

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

**HIDROGEOLOGÍA DE LA HOJA DE**

**UNCASTILLO (27-10). 208**

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

**EDUARDO ANTONIO GARRIDO SCHNEIDER**  
Abril 1.995

Handwritten characters along the left margin, possibly bleed-through from the reverse side of the page.

<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. U.H. n° 18: Santo Domingo-Sierra de Guara</b> .....	<b>4</b>
<b>2.3.2. Sistema Hidrogeológico Terciario Continental</b> .....	<b>6</b>
<b>2.3.3. Sistema Hidrogeológico Pliocuaternario</b> .....	<b>7</b>
<b>3. CLIMATOLOGÍA</b> .....	<b>9</b>
<b>3.1. ANÁLISIS PLUVIOMÉTRICO</b> .....	<b>10</b>
<b>3.2. ANÁLISIS TÉRMICO</b> .....	<b>11</b>
<b>3.3. EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL</b> .....	<b>11</b>
<b>3.4. LLUVIA ÚTIL</b> .....	<b>13</b>
<b>3.5. ZONIFICACIÓN CLIMÁTICA</b> .....	<b>14</b>
<b>4. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL</b> .....	<b>16</b>
<b>4.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS CUENCAS</b> .....	<b>16</b>
<b>4.5. ZONAS DE REGADÍO</b> .....	<b>18</b>
<b>5. HIDROGEOLOGÍA</b> .....	<b>19</b>
<b>5.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES</b> .....	<b>19</b>
<b>5.2. UNIDAD HIDROGEOLÓGICA N° 18: SANTO DOMINGO-SIERRA DE GUARA</b> .....	<b>20</b>
<b>5.2.1. Características geológicas e hidrogeológicas</b> .....	<b>20</b>

5.2.2. Definición de acuíferos .....	21
5.2.3. Parámetros hidrogeológicos .....	23
5.2.4. Inventario de puntos de agua. Usos del agua .....	25
5.2.5. Características químicas del agua subterránea .....	26
<b>5.3. SISTEMA HIDROGEOLÓGICO TERCIARIO CONTINENTAL ....</b>	<b>26</b>
5.3.1. Características geológicas e hidrogeológicas .....	26
5.3.2. Definición de acuíferos .....	29
5.3.3. Parámetros hidrogeológicos .....	29
5.3.4. Inventario de puntos de agua. Usos del agua .....	33
5.3.5. Características químicas del agua subterránea .....	34
<b>5.4. SISTEMA HIDROGEOLÓGICO PLIOCUATERNARIO .....</b>	<b>34</b>
5.4.1. Acuíferos aluviales de los Arbas .....	35
<b>5.5. OTROS MATERIALES DE INTERÉS HIDROGEOLÓGICO .....</b>	<b>37</b>
<b>6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>38</b>

# HOJA DE UNCASTILLO

## LEYENDA HIDROGEOLOGICA

EDAD	TIPO DE PERMEABILIDAD	GRADO DE PERMEABILIDAD			
		ALTA	MEDIA	BAJA	IMP.
CUATERNARIO	POROSIDAD INTERGRANULAR	A1	A2		
OLIGO-MIOCENO	POROSIDAD INTERGRANULAR			C1	C2
	FISURACION Y/O KARSTIFICACION			B2	
BARTON.-PRIABONIENSE	POROSIDAD INTERGRANULAR			C1	C2
LUTECIENSE	FISURACIÓN Y/O KARSTIFICACION	B1			
PALEOCENO (GARUM)	POROSIDAD INTERGRANULAR				C2
CRETACICO SUPERIOR	FISURACION Y/O KARSTIFICACION		B2		
JURASICO	FISURACION Y/O KARSTIFICACION			B2	
TRIASICO	FISURACION Y/O KARSTIFICACION		B2		
	POROSIDAD INTERGRANULAR				C2

### 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).

### B: PERMEABILIDAD POR FISURACIÓN/KARSTIFICACIÓN.

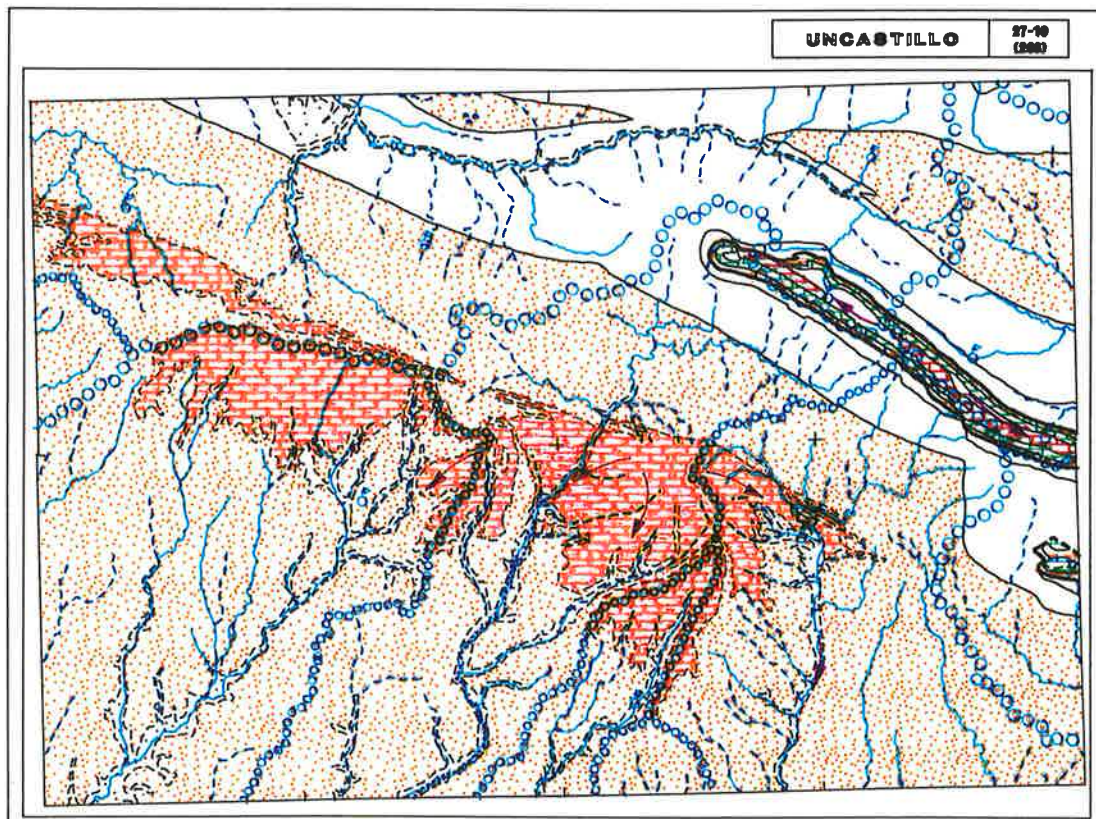
B<sub>1</sub>: Formaciones muy permeables, generalmente extensas y productivas.

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










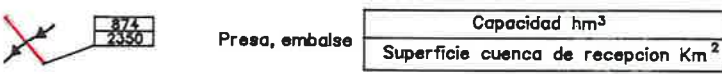
### C: FORMACIONES DE BAJA PERMEABILIDAD O IMPERMEABLES.

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.



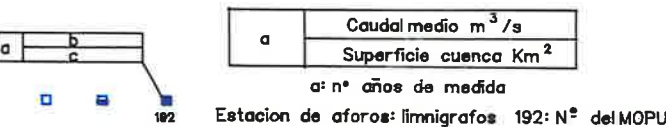
C<sub>2</sub>: Formaciones generalmente impermeables o de muy baja permeabilidad, que pueden albergar a acuíferos superficiales por alteración o fisuración, en general poco extensos y de baja productividad, aunque pueden tener localmente gran interés.



# 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
- 

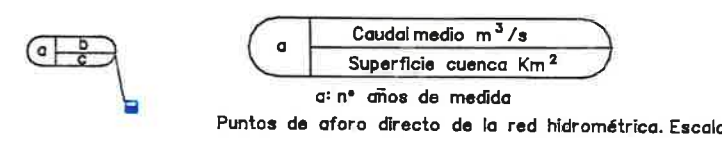
874			
2350			

	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

239

# HIDROGEOLOGIA

-  Limite sistema acuifero cerrado
-  Limite sistema acuifero abierto
-  Limite unidad o formacion acuífera cerrado
-  Limite unidad o formacion acuífera abierto
-  Curva isopiezometrica (m.s.n.m.)
-  Curva isopiezometrica (m.s.n.m.) del acuífero profundo o supuesta para un modelo hidrogeológico
-  Direccion preferencial flujo subterráneo
-  Divisoria de aguas subterráneas o umbral piezométrico
-  Zonas de artesianismo
-  Manantial, sondeo, pozo. 2/9: Octante/N° de orden del ITGE
-  3/25
-  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 Uncastillo se localizan un total de 6 estaciones meteorológicas, 2 pluviométricas y 4 termopluviométricas. La precipitaciones medias anuales oscilan entre los 550 y los 800 mm, aunque en las proximidades de la Sierra de Santo Domingo se alcancen los 900 mm en cotas elevadas. La temperatura media varía también entre los 12 y 13 °C, con incremento generalizado hacia el SW. La caracterización climática de este sector permite diferenciar dos zonas en función del régimen de humedad: una de tipo mediterráneo seco dominando el sector occidental y parte de la vertiente meridional de la sierra y otra mediterránea húmeda ocupando el frente montañoso y su vertiente septentrional.

La evapotranspiración (ETP) media según Thornthwaite varía entre los 700-750 mm; FACI (1.991, 1.992) calcula valores de la evapotranspiración de referencia ( $ET_0$ ) superiores y del orden de 1.070-1.135 mm. Con los valores anteriores el porcentaje de lluvia útil respecto de la precipitación oscila entre el 21 y el 56% según las condiciones de almacenamiento de agua en el suelo, llegando a valores de infiltración próximos al 75% de la lluvia útil los afloramientos carbonatadas de este sector.

### **2.2. Hidrología.**

Tres son las principales cuencas hidrográficas encuadradas en los límites de esta Hoja: la del Gállego en el extremo oriental con 51 km<sup>2</sup> y representada por su río tributario Asabón; la del Aragón en la franja septentrional, con 146 km<sup>2</sup> correspondientes a su tributario el río Onsella; y la denominada cuenca de los Arbas que, con más de 211 km<sup>2</sup> ocupa toda la mitad meridional.

Esta última cuenca es la más representativa de las que aquí se tratan y que está encabezada por el Arba de Luesia y sus afluentes Arba de Riguel, en su margen derecha, y Arba de Biel y Farasdués o Agonia, 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.

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

En función de criterios orográficos y características estructurales y sedimentológicas de los materiales que afloran en la Hoja de Agüero se diferencian tres Sistemas Hidrogeológicos que agrupan a su vez 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 en una franja E-W en el extremo oriental de la Hoja y que forma parte de la terminación oriental del frente de cabalgamientos alóctonos de las sierras prepirenaicas. La complejidad tectónica de las estructuras y la presencia de diversos niveles impermeables intercalados determina la aparición de varias unidades acuíferas con diverso grado de conexión hidráulica en las que entran a formar parte dos acuíferos principales: Muschelkalk y Cretácico-Eoceno, aunque en proporción variable según su grado de afloramiento.

Tres son las principales formaciones acuíferas carbonatadas que ven reducida considerablemente su importancia en este sector debido a la creciente disminución de las potencias:

*Muschelkalk*: acuífero de alta porosidad y permeabilidad por fracturación y disolución (índice B<sub>2</sub>), 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<sub>2</sub>. La transmisividad puede ser del orden de 1.000 m<sup>2</sup>/día, con permeabilidades cercanas a los 100 m/día.



*Cretácico Superior*: acuífero de alta permeabilidad por fisuración y karstificación (índice B<sub>2</sub>) pero de escasa porosidad lo que determina su pequeña capacidad de regulación.

*Eoceno*: destacan los niveles de calizas de alveolinas de la Fm. Guara que apenas llega a alcanzar 80 m de potencia en esta Hoja. Forman un acuífero de alta permeabilidad por fisuración y karstificación, baja porosidad y pequeña capacidad de regulación. Limita a techo por la potente Fm. Margas de Arguis, mientras que las arcillas en facies Garum que se sitúan en el muro 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 Santo Domingo pero que en conjunto apenas alcanza los 200 m de espesor.

En la Hoja de Uncastillo se delimita una única Unidad Acuífera encuadrada en el Dominio hidráulico occidental: *Unidad Río Gállego*, con un sistema de recarga-descarga que depende principalmente de la extensión superficial de los afloramientos calcáreos, grado de karstificación, geometría, verticalidad de las estructuras y cota topográfica, que condicionan en gran medida el volumen de recarga que genera las precipitaciones.

Para la unidad referida se evalúa un volumen de recarga del orden de 7 hm<sup>3</sup>/año para una superficie total de 60 km<sup>2</sup>; las salidas reguladas son de 2 hm<sup>3</sup>/año y la aportación subterránea de 5 hm<sup>3</sup>/año, presumiblemente dirigida hacia el congosto del Gállego. Las principales descargas en esta Hoja se produce a través de manantiales tales como el de Fuenmayor (2710.4006) donde nace el río Onsella, y El Fayar (2710.8007), con caudales entre 5 y 20 litros por segundo.

Las facies químicas observadas: bicarbonatada cálcica y bicarbonatada-clorurada cálcico-sódica, asociadas a los acuíferos cretácico eoceno y triásico respectivamente. Una tercera facies es la resultante de la mezcla de estos dos tipos anteriores, que muestra características intermedias o con mayor contenido en sulfatos. En conjunto, la mineralización dominante es ligera y la dureza media.

### 2.3.2. Sistema Hidrogeológico del Terciario Continental.

Ocupa toda la serie de afloramientos detríticos oligo-miocenos de carácter continental de la mayor parte de la Hoja. 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.

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 la Hoja de Uncastillo se cartografían dos subsistemas en función de su pertenencia a diferentes abanicos sedimentarios: *Subsistema Guarga*, ampliamente desarrollado en la mitad septentrional, y el *Subsistema Luna* al SW, que se extiende por toda la vertiente Sur de la Sierra de Santo Domingo con la que se ponen en contacto. Además, como unidad independiente de mayor relevancia hidrogeológica se cartografía la unidad de *Conglomerados de Biel*.

Se han contabilizado un total de 51 puntos, de los que 11 son surgencias en *Conglomerados de Biel*. El régimen de las descargas, muy variable según el período estacional del año, oscila entre 0,5 y 20 l/s siendo en su mayor parte reguladas para abastecimiento urbano de los núcleos poblacionales situados en esta Hoja: Castelfernando (2710.6001) en Uncastillo, Fuente Sora (2710.4005) en Longás, Val de Biel (2710.7003) en Biel y Fuenfría (2710.1005) en Sos del Rey Católico.

Conviene recalcar por su importancia hidrogeológica ciertos niveles carbonatados, de facies de transición y con características permeables, que se sitúan en la base del Subsistema

Guarga o Luna y en el techo de la Fm. Margas de Arguis. A pesar de contar con un espesor muy reducido, aparece una orla de surgencias algunas de las cuales pueden alcanzar caudales significativos de hasta 20 l/s, como en el Ibón de Nofuentes (2710.4009).

