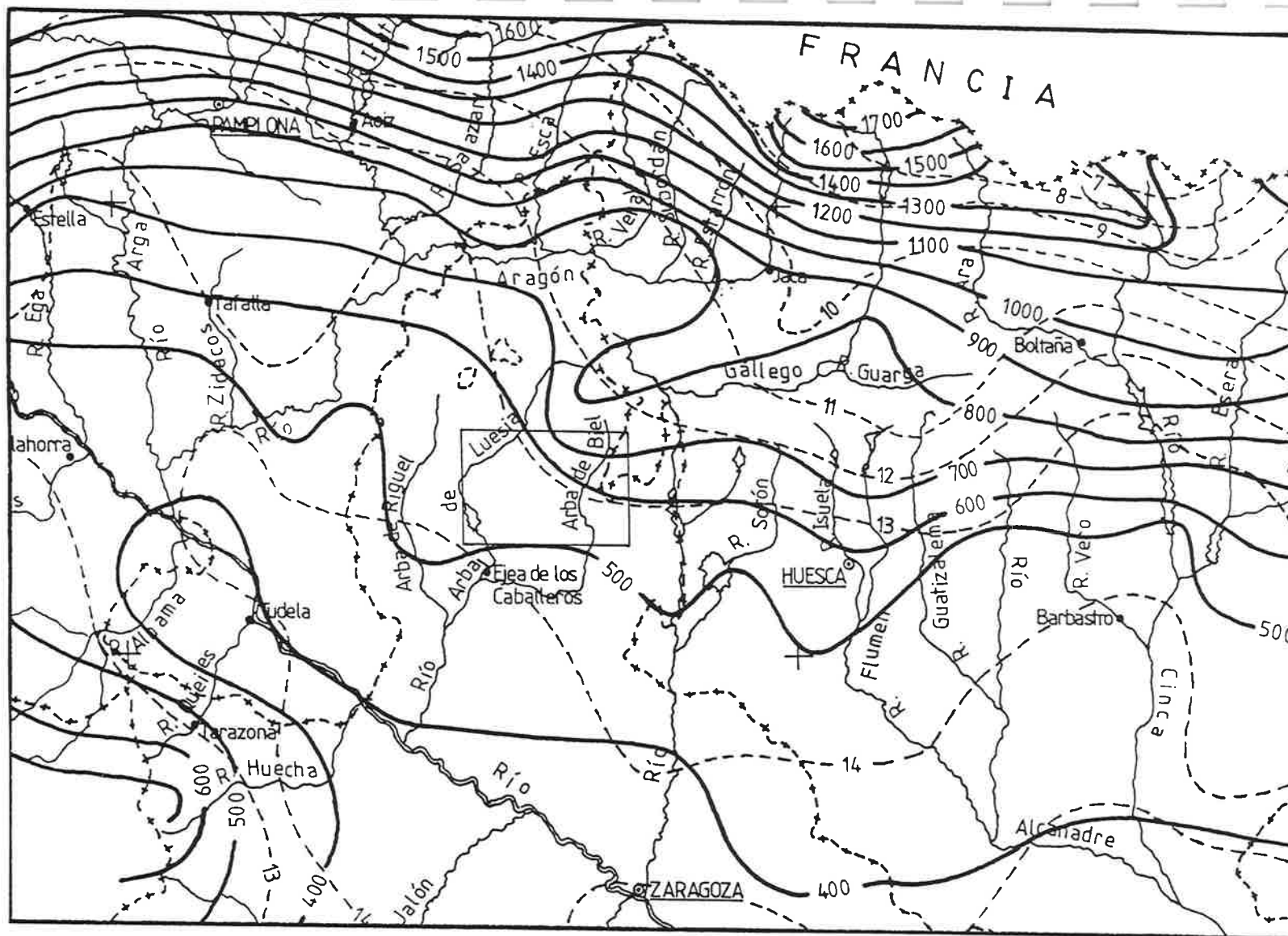
### **3.1. ANÁLISIS PLUVIOMÉTRICO.**

En el mapa climatológico (Mapa 3.1.) puede observarse cómo la mayor parte de la hoja de Luna queda incluida en una franja de precipitación media anual limitada por las isoyetas de 500 y 600 mm. Únicamente, en el cuadrante nororiental, se observa un incremento de las mismas relacionado con las mayores cotas topográficas y coincidentes con las estribaciones de las Sierras Exteriores pirenaicas, en donde se llegan a alcanzar pluviometrías que pueden oscilar entre los 600 y 750 mm.

El observatorio que mayor precipitación registra dentro de la Hoja es el de Luna "P.F.E." (9324A), con 581 mm , mientras que el observatorio más seco es el de Farasdués (9318) con 460 mm para una serie de 14 años coincidentes con el anterior.

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 51-75 mm, y un segundo máximo de menor entidad en los meses finales del otoño (Octubre-Noviembre principalmente), con valores comprendidos entre los 50 y los 62 mm. En ocasiones pueden registrarse puntas aisladas de máximos en épocas veraniegas que son debidas a fenómenos convectivos y tormentosos propios de esta época del año.

Esta peculiaridad contrasta con el hecho de que los mínimos mensuales se registren precisamente en esta misma etapa estival, en el mes de Julio, con valores medios comprendidos entre los 18 y los 28 mm. El período invernal no significa además un mínimo secundario ya que las precipitaciones registradas en esta época del año se ajustan bastante bien al valor medio anual de cada estación coincidiendo con un cierto régimen de vientos húmedos de influencia atlántica.



ESCALA 1:1.000.000



Mapa 3.1. MAPA CLIMATOLÓGICO

- |           |                     |           |                       |
|-----------|---------------------|-----------|-----------------------|
| —————     | Isoyeta media (mm)  | +         | Límite Hoja 1:200.000 |
| - - - - - | Isoterma media (°C) | + - + - + | Límite provincial     |
|           |                     | + + + + + | Límite nacional       |

### **3.2. ANÁLISIS TÉRMICO.**

A partir del mapa climatológico adjunto (Mapa 3.1.) se observa cómo la hoja de Luna queda incluida en un sector delimitado por las isotermas medias anuales de 12 y 14 °C. La mayor parte registra temperaturas medias superiores a los 13 °C, mientras que para el cuadrante situado al Noreste del núcleo urbano de Orés la temperatura media es inferior a los 13 °C.

Se dispone únicamente del registro termométrico de un observatorio, el de Bardena del Caudillo (9320), por lo que las referencias al análisis térmico estarán basadas solo en él. La media registrada para el período 65-78 es de 13,6 °C; la estacionalidad en las temperaturas es más marcada que la de las precipitaciones al contar simplemente con un máximo veraniego en el mes de Julio (23,1 °C) y un mínimo invernal (5,6 °C), con Enero como el 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 con la serie de años coincidentes en la única estación termopluviométrica incluida en la zona estudiada: Bardena del Caudillo (9320).

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 Luna queda emplazada entre las isolíneas de ETP media anual de 700 y 800 mm (C.H.E., 1.988); la isolínea de 750 mm atravesaría el

cuadrante Suroccidental delimitando una zona en el extremo meridional con la mayor evapotranspiración del sector y que en nuestro caso queda representada por la estación de Bardena del Caudillo. La ETP media para el período 65-78 es de 764 mm, observando una marcada estacionalidad a lo largo del año, con un máximo en la época veraniega (Julio) de 142 mm y un mínimo invernal de 14 mm (Enero). FACI (1.991, 1.992) calcula mediante el método FAO-USDA Blaney-Criddle valores de la evapotranspiración de referencia ( $ET_0$ ) superiores a los anteriores y del orden de 1.150 mm al año.

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 de 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 verse compensada de manera antrópica por el aporte que se realiza a los cultivos con el riego, tendentes a minimizar y paliar esta situación, aunque en determinados sectores de la hoja.

### **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 zona 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. El porcentaje de lluvia útil respecto a la precipitación media calculada con los datos originales del observatorio, y para los distintos supuestos es el de la tabla 3.2.

En todos los casos se ha supuesto que el estado de reserva inicial de agua en el suelo era la mitad de la capacidad de campo, comprobando que no existen diferencias notables en la lluvia útil si se aplican reservas diferentes. La descomposición de la lluvia útil en

escorrentía superficial y subterránea no ha podido estimarse 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.

ESTACIÓN	C. CAMPO: 30 mm		C. CAMPO: 50 mm		C. CAMPO: 100 mm	
	mm	%	mm	%	mm	%
BARDENA DEL CAUDILLO (9320)	131,6	28.1%	101,5	21.7%	51,9	11.1%

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

### 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 Luna dividida en dos sectores según una diagonal NW-SE que une aproximadamente la estación de Luna "San Jorge" con el núcleo urbano de Malpica de Arba. La mitad superior de la hoja separada por esta diagonal adquiere la siguiente caracterización:

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

**Tipo de verano:** maíz (M).

**Régimen de humedad:** mediterráneo seco (Me).



El área situada a la izquierda de esta diagonal posee una caracterización agroclimática semejante, diferenciada 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 estudiada se incluyen íntegramente en la cuenca de segundo orden formada por el río Arba de Luesia y sus afluentes de tercer orden: Farasdués, Arba de Riguel y Arba de Biel, todos ellos presentes en el sector de estudio. Son todas ellas cuencas generadas en las Sierras Exteriores pirenaicas y que desembocan directamente en el río Ebro, por lo que tendrán una pequeña cuenca receptora, serán de corto recorrido y, por consiguiente, de escaso caudal.

EL río principal es el Arba de Luesia, con 227,1 km<sup>2</sup> de cuenca receptora en esta hoja de los 2.249 km<sup>2</sup> totales que posee. Se encuentra repartido entre su cauce principal y la cuenca adyacente formada por el Barranco de la Orés. El cauce principal circula por 26,7 km atravesando los núcleos de Biota, Malpica de Arba y Rivas, muy poco encajado dentro de una cuenca alineada NE-SW hasta Biota y N-S hasta Ejea de los Caballeros. El desnivel atravesado dentro de nuestros límites es de unos 250 m (entre los 620 y 370 m) lo que implica un gradiente del 6.5 por mil. Sus barrancos afluentes son de escasa entidad y apenas llevan agua durante gran parte del año pues se limitan a desaguar los caudales generados en las tormentas; entre ellos destaca por su importancia el Barranco de la Orés, orientado N-S, de caudal permanente y algo más encajado, que atraviesa el término municipal de Orés.

La segunda cuenca en importancia por su extensión es la del río Arba de Biel, con 182,6 km<sup>2</sup> de los 586 km<sup>2</sup> totales. Circula de N a S por la mitad derecha de la hoja a lo largo de 24,9 km de longitud, entre las cotas 650 y 460 m.s.n.m., con un desnivel del 5,1 por mil; atraviesa los núcleos de El Frago y de Luna mostrando un mayor encajamiento del cauce hasta las proximidades de este último municipio desde donde pasa a ocupar una mayor extensión y amplitud. Algunos barrancos adyacentes pueden adquirir cierta importancia al tener un curso permanente de agua durante casi todo el año, como es el caso de los barrancos de La Ruta, Río Júnez y de Cuarzo.

El río Farasdués o Agonia adquiere una orientación NNE-SSW en los 87,9 km<sup>2</sup> finales de cuenca, incluidos en esta hoja, de los 104 km<sup>2</sup> totales que posee. En este tramo de 22,1 km de longitud el río circula entre las cotas 670 y 400 m.s.n.m., lo que significa un desnivel del 7,2 por mil, atravesando los núcleos urbanos de Asín y Farasdués y desembocando al oeste del vértice de Aznares. Posee un cauce estrecho y comprimido, con pocos barrancos afluentes que confluyen sin llevar agua durante la mayor parte del año.

El río Arba de Riguel también está presente en esta hoja en su esquina superior izquierda, con tan sólo 2,2 km de cauce y 11,5 km<sup>2</sup> de cuenca de los 582 km<sup>2</sup> totales, circulando sobre una cota próxima a los 540 m.s.n.m.

#### **4.2. RED FORONÓMICA. RÉGIMEN DE CAUDALES.**

Para el ámbito de estudio de la hoja de Luna no existe ninguna estación de aforos instalada. Los datos de las aportaciones de estos ríos se obtienen en estaciones ubicadas en los cauces del Arba de Luesia, Arba de Biel y Riguel y en cálculos de simulación del fenómeno precipitación-escorrentía para diferentes unidades hidrográficas (C.H.E., 1.993). La estación de aforo más próxima es la del río Arba de Luesia en Biota localizada en la vecina hoja de Sádaba, y cerca del límite con la de Luna, motivo por el cual se incluyen en el anexo de hidrometría los datos obtenidos en el modelo de simulación para la unidad hidrográfica coincidente con la E.A. n<sup>o</sup>: 155.

Para esta estación se deduce que la aportación media en el período 40-41 al 85-86 es de 28,5 hm<sup>3</sup>, con una distribución mensual que alcanza su máximo anual en la estación fría (Marzo, con 4,2 hm<sup>3</sup>) favorecido por influencias oceánicas, y un mínimo en la época estival que se prolonga durante el comienzo del otoño (Octubre, con 0,7 hm<sup>3</sup>), que propicia el que en ocasiones los cauces vayan secos. La nieve caída en cabecera es muy escasa y funde rápidamente por lo que no da lugar a retención ni por lo tanto a aumentos significativos de aportaciones primaverales por este concepto. Respecto a las aportaciones máximas anuales (aquellas que superan en un 50% la media de toda la serie) son alcanzadas en cinco años destacando el año 59-60 con 57,3 hm<sup>3</sup>. Por el contrario, el año más seco corresponde la 48-49 con una aportación de 3 hm<sup>3</sup>. Estas características, compartidas por los restantes ríos que

atravesan esta hoja, determinan un régimen fluvial del tipo pluvial mediterráneo de caudales escasos.

Las aportaciones obtenidas en las estaciones de aforo próximas, tanto para este río como para el Arba de Biel (E.A. nº 187 en Erla) y Riguel (E.A. nº 186 en Sádaba), se reproducen en el siguiente cuadro:

E.A.	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	TOTAL
155	0,68	1,28	2,14	2,86	3,25	3,32	2,90	2,06	1,70	0,47	0,22	0,55	21,61
186	0,50	1,00	1,21	1,20	1,91	1,30	1,18	1,43	1,36	0,67	0,93	0,68	13,73
187	0,26	1,35	1,36	2,11	2,58	1,54	2,59	2,28	1,60	0,61	0,82	0,56	17,66

Tabla 4.1: Aportaciones medias en estaciones de aforo situadas sobre los ríos Arba de Luesia (nº 155), Riguel (nº 186) y Arba de Biel (nº187). Valores en hm³. Fuente: CHE.