En general, todo 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 aguas subterráneas analizadas en el dominio de la Hoja de Uncastillo muestran una facies dominante que es del tipo bicarbonatada cálcica, de mineralización ligera 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 uno de los tres tipos de acuíferos en los que se subdivide este Sistema hidrogeológico: *Acuíferos aluviales*.

Se definen como acuíferos en conglomerados, gravas, arenas y limos, libres, de permeabilidad media-alta por porosidad intergranular (índices  $A_2$ ), extensos y locales, de elevada producción, nivel freático subsuperficial y potencias inferiores a 8 m; las transmisividades en estos tramos de cabecera pueden ser del orden de 100 m<sup>2</sup>/día, permeabilidades de hasta 100 m/día y muy variable capacidad de regulación.

Las surgencias drenan un caudal próximo al litro por segundo con los que se refuerza el abastecimiento de varios núcleos de población (Uncastillo, Luesia y Biel). Sus características químicas permiten clasificarlas como bicarbonatadas cálcicas de mineralización ligera y dureza media.

Tabla 2.1. CUADRO RESUMEN DE INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA

Hoja de UNCASTILLO (208) 27-10

OCTANTES		1	2	3	4	5	6	7	8	TOTAL
N A T U R A L E Z A	Manantiales	6	14	10	7	3	8	9	7	64
	Pozos	0	0	0	0	1	1	1	0	3
	Sondeos	0	0	0	0	3	0	0	1	4
	Otros	-	-	-	-	-	-	-	2	2
	<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>
U S O	Abastecimiento	2	4	4	2	3	4	2	3	24
	Regadío	-	-	-	-	1	1	3	1	6
	Ganadería	1	-	-	-	-	-	-	-	1
	Otros	1	3	4	3	2	1	1	3	18
	Sin uso	2	7	2	2	1	3	4	3	24
	Industria									
	Caudal Medio l/s (manantiales)	1	2	1	5	1	1,2	1,5	1,5	
	Prof. M. Sondeos	-	-	-	-	88	2	-	200	
	Prof. M. Pozos	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Bombes Estimados (Dm <sup>3</sup> /año)	-	-	-	-	120	-	-	-	140

### 3. CLIMATOLOGÍA

En el ámbito geográfico de la hoja de Uncastillo se dispone de un total de seis estaciones meteorológicas: cuatro termopluviométricas y dos pluviométricas. El observatorio de Luesia "DGA" (9316A), de reciente instalación, y los históricos de Longás (9241) y Lobera de Onsellá (9242) carecen de información suficiente para obtener un análisis representativo. Las características de todas las estaciones, así como de las series de datos disponibles para cada una de ellas, quedan reflejadas en el siguiente cuadro resumen:

Nº	NOMBRE	COORDENADAS UTM			TIPO	PERÍODO		MEDIAS	
		X	Y	Z		P	T	P(mm)	T(°C)
9241	LONGÁS	669732	4705717	770	P	41-68			
9242	LOBERA DE ONSELLA	662853	4705358	640	P				
9316	LUESIA	702781	4698140	709	PT	41-77	41-77	730	12,1
9316A	LUESIA "DGA"	662742	4692648	800	PT				
9322	BIEL	669963	4695011	760	PT	50-87	66-88	892	12,1
9329	UNCASTILLO	653679	4691641	601	PT	41-87	73-88	547	13,1

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

Como se puede observar, las estaciones tienen una distribución representativa que abarca todas las cuencas hidrográficas importantes de la Hoja. Referente al período de años en funcionamiento se constata que en general las series son largas y con elevado número de años completos; este hecho es más destacado en los registros de precipitación que en los de temperatura para los que las series son más reducidas.

Los observatorios más relevantes en pluviometría son los de Uncastillo (9329), con 16 años completos; La Peña "Embalse" (9474), con 43 años completos; Biel (9322), con 29 años y el de Luesia (9316), con 18 años.

Respecto a las temperaturas el más completo es el de Luesia, con 20 años de una serie de 27; le sigue en importancia el de Biel, también con 20 años; la estación de Uncastillo es

sin embargo la más deficiente, pues tan sólo cuenta con 1 año completo en una serie de 14 años con registros.

Para todos, los valores medios que se exponen en la tabla 3.1. son los correspondientes al valor medio anual según los datos originales en la propia estación, cuyas tablas se ofrecen en el anexo de climatología.

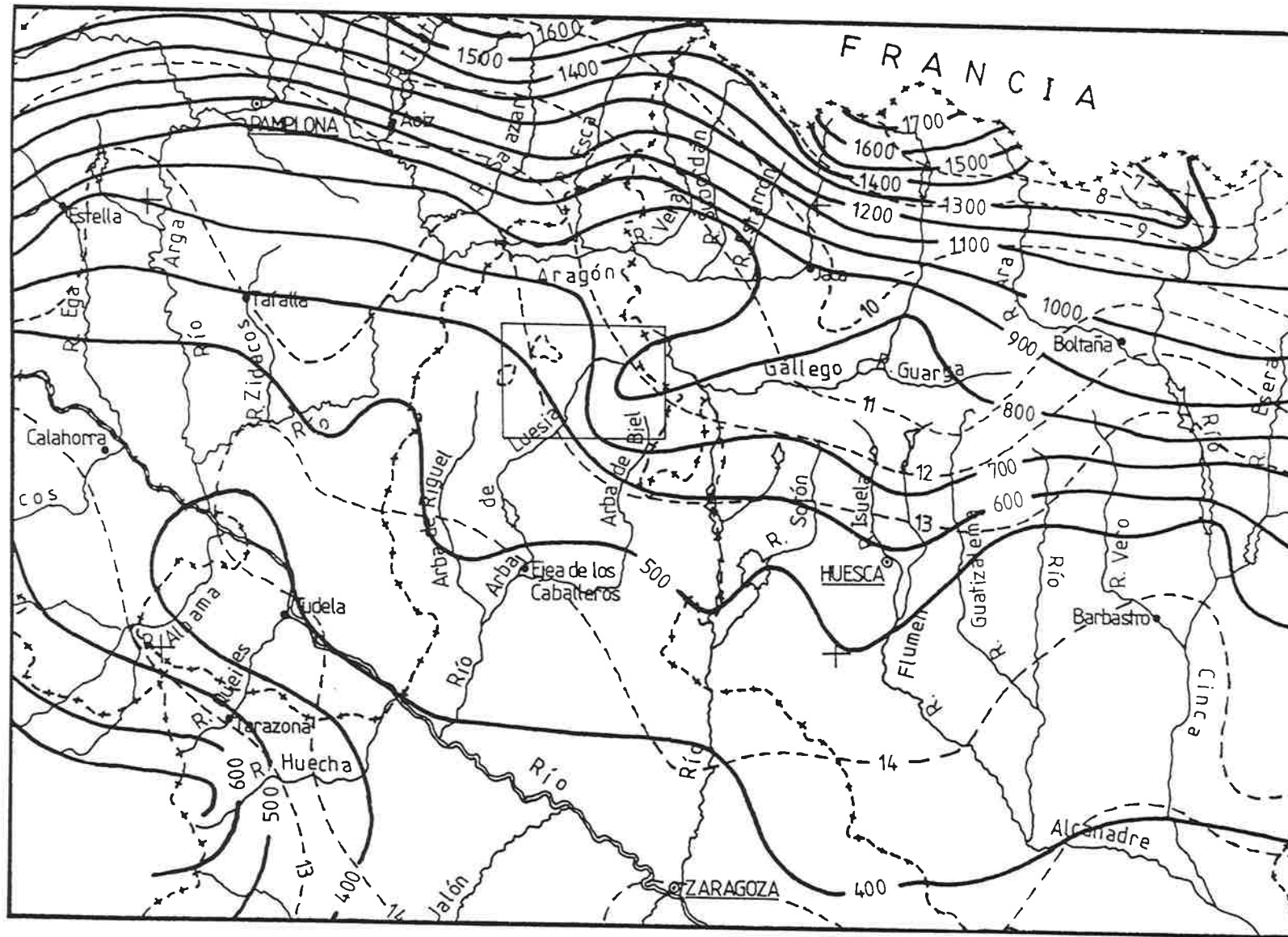
### **3.1. ANÁLISIS PLUVIOMÉTRICO.**

En el mapa climatológico (Mapa 3.1.) se observa como la Hoja de Uncastillo se encuadra en una zona de precipitación limitada por las isoyetas de 550 y 800 mm, que la cruzan de SE a NW aumentando su valor hacia posiciones más septentrionales.

De este Mapa se deduce que la precipitación media es de 700 mm; la media más alta la registra el observatorio de Biel (9322) situado en la vertiente meridional de la Sierra de Santo Domingo con 892 mm para una serie que comienza en el año 1.966, mientras que el observatorio de menor precipitación es el de Uncastillo (9329) al SW, con 547 mm para la serie de años que comienza en 1.973.

Para el análisis de la distribución de las precipitaciones a lo largo de un año medio se han consultado los datos originales de cada estación expuestos en el anexo de climatología con los que se han confeccionado las gráficas correspondientes. Se observa en todas las estaciones la presencia de dos máximos mensuales medios, uno en primavera (generalmente en Mayo) que oscila entre los 58 y 86 mm y un segundo máximo en otoño, casi siempre en Diciembre comprendido entre los 56 y 70 mm, que puede llegar en ocasiones a ser máximo principal, como es el caso de la estación de Biel con 100 mm de media.

Es frecuente además que, durante los meses tardíos estivales (Septiembre), parte de las precipitaciones que se registran se deban a los fenómenos convectivos y tormentosos propios de estas épocas del año; tal es así que en ocasiones las lluvias del mes de Septiembre superan a las de Noviembre-Diciembre.



Mapa 3.1. MAPA CLIMATOLÓGICO

————— Isoyeta media (mm)  
 - - - - - Isoterma media (°C)

+ Límite Hoja 1:200.000  
 +-+--+ Límite provincial  
 +++++ Límite nacional

Esta característica relativa a las precipitaciones máximas contrasta con el hecho de que los valores mínimos mensuales medios se registran siempre durante la etapa estival (Julio) en vez de en el invierno, con lluvias comprendidas entre los 30 y 36 mm, debido a una ligera influencia de los vientos húmedos de procedencia atlántica. Estos vientos son los que también permiten algo más de precipitación durante los meses fríos (GARCÍA-RUIZ et al., 1.985), que puede ser en forma de nieve durante un reducido número de días al año en las cotas más elevadas.

### **3.2. ANÁLISIS TÉRMICO.**

A partir del mapa climatológico adjunto (Mapa 3.1.) se observa como la Hoja de Ayerbe está atravesada de NNW a SSE por las isotermas medias anuales de 12 y 13°C, de forma que la temperatura aumenta hacia posiciones meridionales y occidentales. Esta inflexión en el trazado de las isotermas se debe a la influencia de las estribaciones montañosas prepirenaicas, en donde la temperatura desciende rápidamente hasta la isoterma de 12°C.

Las dos estaciones con series representativas (Biel y Luesia) registran idéntica temperatura media anual: 12,1°C, mientras que la de Uncastillo mantiene la tendencia regional creciente hacia el Sur a pesar de sus escasos registros, con 13,1°C de media.

En lo que respecta a las temperaturas, la estacionalidad es más marcada que la observada en el caso de las precipitaciones, ya que se cuenta simplemente con un máximo veraniego en el mes de Julio que oscila entre los 21,6 y 22,1°C frente al mínimo invernal de los meses de Enero, en el que las temperaturas medias oscilan entre los 4,3 y 5,0°C.

### **3.3. EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL.**

En lo que concierne al cálculo del agua que es devuelta a la atmósfera, tanto por evaporación directa como por la transpiración de las plantas, se ha empleado el método de Thornthwaite para la serie de años coincidentes de precipitación y temperatura en las dos



estaciones que disponen de estos datos y cuyos resultados se incluyen en el anexo de climatología correspondiente.

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 realmente existentes, hecho que adquiere especial importancia en zonas donde las precipitaciones son más bien escasas. Un cálculo basado en otros métodos, como el de Penman o el de Blaney-Criddle, proporcionaría valores más ajustados y próximos a los reales, pero dado que requieren información sobre variables atmosféricas y/o agronómicas que no siempre son fáciles de conseguir o no son recogidas por los observatorios, se justifica el cálculo empírico de la fórmula de Thornthwaite.

En términos generales, la Hoja de Uncastillo queda encuadrada de W a E por una banda de ETP media anual comprendida entre los 750 y 700 mm (C.H.E., 1.988) que aumenta hacia posiciones más meridionales. Tan sólo en el sector nororiental disminuye este valor al estar atravesado por la isolínea de 700 mm.

Referido en exclusiva a las estaciones termométricas de esta Hoja, la ETP media anual es de 715 mm, oscilando entre los 698 mm de la estación de Luesia y los 748 mm de Uncastillo. La estacionalidad de la evapotranspiración potencial es a su vez notoria, con máximos en el mes de Julio, que oscilan entre 129 y 139 mm, y mínimos invernales en Enero entre los 11 y 12 mm. FACI (1.991, 1.992) obtiene mediante el método FAO-USDA Blaney-Criddle valores de 1.078 mm en la evapotranspiración de referencia ( $ET_0$ ) para un año medio en el observatorio de Luesia y de 1.135 mm en el de Sos del Rey Católico (9243), próximo a la zona estudiada.

Una elevada ET, unida al régimen anual de precipitaciones, genera claros desequilibrios hídricos del agua almacenada en el suelo, de manera que existe un excedente desde finales del otoño hasta la primavera y un déficit en el resto del año que resulta más intenso en los meses de verano.

### 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 en las tres estaciones termopluviométricas con registros de precipitaciones diarias, con la evapotranspiración potencial y la real.

El balance de agua se ha calculado a su vez para tres supuestos de almacenamiento diferentes (30, 50 y 100 mm), que se corresponden con suelos de características distintas, con la finalidad de que puedan ser representativos de todas las tipologías de terrenos presentes en la Hoja con independencia de su naturaleza. Las series de datos generadas en cada supuesto se incluyen también en el anexo de climatología correspondiente.

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

ESTACIÓN	C. CAMPO: 30 mm		C. CAMPO: 50 mm		C. CAMPO: 100 mm	
	mm	%	mm	%	mm	%
LUESIA (9316)	342,1	46,8 %	302,7	41,4 %	246,4	33,7 %
BIEL (9322)	501,9	56,2 %	467,1	52,3 %	414,1	46,4 %
UNCASTILLO (9329)	196,9	35,9 %	165,7	30,2 %	116,8	21,3 %

Tabla 3.2.: Lluvia útil (en mm) y porcentaje de la misma frente a la precipitación total para tres supuestos diferentes de almacenamiento 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 habrá de hacerse de forma global con la precipitación de un año medio, y en función del tipo de terreno de cada situación particular con los balances hídricos de cada acuífero.