En el caso de las aportaciones medidas en las estaciones de aforo se observa la misma tónica en la caracterización de los máximos y mínimos anuales, si bien estos últimos quedan más repartidos durante toda la época estival debido a la desigual influencia de los fenómenos tormentosos según las zonas y cuencas.

#### 4.3. REGULACIÓN DE CAUDALES. INFRAESTRUCTURA.

Las principales obras de regulación de caudales ubicadas dentro la hoja de Luna son las incluidas en Plan de regadíos de Bardenas y las debidas a los regadíos tradicionales del sistema de los Arbas, con el embalse de San Bartolomé.

El Canal de Bardenas tiene una longitud proyectada de 139 km distribuyendo las aguas del río Aragón desde el embalse de Yesa hasta el embalse de Ardisa, en la cuenca del Gállego; actualmente falta por ejecutar el último tramo de esta canal. En el proyecto inicial estaba previsto poner en regadío con el sistema de Bardenas un total de 110.000 ha, de las que en la hoja de estudio se contabilizan tan solo 2.653 ha, con un caudal asignado en cabecera de 64 m³/s.

Dentro de nuestros límites de estudio puede seguirse un total de 22,2 km de este Canal, todos ellos en el cuadrante inferior derecho, que cruzan principalmente los términos municipales de Biota, Ejea de los Caballeros y Luna, así como el núcleo urbano de Farasdués.

El pantano de San Bartolomé cuenta con una capacidad de 6 hm<sup>3</sup> y se alimenta con las aguas derivadas del río Arba de Luesia que permiten de esta forma, además del abastecimiento de algunos núcleos, el riego tradicional de unas 4.000 ha de la comarca de las Cinco Villas. Otros embalses de menor embergadura, como el Embalse de Bolaso, cumplen esta misma función y regulan con su escasa capacidad los caudales que circulan en este caso por las acequias.

Merced a estos planes de riego se ha construido un complejo entramado de acequias y desagües para los excedentes de riego que en gran parte de las ocasiones aprovechan la red de drenaje natural y, en otras, provoca una profunda transformación de la misma, de carácter antrópico. Ante esta situación resulta fácil confundir eventuales puntos de descarga natural de aguas subterráneas con estos drenajes del regadío.

Finalmente, el regadío tradicional en las vegas de los principales ríos se ve facilitado por numerosas acequias construidas paralelamente al cauce de los mismos y que pueden ser seguidas sobre el terreno con facilidad.

#### **4.4. ZONAS DE REGADÍO.**

Se pueden distinguir dos sectores o zonas de regadío en esta hoja: zonas regadas con aguas procedentes del Canal de Bardenas y zonas de regadío tradicional.

El Canal de Bardenas se proyectó para abastecer de agua para riego a un total de 110.000 ha de las que más de 60.000 están ya cubiertas. En la actualidad se encuentran en funcionamiento los sectores comprendidos hasta la confluencia con el río Arba de Luesia, con una longitud de 70 km; desde aquí hasta el límite con la provincia de Huesca el Canal está construido pero no en funcionamiento.

En la zona estudiada los riegos de este Plan se limitan a un sector dentro del cuadrante inferior izquierdo, con un total de 2.653 ha potenciales dentro de los términos de Biota y Ejea de los Caballeros.

El regadío tradicional ocupa un total de 373 ha que corresponde a la totalidad de la superficie regada de los términos de: Asín, El Frago, Orés, Biota (en el núcleo de Malpica de Arba), y parte de la de Ejea de los Caballeros (en el núcleo de Farasdués y la zona dominada por el embalse de San Bartolomé) y Luna, instalados sobre las vegas de los ríos que atraviesan estas poblaciones (tabla 4.2).

El método de riego más empleado en este sector es el tradicional, por gravedad o "a manta", si bien, cada vez son más numerosas las hectáreas que están siendo transformadas por métodos de mayor eficacia y que suponen un ahorro sustancial de las dotaciones aplicadas como son el riego por aspersión o por pivots y el riego por goteo.

Para el cálculo de las dotaciones reales aplicadas en la zona se ha consultado tanto el censo actualizado de cultivos de la D.G.A., 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, D.G.A., 1.990). A partir de unos municipios tipo de cada comarca puede asignarse el agua empleada en un supuesto riego "a manta", que es menor dependiendo del sistema utilizado (80% de la dotación 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 le 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 las distintas unidades acuíferas.

La tabla 4.2 muestra los municipios con regadío incluidos en la hoja de Luna que tienen una mayor representación superficial, en los que se diferencian todas sus hectáreas de secano y de regadío, para cada uno de los cultivos existentes, así como el total de las dotaciones reales medias en  $\text{hm}^3$  para una situación supuesta de riego "a manta".

Como ya se mencionó con anterioridad, con los grandes Planes de Regadío ha venido asociada una profunda modificación en el terreno que ha traído consigo la nivelación de extensas superficies para transformarlas en tierras aptas al cultivo, según las nuevas condiciones impuestas. A su vez, se construyeron drenajes subterráneos, para dirigir las aguas excedentarias a una serie de colectores, que modificaron en ocasiones la red de drenaje natural.

Del inventario de puntos de agua subterránea se deduce que existe un total de 11 puntos cuyas aguas se aprovechan para este uso. Generalmente son pozos excavados y manantiales de los que se extrae un reducido caudal para el riego de pequeñas fincas; destacan sin embargo los manantiales: 2711.5011 y 2711.5013, con 5 y 10 l/s de caudal. Las zonas preferentes en donde se riega con aguas subterráneas se dan en el aluvial del río Arba de Biel y en el del Arba de Luesia, en las cercanías del núcleo de Rivas, totalizando algo menos de un tercio de las hectáreas del regadío tradicional (100 ha).

**HOJA DE LUNA**  
TIPOS DE CULTIVOS EN HA Y DOTACIONES DE REGADÍO

MUNICIPIO	CEREALES GRANO		LEGUMINOSAS GRANO		TUBERCULOS C. HUMANO		CULTIVOS INDUSTRIAL		PLANTAS ORNAMENTAL		CULTIVOS FORRAJEROS		HORTALIZAS		CITRICOS		FRUTALES		VIREDO		OLIVAR		OTROS LEROSOS		VIVEROS		TOTAL CULTIVOS		DOT. REGADÍO hm <sup>3</sup> /año		
	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.			
	Agüero	176	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	20	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0		0	207
Asín	650	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	14	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	666	5	0.04	
Biota	5150	1310	0	0	0	0	0	1500	0	0	0	40	0	150	0	0	50	1	0	0	30	0	0	0	0	0	5230	3001	19.46		
Ejea de los Caballer	12762	8100	40	50	0	24	0	10250	0	0	18	3280	0	4646	0	0	10	65	0	0	6	8	0	5	0	0	12836	26428	191.51		
Frago, El	123	6	0	0	0	2	0	0	0	0	17	0	0	4	0	0	7	0	0	0	1	0	0	0	0	0	148	12	0.08		
Luesía	3724	0	0	4	0	10	0	0	0	0	62	7	0	4	0	0	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3817	25	0.16		
Luna	7756	812	20	11	0	49	4	51	0	0	10	61	0	80	0	0	35	7	0	0	52	0	0	0	0	0	7877	1071	6.56		
Orés	840	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	890	8	0.06		
Uncastillo	6496	0	0	1	0	4	0	0	0	0	153	0	2	5	0	0	226	0	0	0	1	0	0	0	0	0	6878	10	0.07		
Biel-Fuencalderas	1336	21	7	3	0	4	15	0	0	0	84	0	0	2	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1446	30	0.15		
<b>TOTAL MUNICIPIOS</b>	<b>39013</b>	<b>10258</b>	<b>67</b>	<b>69</b>	<b>0</b>	<b>95</b>	<b>19</b>	<b>11801</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>344</b>	<b>3388</b>	<b>2</b>	<b>4908</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>447</b>	<b>73</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>103</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>39995</b>	<b>30605</b>	<b>218.19</b>		

TABLA 4.2. Superficies de cultivos por municipios y dotaciones totales medias anuales para el regadío en los municipios representativos de la hoja de Luna.



## 5. HIDROGEOLOGÍA.

### 5.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES.

La serie litoestratigráfica de la hoja de Luna contiene materiales de diferente permeabilidad y características hidrogeológicas, tanto del Mioceno (Ageniense) como del Cuaternario. En función de condicionantes sedimentológicos se pueden diferenciar los siguientes Sistema Hidrogeológicos y acuíferos:

Sistema Hidrogeológico del Terciario Continental.

- *Subsistema Luna.*

Sistema Hidrogeológico Pliocuaternario. Unidad Hidrogeológica nº 61: Arbas.

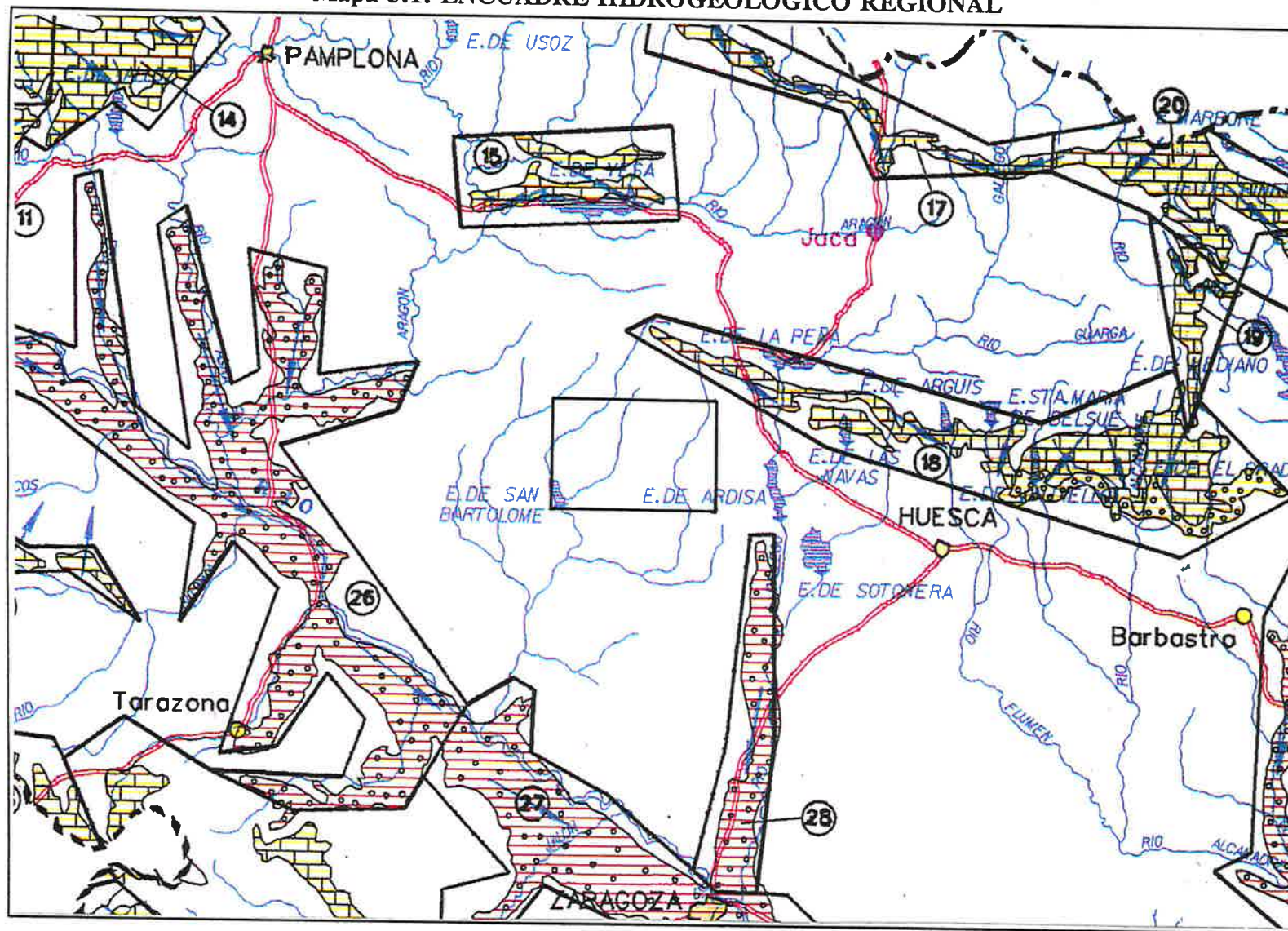
- *Acuíferos en glacia*

- *Acuíferos aluviales.*

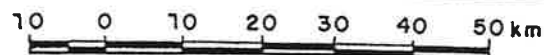
En lo que concierne a los acuíferos terciarios, no se ha definido hasta la fecha ningún Sistema Acuífero que integre a las unidades detríticas reconocidas entre las estribaciones prepirenaicas y el centro de la cuenca, ya que se ha venido asociando de manera tradicional al terciario del valle del Ebro con un comportamiento hidrogeológico impermeable en su conjunto, poco o nada productivo. Esta situación puede observarse en el mapa de encuadre hidrogeológico regional (Mapa 5.1.).

En su totalidad, el terciario detrítico puede llegar a tener un espesor medio en la hoja de Luna, en función de los datos de sondeos, del orden de 3.000-3.200 m según RIBA, O. (1.983), hecho que limita y condiciona la existencia de acuíferos regionales relevantes a profundidades superiores a la señalada y de los que no se dispone mayor información hidrogeológica.




Mapa 5.1. ENCUADRE HIDROGEOLÓGICO REGIONAL






E. 1:1.000.000



Fuente: modificado de C.H.E

-  Acuíferos detríticos.
-  Acuíferos carbonatados.
-  Límite Hoja 1:50.000.

-  Límite Unidad Hidrogeológica.
-  Dirección del flujo subterráneo regional.
-  Designación de Unidad Hidrogeológica

## **5.2. SISTEMA HIDROGEOLÓGICO DEL TERCIARIO CONTINENTAL.**

### **5.2.1. Características geológicas e hidrogeológicas.**

En el sector estudiado, y desde el punto de vista hidrogeológico, son los materiales aflorantes de la Fm. Uncastillo (con los números 1 y 2 en el Mapa Geológico) los integrantes de esta gran unidad que, junto a otras formaciones subyacentes superan los 3.000 m de potencia.