Destaca el diferente porcentaje de lluvia útil que se obtiene en función de su ubicación geográfica. Así, la estación situada en la posición más meridional al SW de la Hoja

(Uncastillo) muestra los menores valores de lluvia útil, que oscilan entre el 21 y 36%, mientras que la más próxima a la Sierra de Santo Domingo (Biel) obtiene los valores más altos, entre el 46 y 56%. Entre ambas estaciones se sitúa la de Luesia para la que se calculan porcentajes de lluvia útil intermedios: 33-46%. Este progresivo aumento hacia el E es el fruto conjunto de unas mayores precipitaciones medias y de un descenso en las temperaturas medias.

En consecuencia cabe esperar que en cotas elevadas de la Sierra de Santo Domingo, donde las precipitaciones son algo superiores, los valores de la lluvia útil sean también ligeramente más altos de los que aquí se ofrecen. Dadas las características carbonatadas de las formaciones acuíferas allí presentes, podrían obtenerse valores significativos de la componente subterránea de la lluvia útil (infiltración), más importante en aquellas unidades con mayor superficie aflorante y espesor de los acuíferos, condiciones que por otra parte no se dan en los afloramientos presentes en esta Hoja.

SÁNCHEZ NAVARRO, J. (1.988) considera para sectores de las sierras prepirenaicas al E del río Gállego porcentajes de infiltración diferentes en función de que en la superficie de la unidad acuífera dominen materiales carbonatados o no; así aplica porcentajes de infiltración del 90% de la lluvia útil si la unidad estudiada es eminentemente carbonatada y del 50% si son representativos otros tipos de materiales. Por otro lado, en ITGE (1.985), se cifra en un 75% de la precipitación sobre los afloramientos calizos el posible volumen de infiltración en este extremo de la Sierra de Santo Domingo.

### **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 que, para la Hoja de Uncastillo son dos distintas:

La mitad occidental y una pequeña franja en el extremo meridional de la Hoja se inscribe en un dominio caracterizado por un régimen de humedad mediterráneo seco, en el que se incluyen las estaciones de Uncastillo y Lobera de Onsella:

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

**Tipo de verano:** maíz (M).

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

La zona dominada por el frente prepirenaico y su vertiente N se diferencia de la anterior tan sólo en su mayor régimen de humedad. Incluye las estaciones de Luesia, Biel y Longás:

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

**Tipo de verano:** maíz (M).

**Régimen de humedad:** mediterráneo húmedo (ME).

## **4. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL.**

### **4.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS CUENCAS.**

Según la clasificación decimal establecida por el MOPU, la mayor parte de los cursos de agua que circulan por el dominio de la Hoja de Uncastillo -Onsella, Asabón, Arba de Riguel, Arba de Luesia y Farasdués- se incluyen en cuencas de tercer orden o inferior, agrupadas en tres cuencas mayores de segundo orden, las de los ríos Gállego, Aragón y Arba de Luesia.

La divisoria de aguas entre el Gállego y el Aragón recorre la Hoja de N a S por el extremo oriental permitiendo medir una superficie de 51 km<sup>2</sup> para la primera de ellas. De esta superficie 31,8 km<sup>2</sup> corresponden a la cuenca del río Asabón, en la vertiente N de la Sierra de Santo Domingo, que salva en este tramo un desnivel de 160 m entre las cotas 1.000 y 840 m.s.n.m. En él confluyen algunos barrancos, en especial de su margen derecha, sobre los que circula un importante curso de agua de carácter permanente, como los de Salafuentes, Fontanizas, Nofuentes y Ferrera. En la vertiente S de la Sierra merece destacar también por su carácter permanente los barrancos de Los Bergales y de Planulero.

Por el sector más septentrional de la Hoja se sitúa la cuenca del río Aragón, con 145,9 km<sup>2</sup> de los que la mayor parte (137,7) son del río Onsella. Éste último es un río poco caudaloso que nace por la confluencia de varios barrancos en la vertiente N de la Sierra de Santo Domingo adquiriendo una orientación W-E en sus primeros kilómetros de recorrido, por los que circula entre los 520 y los más de 900 m.s.n.m. Los afluentes más importantes se sitúan en su cabecera -Caparrito, Fuentedora, Facillón y Arroyo Onsella- y por su margen izquierda -Fuentelas, Canales, Rinconera, Fuenfría y de Los Castillos-.

Sin embargo, la cuenca más importante de las situadas sobre la Hoja de Uncastillo es la encabezada por el río Arba de Luesia, sobre el que confluyen el Arba de Riguel, por su margen derecha, y Arba de Biel y Farasdués o Agonia por su margen izquierda. El ITGE (1.985) realiza una evaluación de los recursos hidráulicos en la cuenca del río Arba apoyándose en una serie de aforos directos durante el estiaje. Con ellos llega a determinar

las aportaciones subterráneas que para la zona de cabecera, incluida en la Hoja de Uncastillo, proporciona unos caudales que se señalan más abajo en cada subcuenca.

El Arba de Luesia nace de unas fuentes próximas a los 1.200 m.s.n.m. en el extremo occidental de la Sierra de Santo Domingo, circulando hacia el SW durante más de 24,1 km hasta abandonar el límite de la Hoja en la cota 640; la superficie de cuenca aquí incluida es de 111 km<sup>2</sup>. Los barrancos afluentes más importantes proceden de su margen derecha entre los que cabe citar dado su carácter permanente los de Fontanizas, Sisiyo y Portillo de Sibirana, además de los de Siasca y del Val, este último estacional al tener un elevado aprovechamiento. El caudal aportado en estiaje desde su nacimiento hasta Luesia es de unos 27 l/s.

Uncastillo está atravesado por el río Riguel, de muy escaso caudal, que nace también por la confluencia de una profusa red de barrancos muy jerarquizados entre los que destacan los de Chiles, Anas, y Canalizas. La superficie representada es de 105,8 km<sup>2</sup>, atravesada por un cauce orientado NE-SW y ligeramente más encajado que el resto de los ríos, pues llega a circular sobre los 560 m.s.n.m. en el extremo suroccidental. Desde su nacimiento hasta Uncastillo el caudal en estiaje es de unos 12 l/s.

El río Arba de Biel nace en las denominadas Fuentes del Arba, a más de 1.200 m.s.n.m., circulando con posterioridad de N a S hasta abandonar la Hoja en la cota 660; en estos límites la cuenca alcanza una superficie de 80 km<sup>2</sup>. Los barrancos afluentes son muy numerosos por ambos márgenes aunque la mayor parte son de carácter estacional; destacan sin embargo los de Calistro, Val de Biel y Cervera. El caudal de estiaje en Biel puede ser de unos 2 l/s.

La cuenca del río Farasdués está presente con tan sólo 14,5 km<sup>2</sup> de superficie y orientada también de NE a SW. Su nacimiento se produce en una serie de fuentes de pequeño caudal en el Arroyo de Valdeacú.

## **4.2. ZONAS DE REGADÍO.**

La superficie destinada al regadío es apenas testimonial. Tal y como se deduce del inventario actualizado de hectáreas de cultivo por términos municipales confeccionado por la D.G.A. (1.990) que se muestra en la Tabla 4.1, ésta cifra se eleva a 72 ha en tan sólo aquellos términos que adquieren una representación superficial significativa en la Hoja. De ellos destacan Luesia y Biel-Fuencalderas donde el regadío ocupa pequeñas parcelas en las márgenes de los ríos Riguel y Arba de Luesia.

El origen del agua del riego es superficial en todos los casos, aunque en estiaje los caudales de los ríos proceden en gran medida de la aportación subterránea y de algunos manantiales que se sitúan en las zonas de cabecera.

Por cultivos destacan el cereal de grano, los tubérculos para consumo humano y las hortalizas, todos integrados en un cultivo tradicional y característico de pequeñas huertas.

Dada la escasa representatividad del regadío en este sector, no se ha tenido en cuenta los efectos que pueden producir sus escasos excedentes a la hora de evaluar los recursos hídricos de las diferentes Unidades Hidrogeológicas que más adelante se citan.

**HOJA DE UNCASTILLO**  
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		VINEDO		OLIVAR		OTROS LEÑOSOS		VIVEROS		TOTAL CULTIVOS		DOT. REGADÍO	
	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.	ha3/año	
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	0	1446	30	0.14
Iserre	230	0	0	0	0	1	15	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	248	2	0.01	
Lobera de Onsella	107	0	0	0	0	1	0	0	0	0	10	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	120	2	0.01	
Longás	32	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	1	0.00	
Luesia	3724	0	0	4	0	10	0	0	0	0	62	7	0	4	0	0	31	0	8	0	0	0	0	0	0	0	3825	25	0.15	
Petilla de Aragón	169	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	194	2	0.02	
Uncastillo	6496	0	0	1	0	4	0	0	0	0	153	0	2	5	0	0	226	0	3	0	1	0	0	0	0	0	6881	10	0.06	
<b>TOTAL MUNICIPIOS</b>	<b>12094</b>	<b>21</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>21</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>336</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>261</b>	<b>0</b>	<b>17</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>12748</b>	<b>72</b>	<b>0.39</b>		

TABLA 4.1. Superficies de cultivos por municipios y dotaciones totales anuales para el regadío en los municipios representativos de la hoja de Uncastillo.



## 5. HIDROGEOLOGÍA.

### 5.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES.

La serie litoestratigráfica de la Hoja de Uncastillo incluye materiales de muy diferentes permeabilidades y características hidrogeológicas comprendidos entre el Triásico y el Cuaternario. Además, en función de condicionantes orográficos y tectónicos propios de las Sierras Exteriores, de sus estribaciones meridionales y de la disposición de los depósitos en la cuenca terciaria del Ebro se pueden diferenciar dos Unidades Hidrogeológicas que agrupan a su vez varias Unidades Acuíferas (fig. 5.1.):

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

*1.- Unidad Río Gállego.*

Sistema Hidrogeológico del Terciario Continental.

*2.- Subsistema Luna.*

*3.- Subsistema Guarga.*

*4.- Conglomerados de Biel.*

Sistema Hidrogeológico Pliocuaternalio.

*5.- Aluviales de los Arbas.*

Dado que la Sierra de Santo Domingo, y en general toda la alineación de las Sierras de Guara, representa el frente más meridional de los cabalgamientos pirenaicos, no cabe esperar una continuidad de los materiales mesozoicos alóctonos, y por tanto de los acuíferos, bajo los del Terciario continental en posiciones más al Sur de las Sierras dentro de la Cuenca del Ebro (ver cortes geológicos del Mapa Geológico). Sin embargo, en el Mapa de Encuadre Hidrogeológico Regional (Mapa 5.1), se contempla cómo estos materiales sí poseen una continuidad hacia el Norte, por debajo de la Fm. Campodarbe en todo el Sinclinorio del

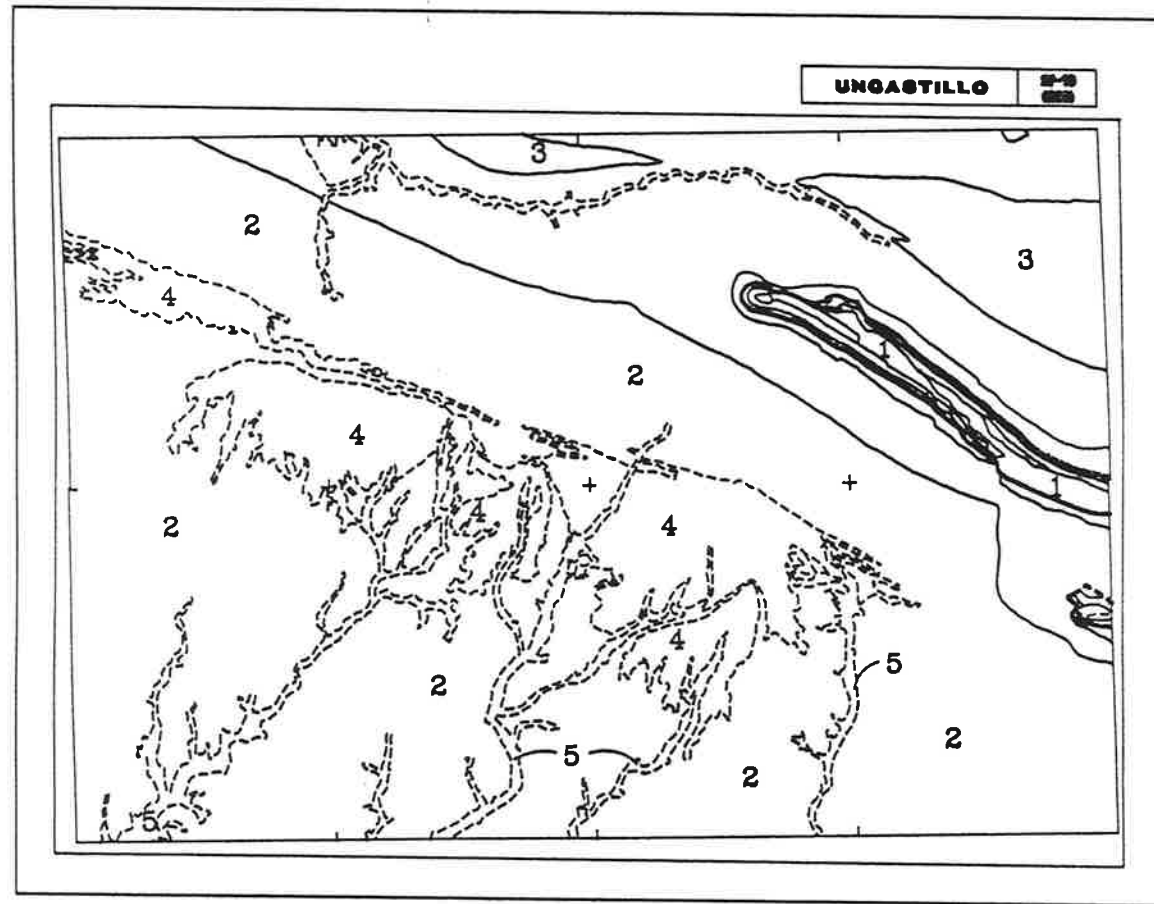


Figura 5.1: Esquema de la ubicación de las diferentes Unidades y Sistemas Acuíferos. La referencia de la numeración se incluye en el texto.



Guarga, que llega a enlazar con las Sierras Interiores tal y como lo demuestran diferentes sondeos petrolíferos.

Por otro lado, la posición de los acuíferos mesozoicos y terciarios que forman el autóctono de la cuenca del Ebro queda relegada a profundidades elevadas, que en este sector son del orden de 3.200-4.000 m (RIBA, O. 1.983), bajo el relleno de potentes series del terciario continental que aumentan hacia el Norte.

## **5.2. UNIDAD HIDROGEOLOGICA N° 18: SANTO DOMINGO-SIERRA DE GUARA.**

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

Esta Unidad forma parte del Subsistema 67e, perteneciente al Sistema acuífero n° 67: Sinclinal de Jaca (ITGE, 1.981). El sector que aquí se estudia corresponde a la terminación occidental de las Sierras Exteriores, que se conoce en esta zona bajo el nombre de Sierra de Santo Domingo; poco más al SE se repite la serie de esta unidad a la altura de la ermita de San Miguel de Liso.