La litología dominante es de lutitas entre las que se intercalan paleocanales y capas tabulares de areniscas, de hasta 6-8 m de espesor. El medio sedimentario en el que se depositaron estos materiales corresponde a un sistema fluvial: "Sistema de Luna" (NICHOLS, 1.984), con distribución cartográfica semicircular y de 40 km de radio. La hoja de Luna queda incluida íntegramente en las facies medias de dicho abanico, distanciadas entre 5 y 10 km del área fuente. Las facies proximales, de carácter conglomerático, se localizan más al norte, en la hoja de Uncastillo, mientras que las facies distales, más lutíticas dominan en el Sur, en la hoja de Ejea de Los Caballeros.

En el aspecto hidrogeológico, la caracterización del medio sedimentario adquiere gran importancia al constituir éste un factor determinante en la permeabilidad de la formación a estudiar, y por tanto en su clasificación como acuífero de interés. En este sentido, los medios sedimentarios generadores de litologías gruesas serán susceptibles de formar niveles acuíferos más importantes que los que han dado lugar a litologías eminentemente lutíticas. Las facies proximales y medias de los abanicos fluviales generan una elevada proporción de paleocanales de areniscas y conglomerados capaces de configurar niveles acuíferos, a veces de gran interés, tanto más importantes cuanto mayor sea su potencia, buzamiento, extensión lateral y menor grado de consolidación. De aquí se deduce que, hacia partes cada vez más distales del conjunto de abanicos aluviales y hacia el centro de la cuenca terciaria del Ebro, se pierda gradualmente la importancia hidrogeológica relativa de esta unidad.

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 hidrogeológico de Luna coincidente con el sistema sedimentario descrito por HIRST (1.983) y NICHOLS (1.984) con el mismo nombre y que representan el equivalente lateral de los acuíferos de facies detríticas definidos por CASTIELLA et al. (1.982) en la *Unidad Hidrogeológica Sur* de Navarra.

### **5.2.2. Definición del acuífero.**

Constituye un acuífero detrítico del tipo multicapa, de baja-muy baja permeabilidad por porosidad intergranular (índice C<sub>v</sub>), que es aportada generalmente por los paleocanales de areniscas en función de su cementación, de carácter libre en superficie y semiconfinado o confinado en profundidad por el aislamiento que puedan adquirir estos cuerpos canaliformes entre las lutitas, y con un nivel piezométrico suspendido del nivel teórico regional.

Los límites de esta unidad se extienden más allá de los marcados para el entorno próximo de la hoja de Luna, dado que el terciario continental en la depresión del Ebro cuenta con una amplia representación superficial en toda la cuenca que incluye varios pisos de la serie estratigráfica del Paleógeno y Neógeno. El frente cabalgante de las Sierras Exteriores, cuya traza puede seguirse al Noreste en las hojas vecinas, marcará un límite abierto de esta unidad.

Las potencias son variables dependiendo de la posición en la que nos encontremos dentro de la cuenca, llegando desde unos pocos cientos de metros (en la comarca de Monegros, en Zaragoza) hasta varios miles (en Logroño). En la hoja de estudio, según los datos de sondeos petrolíferos supera los 3.000 m de media.

Los materiales impermeables de muro y techo dependerán de la secuencia vertical de facies litológicas generadas por el medio sedimentario predominante en cada momento en la cuenca, y que se corresponden con formaciones que han sido creadas en ambientes distales de los abanicos fluviales.

### 5.2.3. Parámetros hidrogeológicos.

#### ■ Parámetros hidráulicos.

A partir del inventario de puntos de agua se deduce que no existe registro alguno de captaciones con ensayos de bombeo o de aforo; sin embargo, dada la naturaleza del acuífero puede hacerse una primera aproximación en alguno de los principales parámetros hidráulicos en función de las características de los materiales aflorantes. El valor de la porosidad eficaz media puede ser variable según las zonas y naturaleza de las areniscas, pero que difícilmente sobrepasará el 10% -o inferiores al 3% según mediciones efectuadas por la J.E.N. (1.977)-; las permeabilidades son del orden de 10 m/día o menores, según el grado de cementación, y con permeabilidades verticales de un orden muy inferior; coeficiente de almacenamiento de  $10^{-4}$  o inferior.

Estos valores pueden ser quizás más elevados en función del grado de fracturación que tengan los paleocanales.

#### ■ Piezometría. Recarga y descarga.

La baja permeabilidad de la unidad determina que la superficie piezométrica, y por tanto la red de flujo subterráneo, quede condicionada por la topografía del terreno. En general, cada secuencia de canales de areniscas que se atraviesa en la vertical puede dar un nivel de agua independiente, pero que en conjunto genera un potencial característico para esta unidad, suspendido respecto del nivel piezométrico regional y de los que en ambos casos no existen datos sobre su profundidad. De cualquier manera, puede pensarse que las direcciones potenciales del flujo subterráneo son NNE-SSW con sentido hacia el eje de la cuenca del Ebro, aunque localmente los ríos de esta hoja constituyan también áreas de descarga de flujos más locales.

Se puede establecer que en el entorno próximo de esta hoja la recarga se debe a las siguientes causas:

- \* Drenaje lateral de las unidades acuíferas carbonatadas de las Sierras Exteriores (sierra de Santo Domingo), bien directamente o a través de las facies de conglomerados de borde.

\* Infiltración debida a los excedentes de riego, que pueden llegar a tener cierta importancia sobre todo a partir de la puesta en funcionamiento de los Planes de riegos de Bardenas

\* Infiltración a partir de la lluvia útil y por infiltración del agua de escorrentía en cauces y en barrancos.

\* Drenaje subterráneo procedente de la Unidad Hidrogeológica nº: 61 (Arbas).

\* Transferencia profunda desde el Terciario Marino y del Mesozoico, dado el mayor potencial hidráulico que posiblemente tengan estas unidades.

Las zonas de **descarga** de la unidad no están bien definidas pero puede suponerse que son el resultado de flujos superficiales y de medio recorrido dado el escaso número de puntos inventariados y la pequeña salinidad de las surgencias. La descarga de la unidad se realiza por:

\* Drenaje subterráneo de manera difusa, directamente a lo largo de los cauces en los principales ríos, de niveles de paleocanales de areniscas. El mayor volumen de descarga por este concepto se dará en los grandes ríos de la cuenca del Ebro , cuyos cauces producen una mayor incisión y encajamiento en la Unidad Hidrogeológica.

\* Drenaje por surgencias puntuales y otras áreas de rezume, debidas en su mayor parte a niveles colgados de la unidad (p.e. 2711.3004).

\* Drenaje en zonas húmedas (como la Laguna de Sariñena y la Sotonera entre otros, fuera de esta hoja).

\* Manantiales de caudal significativo próximos a las áreas de contacto con las unidades impermeables terciarias (los más importantes están fuera de la hoja de estudio).

\* Transferencia a otras unidades terciarias y mesozoicas más profundas y/o a unidades cuaternarias superficiales.

\* Extracciones por bombeos (inexistentes en esta hoja pero de cierto interés en otras áreas).

#### **5.2.4. Inventario de puntos de agua. Usos del agua.**

Son escasos los puntos de agua inventariados en esta hoja que afectan a esta unidad y, cuando se tiene constancia de alguno, drenan niveles colgados, quizás debido a que nos encontramos en una zona en la que los procesos de recarga son dominantes.

Existe alrededor de una veintena de puntos: 16 manantiales y zanjas, 1 pozo excavado y 3 sondeos. Las captaciones están fuera de uso o inutilizadas; los manantiales sirven generalmente para fuentes públicas, con pequeño caudal, o para abastecimiento urbano de algunas poblaciones en el caso de que su aportación sea significativa, como el caso de los puntos 2711.3004 que abastece a Orés (con 2-4 l/s) y el 2711.8007 que abastece a Lacorvilla.

Los tres sondeos realizados fueron obras de captación consideradas como negativas debido a su insuficiente rendimiento para las necesidades requeridas. El inadecuado diseño y método de perforación elegido en las captaciones obliga a replantear el hecho de que sondeos construidos a percusión, con profundidades no inferiores a 200 m y de grandes diámetros pueden producir caudales continuos del orden de 2-4 l/s o más, capaces de asegurar un pequeño abastecimiento.

#### **5.2.5. 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 Luna en esta Hoja muestran una facies en la que domina el tipo bicarbonatado sódico o bicarbonatado cálcico-sódico; son aguas de mineralización ligera o media y dureza media.

### **5.3. SISTEMA HIDROGEOLÓGICO PLIOCUATERNARIO. U. H. N° 61: ARBAS.**

#### **5.3.1. Características geológicas e hidrogeológicas.**

Los materiales aflorantes que integran esta unidad (C.H.E., 1.993) se localizan en el cuadrante inferior izquierdo de esta hoja, asociados al río Arba de Luesia. Pertenecen en su totalidad al cuaternario, con litologías de conglomerados arenas y limos distribuidos en dos tipos de depósitos que configuran acuíferos diferentes (I.T.G.E., 1.985) en ocasiones bien diferenciados por el afloramiento del terciario infrayacente:

- *Acuíferos cuaternarios en glacis*: también conocidos como "sasos" están formados por sistemas de glacis-terrazas, con litologías conglomeráticas poco cementadas, divididas en dos niveles separados por otro de limolitas y areniscas. Su espesor es variable pero en la zona de estudio alcanza un máximo de 6 m.

- *Acuíferos cuaternarios en aluviales*: incluye a los depósitos más recientes de fondo de valle del cauce de los principales ríos. Predominan las arenas y las limolitas hacia la parte alta de los afloramientos, mientras que en el fondo pueden encontrarse también algunos conglomerados poco consolidados. Su espesor es también variable pero en la zona de estudio puede llegar a 8 m.

#### **5.3.2. Definición de acuíferos.**

- *Acuíferos en glacis*: en toda la unidad destacan por su extensión los denominados "Saso de Miraflores" (con 49 km<sup>2</sup> de extensión) al SW de Sádaba, y el "Saso de Miralbueno", extendido entre el río Riguel y el Arba de Luesia al Sur de Sádaba y Biota; su extensión es de 132 km<sup>2</sup> de los que 10,7 afloran en esta hoja al Oeste del Embalse de San Bartolomé. Sus límites hidrogeológicos los constituyen los materiales terciarios infrayacentes,



de menor permeabilidad, determinando que sean "abiertos". Estos mismos materiales configuran el substrato "impermeable de la unidad" que suele encontrarse, dada su naturaleza, a una profundidad variable entre los 2 y los 30 m en función de la posición dentro del "saso".

Se definen como acuíferos detríticos libres, de nivel freático colgado, con permeabilidad media-alta por porosidad intergranular (índice  $A_2$ ); el espesor saturado varía entre los 2 y los 15 m, siendo la media de 7 m.

■ *Acuíferos en aluviales*: el desarrollo de estos depósitos es máximo en las cuencas medias y bajas de los ríos en donde llegan a ocupar una extensión de 225 km<sup>2</sup> para toda la unidad; en la hoja de estudio, el aluvial del Arba de Luesia está más extendido ocupando una superficie de 31,7 km<sup>2</sup> frente a los 10 km<sup>2</sup> del aluvial del Arba de Biel. Los límites, tanto laterales como inferiores, son abiertos y definidos por las areniscas y lutitas terciarias de menor permeabilidad. El espesor del acuífero según datos geofísicos y de sondeos es variable entre los 2 y los 30 m, con valores medios de 20 m en el Arba de Luesia (en la zona de Rivas) y de hasta 7 m en el Arba de Biel (al Sur de Luesia).

Se definen como acuíferos detríticos libres, con permeabilidad alta por porosidad intergranular (índice  $A_1$ ) y de producción moderada o alta; están en conexión hidráulica con los ríos que los alimentan, por lo que los niveles freáticos se situarán próximos a la superficie proporcionando unos espesores saturados entre 3 y 20 m (14 m en la zona de Rivas y 3 m al Sur de Luna).

### **5.3.3. Parámetros hidráulicos.**

Aunque para las captaciones inventariadas en esta hoja no existen datos de aforo sí se dispone de diversos ensayos en otros puntos de la Unidad y que son extrapolables a la zona que se trata.

Los valores de transmisividad de los *acuíferos en glacis* han sido obtenidos en diversos pozos del "Saso de Miralbueno" con valores medios de 50 m<sup>2</sup>/día. Las

características litológicas permiten suponer unas permeabilidades de 5-10 m/día y porosidades eficaces del orden del 10%.

Respecto a los ensayos de bombeo realizados en pozos de los *acuíferos aluviales* proporcionan transmisividades mucho más altas: entre 100 y 400 m<sup>2</sup>/día en el río Arba de Luesia (335 m<sup>2</sup>/día en el pozo 2711.5006) y de 600 m<sup>2</sup>/día en el Arba de Biel. Las permeabilidades pueden suponerse entre los 10-90 m/día y porosidades eficaces algo más altas que en los acuíferos en glacia por la ausencia de cementación en las gravas.

#### **5.3.4. Piezometría. Recarga y descarga.**

Para los *acuíferos en glacia* no se ha establecido ninguna piezometría aunque, sin embargo, se suponen gradientes medios entre el 5 y 9 por mil y un flujo cuya componente principal es hacia el S y hacia el río Riguel.

Para los *acuíferos aluviales* el I.T.G.E. (1.985) dispone de una serie de medidas en diversos pozos, lo que ha permitido confeccionar mapas de isopiezas en diferentes estaciones del año. En ellos se interpreta un gradiente del agua subterránea entre el 5 y 6 por mil en la parte más septentrional del acuífero, con un río de carácter netamente efluente (drena al acuífero).

Para ambos tipos de acuíferos se establecen niveles freáticos muy influenciados por los regadíos, de tal manera que se registran situaciones de régimen invertido, con niveles máximos desde Marzo hasta finales del verano, procedentes de los excedentes de riego, y niveles mínimos en el resto del año, coincidiendo con el período en el que el regadío disminuye notablemente. Fuera de las zonas de regadío la tendencia observada es la contraria.

Los términos que intervienen en la recarga y descarga son similares para ambos acuíferos:

**Recarga:** infiltración de la lluvia útil; retorno de los regadíos; infiltración de parte de la escorrentía superficial que discurre por barrancos y torrentes procedentes del terciario;

y drenaje subterráneo de la Unidad Terciaria Continental en los acuíferos aluviales. Estos dos últimos términos son de difícil cuantificación por lo que más adelante se dará una cifra conjunta y estimativa para ambos.

**Descarga** a través de manantiales, en las zonas de contacto con materiales terciarios, en zonas colgadas y en zonas limítrofes de los glacia; extracciones por bombeos y por zanjas drenantes, en especial las construidas para el desagüe de los excedentes de riego; drenaje a los ejes de los ríos y otros cursos de agua; drenaje subterráneo a la Unidad Terciaria infrayacente, más importante en los acuíferos asociados a glacia, de volumen incierto.

### 5.3.5. Balance. Recursos y reservas.

En las tablas 5.1 y 5.2 se resumen los volúmenes de agua intervinientes en la recarga y descarga para la totalidad de los acuíferos de la Unidad Hidrogeológica (I.T.G.E., 1.985).

La lluvia útil se ha considerado en un 25% de la precipitación media caída sobre cada acuífero, estimada por otra parte en 450 mm en los glacia y entre 400 y 450 mm en los aluviales; de ella, un 80% se infiltra en los glacia y un 43% en los aluviales, pasando el resto a formar parte de la escorrentía superficial.

El retorno de riegos es del 15% de la dotación en las hectáreas cultivadas tanto sobre los sasos como sobre los aluviales. En la hoja de estudio, la superficie de regadío incluida en cada acuífero es de 7,5 y 21,4 km<sup>2</sup> respectivamente.

TIPO DE ACUÍFERO	INFILTRACIÓN	RETORNO RIEGO	OTROS	TOTAL
Acuíferos en glacia y "sasos".	26	20	0,3 (*)	46,3
Acuíferos aluviales.	12	17	1 (*)	30

Tabla 5.1: Volumen de recarga por los diferentes conceptos en los dos tipos de acuíferos de la Unidad Hidrogeológica n° 61 (Arbas). Todos los valores en hm<sup>3</sup>/año. (\*) valores estimados.

Así pues, la totalidad de los **recursos** subterráneos (propios por la lluvia útil y ajenos por el excedente de regadío) asciende a **76,3 hm<sup>3</sup>**, repartidos entre 46,3 hm<sup>3</sup> de los acuíferos sobre glacia y 30 hm<sup>3</sup> de los acuíferos aluviales.

Respecto a las descargas cabe señalar que en el volumen drenado directamente a los ríos están incluidas las salidas por las zanjas, por otra parte numerosas en todo el territorio. Las extracciones por bombeos posiblemente sean algo superiores a las señaladas al no encontrarse inventariadas todas las captaciones existentes.

TIPO DE ACUÍFERO	MANANTIALES	BOMBEOS	RÍOS	OTROS	TOTAL
Acuíferos en glaciares y "sasos".	0,7	0,6	43,5	1,5 (*)	46,3
Acuíferos aluviales.	2	1,4	17,1	0,5 (*)	30

Tabla 5.2: Volumen de descarga por los diferentes conceptos en los dos tipos de acuíferos de la Unidad Hidrogeológica nº 61 (Arbas). Todos los valores en hm<sup>3</sup>/año. (\*) valores estimados.

Para los acuíferos incluidos en la Hoja de Luna los términos del balance quedan reflejados en las tablas 5.3 y 5.4

ACUÍFERO	INFILTRACIÓN	RETORNO RIEGO	OTROS	TOTAL
Saso de Miralbueno.	12	15	0,2 (*)	27,2
Aluvial del Arba de Biel.	3,75	5	0,3 (*)	9
Aluvial del Arba de Luesia.	4,5	7	0,5 (*)	12

Tabla 5.3: Volumen de recarga por los diferentes conceptos en los acuíferos incluidos en la Hoja de Luna. Todos los valores en hm<sup>3</sup>/año. (\*) valores estimados.

ACUÍFERO	MANANTIALES	BOMBEOS	RÍOS	OTROS	TOTAL
Saso de Miralbueno.	0,7	0,6	25,8	0,1 (*)	27,2
Aluvial del Arba de Biel.	0,5	0,7	6,5	0,1 (*)	7,8
Aluvial del Arba de Luesia.	0,5	0,7	10,3	0,3 (*)	11,8

Tabla 5.4: Volumen de descarga por los diferentes conceptos en los acuíferos incluidos en la Hoja de Luna. Todos los valores en hm<sup>3</sup>/año. (\*) valores estimados.

Las **reservas** de esta unidad han sido calculadas a partir de una porosidad eficaz media del 5% con unos valores máximos y mínimos según el espesor saturado. De esta manera, para los diferentes acuíferos incluidos en la hoja de Luna las reservas en su totalidad son de:

Saso de Miralbueno: 33-46 hm<sup>3</sup>.  
Aluvial del Arba de Biel: 20 hm<sup>3</sup>.  
Aluvial del Arba de Luesia: 55-67 hm<sup>3</sup>.

### **5.3.6. Inventario de puntos de agua. Usos del agua.**

La mayor parte de los puntos inventariados en esta Unidad, y que están incluidos en la Hoja de Luna, corresponden a los acuíferos aluviales; solamente dos puntos: 2711.5005 y 2711.5015 representan zonas puntuales de descarga del Saso de Miraflores en forma de rezumes.

En el aluvial del Arba de Luesia se contabilizan un total de 19 puntos: 4 manantiales, 2 sondeos, una zanja drenante y 12 pozos excavados de escasa profundidad. La mayor parte de estos no posee una utilidad definida y los que están en uso se emplean para el regadío o para abastecimiento, entre los que destacan: 2711.1002 (abastecimiento de Biota), 2711.5006 (complementa el abastecimiento de Rivas, con 4 l/s) y 2711.5013 (pozo-manantial de 10 l/s destinado a la agricultura).

En el aluvial del Arba de Biel se contabilizan un total de 11 puntos: 5 manantiales, 5 pozos excavados y una zanja. 3 puntos se destinan al abastecimiento público: 2711.3001 (zanja de 3 l/s) y 2711.4002 (manantial de 6 l/s) abastecen a El Frago y el pozo 2711.8008 a Luna. El resto se emplea principalmente en el regadío.

### **5.3.7. Características químicas de las aguas subterráneas.**

En el anexo de hidroquímica correspondiente se incluye la representación de todas las muestras analizadas en los aluviales de los Arbas para las Hojas de Uncastillo y Luna. La facies hidroquímica característica es la del tipo bicarbonatada cálcica en la que, tanto el magnesio como el sodio y potasio aumentan ligeramente su concentración hacia posiciones más meridionales del acuífero. La mineralización es ligera y la dureza media.

#### **5.4. OTROS MATERIALES DE INTERÉS HIDROGEOLÓGICO.**

Los rellenos de valle cuaternarios, ampliamente representados en la Hoja de Luna, pueden llegar a constituir depósitos de escasos metros de espesor y con una permeabilidad media por porosidad intergranular, aunque de muy baja productividad o nula cuando están desconectados de los cauces principales de los ríos. Cabe destacar sin embargo los depósitos situados a lo largo del río Agonia con la aparición de algunos pequeños manantiales en su cauce que son aprovechados para el abastecimiento del núcleo de Farasdués (2711.6001 y 2711.6003).

Algunos barrancos afluentes de los cauces principales que atraviesan esta hoja pueden tener también rellenos de valle que les confieren cierta importancia como son: el barranco de Orés y los barrancos de Júnez y de La Ruta, al Norte de Luna.

La recarga de estos depósitos se debe principalmente al la infiltración del agua de lluvia y, en menor medida, al aporte subterráneo procedente de niveles terciarios. La descarga se realiza en pequeños rezumes, en manantiales y directamente a los aluviales de los principales ríos.

## 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.

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.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.A.-D.G.A (1.985). *Investigación de los recursos hidráulicos totales de la cuenca del río Arba (Zaragoza)*.

JUNTA DE ENERGÍA NUCLEAR. (1.977). *Estudio geológico, litológico estructural y de posibilidades uraníferas de la zona de Huesca-Estella*. Tomo IV. Mapas de Facies 1:500.000.

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.

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.



**ANEXO I**  
**CLIMATOLOGÍA**

ESTACION METEOROLOGICA: BIOTA ESCUELA (9317)

PRECIPITACIONES (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1950			40.2	27.8	76.2	15.6	4.5	63.6	32.7	6.2	30.7	78.0	
1951	68.0	56.2	51.3	59.0	47.4	49.5	13.6	55.9	38.0	11.2	32.0	31.6	513.7
1952	47.2	12.2	50.6	97.2	18.0	25.2	109.2	22.9	29.8	43.8	18.7	39.7	514.5
1953	24.6	17.4	5.8	36.6	18.2	129.8	0.2	19.7	9.5	103.1	6.9	63.5	435.3
1954	40.2	27.6	48.8	8.9	42.9	44.8	14.5	2.0	14.4	2.9	64.5	15.5	327.0
1955	66.9	36.5	11.2	23.7	25.6	29.4	58.6	52.5	8.3	59.3	23.5	70.0	465.5
1956	69.1	25.4	67.3	48.7	85.2	5.3	1.8	30.3	79.1	9.3	25.4	17.0	463.9
1957	2.8	29.9	20.6	51.0	93.4	185.0	6.2	14.3	11.0	12.3	3.0	15.8	445.3
1958	62.0	16.8	53.3	18.2	69.1	48.9	29.9	25.1	13.0	17.3	5.9	86.5	446.0
1959	14.5	46.6	93.3	27.4	99.2	34.8			171.7	105.8	118.4	63.3	
1960	54.1	58.7	84.7	0.0	109.0	72.4	22.5	24.2	98.6	183.3	32.3	113.8	853.6
1961	44.6	8.4	18.1	82.9	138.9	24.8			113.9	52.7	135.7	43.2	
1962	73.0	38.9	42.4	53.3	46.9	17.3	0.0		102.0	46.0	37.8		
1963	59.9	52.4	32.6	97.6	22.1	56.2	41.3		27.9	12.2	55.3	44.4	
1964	3.9	73.0	38.5	105.5	19.9	23.0	28.9		56.5	50.7	57.2	63.8	
1965	45.4	26.7	76.2	8.5	12.7	21.0	0.0	2.1	126.8	113.5	90.8		
1966										23.5		4.9	
1967	26.2												
1968						50.0	55.0	20.0	13.0	0.0	115.0	40.0	
1969	30.0	39.0	114.0	139.0	56.0	57.0	15.0	0.0	120.0	32.0	33.0	37.0	672.0
1970	78.0	50.0	8.0	1.0	27.0	45.0	7.0	28.0	0.0	28.0	39.0	27.0	338.0
1971	62.0	14.0	15.0	83.0	106.0	166.0	68.0	21.0	67.0	23.0	43.0	27.0	695.0
1972	73.0	77.0	31.0	12.0	81.0	69.0	35.0				71.0	60.0	
1973	60.0	34.0	5.0	25.0	67.0	75.0	20.0	19.0	8.0	16.0	56.0	42.0	427.0
1974	36.0	56.0	135.0	46.0	24.0	34.0	61.0	30.0	15.0	33.0	91.0	5.0	566.0
1975	25.0	62.0	69.0	40.0	125.0	23.0	23.0	42.0	67.0	10.0	111.0	81.0	678.0
1976	11.0	44.0	47.0	84.0	46.0	28.0	97.0	56.0	19.0	109.0	38.0	69.0	648.0
1977	70.0	26.0	30.0	13.0	85.0	105.0	22.0	10.0	3.0	88.0	38.0	40.0	530.0
1978	77.0	46.0	52.0		16.0	24.0	10.0	18.0	44.0	3.0	8.0	53.0	
1979	118.0	71.0	11.0	24.0	96.0	23.0	5.0	9.0	20.0	68.0	36.0	38.0	519.0
1980	8.0	87.0	64.0	24.0	87.0	37.0	0.0	29.0	27.0	43.0	63.0	44.0	513.0
1981	10.0	45.0	24.0	66.0	49.0	39.0	21.0	24.0	26.0	31.0	0.0	133.0	468.0
1982	44.0	86.0	23.0	61.0	42.0	9.0	62.0	83.0	71.0	94.0	68.0	78.0	721.0
1983	0.0	72.0	39.0	53.0	15.0	67.0	67.0	197.0	9.0	8.0	118.0	29.0	674.0
1984	42.0	28.0	95.0	24.0	113.0	53.0	5.0	5.0	2.0	57.0	217.0	24.0	665.0
1985	36.0	42.0	51.0	39.0	61.0	16.0	31.0	0.0	0.0	9.0	43.0	42.0	370.0
1986	35.0	67.0	28.0	84.0	15.0	13.0	16.0	5.0	49.0	80.0	60.0	26.0	478.0
1987	47.0		54.0	56.0	33.0	18.0	22.0						
AÑO MEDIO	44.7	44.6	46.6	47.7	59.1	48.2	28.6	31.3	43.9	45.3	56.7	48.4	545.1
D. DST	26.7	21.7	31.1	33.6	36.3	41.1	28.2	37.9	43.6	42.1	45.5	28.9	

ESTACION METEOROLOGICA: FARASDUBS (9318)