Geológicamente el área de estudio se incluye 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, que muchas veces han constituido niveles de despegue, y el drenaje transversal que supone el que estén atravesadas transversalmente por importantes 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 estratigráficos que constituyen materiales impermeables son las lutitas y yesos del Muschelkalk medio (M<sub>2</sub>); las arcillas y yesos del Keuper que, con un espesor entre 10 y 125 m, actúan generalmente como nivel de despegue de las láminas cabalgantes, por lo que definen el impermeable regional de base; y finalmente las arcillas rojas en facies

Garum con unos 50-60 m de espesor. Estas últimas, debido a su escasa potencia y a la intensa tectonización del área no llegan a constituir un impermeable regional por lo que los acuíferos cretácico y eoceno suelen estar interconectados.

La Unidad Hidrogeológica queda confinada a techo de la serie por el impermeable regional de la Fm. Margas de Pamplona-Arguis, que se sitúa por encima de ella con una potencia variable según la ubicación de los afloramientos pero que oscila entre 150 m en la ermita de San Miguel de Liso E y los 600-700 m en la vertiente septentrional de la Sierra de Santo Domingo.

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; estos se reconocen en cada una de las diferentes Unidades Acuíferas en la que se divide la Unidad nº 18, aunque el porcentaje de superficie que aflora de cada acuífero depende de las estructuras geológicas en las que forman parte y de su posición geográfica dentro de la sierra.

- *Muschelkalk*: con una potencia entre 70-100 m en progresiva disminución hacia el sector occidental está formado de manera dominante por calizas micríticas tableadas y calizas margosas que afloran en ambos flancos del anticlinal. 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<sub>2</sub>), 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*: de las diferentes unidades litológicas descritas en el Cretácico Superior únicamente poseen interés hidrogeológico los tramos más calcáreos como los de calizas con Rudistas, las barras calcareníticas y el tramo más alto de calizas bioclásticas, que en conjunto muestran una potencia variable del orden de los 80-100 m en esta Hoja. Es un acuífero de alta permeabilidad por fisuración y karstificación (índice B<sub>2</sub>) aunque con una porosidad muy baja y pequeña capacidad de regulación.
  
- *Eoceno*: integrado por varias formaciones que agrupan unidades con litologías diversas, predominantemente calcáreas y de interés hidrogeológico. Destacan los niveles de calizas de Alveolinas y calizas con Nummulites de la Fm. Calizas de Guara que alcanzan en conjunto un espesor en la Hoja próximo a los 80 m. Estas formaciones definen un acuífero de alta permeabilidad por fisuración y karstificación (índice B<sub>1</sub>) aunque con una porosidad muy baja y pequeña capacidad de regulación que es notablemente reducida en las posiciones más occidentales de la Unidad Hidrogeológica, como es el caso que aquí se produce.

El conjunto de materiales carbonatados del Cretácico Superior-Eoceno configura a pesar de su escasa porosidad el acuífero de mayor interés debido a la gran potencia y permeabilidad que presenta en los sectores centrales y orientales de la Sierra de Guara.

- *Oligoceno-Mioceno*: entre todos los materiales permeables del Terciario Continental, sólo se incluyen dentro de esta Unidad los de facies más conglomeráticas que están adosados al borde de las sierras y en contacto con los materiales carbonatados, hecho que en los límites de la Hoja de Uncastillo no se observa. Estos pueden constituir niveles acuíferos de cierta porosidad por fracturación y de baja permeabilidad, que actúan como transmisores del flujo de los acuíferos carbonatados anteriores. A pesar de su relativo interés son descritos con más detalle dentro de la Unidad Hidrogeológica del Terciario Continental.

### 5.2.3. Parámetros hidrogeológicos.

#### ■ Parámetros hidráulicos.

No se tiene referencia de datos sobre parámetros hidráulicos en este sector de la Sierra aunque, a partir de la información aportada en otras áreas cabe esperar transmisividades inferiores a los 1.000 m<sup>2</sup>/día y permeabilidades menores de 100 m/día en el acuífero del Muschelkalk, que pueden ser más reducidas en los sectores occidentales del acuífero cretácico-eoceno por la progresiva disminución de su espesor.

#### ■ Piezometría. Funcionamiento hidrogeológico.

Debido a la complejidad estructural de la zona y a la interconexión de los dos niveles acuíferos no existe una identificación clara sobre la posición de la superficie piezométrica. Una primera aproximación de la misma puede realizarse en función del elevado número de manantiales inventariados en toda la sierra.

SÁNCHEZ NAVARRO, J., (1.988) diferencia en el sector central de la Sierra de Guara dos tipos de manantiales en función de condicionantes hidrogeológicos, del régimen de caudales y de la cota de drenaje:

- Surgencias en materiales carbonatados, sin substrato impermeable aflorante, que nacen en los puntos topográficos más bajos, en el propio cauce de los ríos o bien por cavidades situadas a menos de 1 m de altura del mismo. Las cotas varían entre los 500 y 950 m.s.n.m. El caudal es variable así como el funcionamiento, pues pueden tener un régimen de *trop-plein* o permanente; drenan principalmente el acuífero cretácico-eoceno. En la Hoja de Uncastillo no existen surgencias de estas características.
- Surgencias en materiales carbonatados con substrato impermeable aflorante (Keuper). Existe un fuerte condicionante geológico-estructural en la aparición de estas surgencias, por lo que pueden observarse también en cotas elevadas respecto a la red de drenaje de los ríos; las cotas oscilan entre los 640 y 1.200 m.s.n.m. El régimen de caudal es constante perteneciendo a este tipo todos los manantiales inventariados sobre esta unidad en la Hoja de Uncastillo; destacan la Fuente



Mayor (2710.4006) y El Fayar (2710.8007). Drenan indistintamente los dos acuíferos carbonatados triásico y cretácico-eoceno.

En lo que respecta al *funcionamiento hidrogeológico*, y de manera generalizada para toda la Unidad Hidrogeológica, la **recarga** se realiza en gran medida por la infiltración procedente de la lluvia útil; también, de forma ocasional y en otros sectores puede haber una recarga procedente de la infiltración en el cauce de los principales ríos y por pérdidas en embalses. La **descarga** principal de la Unidad se realiza por los manantiales y hacia los cauces superficiales de manera difusa; las extracciones en pozos o sondeos, aunque resultan en general escasas dentro de la Unidad, son inexistentes en esta Hoja.

En este sector de la Sierra de Santo Domingo, donde los acuíferos están muy verticalizados, la fisuración-karstificación es más importante en superficie y disminuye en profundidad. Con estas limitaciones, la circulación del agua subterránea en el acuífero no puede ser profunda limitándose a un flujo descendente en las cotas más altas y ascendente en las cotas bajas donde adquiere mayor permeabilidad (ITGE, 1.985).

Parte del drenaje subterráneo de la Sierra en este sector puede dirigirse hacia el congosto del río Gállego en la vecina Hoja de Agüero, que se circula entre las cotas 510 y 480 m.s.n.m. pudiendo generar una descarga de los acuíferos carbonatados a través de este cauce y de manera difusa. MARTÍNEZ GIL, F. et al. (1.986) observan que las aportaciones de los ríos prepirenaicos que atraviesan la Sierra de Guara proceden de tres tipos de escorrentía, una superficial y dos subterráneas. Una de estas últimas muestra escasa regulación procedente de grandes conductos y fisuras del macizo calcáreo; en la segunda se observa una regulación natural relacionada con la porosidad secundaria y con las microfisuras que es la que genera el caudal de base de los ríos.

Basándose en la tipología de las estructuras geológicas presentes en las Sierras Exteriores, en las series litológicas observadas y en el tipo de surgencias asociadas SÁNCHEZ NAVARRO, J. (1.988) diferencia 18 Unidades Acuíferas en todo el ámbito de las sierras que se agrupan bajo dos dominios hidráulicos diferentes. Con posterioridad el ITGE (1.989), en el "Estudio Hidrogeológico de la Sierra de Guara", diferencia 18 Unidades entre la Sierra Caballera y el extremo oriental de las Sierras Exteriores, que llegarían a un



total de 21 Unidades Acuíferas si se sumaran las correspondientes a las Sierras de Loarre y Santo Domingo, en el extremo occidental.

De ellas tan sólo se contabiliza una en los límites de la Hoja de Uncastillo y dentro de lo que se denomina Dominio Hidráulico Occidental. Cada Unidad tiene su propio sistema de recarga-descarga que depende principalmente de la extensión superficial de los afloramientos calcáreos, su grado de karstificación, geometría y cota topográfica, que condiciona en gran medida el volumen de recarga que genera las precipitaciones.

#### *Unidad Acuífera Río Gállego.*

Su límite oriental se sitúa en el anticlinal de Rasal (Hoja de Agüero), desarrollándose por la vertiente N de la Sierra de Loarre y por todo el anticlinal de Santo Domingo en ambos márgenes del río Gállego. Incluye también los afloramientos carbonatados del cabalgamiento de San Felices de escaso interés hidrogeológico, pues están desconectados hidráulicamente de los principales acuíferos de la Sierra debido a su estructura de "tête plongeante". Ocupa una extensión total de 60 km<sup>2</sup> de los que 41,5 son materiales carbonatados permeables que reducen su espesor notablemente hacia el W y, en especial, en la Sierra de Santo Domingo. La alineación NW-SE marca la dirección preferente del flujo subterráneo que tiene sus principales descargas por el manantial de Fuente Mayor (2710.4006) en su sector occidental, por los de Fuente La Rata (2810.5001) y el Fayar (2710.8007) en su parte central y de forma difusa principalmente al cauce del Gállego en su sector oriental, donde el elevado caudal de este río dificulta su cuantificación. La recarga de la unidad se puede evaluar en 7 hm<sup>3</sup>/año, que se desglosa en unos 2 hm<sup>3</sup>/año de recursos regulados y una aportación subterránea de 5 hm<sup>3</sup> al año -apenas 160 l/s- drenados en su mayor parte en los 3 km de transversal de la Unidad en el congosto del Gállego.

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

El número de puntos acuíferos inventariados sólo en la Hoja de Uncastillo y que forman parte de esta Unidad Hidrológica es de 8; sumando los de toda la Unidad este número se eleva a 27.

Todos ellos carecen de uso por lo que los caudales aportados pasan a engrosar las aportaciones superficiales de los barrancos. Destacan los ya mencionados Fuente Mayor (4006), que da lugar al nacimiento del río Onsella con un caudal de unos 5 l/s en estiaje, y El Fayar (8007), con un caudal constante de 10-20 l/s.

#### **5.2.5. Características químicas del agua subterránea.**

Las facies químicas observadas en la Sierra de Guara son de dos tipos (MARTÍNEZ GIL, et al., 1.986): bicarbonatada cálcica y bicarbonatada-clorurada cálcico-sódica, asociadas a los acuíferos cretácico eoceno y triásico respectivamente. Una tercera facies es la resultante de la mezcla de estos dos tipos anteriores, que muestra características intermedias.

En los análisis químicos realizados para toda la Unidad Río Gállego se pueden diferenciar dos de las tres facies, reflejadas en los diagramas triangulares de Piper-Hill y en los semilogarítmicos de Schoëller-Berkaloff que se adjuntan en el anexo de hidroquímica; además, la muestra nº 7 (2810.6003) adquiere características más próximas al acuífero triásico.

Las muestras analizadas de la Hoja de Uncastillo corresponden a las facies cretácico-eocena (nº 2710.8008) y facies de mezcla (nº 2710.8007). Son aguas de mineralización ligera y dureza media.

### **5.3. SISTEMA HIDROGEOLÓGICO TERCIARIO CONTINENTAL.**

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

La mayor parte de la Hoja, a excepción de la Sierra de Santo Domingo, queda bajo el dominio de una potente serie detrítica eocena y oligo-miocena de carácter continental (unidades 11-20 de la cartografía geológica), o transicional (unidades 9 y 10) que, en conjunto, puede llegar a tener un espesor de unos 3.200 m en la zona meridional y cerca de 4.000 m en el borde septentrional, con amplio desarrollo en el Sinclinal del Guarga y en la cuenca terciaria del valle del Ebro.

El ITGE (1.981 y 1.985) ya establece el carácter algo permeable de las facies transicionales y de algunas facies continentales, en especial de conglomerados, areniscas o calizas de la Fm. Uncastillo, aunque relega su posible interés hidrogeológico a la conexión que pudieran tener con los niveles carbonatados de las Sierras.

En general, y para un amplio sector al Sur de las Sierras Exteriores se pueden agrupar todas las unidades geológicas del terciario continental en formaciones con 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 proximales de abanicos aluviales y fluviales (unidades 15, 17, 19 y 20 de la cartografía geológica). En otros sectores, los conglomerados pueden estar adosados a las Sierras Exteriores, actuando como meros transmisores de su flujo por la evidente conexión hidráulica con la Unidad Hidrogeológica nº 18. Esta situación determina el que sólo los niveles conglomeráticos más adosados a las Sierras sean incluidos en esa misma Unidad.
- 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 anteriores 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. Destaca la formación Uncastillo o sus equivalentes Sariñena y Peraltilla. HIRST (1.983) y NICHOLS (1.984) identifican la existencia de dos grandes sistemas fluviales en estas formaciones: el Sistema de Luna y el Sistema de Huesca, de los que únicamente el primero está representado en los abanicos de esta Hoja (unidades 16 y 18).
- Formaciones con predominio de lutitas que intercalan esporádicos bancos tabulares de areniscas finas y, eventualmente, presencia de algunas capas carbonatadas y/o

yesíferas que pueden llegar a ser dominantes en ciertas áreas de la depresión del Ebro. Responden respectivamente a facies distales de abanicos fluviales y facies lacustres con abundante evaporación.

Por otro lado, el hecho de que parte del denominado Grupo Uncastillo pueda ser correlacionado con niveles del Grupo Campodarbe, y su continuidad estratigráfica, permite asignar una la misma clasificación a todos los materiales depositados en el Sinclinorio del Guarga:

- Unidades de la cartografía geológica que se asimilan al segundo tipo de formaciones: 9 (en facies marina), 10 (en facies de transición marino-continental), 12, 13 y 14.

- La Unidad 11 de la cartografía geológica se asimila al tercer tipo de formaciones.

En ausencia de nítidos criterios estructurales u orográficos que permitan la discretización hidrogeológica GARRIDO y AZCÓN (1.994) optan para ello, en un amplio sector del somontano, por un criterio sedimentológico habida cuenta de las implicaciones hidrogeológicas de las litofacies asimiladas a los mismos, para los que las dos primeras formaciones adquieren características acuíferas (índice C<sub>1</sub>) frente al tercer tipo en el que incluyen los impermeables (índice C<sub>2</sub>). 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 Luna*, coincidente con el sistema sedimentario descrito por HIRST (1.983) y NICHOLS (1.984) con el mismo nombre. Este Subsistema Hidrogeológico muestra en esta Hoja todas aquellas litologías y facies descritas en los dos primeros tipos de formaciones. Dentro de él se puede individualizar el acuífero de los *Conglomerados de Biel*.

De manera análoga, las facies continentales y transicionales que se depositan sobre el Sinclinorio del Guarga, en la mitad septentrional de la Hoja, adquieren características acuíferas similares a las descritas para los sistemas de Luna o Huesca pero que, dado que se disponen sobre el flanco N de las Sierras y sobre un potente paquete impermeable (Margas de Arguis) obliga a incluirlas en un subsistema diferente al que denominamos: *Subsistema Hidrogeológico Guarga*.

### 5.3.2. Definición de acuíferos.

En general, estos subsistemas constituyen acuíferos detríticos del tipo multicapa, de baja-muy baja permeabilidad por porosidad intergranular (índice  $C_1$ ), que es aportada generalmente por los paelocanales de areniscas en función de su cementación.

GARRIDO y AZCÓN (1.994) asignan a todo el Sistema Hidrogeológico unos límites y superficie muy amplios 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 Agüero se encuadra dentro de dos subsistemas: Luna y Guarga.

El *Subsistema Hidrogeológico de Luna* tiene una gran extensión dentro de la cuenca del Ebro extendiéndose por las Hojas limítrofes. Su sector más septentrional se localiza en la banda central de la Hoja de Uncastillo donde no llega a ponerse en contacto con los acuíferos carbonatados de las Sierras de Santo Domingo y de Loarre aunque esta situación sí se observa en otras zonas cercanas a través de los conglomerados oligo-miocenos del frente de los cabalgamientos. Las potencias del acuífero son variables y elevadas dependiendo de la posición en la que nos encontremos dentro de la cuenca terciaria; en este sector la potencia aflorante tan sólo es de unos 1.500 m.

La base impermeable del *Subsistema Hidrogeológico Guarga* la define la Fm. Margas de Pamplona-Arguis; sus equivalentes laterales de calizas bioclásticas arrecifales, la Fm Belsué-Atarés o las Areniscas de Yeste-Arrés de facies marino-transicional pueden sin embargo adquirir ciertas características muy permeables, como así lo demuestra la aparición de algunas surgencias caudalosas en su cambio transicional como por ejemplo la 4009. La potencia de este subsistema puede superar los 3.000 metros.

### 5.3.3. Parámetros hidrogeológicos.

#### ■ Parámetros hidráulicos.

No existen datos sobre ensayos de bombeo en ninguna de las captaciones inventariadas si bien, en otros sondeos ubicados en formaciones similares a la referida se han obtenido

datos de transmisividad del orden de 150 m<sup>2</sup>/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 en los que pueden ser superiores); coeficiente de almacenamiento del orden de 10<sup>-4</sup> o inferior. Estos valores pueden ser con probabilidad 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 materiales cuaternarios asociados.

El funcionamiento hidrogeológico es asimilable al de un acuitardo en el que los niveles detríticos groseros, más transmisivos, hacen las veces de colectores confinados por los niveles lutíticos. En este sentido, dentro del Subsistema Guarga, destaca la orla de surgencias de entre 2-10 l/s que aparecen en el techo de la Fm. Margas de Arguis y que drenan pequeños niveles calcáreos y de areniscas (formaciones 9-10 de la cartografía geológica), de entre 40-60 y 5 m de espesor respectivamente; a favor de estos niveles puede diferirse parte del flujo subterráneo del Grupo Campodarbe.

Algunas surgencias inventariadas sobre el contacto transicional con las facies medias-distales de los abanicos aluviales, como las aparecidas en el entorno de Longás y Lobera de

Onsella, pueden tener relación con una posible transferencia subterránea de los acuíferos carbonatados de la Sierra de Santo Domingo.

Las direcciones más probables del flujo subterráneo pueden estar reguladas por las cuencas de los principales ríos que atraviesan el Sistema, entre los que destacan por el encajamiento de su cauce el Gállego, en las vecinas Hojas de Agüero y Ayerbe, que impone además, a escala regional, un flujo subterráneo con una componente dominante S.

La elaboración de un balance de aguas para estos Subsistemas a partir del estado actual de conocimiento, tanto del acuífero como de cada uno de los términos que intervienen en el mismo, puede resultar impreciso por lo que únicamente se procede a enumerar los factores que pueden incluirse.

**Recarga:**

- Infiltración a partir de la lluvia útil y por infiltración del agua de escorrentía superficial en cauces principales (Arbas, Asabón, Onsella y Gállego) y barrancos que mantienen una estrecha relación con el sistema.
- 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 transferencia subterránea profunda en el frente de los cabalgamientos.
- Infiltración debida a los excedentes de riego en los terrenos cultivados directamente sobre este Sistema y que puede llegar a tener cierta importancia en los sectores dominados por los riegos del Alto Aragón, Hoya de Huesca y Bardenas, todos ellos más al S y E. En la Hoja de Uncastillo la superficie de regadío inventariada sobre esta unidad es irrelevante.
- Drenaje subterráneo procedente de los diversos acuíferos aluviales, de glaciares y terrazas o pliocuaternarios indiferenciados integrantes del Sistema Hidrogeológico Pliocuaternario.

- Posible transferencia profunda por flujos ascendentes desde el Terciario Marino y del Mesozoico confinados, dado el alto potencial hidráulico que con probabilidad poseen estas unidades.

**Descarga:** es atribuible en general a flujos subterráneos con circulaciones 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:

- Descarga asociada a diversas zonas húmedas conocidas bajo el nombre de paúles y que pueden encontrarse en sectores más al SE del Somontano sobre las formaciones pliocuaternarias (SÁNCHEZ NAVARRO, J. et al., 1.988).
- Drenaje subterráneo, de manera difusa, directamente a lo largo de los cauces en los principales ríos.
- Descarga por surgencias puntuales debidas en su mayor parte al drenaje de niveles colgados.
- Transferencia a otras unidades terciarias y mesozoicas más profundas y a los acuíferos superficiales pliocuaternarios.
- Extracción por bombeos de los sondeos penetrantes en esta unidad, si bien son escasos y con un volumen anual de extracción muy reducido.

#### ■ *Conglomerados de Biel.*

Por su total desconexión con los acuíferos carbonatados de la Sierra de Santo Domingo se considera como un acuífero independiente. Se extiende a lo largo del límite septentrional del Subsistema Luna alcanzando una aproximada de 57,2 km<sup>2</sup> y una potencia conjunta inferior a los 1.500 m. La permeabilidad está proporcionada en mayor medida por la fracturación de los paquetes conglomeráticos y, en segundo lugar, por la porosidad intergranular y la disolución de la matriz.



El volumen de entradas al acuífero es del orden de 4,2 hm<sup>3</sup>/año frente a unas salidas reguladas próximas a 1 hm<sup>3</sup>, que tienen su principal manifestación en dos surgencias al Norte de Biel: 2710.7003 y 2710.7004; el resto se drena en los barrancos que surcan los conglomerados y de forma difusa a través de los rellenos de fondos de valle. El total de puntos acuíferos inventariados en estos conglomerados es de 11, todos ellos manantiales con caudales entre menos de 0,5 y 20 l/s.

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

Se han contabilizado un total de 51 puntos, 11 surgencias en conglomerados de Biel, 4 en caliza bioclástica y areniscas de la Fm. Yeste-Arrés, 32 manantiales repartidos entre los 2 subsistemas, alguno de ellos influenciado por aporte de pequeños depósitos cuaternarios, y 4 sondeos.

El régimen de funcionamiento de estas descargas es en general variable en función de la época del año aunque, por término medio, drenan un caudal comprendido entre 0,5-10 l/s. Destacan sin embargo por su caudal las surgencias de Corral de Castelfernando (2710.6001) con 10 l/s, Fuente Sora (2710.4005) con 2-10 l/s, Fuenfría (2710.1005) con 1-5 litros por segundo, Pintaso (2710.2009) con 3-5 l/s y Val de Biel (2710.7003) con 4-20 l/s, que sirven además de abastecimiento urbano a los núcleos de Uncastillo, Longás, Sos del Rey Católico, Isuerre y Biel respectivamente. Otras poblaciones abastecidas con aguas subterráneas son Petilla de Aragón (2710.1002 y 2710.2003), Lobera de Onsella (2710.3008) y Fuencalderas (2710.8003).

El resto de puntos carece de un uso definido, siendo destinados en general al abastecimiento de diversas fuentes públicas que incrementan el aporte de los barrancos.

Las obras de captación actuales construidas sobre este Sistema (sondeos o pozos) proporcionan un rendimiento que, aunque es suficiente para las necesidades requeridas, resulta escaso dadas las posibilidades del acuífero. 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 superior a los 2-3 l/s.

#### **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 aguas subterráneas del Subsistema Guarga muestran una facies con gran dispersión de puntos en la que domina el tipo bicarbonatada cálcica, aunque algunas muestras pueden elevar su concentración en sulfatos. Son aguas de mineralización ligera y dureza media.

Los análisis correspondientes a los Conglomerados de Biel se agrupan en facies bicarbonatada cálcica con mineralización ligera y dureza media, si bien los valores medidos son ligeramente inferiores a los anteriores, así como los de sulfatos y magnesio.

Por último, dentro del Sistema Hidrogeológico del Terciario Continental, se ha diferenciado la facies hidroquímica correspondiente a las unidades geológicas de transición marina a continental. Son aguas muy agrupadas dentro del tipo bicarbonatado cálcico con muy baja concentración en cloruros y sodio. La mineralización es en general ligera y la dureza media.

#### **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 y que no son encuadrables en las tipologías anteriores.

Dentro de los límites de esta Hoja se describe parcialmente los aluviales de los Arbas, aunque es en sus cursos bajos respectivos donde adquieren mayor extensión superficial y potencia, lo que les ha permitido encuadrarlos en la denominada Unidad Hidrogeológica nº 61: Arbas (C.H.E., 1.993), cuya descripción detallada se realiza en la vecina Hoja de Luna.

#### **5.4.1. Acuíferos aluviales de los Arbas.**

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

Constituido por todos aquellos depósitos cuaternarios de gravas, arenas y limos que se encuentran en conexión hidráulica con los cauces principales de los ríos Arba de Luesia, Arba de Biel, Farasdués y Riguel; en general corresponden a las terrazas inferiores y recientes de la dinámica fluvial, destacando por su interés hidrogeológico las de los dos primeros ríos mencionados. Suelen estar drenados por manantiales situados a cotas próximas a la del río. En la zona de estudio alcanzan en conjunto una extensión aproximada de 14,5 km<sup>2</sup> y espesores de hasta 8 m.

Se pueden definir en general como acuíferos detríticos libres, de alta permeabilidad por porosidad intergranular (índice A<sub>1</sub>) y de extensión variable que siguen la alineación de los cauces actuales. Los escasos metros de espesor saturado que pueden tener en estos tramos altos de los cursos los califican como poco aptos para la regulación. Los límites del acuífero vienen definidos por el Sistema Terciario Continental, de menor permeabilidad y con el que está en conexión hidráulica.

##### **Parámetros hidrogeológicos.**

Aunque las captaciones inventariadas en esta Hoja carecen de datos de aforo sí se dispone de ensayos en otras zonas de la Unidad y que son extrapolables al sector de estudio.

Los ensayos de bombeo realizados en pozos de los *acuíferos aluviales* proporcionan transmisividades entre 100 y 400 m<sup>2</sup>/día, en el curso bajo del río Arba de Luesia, y de 600 m<sup>2</sup>/día en el del Arba de Biel; para los cursos altos cabe suponer valores de la transmisividad raramente superiores a 100 m<sup>2</sup>/día. Las permeabilidades pueden suponerse entre los 10-90 m/día y porosidades eficaces superiores al 10% por la ausencia de cementación en las gravas.

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

No se dispone de datos sobre la posición del nivel freático, aunque es de suponer que oscile entre menos de 1 m y el espesor máximo del acuífero en cada lugar. El flujo subterráneo seguirá las direcciones de los ríos, que puede tener carácter influente en todos los cursos altos cambiando a efluente hacia las zonas bajas.

El *funcionamiento hidrogeológico* es similar al de los acuíferos aluviales de los ríos prepirenaicos. La **recarga** se debe a: infiltración de la lluvia útil; 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** se realiza por: drenaje puntual en manantiales; extracciones por bombeo; transferencia subterránea al Sistema Terciario infrayacente y por el drenaje en los propios cauces.

### **Balance.**

Las entradas conjuntas a los Arbas en este sector pueden alcanzar los 1,5 hm<sup>3</sup>/año, que proceden en gran medida de la infiltración de lluvia útil. Las salidas reguladas por los manantiales (y pequeños bombeos) se elevan a 0,3-0,4 hm<sup>3</sup>/año. El balance conjunto para toda la Unidad Hidrogeológica nº 61 se expone en la descripción hidrogeológica de la Hoja de Luna (27-11).

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

Existe 13 puntos inventariados en todo el conjunto de los aluviales mencionados con anterioridad. De ellos 8 son manantiales, 2 sondeos que atraviesan este acuífero, 2 pozos excavados de pequeño espesor y 1 pozo tipo radial.

Con caudales del orden de un litro por segundo, algunos son utilizados para reforzar el abastecimiento urbano de tres núcleos: Uncastillo (2710.6005 al 6008), Luesia (2710.6003, 2710.7001 y 2710.7002) y Biel (2710.8005). El resto sirven de abastecimiento a pequeñas fincas urbanas.

### **Características químicas del agua subterránea.**

En el anexo 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.

### **5.5. OTROS MATERIALES DE INTERÉS HIDROGEOLOGÍCO.**

Al SW de la Sierra de Santo Domingo y al Norte de la Hoja, en la cuenca del Onsella, es fácil observar depósitos formados por rellenos de fondos de valle o terrazas altas desconectadas de los ríos, cuyas litologías de gravas y limos favorecen la permeabilidad y el almacenamiento de agua. En general carecen de interés por su escasa capacidad de regulación, aunque en situaciones locales y por su relativo grado de permeabilidad puedan tener un uso potencial determinado.

Se han inventariado 4 puntos sobre estos depósitos: 2 en el aluvial del Onsella (2710.2001 y 2710.2010) y 2 en barrancos (2710.5002 y 2710.8004). De ellos destaca éste último utilizado en el abastecimiento urbano de Fuencalderas.

## 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.

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

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.

SÁNCHEZ NAVARRO. J.A. et al. (1.988). Manifestaciones hidrológicas e hidroquímicas de flujos subterráneos procedentes de formaciones poco permeables del terciario en el Somontano de Huesca. *Estudios geológicos*, 44: pp. 445-452.