PRECIPITACIONES (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1968					48.5	51.9	10.6	82.8	22.3	3.1	87.9	33.7	
1969	28.5	45.1	100.3	149.1	44.7	48.1	19.9	11.3	119.5	39.0	32.4	23.8	661.7
1970	68.4	27.1	8.4	0.0	38.0	65.8	7.8	42.8	0.0	35.5	31.1	27.5	352.4
1971	68.2	7.5	11.7	96.7	111.4	108.9	29.4	2.0	34.9	32.3	34.3	26.6	563.9
1972	60.4	51.7	25.7	7.0	114.0	44.6	48.3	13.2	108.8	39.4	68.1	54.8	636.0
1973	43.3	16.0	0.0	27.7	63.6	65.7	7.4	26.3	13.5	16.8	61.8	38.1	380.2
1974	28.1	45.1	103.6	31.4	26.1	38.9	21.5	25.9	9.8	24.3	69.3	7.0	431.0
1975	22.8	46.2	52.3	29.1	129.2	60.3	6.0	41.1	36.6	3.0	42.7	74.5	543.8
1976	3.7	36.9	28.8	57.9	73.6	14.4	40.5	81.0	22.2	87.4	43.7	57.6	547.7
1977	71.1	17.9	28.0	5.8	43.6	104.5	18.1		6.4		40.1	64.8	
1978	40.9	41.9	38.8	57.3	31.3	20.6	14.0	20.9	25.8	0.0	0.0	64.2	355.7
1979	98.0	43.3	11.0	10.7	102.1	26.8	17.1	29.5	4.2	58.6	24.6	36.5	462.4
1980	7.3	54.1	43.5	21.0	88.8	29.8	6.0	28.3	21.9	37.8	51.1	18.7	408.3
1981	6.9	37.7	17.5	41.1	39.2	20.7	17.2	15.2	16.3	15.3	0.0	77.0	304.1
1982	22.3	57.3	10.9	31.5	33.3	5.1	35.6	75.4	57.7	66.7	50.3	36.7	482.8
1983	0.0	53.4	12.4	43.5	20.2	55.2	15.0	151.9	4.4	6.6	95.6	69.8	528.0
1984	19.6	14.5	74.8	12.6	86.3	31.3	0.0			27.8	161.5	16.8	
1985	27.4	37.1	33.1	34.2	29.8	14.6					37.4	45.4	
1986	14.7	48.6	14.1	76.9	23.1	0.0	14.4	0.0	41.1	53.8	46.2	26.1	359.0
1987	40.1	32.3	11.5	30.1	18.1	14.5	19.9		6.5				
AÑO MEDIO	35.4	37.6	33.0	40.2	58.2	41.1	18.4	40.5	30.7	32.2	51.5	42.1	460.7
D. DST	27.0	14.7	30.3	36.1	35.3	29.9	12.5	39.6	33.9	24.4	36.3	21.2	

ESTACION METEOROLOGICA: BARDENA DEL CAUDILLO (9320)

PRECIPITACIONES (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1965											62.8	33.8	
1966	36.4	43.9	20.6	82.2	63.4	54.7	9.4	8.4	52.8	62.1	70.6	7.1	511.6
1967	23.7	19.2	23.0	51.2	26.1	4.7	5.1	2.9	23.6	64.7	193.8	8.2	446.2
1968	1.4	31.6	48.5	56.6	43.9	38.4	47.3	76.4	22.0	1.2	121.5	29.2	518.0
1969	26.2	36.1	91.9	158.8	51.5	58.1	15.0	2.0	96.0	42.0	30.0	26.5	634.1
1970	67.0	36.5	7.0	0.0	21.0	26.0	0.0	36.5	0.0	30.0	30.0	30.5	284.5
1971	58.5	7.0	9.5	98.5	109.5	105.5	46.5	6.0	22.0	38.5	32.5	31.0	565.0
1972	49.5	41.0	23.0	4.5	56.0	54.0	30.5	13.0	127.5	29.5		51.0	
1973	33.0	10.0	5.0	27.0	42.0	56.5	25.0	19.0	15.5	14.5	52.5	31.0	331.0
1974	21.0	42.0	125.0	41.5	28.0	31.0	35.5	26.0	15.0	18.0	50.5	3.5	437.0
1975	17.5	45.0	45.0	44.5	57.5	33.5	5.0	44.5	72.0	0.5	60.0	67.0	492.0
1976	5.5	41.5	24.0	71.5	26.5	7.5	41.5	65.0	20.0	87.0	36.5	54.5	481.0
1977	60.5	19.0	31.5	6.0	68.5	93.0	32.5	12.0	9.5	102.0	34.5	45.5	514.5
1978	46.5	41.0	38.0	47.5	18.0	30.5	7.5	21.0	33.0	0.0	7.0	61.0	351.0
1979	109.0	48.0	12.5	20.5	103.1	27.0	6.5	22.0	17.0	63.5	37.0	31.0	497.1
1980		77.0	50.5	12.0	86.0	36.0	11.5	18.0	20.5	36.0	58.5	19.5	
1981	2.5	44.0	15.5	53.5	41.5	28.5	7.0	28.0	19.0	16.5	0.0	91.0	347.0
1982	28.5	67.0	15.5	33.0	30.0	10.0	34.0	107.0	52.5	73.0	43.0	50.5	544.0
AÑO MEDIO	36.7	38.2	34.5	47.6	51.3	40.9	21.2	29.9	36.3	39.9	54.2	37.3	467.9
D.DST	28.1	17.9	31.7	39.8	27.7	27.4	16.2	28.7	33.9	31.0	45.0	22.5	

ESTACION METEOROLOGICA: LUNA. SAN JORGE (9323)

PRECIPITACIONES (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1950		30.2	21.6	19.2	52.4					3.4	22.0	69.0	
1951	49.7	48.7	53.6	55.1	58.0	72.4		38.2	41.3	20.2	30.3	33.4	
1952	25.0	2.1	45.5	94.9	36.7	37.7	50.1	14.1	15.4	25.7	24.3	42.1	413.6
1953	9.2	9.0	7.3	32.9	7.1	176.7	3.8	0.0	6.6	88.9	1.9	104.3	447.7
1954	14.3	27.5	72.3	38.6	48.4	58.6	31.5	0.0	21.4	6.1	65.4	34.5	418.6
1955	71.2	71.6	5.9	9.4	18.1	62.0	9.4	55.1	36.2	66.7	32.4	76.7	514.7
1956	58.9	26.5	99.5	39.2	120.8	9.8	0.0	73.7	94.3	8.5	25.7	23.0	579.9
1957	2.6	32.1	15.9	58.9	89.1	172.1	7.9	13.5	110.8	36.0	2.3	17.8	559.0
1958	54.6	13.7	52.6	15.8	71.8	63.4	31.4	26.6	40.8	23.9	2.4	143.6	540.6
1959	16.3	55.4	98.4	30.0	54.2	51.2	30.7	24.7	180.2	117.7	99.8	79.1	837.7
1960	67.5	52.6	100.4	6.6	51.9	70.2	27.8	21.7	90.4	206.0	50.2	65.6	810.9
1961	46.5	7.4	16.1	45.7	64.4	65.7	15.3	18.1	95.0	35.6	149.8	40.8	600.4
1962	60.1	37.9	64.7	33.9	25.8	20.5	0.0	0.0	81.0	47.5	58.0	34.4	463.8
1963	64.7	61.1	30.5	73.8	9.7	49.9	41.3	38.1	43.2	26.3	57.0	76.3	571.9
1964	4.2	70.8	40.3	78.1	13.0	61.6	16.9	1.7	19.6	42.4	66.5	58.9	474.0
1965	50.7	51.3	73.2	0.0	11.5	22.9	2.5	10.5	87.9	105.1	96.3	35.7	547.6
1966	58.8	55.6	7.5	86.5	51.0	54.8	27.9	5.7	37.2	96.3	110.9	8.8	601.0
1967		36.1											
1970	69.0		10.0	2.3									
AÑO MEDIO	42.5	38.3	45.3	40.0	46.1	65.6	19.8	21.4	62.6	56.3	52.7	55.5	546.1
D.DST	24.7	21.5	33.4	29.4	30.8	46.3	15.9	21.2	45.8	52.6	42.1	34.2	

## ESTACION METEOROLOGICA: LUNA (9324)

## PRECIPITACIONES (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1949											32.2		
1950	27.5	44.3	37.5	15.8	49.0	12.5	12.2	41.3	0.0	9.2	19.4	80.3	349.0
1951	65.2	52.7	49.3	47.2	71.8	127.8	18.1	35.5	35.7	24.9	24.6	35.3	588.1
1952	48.5	3.0	39.9	87.3	27.5	33.7	50.8	15.5	24.1	31.1	23.6	52.4	437.4
1953	24.6	12.5	10.9	40.6	6.1	206.7	6.5	4.5	8.6	77.1	5.0	103.9	507.0
1954	37.4	33.6	68.3	41.7	64.9	59.1	26.4	0.0	17.9	6.1	68.9	33.7	458.0
1955	64.4	67.9	7.5	9.8	14.8	70.4	10.2	47.7	26.2	62.4	38.1	73.2	492.6
1956	62.7	29.3	85.2	35.9	121.1	10.1	0.0	59.7	94.1	11.8	27.5	39.1	576.5
1957	3.1	40.5	21.9	47.4	86.8	163.9	16.3	17.5	42.8	27.0	0.0	25.3	492.5
1958	57.0	11.1	43.8	12.8	59.0	59.5	29.5	26.4	15.8	18.1	5.8	137.8	476.6
1959	13.6	55.0	84.5	30.9	62.6	40.0	29.9	23.1	145.9	99.5	87.5	84.2	756.7
1960	56.8	47.6	93.1	0.0	69.9	61.7	15.3	17.5	54.5	157.9	42.4	93.9	710.6
1961	34.2	18.5	14.2	44.8	80.5	50.1	8.3	11.9	74.4	36.0	172.1	44.3	589.3
1962	58.3	48.8	55.6	35.5	28.2	26.8	1.5	4.5	80.0	45.4	45.2	37.3	467.1
1963	84.5	80.7	42.4	73.9	8.8	44.5	30.3	51.5	44.3	27.3	65.5	78.5	632.2
1964		90.0	59.3	86.3	16.7	54.2	12.5	4.8	24.4	23.2	65.0	51.0	
1965	50.4	45.5	74.5	2.0	13.0	13.7	0.0	12.1	69.9	90.8	71.5	8.1	451.5
1966	40.1	38.3	12.0	70.0	52.0	47.5	30.0	8.0	42.5	85.5	150.0	12.0	587.9
1967	38.0	48.5	21.5	67.5	17.5	11.0	0.0	32.0	13.0	44.6	225.0	12.0	530.6
1968	0.0	40.0	32.5	40.5	61.5	43.0	30.0	39.0	0.0	13.0	84.5	30.0	414.0
1969	36.5	43.0	131.0	154.0	27.0	90.5	4.5	67.0	72.4	53.0	28.0	30.0	736.9
1970	58.5	29.5			37.2	21.5	12.0	73.0		50.0	36.0	36.0	
1971	83.0	3.0	16.5	102.0	100.0	88.0	81.0	10.0	36.5	16.0	43.0	33.0	612.0
1972	72.0	64.0	37.0	0.0	112.0	51.0	15.0	23.0	115.0	45.0	60.0	60.0	654.0
1973	32.3	0.0	8.0	45.5	33.8	70.6	0.0	39.0	8.5	25.0	60.0	42.5	365.2
1974	15.5	58.0	122.0	50.0	34.0	59.0	13.0	44.0	49.0	20.0	41.0	0.0	505.5
1975	15.5	75.5	24.0	10.0	110.5	18.0	52.0	15.5	70.0	0.0	44.0	90.0	525.0
AÑO MEDIO	43.2	41.6	47.7	46.1	52.5	59.0	19.4	27.8	46.6	42.3	58.0	50.9	535.2
D. DST	23.4	24.0	34.8	36.1	34.2	46.7	19.1	20.5	36.7	35.8	51.3	33.2	

## ESTACION METEOROLOGICA: LUNA P.F.E. (9324)

## PRECIPITACIONES (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1968						38.2	36.9	50.9	16.5	8.8	102.7	34.2	
1969	42.8	61.9	139.4	199.6	57.5	94.0	15.7	71.0	103.1	74.1	34.1	35.0	928.2
1970		31.4			61.1	42.6	4.4	77.7	0.0	56.8	45.9	35.3	
1971	86.7	6.6	17.0	110.3	124.7	91.7	90.7	12.6	44.8	32.7	39.1	42.2	699.1
1972	79.9	72.2	49.8	5.6	100.2	53.7	19.5	22.6	145.8	70.0	89.3	46.8	755.4
1973	51.0	12.2	8.2	34.8	46.7	93.9	15.3	31.8	16.6	25.1	54.9	35.9	426.4
1974	33.0	50.4	129.1	36.9	32.3	62.2	10.2	44.3	52.2	21.6	65.9	12.0	550.1
1975	21.3	81.0	56.6	29.7	106.5	48.9	20.2	23.9	62.4	3.1	41.7	78.8	574.1
1976	8.4	34.1	33.1	57.7	54.3	14.7	30.5	37.9	22.5	89.6	43.1	86.5	512.4
1977	69.6	26.6	39.1	6.2	94.5	103.8	31.6	23.0	6.1	172.0	34.7	66.0	673.2
1978	70.4	52.7	55.2	83.3	42.5	33.5	1.8	18.2	36.8	0.0	1.3	92.3	488.0
1979	151.2	62.3	32.4	27.4	98.9	18.1	16.6	13.7	12.1	58.3	28.1	36.0	555.1
1980	8.8	62.1	53.9	34.2	105.9	30.9	19.6	18.1	30.5	35.2	73.8	16.6	489.6
1981	2.4	49.8	16.3	41.2	56.3	29.2	8.9	4.4	44.7				
AÑO MEDIO	52.1	46.4	52.5	55.6	75.5	54.0	23.0	32.2	42.4	49.8	50.4	47.5	581.3
D.DST	42.7	22.7	41.5	54.2	30.2	30.3	21.9	21.9	40.0	46.4	27.0	25.6	

ESTACION METEOROLOGICA: BARDENA DEL CAUDILLO (9320)

TEMPERATURAS (°C)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1965											8.7	7.1	
1966	6.1	9.2	8.1	12.4	16.4	20.5	21.4	22.7	21.9	14.1	6.5		
1967	3.9	5.7	10.9	10.8	15.4	19.5	25.8	23.3	19.6	17.1	9.5	3.6	13.8
1968	5.7	6.7	8.5	12.2	14.3	19.6	22.7	20.7	19.7	17.1	9.8	6.2	13.6
1969	5.8	3.9	8.2	11.2	15.8	17.9	24.1	23.1	17.4	15.4	7.8	5.1	13.0
1970	6.7	6.1	6.6	11.2	16.4	21.4	23.7	22.9	21.4	14.0	10.9	3.5	13.7
1971	4.1	6.8	6.0	13.1	15.0	18.5	24.0	23.5	20.4	16.3	6.9	5.7	13.4
1972	4.0	6.4	9.8	11.3	14.8	18.7	22.8	21.5	16.7	13.9		6.2	
1973	5.6	6.5	8.6	11.4	17.6	20.1	22.8	24.3	20.1	14.1	8.9	6.4	13.8
1974	7.4	7.5	9.6	11.5	16.3	20.1	22.4	22.9	17.8	11.4	10.1	7.2	13.7
1975	7.0	8.4	8.4	12.3	15.1	20.1	24.0	22.8	19.1	14.7	9.1	4.8	13.8
1976	5.5	8.2	9.8	11.2	17.4	22.4	22.6	22.3	18.3	13.2	8.2	7.4	13.9
1977	5.9	9.1	11.0	13.0	14.3	18.0	20.6	20.7	19.1	15.8	9.6	7.7	13.7
1978	4.9												
AÑO MEDIO	5.6	7.0	8.8	11.8	15.7	19.7	23.1	22.6	19.3	14.8	8.8	5.9	13.6
D.DST	1.1	1.5	1.5	0.8	1.1	1.3	1.4	1.1	1.6	1.7	1.3	1.4	