**ANEXO I**  
**CLIMATOLOGÍA**



ESTACION METEOROLOGICA: LUBSIA (9316)

PRECIPITACIONES (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1941	126.1	72.7	38.7	79.2	65.9	51.9	39.9	57.6	97.0	4.0	81.2	8.9	723.1
1942	83.7	12.4	51.1	175.5	42.0	23.4	28.7	58.4	112.0	44.0	32.2		
1943	72.6	46.9	50.9	88.4	20.2	8.3	94.6	28.0	68.8	84.4	28.7	63.7	655.5
1944	2.5	41.2	5.7	27.6	113.0	55.2	18.0	85.3	141.4	58.0	32.6	70.1	650.6
1945	132.4	2.6	80.5	16.2	15.9	92.0	28.2	118.4	14.0	47.7	72.6	90.5	704.4
1946	26.0	13.2	27.7	175.2	171.6	25.6	13.9	38.9	13.4	27.1	31.8	144.7	709.1
1947	26.2	108.4	83.0	12.3	120.8	19.3	10.4	68.2	123.0	30.7	39.9	60.0	702.2
1948	184.5	10.5	60.5	48.1	104.2	20.0	14.2	36.4	22.1	28.0	2.0	46.4	576.9
1949	15.0	4.1	36.8	25.0	77.4	25.8	14.7	88.5	220.4	53.2	73.4	38.9	673.2
1950	43.5	52.4	59.6	35.9	60.8	14.5	11.6	23.2	1.9	5.9	33.3	101.1	443.7
1951	54.9	92.0	103.8	95.0	100.2	56.0	15.7	61.7	76.6	22.4	102.4	68.1	848.8
1952	65.1	49.3	88.7	205.0	61.8	24.4	69.9	41.3	48.1	80.3	56.0	91.0	880.9
1953	33.8	14.0	15.1	52.3	24.3	187.0	4.6	11.7	23.2	139.8	15.5	141.5	662.8
1954	30.6	92.0	72.7	52.9	88.7	58.4	23.3	11.7	15.9	6.5	90.1	46.8	589.6
1955	97.2	68.1					48.1	15.6	16.0	63.5			
1967		56.2	44.2	61.9	38.5	10.8	10.5	61.5	28.0	66.0	247.1	49.0	
1968	11.5	55.7	40.0	71.0	69.6	30.8	34.1	102.5	25.0	5.0	129.0	76.0	650.2
1969	62.1	69.4	177.0	199.8	84.0	70.5	67.0		179.0	81.0	52.0		
1970	158.0	38.0	14.5	0.0	76.0	84.0	0.0	111.0		64.5	63.0	35.5	
1971	89.0	41.0	27.0	154.0	131.5	108.0	95.0	75.0	126.0	60.0	55.0	78.0	1039.5
1972	130.0	143.0	61.0	30.5	89.0	55.0	37.0	44.5	111.5	40.0	92.0	96.0	929.5
1973	71.0	54.0		39.0	70.0							60.0	
1974	10.0	55.0	196.0	27.0	57.0	61.0	24.0	44.0	54.0	44.0	93.0	0.0	665.0
1975		88.0			155.0	47.0		5.0	86.0	15.0	30.0	67.0	
1976	23.0	53.0	21.0	76.0	55.0	0.0	49.0	115.0	37.0	51.0	74.0	113.0	667.0
1977		69.0	31.0	4.0	95.0	142.0							
AÑO MEDIO	67.3	53.9	60.3	72.7	79.5	53.0	32.7	56.7	71.3	46.8	66.4	70.3	730.8
D.DST	51.0	33.9	47.4	63.2	39.3	44.6	26.9	34.5	59.1	31.8	50.2	36.3	

## ESTACION METEOROLOGICA: BIEL (9322)

## PRECIPITACIONES (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1950							8.9	34.9	5.0	16.1	43.4	123.0	
1951	60.8	120.0	86.7	57.6	88.0	57.7	22.0	38.8	42.8	35.0	64.2	62.7	736.3
1952	70.2	52.0	75.6	145.0	49.9	31.9	121.3	85.2	39.3	65.6	47.8	126.5	910.3
1953	49.1	48.7	20.0	50.0	19.3	177.1	9.2	15.0	12.8	110.6	7.1	171.2	690.1
1954	57.9	99.3	113.3	22.8	69.8	76.8	31.3	21.9	32.0	26.9	124.0	61.6	737.6
1955	184.4	121.9	20.0	29.6	16.6	189.3	68.4	46.4	42.3	73.5	89.9	145.0	1027.3
1956	137.3	75.7	172.5	135.1	152.1	16.1	10.3	65.3	94.0	13.0	23.1	44.6	939.1
1957	9.7	43.8	24.2	80.1	100.7	239.4	10.9	66.7	35.0	37.5	6.7	38.8	693.5
1958	46.4	34.9	131.8	26.7	123.3	69.2	76.8	17.0	54.7	29.5	3.7	257.0	871.0
1959	22.3	104.0	197.8	55.1	70.6	62.9	40.2	42.7	238.8	93.5	142.3	140.2	1210.4
1960	59.0	127.6	99.6	1.2	47.7	18.7	29.9	33.2	63.1	159.9	53.8		
1961	32.1	12.9	3.7	69.5	108.6	22.0	10.9	5.0	70.2	86.6	128.5	71.0	621.0
1965										95.7	183.1	107.3	
1966	114.4	145.6	6.5	138.6	83.1	83.3	14.6	14.2	67.8	192.7	226.4	46.1	1133.3
1967	55.8	74.9	55.5	69.9	40.7	9.6	22.5	10.0	34.7	65.0	310.5	81.8	830.9
1968	29.0	84.4	53.0	90.6	75.5	30.4	30.6	92.3	29.5	24.4	130.2	105.9	775.8
1969	76.7	86.2	168.0	235.8	82.6	84.5	68.3	11.2	231.5	95.6	67.3	81.5	1289.2
1970	163.7	55.0	19.5	7.0	78.3	95.3	5.7	73.5	0.5	83.2	84.0	41.5	707.2
1971	116.6	57.3	42.3	167.5	174.3	119.6	192.8	37.2	101.0	40.0	63.3	52.7	1164.6
1972	128.0	164.0	72.8	46.0	101.4	66.6	46.5	33.3	136.5	78.0	84.8	116.2	1074.1
1973	97.1	46.1	10.4	44.1	99.5	56.3	18.9	55.4	20.3	34.4	74.9	73.0	630.4
1974	59.8	89.5	168.5	35.9			19.0	53.3	48.7	86.4	122.8	20.5	
1975	95.8	134.0	112.2		140.2	51.1	4.5	37.2	74.7	23.5	93.2	82.8	
1976	31.4	82.7	47.7	118.2	81.2	23.2	48.2	85.9	52.3	146.1	93.5	189.1	999.5
1977	132.9	67.1	44.2	23.5	115.5	148.0	35.3	39.1	15.3	213.0	45.7	124.4	1004.0
1978	188.7	73.0	113.7	117.9	43.1	45.2	18.0	15.0	55.5	3.0	6.0	137.2	816.3
1979	317.2	135.6	72.0	54.7	175.8	33.0	20.2	24.7	42.0	120.3	50.3	79.1	1124.9
1980	35.0	64.0	121.9	48.7	154.9	57.2	9.3	27.1	93.5	144.5	113.9	89.4	959.4
1981	26.6	78.8	41.6	69.8	85.5	42.0	34.2	13.5	77.5	64.0	1.0	220.7	755.2
1982	105.5	72.7	50.7	54.5	50.0	32.5	90.2	66.6	78.9	146.7	162.8	168.1	1079.2
1983	0.0	143.1	49.8	101.3	30.6	83.9	24.1	120.7	2.0	14.1	162.0	70.2	801.8
1984	80.8	45.8	135.2	70.5	136.7	73.7	0.0	32.5	14.4	122.5	328.2	36.4	1076.7
1985	89.8	74.1	71.7	86.3	96.9	19.7	18.3	0.0	11.0	22.0	100.0	88.0	677.8
1986	82.2	111.7	26.0	188.8	36.0	50.0	14.0	4.3	86.1	56.5	102.0	71.3	828.9
1987	72.5	57.5	43.0	113.5	36.0	50.0	49.5		14.1				
AÑO MEDIO	85.7	84.4	74.9	79.9	86.4	69.3	36.0	40.0	59.3	77.0	98.2	100.8	891.9
D.DST	63.4	36.5	53.4	54.3	44.0	53.7	38.7	29.0	55.0	54.3	78.1	55.2	

ESTACION METEOROLOGICA: UNCASTILLO (9329)

PRECIPITACIONES (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1941	29.0	37.0	20.0	62.0	40.0	42.0	23.0	39.0	13.3	0.0	86.0	4.0	395.3
1942	50.0	14.0	47.0	145.0	24.0	10.0	17.0	43.0	70.0	30.0	14.0	22.0	486.0
1943	49.0	26.0	27.0	44.0	22.0	3.0	49.0	16.0	12.0	30.0	9.0	15.0	302.0
1944	0.0	29.0	7.0	11.0	63.0	35.0	13.0	37.0	53.0	24.0	27.0	35.0	334.0
1945	47.0	0.0	39.0	8.0	2.0	17.0	61.0	58.0	8.0	31.0	57.0	79.0	407.0
1946	29.0	3.0	32.0	147.0	174.0	26.0	11.0	19.0	13.0	18.0	27.0	159.0	658.0
1947	31.0	107.0	78.0	11.0	97.0	18.0	10.0	60.0	120.0	23.0	20.0	24.0	599.0
1948	139.0	10.0	39.0	30.0	51.0	22.0	11.0	18.0	13.0	19.0	0.0	20.0	372.0
1949	6.0	2.0	36.0	27.0	68.0	22.0	10.0	102.0	120.0	68.0	40.0	29.0	530.0
1950	31.0	69.0	41.0	24.0	73.0	10.0	5.0	35.0	3.0	7.0	28.0	96.0	422.0
1951	50.0	77.0	75.0	52.0	63.0	0.0	0.0	77.0	38.0	26.0	52.0	40.0	550.0
1952	44.0	21.0	38.0	96.0	40.0	22.0	88.0	17.0	26.0	52.0	24.0	63.0	531.0
1953	40.0	7.0	1.0	52.0	7.0	161.0	0.0	4.0	22.0	104.0	13.0	71.0	482.0
1954	54.0	54.0	77.0	11.0	56.0	33.0	25.0	5.0	17.0	4.0	57.0	30.0	423.0
1955	73.0	57.0	15.0	28.0	8.0	47.0	52.0	21.0	14.0	49.0	18.0	71.0	453.0
1956	51.0	47.0	79.0	69.0	82.0	2.0	4.0	39.0	58.0	5.0	29.0	25.0	490.0
1957	8.0	38.0	10.0	72.0	63.0	186.0	13.0	37.0	5.0	17.0	5.0	33.0	487.0
1958	72.0	17.0	65.0	20.0	89.0	79.0	43.0	16.0	38.0	18.0	11.0	96.0	564.0
1959	32.0	46.0	85.0	30.0	68.0	49.0	39.0	43.0	191.0	110.0	101.0	91.0	885.0
1960	58.1	61.8	94.0	0.0	52.0	73.5	13.5	34.0	63.0	171.7	39.0	96.9	757.5
1961	46.7	13.7	13.3	76.1	116.5	30.3	5.5	11.0	154.0	49.1	166.7	39.4	722.3
1962	59.6	43.6	65.8	41.1	43.3	8.2	2.0	0.0	122.4	47.8	58.3	37.7	529.8
1963	62.2	61.5	49.5	80.1	23.5	66.4	47.5	165.3	43.9	0.0	69.1	59.5	728.5
1964	0.0	61.0	41.2	100.1	43.0	81.3	71.5	0.0	62.4	62.1	81.5	45.8	649.9
1965	75.1	30.0	77.1	3.0	17.2	13.0	0.0	7.2	87.7	68.9	96.1	52.5	527.8
1966	43.5	81.5	0.0	92.7	67.0	41.7	19.0	20.5	41.0	107.0	111.0	26.0	650.9
1967	30.5	32.0	36.0	53.5	22.5	8.0	38.0	35.4	12.5	34.3	173.5	0.0	476.2
1968	10.5	46.5	44.5	54.0	72.0	38.0	32.8	47.5	15.8	15.5	68.0	50.0	495.1
1969	33.0	42.4	109.4	141.4	68.4	46.0	21.0	1.0	165.4	39.6	20.0	54.0	741.6
1970	89.0	56.5	12.5	0.0	45.6	53.5	10.0	52.8	0.0	40.0	44.5	27.0	431.4
1971	70.7	13.0	18.0	107.0	115.0	112.7	128.2	15.6	60.0	30.0	43.5	32.1	745.8
1972	67.8	77.5	38.1	23.4	79.3	54.4	128.5	20.1	96.5	41.5	79.0	64.0	770.1
1973	53.0	25.9	5.5	25.2	70.8	76.0	19.5	32.3	20.2	22.5	58.3	44.7	453.9
1974	38.5	64.2	109.7	34.0	28.2	50.7	21.8	62.7	32.5	55.0	84.4	6.5	588.2
1975		58.5	71.6	37.3	110.8	18.6	19.6	36.5	68.0	10.5	76.5	55.5	
1976	9.6	45.4	41.5	35.4	37.3	12.1	80.6	78.4	29.5	100.7	34.7	55.3	560.5
1977	70.0	33.9	27.6	15.8	66.8	111.2	5.0	16.0	0.0	122.7	25.8	39.9	534.7
1978	119.7												
1980	16.7	69.6	66.4	19.9	116.7	29.3	9.0	24.0	21.3	81.0	70.2	45.4	569.5
1981	12.2	18.9	20.0	51.9	59.8	24.0	11.0	42.5	33.5	35.0	0.5	107.2	416.5
1982	43.3	50.3	11.3	36.3	47.8	18.1	60.4	67.5	42.2	84.5	60.6	100.9	623.2
1983	0.0	84.8	35.2	66.5	18.4	40.8	20.9	116.1	8.5	9.5	96.7	32.9	530.3
1984	43.8	25.6	75.6	53.3	110.7	39.7	7.0	11.0	9.2	42.8	192.8	25.0	636.5
1985	43.3	47.8	53.5	46.2	83.0	34.0	27.9	0.0	1.0	12.0	51.5	47.2	447.4
1986	41.1	85.4	23.4		15.5		13.0	5.2	39.5	54.7	56.3		
1987	54.5	41.6	31.5	54.5	18.0	21.0	81.8		5.0				
AÑO MEDIO	45.1	43.0	44.1	49.7	58.6	42.9	30.4	36.1	46.0	44.8	56.3	50.0	547.0
D. DST	28.8	25.5	28.9	37.6	36.0	39.4	31.7	33.4	47.0	37.5	44.2	32.0	

## ESTACION METEOROLOGICA: LUESIA (9316)

## TEMPERATURAS (°C)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1941	1.3	5.6	8.6	9.6	10.9	18.7	21.1	19.1	18.6	13.4	7.4	5.1	11.6
1942	2.1	3.0	9.3	10.9	14.4	19.6	21.8	21.1	18.2	15.3	8.4	6.1	12.5
1943	6.8	6.5	9.1	13.4	16.9	20.7	20.9	22.9	17.8	13.7	6.6	4.9	13.3
1944	7.3	2.3	8.1	12.3	15.0	17.8	20.8	22.5	17.4	9.8	8.6	3.8	12.1
1945	0.5	9.2	10.7	15.1	16.5	20.9	23.1	19.5	20.5	15.4	9.2	6.2	13.9
1946	4.1	8.0	7.9	10.4	11.8	17.7	22.4	21.5	19.7	15.8	8.3	3.8	12.6
1947	4.6	4.0	9.4	13.7	14.5	20.8	24.1	22.3	18.1	14.7	11.8	4.2	13.5
1948	5.9	6.9	11.8	10.7	13.6	18.4	19.5	21.3	18.7	13.7	11.4	7.2	13.3
1949	6.0	7.9	7.5	14.4	13.3	19.7	23.8	23.4	19.4	14.4	8.4	5.7	13.7
1950	5.2	6.7	9.3	9.2	14.0	20.7	24.0	20.9	18.3	14.7	9.5	2.3	12.9
1951	4.3	3.0	6.1	9.6	10.8	17.7	21.2	19.0	17.8	11.8	8.4	6.7	11.4
1952	2.5	4.5	10.8	11.5	15.6	20.5	20.9	20.6	15.1	14.1	7.5	5.4	12.4
1953	2.8	3.8	8.5	10.2	17.2	14.2	19.5	21.7	23.1	12.6	9.3	8.2	12.6
1954	2.2	1.2	7.7	9.8	12.3	17.0	18.1	18.7	18.5	15.5	10.2	6.0	11.4
1955		4.1					21.7	21.4	17.1	12.4			
1965							17.6						
1966		6.0	9.3	10.6	14.8	19.1	19.6	21.0	22.5	13.7	4.2	6.4	
1967	5.9	7.0	9.9	10.0	14.3	17.5	24.1	21.9	17.4	15.4	9.9	4.5	13.1
1968	8.3	8.4	10.0	12.4	13.9	17.5	22.2	19.5	17.5	17.1	8.7	4.0	13.3
1969	4.8	3.3	5.7	8.8	13.3	15.8	23.1	20.8	14.6	13.4	5.9		
1970	4.6	3.6	4.7	8.8	14.1	18.4	20.8	19.4		12.1	9.6	3.9	
1971	5.0	8.1	1.3	8.2	8.6	13.2	19.7	21.6	17.5	12.4	5.0	3.6	10.4
1972	1.5	4.4	7.0	8.6	10.7	14.8	19.1	18.0	14.4	11.0	9.0	4.0	10.2
1973	4.6	4.9	2.8	5.4	10.4							3.6	
1974	6.3	3.9	6.7	8.1	12.2	17.9	19.7	19.4	15.8	7.2	6.7	6.2	10.8
1975	4.5	4.5	3.3	7.8	11.6	17.5		21.6	16.8	15.6	8.9	3.9	
1976	5.8	4.7	6.6	6.6	12.9	18.6	19.0	20.8	16.2	14.2	5.6	1.5	11.0
1977	4.5	6.9	9.1	7.4	10.9	14.4							
AÑO MEDIO	4.5	5.3	7.7	10.1	13.3	18.0	21.1	20.8	18.0	13.6	8.3	4.9	12.1
D.DST	2.0	2.1	2.6	2.4	2.2	2.2	1.9	1.4	2.1	2.1	1.9	1.6	

## ESTACION METEOROLOGICA: BIEL (9322)

## TEMPERATURAS (°C)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1966												7.7	
1967	6.7	8.1	13.5	13.1	16.7	20.4	24.5	24.6	21.5	19.0	11.4	6.3	15.5
1968	8.1	7.8	10.0	13.6	15.7	20.5	23.2	22.6	18.9	18.1	9.1	5.1	14.4
1969	5.3	3.2	7.8	11.0	15.4	18.2	23.2	22.3	16.3	14.8	7.2	3.4	12.3
1970	5.5	7.1	7.3	11.8	16.5	21.7	25.0	23.2	22.3	14.6	11.7	5.2	14.3
1971	5.5	8.9	6.2	13.4	15.5	18.2	23.7	23.7	19.7	15.8	6.1	5.6	13.5
1972	2.9	5.0	7.0	9.2	12.1	15.9	20.3	18.7	13.9	11.6	8.3	3.6	10.7
1973	3.4	4.0	6.5	8.6	14.2	17.5	20.5	21.9	17.4	11.5	7.4	3.2	11.3
1974	4.5	3.9	5.4	9.5	13.4		20.4	19.8	15.0	8.1	7.1	6.0	
1975	5.7	5.7	5.0	9.9	12.1	17.2	21.1	20.7	15.7	12.0	6.5	3.1	11.2
1976	4.6	5.2	7.6	8.8	15.1	19.9	20.8	20.3	14.7	10.2	5.7	4.3	11.4
1977	3.4	6.6	8.8	10.9	11.4	15.5	18.2	18.3	17.6	12.9	7.3	5.8	11.4
1978	2.3	5.6	7.5	8.0	12.0	15.3	20.1	20.9	18.9	12.8	7.0	4.9	11.3
1979	3.9	4.8	6.1	7.7	13.4	18.0	21.0	19.5	17.3	12.2	6.9	5.8	11.4
1980	3.6	6.9	6.9	8.3	11.1	15.6	18.9	21.7	18.9	11.7	6.0	2.9	11.0
1981	4.2	3.7	9.7	9.6	12.0	18.9	20.1	21.2	18.6	12.0	8.6	5.2	12.0
1982	5.6	5.6	6.9	10.6	13.8	19.0	22.5	19.7	17.3	10.6	6.9	4.1	11.9
1983	4.5	2.3	8.4	8.6	11.7	18.2	23.2	20.0	18.4	13.5	9.6	4.8	11.9
1984	3.8	3.4	4.9	11.3	8.9	16.8	21.8	19.0	16.4	12.1	8.4	4.3	10.9
1985	0.0	7.0	5.4	10.7	11.9	18.0	22.7	21.3	20.0	14.7	5.5	5.3	11.9
1986	3.8	2.7	7.4	6.1	15.6	18.0	21.1	20.6	18.1	13.6	7.8	4.9	11.6
1987	2.5	4.5	7.3	11.3	12.6	17.9	20.9	22.5	20.8	11.4	7.4	6.4	12.1
1988	5.8	4.6	7.9	9.8		15.9							
AÑO MEDIO	4.3	5.3	7.4	10.1	13.4	17.9	21.6	21.1	18.0	13.0	7.7	4.9	12.1
D.DST	1.7	1.8	1.9	1.9	2.1	1.8	1.8	1.7	2.2	2.5	1.7	1.2	

ESTACION METEOROLOGICA: UNCASTILLO (9329)

TEMPERATURAS (°C)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1973	3.5	4.6	6.4	9.4	16.3	18.4	21.9	24.2	19.3			3.7	
1974	5.9	4.8	6.7			18.5	21.8	21.4	16.1	9.0	7.8	6.0	
1975	5.8	6.1		10.2	13.1	18.4	23.4	22.6	17.6	13.5	7.2	2.6	
1976	4.0	5.8	7.9	9.0	16.1	21.9	21.7	21.4	16.6	11.4	6.3		
1977	3.6			11.2	12.3								
1980	5.5	9.3	8.9	10.1	12.7	17.3	21.3	23.7	21.6	13.9	8.3	5.8	13.2
1981	6.2	5.8	11.4	11.9	14.1	20.3	21.3	22.7	20.1	15.0	11.5		
1982		7.1	8.7	11.7	15.5	21.0	24.4	21.2	19.1	12.5	8.7	5.5	
1983	5.8	4.5	9.6	10.4	13.8			21.6	21.2	16.2	11.7	7.0	
1984	5.2	5.4	6.5	12.7	10.6	18.1	23.9	21.3		13.6	9.9	6.2	
1985	2.7	9.3	7.5	12.9	13.4	19.4	23.9	22.4		17.1	7.5	7.2	
1986	5.6	5.1	9.2		18.6		22.7	22.5	20.9	16.0	9.6	7.1	
1987	4.0	6.9	9.5	13.8	15.5	19.6	22.4	24.5		14.1	9.3	7.9	
1988	7.7	6.9	9.8	11.5	15.3								
AÑO MEDIO	5.0	6.3	8.5	11.2	14.4	19.3	22.6	22.5	19.2	13.9	8.9	5.9	13.1
D.DST	1.4	1.6	1.5	1.5	2.1	1.4	1.1	1.2	2.0	2.3	1.7	1.6	

## ESTACION METEOROLOGICA: LUESIA (9316)

THORNTHWAITE

## EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1941	3	16	34	43	56	111	130	107	90	55	23	14	682
1942	4	6	34	46	75	115	133	119	85	62	24	15	718
1943	17	16	31	58	91	121	124	131	81	51	16	10	747
1944	21	5	30	56	82	103	127	130	82	35	26	9	706
1945	0	24	37	66	85	121	141	103	96	58	24	13	768
1946	9	23	28	43	58	100	138	122	95	64	24	8	712
1947	9	8	32	59	72	121	151	126	81	55	35	8	757
1948	14	18	46	44	69	104	114	119	87	52	35	18	720
1949	13	20	23	63	63	112	148	134	90	54	21	12	753
1950	12	17	33	36	71	122	151	116	85	57	27	4	731
1951	12	8	23	44	57	105	132	107	87	48	27	20	670
1952	5	11	43	50	85	122	127	116	67	56	21	13	716
1953	6	8	31	42	96	75	115	123	117	48	27	22	710
1954	5	2	30	45	66	99	108	105	90	66	34	17	667
1955	12	10	29	44	71	105	134	123	81	49	25	12	695
1956	11	14	29	44	70	105	129	118	86	55	25	12	698
1957	11	14	29	44	70	105	129	118	86	55	25	12	698
1958	11	14	29	44	70	105	129	118	86	55	25	12	698
1959	11	14	29	44	70	105	129	118	86	55	25	12	698
1960	11	14	29	44	70	105	129	118	86	55	25	12	698
1961	11	14	29	44	70	105	129	118	86	55	25	12	698
1962	11	14	29	44	70	105	129	118	86	55	25	12	698
1963	11	14	29	44	70	105	129	118	86	55	25	12	698
1964	11	14	29	44	70	105	129	118	86	55	25	12	698
1965	12	15	30	45	72	106	104	119	87	56	26	13	685
1966	10	15	34	44	78	111	116	118	113	53	9	16	717
1967	14	18	36	40	73	97	152	124	79	61	29	9	732
1968	22	23	36	53	70	97	136	106	79	70	24	8	724
1969	14	9	22	40	74	92	147	120	68	56	18	14	674
1970	13	9	16	39	78	109	128	109	87	49	32	10	679
1971	16	29	4	39	47	77	123	127	87	54	16	11	630
1972	4	15	31	43	62	90	120	104	71	48	33	13	634
1973	13	15	9	22	55	108	132	120	88	57	27	10	656
1974	21	12	28	38	69	109	122	112	77	28	22	20	658
1975	12	12	11	33	61	103	131	125	80	67	29	10	674
1976	18	14	26	28	72	112	116	120	78	61	17	3	665
1977	12	21	37	31	57	81	131	119	87	56	26	13	671
MEDIA	11.4	14.2	28.8	44.1	70.1	104.7	129.5	118.0	85.6	54.6	24.9	12.2	698
D. STD	4.9	5.5	8.3	8.7	9.9	11.2	11.2	7.4	9.4	7.6	5.3	3.9	32

## ESTACION METEOROLOGICA: BIEL (9322)

THORNTHWAITE

## EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1966	11	14	27	43	70	103	133	120	85	51	22	22	701
1967	12	16	47	48	81	112	152	142	100	75	28	10	823
1968	19	18	32	56	78	117	142	127	85	73	22	9	778
1969	13	7	28	47	83	105	145	128	74	59	20	7	716
1970	10	15	20	44	83	127	158	131	108	52	32	9	789
1971	12	24	18	57	79	100	147	137	92	61	14	12	753
1972	9	16	30	45	69	95	127	108	67	49	29	11	655
1973	9	11	25	38	79	103	126	127	84	46	23	8	679
1974	14	12	21	45	76	108	127	114	72	32	23	18	662
1975	17	17	19	46	66	102	131	119	75	49	20	8	669
1976	13	15	30	39	85	121	129	116	68	40	17	11	684
1977	9	21	37	52	62	90	110	103	86	54	24	17	665
1978	6	17	30	35	65	88	124	121	93	53	22	14	668
1979	11	14	23	33	74	107	130	111	84	50	21	17	675
1980	10	22	28	38	60	91	116	127	94	48	19	8	661
1981	11	9	39	42	62	112	122	121	90	47	26	13	694
1982	16	16	25	47	75	113	141	111	82	40	20	10	696
1983	11	5	32	36	60	106	146	112	88	54	30	12	692
1984	11	10	19	55	47	100	137	108	80	51	28	12	658
1985	0	20	18	47	60	104	142	121	98	60	14	13	697
1986	10	6	28	24	87	106	130	117	87	55	24	13	687
1987	5	11	26	50	65	103	127	130	103	43	21	17	701
1988	16	12	30	43	72	90	134	121	86	52	23	13	692
MEDIA	11.1	14.3	27.5	43.9	71.2	104.5	133.7	120.5	86.1	51.9	22.7	12.3	700
D. STD	4.1	5.0	7.2	7.8	10.2	9.9	11.6	9.7	10.6	9.7	4.7	3.8	45



## ESTACION METEOROLOGICA: UNCASTILLO (9329)

THORNTHWAITE

## EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1973	9.2	13.0	24.3	42.4	93.8	109.7	137.0	144.0	95.3	55.3	26.8	8.3	759.2
1974	15.7	12.2	23.3	49.6	77.2	107.7	134.3	121.9	73.6	31.3	22.4	15.3	684.4
1975	15.2	16.4	31.5	43.4	67.8	106.6	147.1	130.7	82.3	52.7	19.8	5.0	718.5
1976	9.1	15.1	28.2	36.4	88.2	133.5	132.9	121.3	75.8	42.2	16.6	14.7	714.0
1977	7.9	16.7	31.1	48.6	61.8	112.9	140.3	129.3	91.7	52.5	24.6	13.5	731.0
1978	11.3	15.4	29.1	46.4	73.6	110.8	139.0	128.0	89.9	52.5	24.6	13.5	734.1
1979	11.3	15.4	29.1	46.4	73.6	110.8	139.0	128.0	89.9	52.3	24.5	13.4	733.6
1980	12.6	26.3	30.8	39.8	61.5	95.1	127.8	137.8	105.9	51.8	21.6	12.6	723.7
1981	14.4	13.2	42.5	49.1	70.1	117.9	127.1	129.3	95.2	56.3	33.1	12.2	760.3
1982	10.0	16.7	27.8	46.4	78.3	122.5	153.4	116.4	87.5	46.0	24.2	12.5	741.6
1983	13.9	10.0	34.8	42.2	69.8	111.2	139.3	121.6	103.6	65.1	35.9	17.0	764.4
1984	11.7	12.5	20.0	54.9	48.1	101.4	150.0	119.0	89.9	50.3	27.8	13.9	699.5
1985	4.5	25.8	23.6	55.1	65.3	110.7	149.6	126.9	89.1	67.6	17.5	15.9	751.7
1986	11.4	10.1	29.6	43.2	101.4	107.8	137.8	126.5	99.2	61.3	25.0	15.5	768.9
1987	7.0	15.6	31.0	58.2	77.6	110.2	135.1	143.2	87.4	72.7	43.2	35.9	817.0
1988	36.5	33.4	56.9	71.4	103.8								
AÑO MEDIO	12.6	16.8	30.8	48.3	75.7	111.3	139.3	128.3	90.4	54.0	25.8	14.6	748.0
D.DST	7.1	6.4	8.6	8.4	14.9	8.8	7.8	8.2	9.0	10.2	7.0	6.6	