## ESTACION METEOROLOGICA: BARDENA DEL CAUDILLO (9320)

THORNTHWAITE

## EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1965											23.7	17.3	
1966	14.5	25.9	27.0	52.9	87.6	120.3	128.7	129.8	107.9	52.1	14.9	12.5	774.2
1967	7.2	12.5	39.1	42.0	78.4	110.7	166.4	133.7	91.3	69.5	26.3	6.5	783.5
1968	12.9	16.3	28.3	51.0	71.7	112.4	139.2	113.7	92.7	69.3	27.3	13.8	748.6
1969	13.1	7.6	26.7	45.0	82.2	98.8	151.3	132.5	77.7	58.3	18.8	9.8	721.6
1970	15.0	13.3	18.5	43.3	84.8	125.7	146.9	130.0	102.9	52.0	31.5	6.1	770.1
1971	7.9	16.4	17.0	55.9	76.1	103.2	150.3	135.6	97.0	66.4	17.8	13.3	756.8
1972	8.5	16.3	36.1	47.6	77.2	106.9	141.1	121.1	75.1	50.3	22.5	13.0	715.7
1973	11.6	14.6	27.2	44.5	93.9	114.8	138.9	141.6	94.0	52.2	23.4	14.1	770.8
1974	18.0	18.6	32.8	46.1	85.2	115.7	136.0	130.5	79.7	38.2	27.7	16.4	744.9
1975	16.4	21.6	26.8	50.3	75.9	115.3	149.9	129.5	87.8	54.6	23.5	9.0	760.5
1976	11.3	20.5	32.9	43.4	92.5	134.4	137.2	125.1	82.1	49.2	22.1	18.5	769.1
1977	14.0	25.8	41.5	56.8	72.9	100.8	122.3	114.5	89.6	92.9	57.0	47.2	835.2
1978	35.9												
AÑO MEDIO	14.3	17.4	29.5	48.2	81.5	113.2	142.3	128.1	89.8	58.8	25.9	15.2	764.4
D.DST	7.2	5.4	7.4	5.1	7.4	10.3	11.6	8.3	10.0	14.1	10.3	10.3	

## ESTACION METEOROLOGICA: BARDENA DEL CAUDILLO (9320)

C. CAMPO: 30 mm.

## LLUVIA UTIL (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1965											16.6	14.1	
1966	22.4	15.7	0.0	30.9	5.2	0.0	0.0	0.0	14.4	23.9	36.4	0.0	148.8
1967	9.1	8.3	8.0	7.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.9	156.6	0.0	209.2
1968	0.0	3.7	18.5	11.9	0.0	0.0	0.0	26.8	0.0	0.0	78.6	20.7	160.2
1969	13.7	22.6	72.1	109.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5	0.0	7.5	230.3
1970	52.7	23.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	79.3
1971	47.3	0.0	0.0	28.2	45.9	22.6	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	5.2	150.7
1972	41.4	30.6	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	47.5	0.0		10.5	
1973	21.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.9	0.1	41.9
1974	10.5	20.9	87.6	12.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.8	0.0	140.1
1975	0.0	16.9	7.9	2.6	13.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.4	60.4	118.8
1976	0.0	19.8	0.0	23.9	0.0	0.0	0.0	10.4	0.0	26.2	18.8	23.0	122.1
1977	47.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.6	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	3.9	98.5
1978	0.0	15.7	25.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.8	57.6
1979	95.5	37.9	0.0	0.0	45.2	8.2	0.0	0.0	0.0	2.7	0.0	14.3	203.9
1980		55.0	22.7	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.7	0.6	
1981	0.0	8.4	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	50.2	58.7
1982	15.5	50.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.0	0.0	21.5	10.0	29.8	148.0
AÑO MEDIO	23.6	19.3	14.2	13.4	6.7	2.7	0.0	3.4	3.6	7.8	22.4	14.5	131.6
D.DST	26.8	16.5	26.3	27.1	15.0	6.5	0.0	8.2	11.8	11.7	39.8	17.4	

## ESTACION METEOROLOGICA: BARDENA DEL CAUDILLO (9320)

C. CAMPO: 50 mm.

## LLUVIA UTIL (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1965											0.0	10.6	
1966	22.4	15.7	0.0	30.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.3	36.4	0.0	123.6
1967	9.1	8.3	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	156.5	0.0	181.8
1968	0.0	3.7	18.5	11.9	0.0	0.0	0.0	6.8	0.0	0.0	58.6	20.7	120.2
1969	13.7	22.6	72.1	109.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	218.3
1970	44.7	23.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	67.8
1971	30.8	0.0	0.0	28.2	45.9	22.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	127.4
1972	26.6	30.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	27.5	0.0		0.0	
1973	19.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.5
1974	10.5	20.9	87.6	12.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	131.3
1975	0.0	5.6	7.9	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	57.8	73.9
1976	0.0	19.8	0.0	23.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.2	18.8	23.0	91.7
1977	47.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.0	0.0	0.0	60.0
1978	0.0	0.0	21.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.7
1979	92.3	37.9	0.0	0.0	25.2	8.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	163.7
1980		50.7	22.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
1981	0.0	6.7	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30.2	37.0
1982	15.5	50.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	1.5	10.0	29.8	108.0
AÑO MEDIO	20.7	17.4	14.0	12.9	4.2	1.8	0.0	0.5	1.6	2.3	16.5	9.6	101.5
D.DST	24.5	17.0	26.2	27.2	12.4	5.7	0.0	1.6	6.7	5.3	39.6	16.4	

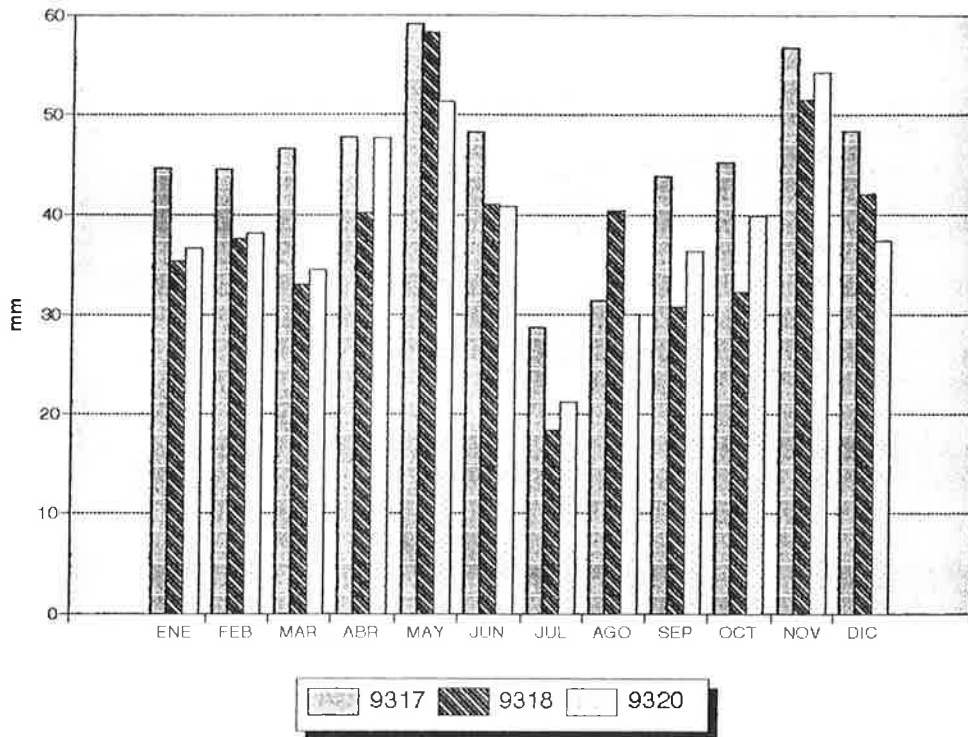
## ESTACION METEOROLOGICA: BARDENA DEL CAUDILLO (9320)

C. CAMPO: 100 mm.

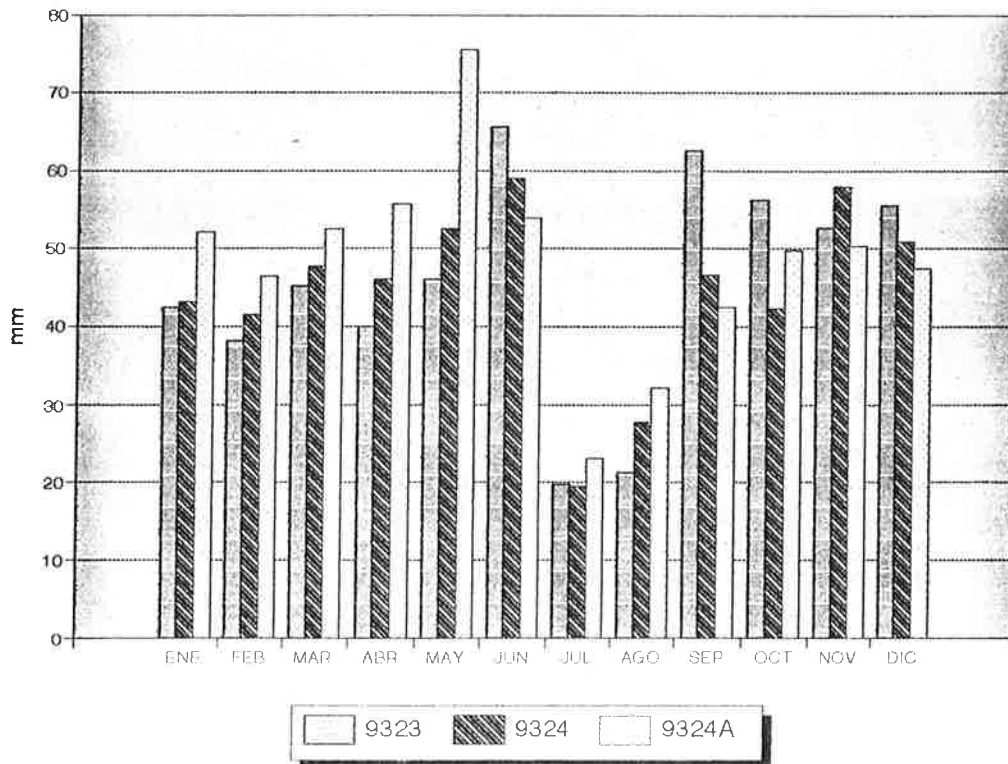
## LLUVIA UTIL (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1965											0.0	0.0	
1966	0.0	0.0	0.0	29.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	0.0	34.2
1967	9.1	8.3	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	106.5	0.0	131.8
1968	0.0	3.7	18.5	11.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.6	20.7	63.4
1969	13.7	22.6	72.1	109.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	218.3
1970	0.0	17.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.8
1971	0.0	0.0	0.0	9.0	45.9	22.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	77.4
1972	0.0	7.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	
1973	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
1974	0.0	0.0	69.1	12.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	81.3
1975	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.8	7.8
1976	0.0	19.8	0.0	23.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	43.7
1977	44.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	44.9
1978	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
1979	42.3	37.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	80.2
1980		0.7	22.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
1981	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
1982	0.0	45.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	45.9
AÑO MEDIO	6.9	9.6	11.2	11.6	2.7	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	1.6	51.9
D.DST	14.9	14.4	23.4	27.0	11.1	5.5	0.0	0.0	0.0	0.0	25.7	5.1	

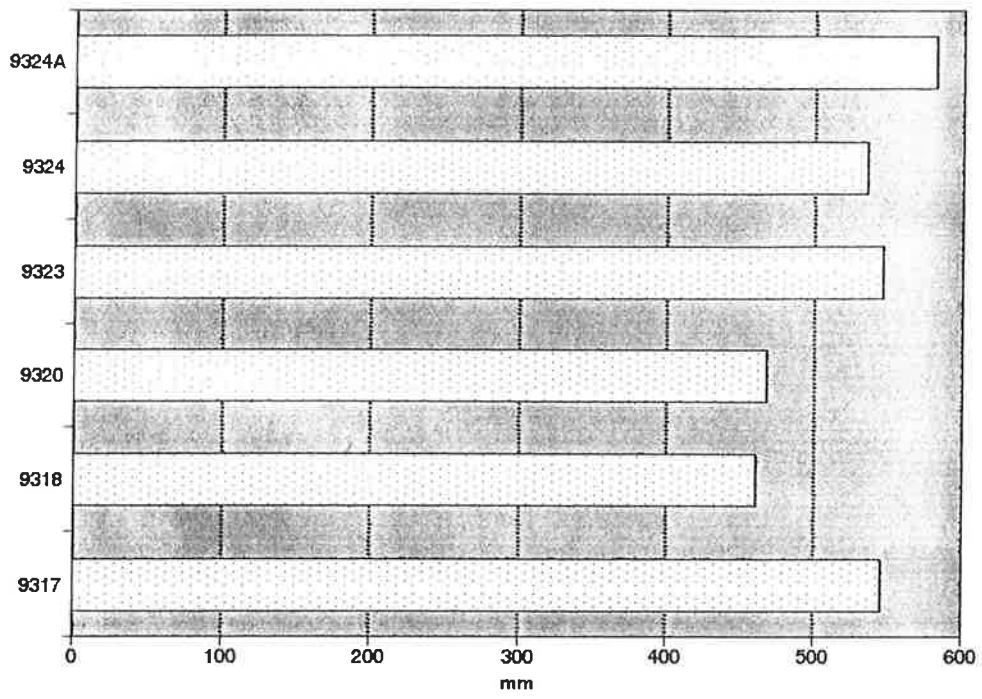
### PRECIPITACIONES MEDIAS MENSUALES



### PRECIPITACIONES MEDIAS ANUALES



### PRECIPITACIONES MEDIAS ANUALES



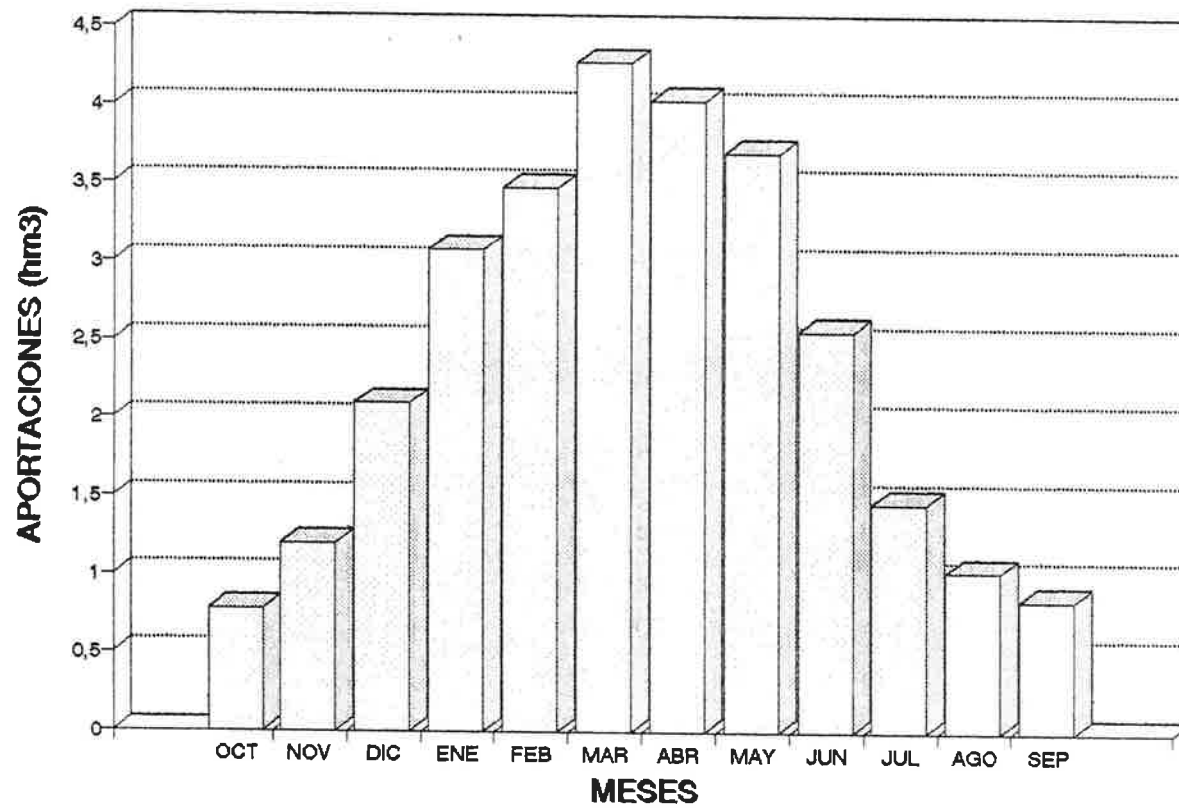
**ANEXO II**  
**HIDROMETRÍA**

## RIO ARBA DE LUESIA EN E.A. Nº 155 (BIOTA)

*Aportaciones en hm3. Valores restituidos.*

ANO	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	TOTAL
40-41	0.50	0.32	2.07	4.92	3.69	6.70	3.74	5.46	2.15	1.46	1.15	0.88	33.04
41-42	0.55	0.59	0.49	1.29	1.24	3.32	7.77	5.75	2.19	1.50	1.19	0.94	26.52
42-43	0.72	0.58	0.51	0.99	0.94	1.09	1.21	1.54	0.83	0.68	0.45	0.43	9.97
43-44	0.37	0.25	0.38	0.27	0.41	0.57	0.37	0.64	0.44	0.19	0.25	0.33	4.47
44-45	0.24	0.22	0.69	2.46	1.77	1.70	1.40	0.89	0.55	0.47	0.46	0.20	11.05
45-46	0.24	0.48	1.24	1.28	1.60	1.09	6.80	13.46	3.97	2.03	1.49	1.02	34.70
46-47	0.82	0.66	1.52	1.99	4.92	7.97	4.15	4.67	2.20	1.42	1.14	1.03	32.49
47-48	0.82	0.62	0.56	3.17	4.91	2.87	3.69	5.23	2.10	1.41	1.03	0.74	27.15
48-49	0.53	0.41	0.31	0.23	0.15	0.21	0.13	0.22	0.09	0.04	0.20	0.53	3.05
49-50	1.73	1.21	1.57	2.03	5.24	2.50	2.02	2.01	1.26	0.83	0.67	0.42	21.49
50-51	0.36	0.33	0.67	0.76	1.82	6.37	4.28	4.93	2.51	1.49	1.19	0.88	25.59
51-52	0.64	0.67	0.63	1.08	1.47	2.02	8.43	5.44	2.16	1.64	1.12	0.84	28.14
52-53	0.74	0.53	1.13	1.51	1.10	0.89	0.68	0.43	1.56	1.04	0.68	0.51	10.80
53-54	0.88	0.49	1.59	1.17	4.08	5.04	2.42	2.58	1.64	1.09	0.73	0.55	22.26
54-55	0.43	0.50	0.65	1.37	2.47	2.16	1.31	0.92	0.81	0.49	0.31	0.22	11.64
55-56	0.32	0.24	0.77	1.31	3.10	3.95	6.53	4.97	3.27	1.71	1.32	1.03	28.52
56-57	0.70	0.55	0.51	0.42	0.59	0.52	0.56	0.81	5.49	4.27	1.98	1.35	17.75
57-58	1.06	0.78	0.69	0.80	0.79	1.07	1.03	1.98	1.33	0.91	0.57	0.47	11.48
58-59	0.37	0.27	1.03	1.25	2.68	9.32	4.53	4.46	2.45	1.54	1.13	1.40	30.43
59-60	1.77	5.55	15.98	6.66	6.88	8.15	4.07	2.14	2.79	1.40	1.10	0.89	57.36
60-61	1.56	2.20	6.19	7.23	4.44	2.25	3.73	5.72	4.19	1.89	1.36	1.17	41.93
61-62	0.95	4.26	7.51	11.94	5.05	9.78	2.96	2.30	1.33	0.90	0.64	0.97	48.59
62-63	1.00	1.07	1.24	6.80	8.49	6.55	7.70	3.89	2.03	1.41	1.21	1.04	42.43
63-64	0.78	0.76	3.51	1.85	4.51	6.08	10.24	3.59	1.94	1.36	0.96	0.82	36.40
64-65	0.88	1.66	2.43	4.87	5.05	9.68	3.41	1.99	1.36	0.91	0.68	0.71	33.63
65-66	1.10	1.42	2.39	5.41	6.01	5.78	5.80	3.45	3.30	1.66	1.14	0.77	36.23
66-67	0.88	5.55	2.17	3.05	2.83	2.34	4.58	2.15	1.29	0.94	0.63	0.49	26.90
67-68	0.52	3.18	4.39	3.26	3.71	3.53	3.63	2.97	1.91	1.23	1.01	0.63	29.97
68-69	0.44	0.67	1.13	1.63	1.62	13.88	17.26	7.43	4.48	2.66	1.51	1.88	54.59
69-70	1.66	1.36	3.30	10.36	7.40	3.85	2.06	3.92	1.91	1.17	1.02	0.57	35.58
70-71	0.61	0.49	0.42	0.92	1.13	0.91	4.44	8.02	8.73	4.53	2.15	1.76	34.11
71-72	1.40	1.07	1.42	5.54	9.33	5.27	2.53	3.71	1.71	1.23	0.85	0.97	35.03
72-73	0.74	0.84	1.70	4.57	3.12	1.93	1.30	1.10	1.66	0.94	0.75	0.49	19.14
73-74	0.40	0.50	0.49	0.58	0.97	5.91	5.76	2.36	1.55	1.09	1.39	1.16	22.16
74-75	0.56	0.82	0.73	0.55	1.52	1.71	3.73	5.83	4.53	1.99	1.39	1.16	24.52
75-76	0.78	0.72	1.28	0.93	1.68	1.74	1.19	0.88	0.49	0.47	0.45	0.25	10.86
76-77	0.48	1.03	2.68	6.47	5.50	3.53	1.91	1.89	7.38	3.65	1.90	1.25	37.67
77-78	1.22	0.77	1.71	6.24	8.32	10.68	4.75	5.16	2.35	1.48	1.12	0.82	44.62
78-79	0.61	0.52	0.76	5.20	6.88	3.02	3.01	2.78	8.68	2.52	1.62	1.32	36.92
79-80	1.08	1.02	0.90	1.07	1.81	7.20	4.03	6.33	2.96	1.68	1.22	0.93	30.23
80-81	0.87	1.74	2.44	2.38	1.41	1.52	1.59	1.45	0.96	0.61	0.54	0.41	15.92
81-82	0.32	0.17	0.83	1.25	2.44	2.65	2.54	1.84	1.00	0.82	0.72	0.51	15.09
82-83	0.92	1.71	8.25	4.69	5.68	6.09	4.41	3.48	1.66	1.26	1.12	1.21	40.48
83-84	0.73	0.93	1.02	1.03	2.05	5.47	5.35	9.42	5.76	2.26	1.55	1.13	36.70
84-85	0.96	4.71	3.99	7.64	6.61	5.76	4.30	5.02	2.54	1.55	1.07	0.74	44.89
85-86	0.67	0.55	0.58	0.88	2.52	2.24	8.07	5.05	2.06	1.42	1.03	0.83	25.90
MEDIA	0.76	1.20	2.10	3.07	3.48	4.28	4.03	3.70	2.55	1.46	1.03	0.84	28.52
D.TIP	0.36	1.32	2.72	2.77	2.39	3.13	3.05	2.58	1.95	0.90	0.44	0.38	12.70

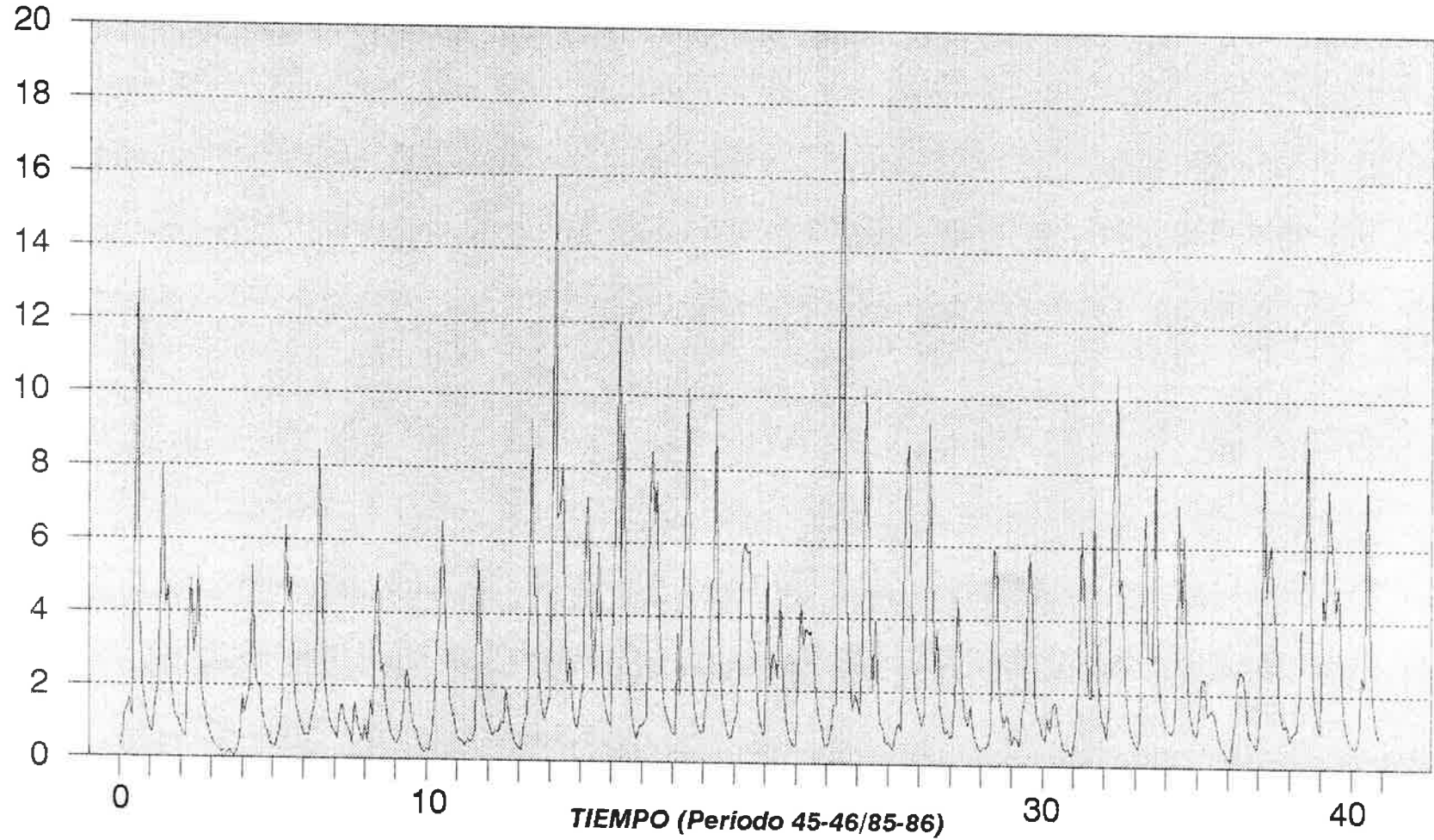
RIO ARBA DE LUESIA E.A. N° 155 (BIOTA)  
Aportaciones medias mensuales (hm<sup>3</sup>)





**RIO ARBA DE LUESIA E.A. N° 155 (BIOTA)**  
**Aportaciones en hm3**  
(Valores restituidos)

**APORTACION**



**ANEXO III**  
**HIDROQUÍMICA**

**CUADRO RESUMEN ANALISIS QUIMICOS**  
**HOJA DE LUNA (27-11)**

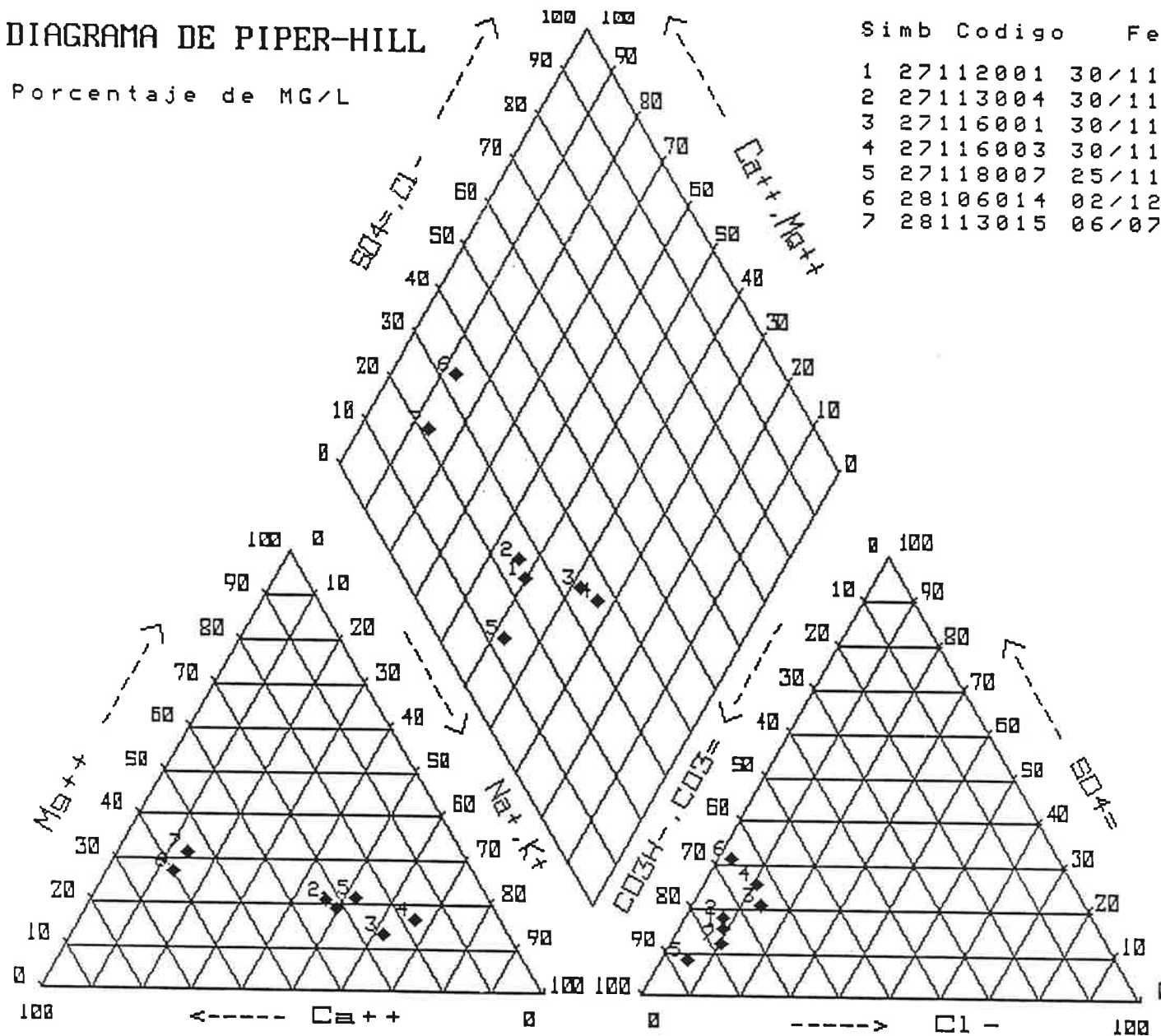
ESTACION	FECHA	pH	CONDUCT.	R. SECO	D. TOTAL	Cl-	SO4=	CO3H-	CO3=	NO3-	Na+	K+	Ca++	Mg++	NO2-	NH4+	DQO	PO4=	SiO2	ANIONES	CATIONES	ERROR	ORIGEN
			uS/cm	mg/l	ppm CO3Ca	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l O2	mg/l	mg/l	meq/l	meq/l	%	DATOS
27112001	30-Nov-93	7.0	687	460	246	42	64	323	0.0	19	79	2.0	50	29	0.00	0.00	1.0	0.00	13.0	8.12	8.38	3.20	ITGE
27113004	30-Nov-93	8.0	588	401	220	32	64	278	0.0	20	57	6.0	43	27	0.00	0.00	1.0	0.00	13.0	7.11	7.01	-1.44	ITGE
27114002	25-Nov-93	7.0	419	268	210	11	29	228	0.0	18	12	1.0	59	15	0.00	0.00	1.0	0.00	9.0	4.94	4.74	-4.25	ITGE
27115013	30-Nov-93	8.0	449	274	213	22	24	227	0.0	12	17	2.0	60	15	0.00	0.00	1.0	0.00	8.0	5.04	5.03	-0.12	ITGE
27116001	30-Nov-93	7.0	972	687	282	86	119	385	0.0	30	152	3.0	61	31	0.00	0.00	1.0	0.00	12.0	11.70	12.30	5.02	ITGE
27116003	30-Nov-93	8.0	644	448	163	45	96	240	5.0	20	101	1.0	25	24	0.00	0.00	1.0	0.00	11.0	7.69	7.65	-0.51	ITGE
27118003	25-Nov-93	7.0	547	352	247	23	54	264	0.0	20	27	1.0	62	22	0.00	0.00	1.0	0.00	11.0	6.42	6.12	-4.88	ITGE
27118007	25-Nov-93	7.0	670	440	240	29	35	396	0.0	12	80	4.0	41	33	0.00	0.00	1.0	0.00	8.0	8.23	8.36	1.50	ITGE

# SISTEMA HIDROGEOLÓGICO TERCIARIO CONTINENTAL

## Subsistema Luna

### DIAGRAMA DE PIPER-HILL

Porcentaje de MG/L

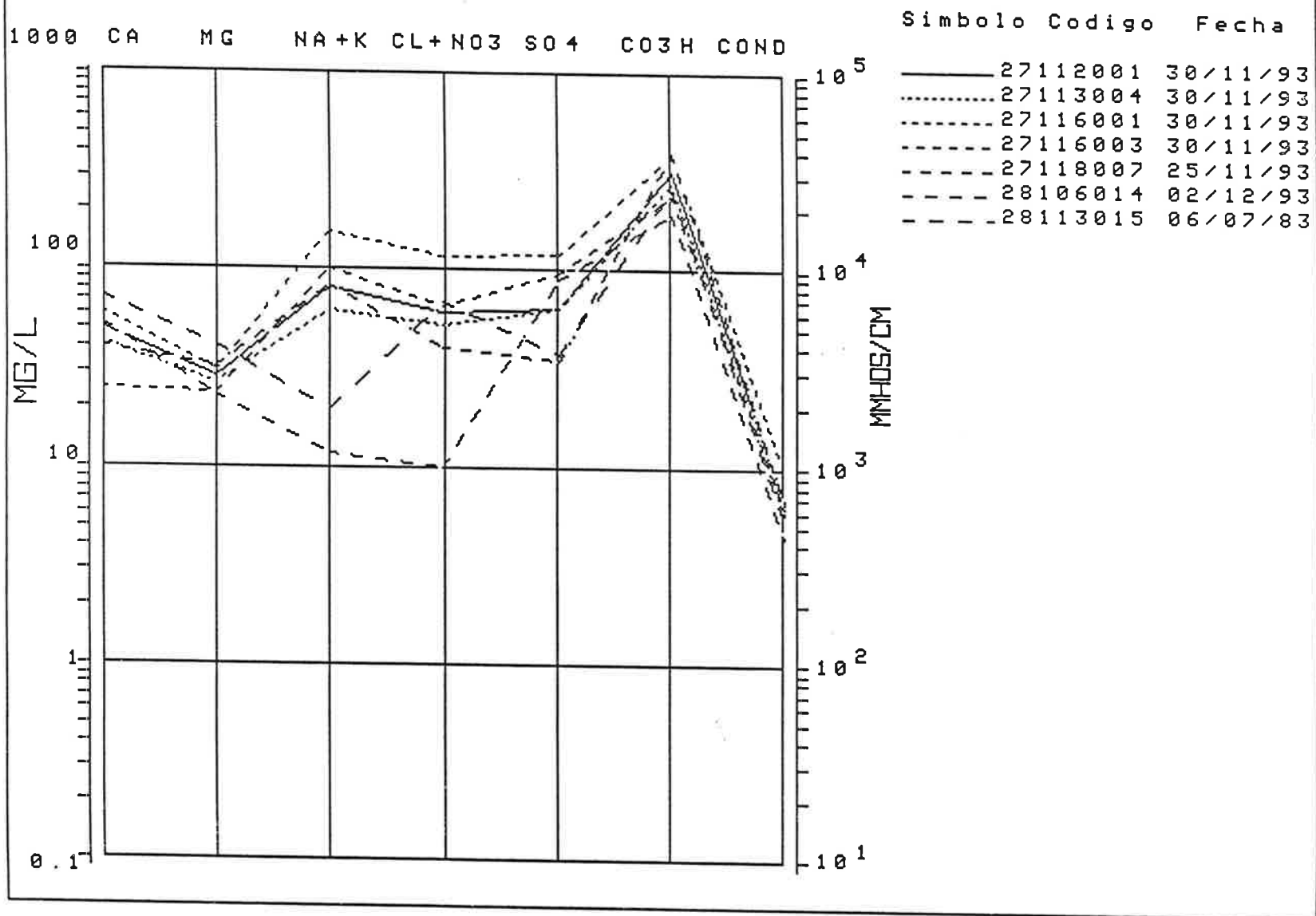


Simb	Codigo	Fecha	Cond
1	27112001	30/11/93	687
2	27113004	30/11/93	588
3	27116001	30/11/93	972
4	27116003	30/11/93	644
5	27118007	25/11/93	670
6	28106014	02/12/93	442
7	28113015	06/07/83	543

# SISTEMA HIDROGEOLOGICO TERCIARIO CONTINENTAL

## Subsistema Luna

### DIAGRAMA SEMILOGARITMICO SCHOELLER-BERKALOFF

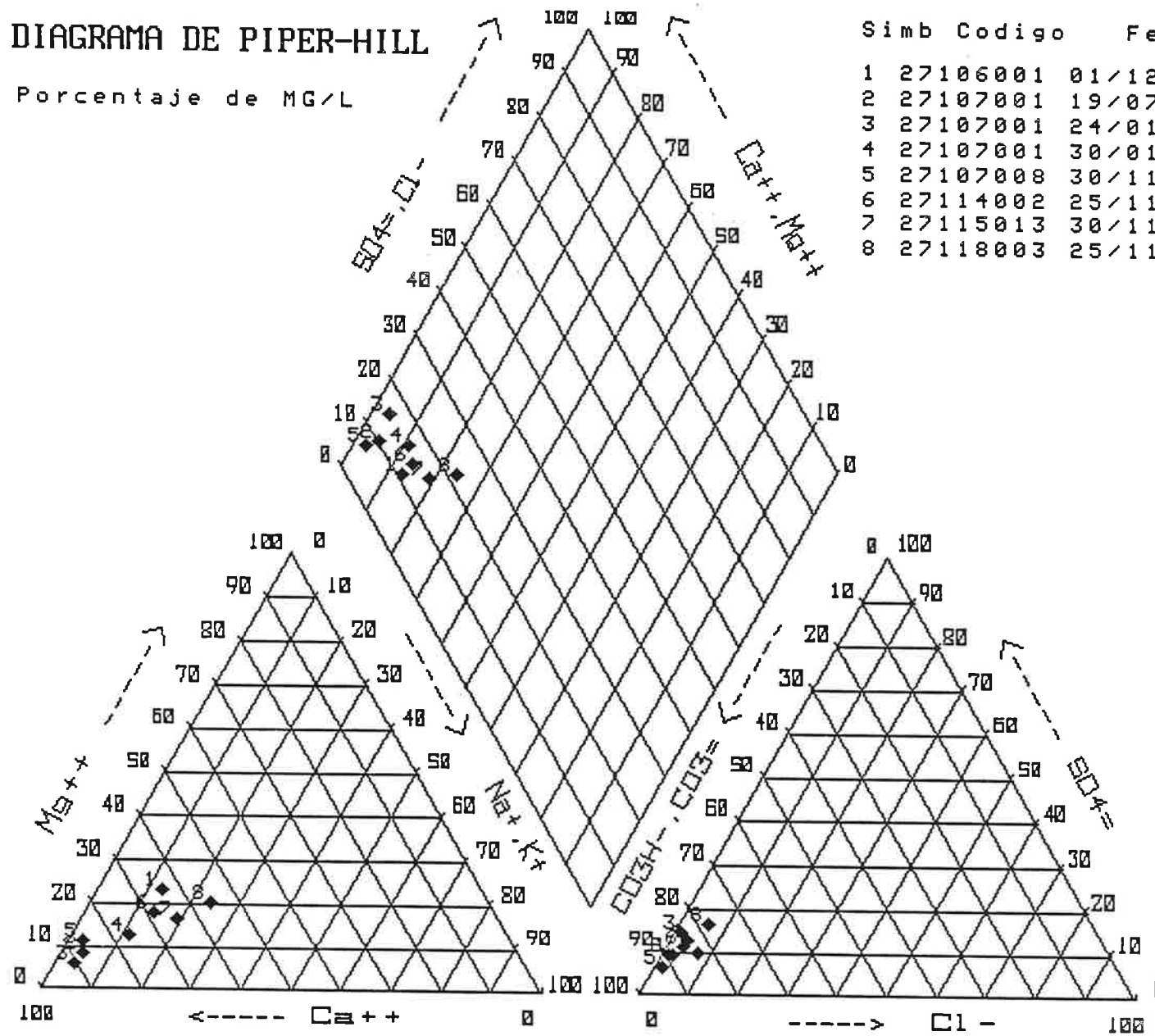


# SISTEMA HIDROGEOLÓGICO PLIOCUATERNARIO

Acuíferos Aluviales: Arbas

## DIAGRAMA DE PIPER-HILL

Porcentaje de MG/L



Simb	Codigo	Fecha	Cond
1	27106001	01/12/93	421
2	27107001	19/07/91	235
3	27107001	24/01/92	424
4	27107001	30/01/92	419
5	27107008	30/11/93	394
6	27114002	25/11/93	419
7	27115013	30/11/93	449
8	27118003	25/11/93	547

# SISTEMA HIDROGEOLÓGICO PLIOCUATERNARIO

## Acuíferos Aluviales: Arbas

### DIAGRAMA SEMILOGARITMICO SCHOELLER-BERKALOFF