ESTACION: LUESIA (9316)

C. Campo: 30 mm

LLUVIA UTIL (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1941	108.1	58.4	5.0	35.6	11.3	7.2	0.0	9.6	52.8	0.0	35.4	5.0	328.4
1942	69.0	6.7	24.4	123.3	0.0	0.0	0.0	0.2	30.0	0.0	16.4		
1943	47.7	32.4	20.0	27.5	5.5	0.0	13.5	0.0	0.0	10.1	14.8	54.1	225.7
1944	0.0	15.5	2.5	0.0	40.7	4.7	0.0	9.6	89.0	0.0	11.3	57.8	231.0
1945	120.8	0.0	48.1	0.0	0.0	10.8	0.0	31.4	0.0	0.5	45.3	78.2	335.0
1946	17.1	0.0	3.1	118.2	118.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	125.9	383.2
1947	20.2	96.7	50.7	0.0	42.6	0.0	0.0	0.0	62.8	6.2	0.0	51.5	330.9
1948	171.1	0.0	19.5	17.9	27.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8	240.5
1949	11.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	17.7	125.1	40.3	30.2	22.6	248.3
1950	33.4	32.7	28.8	9.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	81.6	186.5
1951	44.3	83.0	88.7	42.5	46.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	56.5	41.9	403.2
1952	58.8	42.5	41.5	159.5	24.5	0.0	6.7	0.0	7.6	16.0	24.2	78.4	459.8
1953	32.0	5.9	0.0	0.0	0.0	94.5	0.0	0.0	0.0	77.8	3.9	105.7	319.8
1954	14.2	90.6	49.8	5.7	42.9	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	30.6	39.7	277.1
1955	75.3	59.9					0.0	0.0	0.0	8.1			
1967		38.2	25.2	23.4	0.0	0.0	0.0	3.5	0.0	21.6	210.2	37.6	
1968	7.9	16.0	3.8	16.8	9.1	0.0	0.0	33.9	0.0	0.0	76.3	69.3	233.1
1969	51.7	54.7	161.4	155.4	31.1	0.9	19.2		89.2	35.3	20.7		
1970	142.4	29.2	0.0	0.0	19.9	0.0	0.0	38.0		36.6	8.5	23.4	
1971	73.5	20.6	13.7	116.3	89.3	43.0	0.0	0.0	65.2	21.5	11.7	67.0	521.9
1972	126.3	134.5	24.3	11.8	22.7	0.0	0.0	0.0	49.6	0.0	37.3	84.3	490.7
1973	57.2	39.7		21.6	34.7							32.4	
1974	0.0	35.2	164.7	19.4	0.0	15.5	0.0	0.0	0.0	3.6	70.8	0.0	309.1
1975		60.4			86.7	8.6		0.0	6.3	0.0	0.0	48.3	
1976	0.2	43.3	5.8	34.8	5.4	0.0	0.0	50.2	0.0	0.0	43.7	102.9	286.2
1977		50.3	0.1	0.0	21.1	83.2							
<b>MEDIA</b>	55.8	40.2	34.0	39.2	27.2	11.3	1.7	8.4	25.1	11.6	32.5	55.1	342.1

ESTACION: LUESIA (9316)

C. Campo: 50 mm

LLUVIA UTIL (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1941	98.1	58.4	5.0	35.6	11.3	7.2	0.0	0.0	32.8	0.0	15.4	5.0	268.7
1942	69.0	6.7	24.4	123.3	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0		
1943	47.4	32.4	20.0	24.4	5.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	54.1	138.8
1944	0.0	15.5	2.5	0.0	20.7	0.0	0.0	0.0	69.0	0.0	0.0	55.3	162.9
1945	120.8	0.0	28.1	0.0	0.0	0.0	0.0	11.4	0.0	0.0	25.7	78.2	264.2
1946	17.1	0.0	3.1	118.2	118.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	105.9	363.2
1947	20.2	96.7	50.7	0.0	23.1	0.0	0.0	0.0	38.5	6.2	0.0	31.5	266.8
1948	171.1	0.0	7.0	17.9	27.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	223.2
1949	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	119.5	40.3	16.2	22.8	198.7
1950	33.4	32.7	28.8	9.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	61.6	166.5
1951	44.3	83.0	88.7	42.5	46.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	36.5	41.9	383.2
1952	58.8	42.5	41.5	159.5	24.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.2	78.4	425.4
1953	32.0	5.9	0.0	0.0	0.0	74.5	0.0	0.0	0.0	57.8	3.9	105.7	279.8
1954	14.2	90.6	49.8	5.7	42.9	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	10.6	39.7	257.1
1955	75.3	59.9					0.0	0.0	0.0	0.0			
1967		26.3	25.2	23.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	210.2	37.6	
1968	7.9	16.0	3.8	16.6	9.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	56.3	69.3	179.2
1969	51.7	54.7	161.4	155.4	15.2	0.0	15.1		69.2	35.3	20.7		
1970	142.4	29.2	0.0	0.0	3.2	0.0	0.0	18.0		36.6	1.5	23.4	
1971	73.5	20.8	13.7	116.3	89.3	43.0	0.0	0.0	45.2	16.7	10.9	67.0	496.4
1972	126.3	134.5	24.3	11.8	22.7	0.0	0.0	0.0	29.6	0.0	34.4	84.3	467.8
1973	57.2	39.7		21.8	28.6							32.4	
1974	0.0	35.2	164.7	19.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	54.4	0.0	273.6
1975		60.4			86.7	8.6		0.0	0.0	0.0	0.0	28.3	
1976	0.2	43.3	5.8	34.6	0.0	0.0	0.0	30.2	0.0	0.0	23.7	102.9	240.9
1977		50.3	0.1	0.0	3.7	83.2							
MEDIA	54.8	39.8	32.5	39.0	23.2	9.2	0.7	2.6	18.0	8.1	23.7	51.1	302.7

ESTACION: LUESIA (9316)

C. Campo: 100 mm

LLUVIA UTIL (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1941	73.1	58.4	5.0	35.6	11.3	7.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	190.6
1942	58.7	6.7	24.4	123.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
1943	7.4	32.4	20.0	24.4	5.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.1	98.8
1944	0.0	15.5	2.5	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	19.0	0.0	0.0	55.3	94.1
1945	120.8	0.0	27.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	53.9	201.9
1946	17.1	0.0	3.1	118.2	118.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	55.9	313.2
1947	20.2	96.7	50.7	0.0	23.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.6	201.2
1948	171.1	0.0	7.0	17.9	27.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	223.2
1949	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	69.5	40.3	16.2	22.8	148.7
1950	33.4	32.7	28.8	9.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.6	116.5
1951	44.3	83.0	88.7	42.5	46.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26.4	333.2
1952	58.8	42.5	41.5	159.5	24.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	48.6	375.4
1953	32.0	5.9	0.0	0.0	0.0	35.1	0.0	0.0	0.0	7.8	3.9	105.7	190.4
1954	14.2	90.6	49.8	5.7	42.9	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	207.1
1955	75.3	59.9					0.0	0.0	0.0	0.0			
1967		0.0	1.5	23.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	161.8	37.6	
1968	7.9	16.0	3.8	16.8	9.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.3	69.3	129.2
1969	51.7	54.7	161.4	155.4	15.2	0.0	15.1		19.2	35.3	20.7		
1970	142.4	29.2	0.0	0.0	3.2	0.0	0.0	0.0		4.5	1.5	23.4	
1971	73.5	20.8	13.7	116.3	89.3	43.0	0.0	0.0	0.0	11.9	10.9	67.0	446.4
1972	126.3	134.5	24.3	11.8	22.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.1	84.3	417.8
1973	57.2	39.7		21.8	28.6							32.4	
1974	0.0	35.2	164.7	19.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	0.0	223.6
1975		60.4			86.7	8.6		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
1976	0.0	21.8	5.8	34.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	88.4	150.8
1977		50.3	0.1	0.0	3.7	83.2							
MEDIA	51.5	38.0	31.5	39.0	22.4	7.5	0.7	0.0	4.7	4.2	10.4	36.6	246.4

ESTACION: BIEL (9322)

C. Campo: 30 mm

LLUVIA UTIL (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1950							0.0	0.0	0.0	0.0	3.6	105.0	
1951	49.7	105.9	69.3	15.3	10.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	34.0	41.7	326.8
1952	59.1	43.3	42.2	106.0	12.1	0.0	14.7	19.4	0.1	8.4	17.1	114.9	437.4
1953	45.4	34.9	0.0	1.7	0.0	61.0	0.0	0.0	0.0	63.8	0.0	140.5	347.3
1954	40.8	88.4	83.3	0.0	1.2	14.8	0.0	0.0	0.0	0.0	80.1	56.4	365.0
1955	166.1	110.2	0.0	0.0	0.0	95.0	5.2	0.0	0.0	14.9	79.1	119.4	589.9
1956	126.2	63.5	143.4	96.2	106.0	0.0	0.0	12.2	38.2	0.0	0.0	11.4	597.1
1957	4.7	26.0	2.2	40.5	41.7	156.0	0.0	5.9	0.0	0.0	0.0	3.2	280.2
1958	33.2	20.4	107.4	17.3	71.1	18.7	34.2	0.0	0.0	9.1	0.0	218.6	530.1
1959	12.7	93.3	163.0	15.7	2.7	1.7	2.4	0.0	134.2	42.1	118.5	128.8	715.0
1960	46.2	114.4	73.2	0.0	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	94.7	37.2		
1961	16.7	5.4	0.0	10.2	37.6	4.3	0.0	0.0	5.7	53.1	88.9	57.9	280.0
1965										47.6	155.8	96.1	
1966	104.3	129.5	0.0	79.4	21.1	8.1	0.0	0.0	29.3	142.6	200.9	33.1	748.3
1967	35.6	56.7	30.6	20.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.6	272.2	69.5	503.8
1968	23.0	55.4	19.5	35.4	8.2	0.0	0.0	17.8	0.0	0.0	91.6	99.7	350.7
1969	64.7	74.7	148.1	185.4	18.2	5.5	0.0	0.0	130.0	51.3	33.5	71.4	782.8
1970	153.8	40.7	0.0	0.0	25.6	0.0	0.0	16.8	0.0	44.3	29.8	32.6	343.6
1971	103.5	40.3	16.9	110.5	110.3	44.2	76.1	0.0	41.4	0.0	21.2	40.7	605.1
1972	119.0	151.3	40.5	17.9	34.5	4.8	0.0	0.0	60.9	13.5	53.5	105.6	601.4
1973	87.7	35.9	0.0	0.0	27.0	9.4	0.0	0.0	0.0	0.0	37.8	50.9	248.7
1974	44.0	82.6	144.4	16.0			0.0	0.0	1.7	30.5	101.4	5.0	
1975	76.4	123.9	84.7		74.2	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0	48.1	78.7	
1976	14.9	72.5	28.0	68.9	6.9	0.0	0.0	6.9	1.3	107.2	78.0	171.4	556.1
1977	124.2	46.8	13.7	0.0	23.5	64.7	0.0	0.0	0.0	149.9	7.8	110.3	543.0
1978	179.8	56.0	83.7	84.1	3.3	0.0	0.0	0.0	7.3	0.0	0.0	95.3	509.4
1979	306.5	127.9	43.5	23.2	114.9	20.9	0.0	0.0	0.0	54.4	30.3	53.0	774.7
1980	25.0	44.3	93.4	16.0	93.1	11.5	0.0	0.0	14.4	103.0	87.1	79.4	567.2
1981	18.5	65.9	4.9	31.1	19.4	0.0	0.0	0.0	27.0	20.5	0.0	180.2	367.4
1982	91.6	56.9	23.4	24.7	0.0	0.0	0.0	4.5	18.8	114.3	135.1	158.3	627.7
1983	0.0	124.6	17.4	65.3	3.4	36.5	0.0	23.9	0.0	0.0	110.0	59.1	440.1
1984	65.9	36.1	115.9	27.7	97.3	34.8	0.0	0.0	0.0	51.4	290.3	25.9	745.3
1985	78.7	56.1	55.4	41.9	39.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	64.4	73.1	409.2
1986	72.2	106.3	10.6	154.0	0.0	9.4	0.0	0.0	15.3	0.0	63.2	54.8	485.9
1987	65.6	47.1	17.9	80.5	0.0	9.7	0.0		0.0				
MEDIA	74.4	70.9	50.8	43.3	31.5	19.3	3.9	3.3	15.5	36.3	69.7	83.1	501.9

ESTACION: BIEL (9322)

C. Campo: 50 mm

LLUVIA UTIL (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1950							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	88.6	
1951	49.7	105.9	69.3	11.2	10.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.0	41.7	302.7
1952	59.1	45.3	42.2	106.0	12.1	0.0	0.0	14.1	0.0	0.0	5.5	114.9	397.2
1953	45.4	34.9	0.0	1.7	0.0	41.0	0.0	0.0	0.0	43.8	0.0	131.7	296.5
1954	40.8	66.4	83.3	0.0	0.0	11.9	0.0	0.0	0.0	0.0	60.1	56.4	341.0
1955	166.1	110.2	0.0	0.0	0.0	75.0	0.0	0.0	0.0	0.0	74.0	119.4	544.8
1956	126.2	63.5	143.4	96.2	66.6	0.0	0.0	0.0	18.2	0.0	0.0	0.0	533.5
1957	0.0	22.1	2.2	29.7	38.5	146.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	241.3
1958	16.5	20.4	107.4	17.3	51.1	14.5	14.2	0.0	0.0	0.0	0.0	198.6	439.8
1959	12.7	93.3	163.0	15.7	0.9	1.7	0.0	0.0	114.2	42.1	118.5	128.8	690.8
1960	46.2	114.4	73.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	74.7	37.2		
1961	16.7	5.4	0.0	0.6	32.4	4.3	0.0	0.0	0.0	38.9	88.9	57.9	245.1
1965										47.6	155.8	96.1	
1966	104.3	129.5	0.0	79.4	21.1	8.1	0.0	0.0	9.3	142.6	200.9	33.1	728.3
1967	35.6	56.7	30.6	16.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	270.9	69.5	480.3
1968	23.0	55.4	19.5	35.4	8.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	71.6	99.7	312.8
1969	64.7	74.7	148.1	185.4	2.9	0.0	0.0	0.0	110.0	51.3	33.5	71.4	742.0
1970	153.8	40.7	0.0	0.0	10.6	0.0	0.0	0.0	0.0	24.3	22.1	32.6	284.0
1971	103.5	40.3	16.9	110.5	110.3	44.2	61.7	0.0	21.4	0.0	3.8	40.7	553.4
1972	119.0	151.3	40.5	17.9	34.5	0.0	0.0	0.0	40.9	13.5	53.5	105.6	576.6
1973	87.7	35.9	0.0	0.0	25.6	9.4	0.0	0.0	0.0	0.0	17.8	50.9	227.4
1974	44.0	82.6	144.4	16.0			0.0	0.0	0.0	10.5	101.4	5.0	
1975	76.4	123.9	84.7		74.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	28.1	78.7	
1976	14.9	72.5	28.0	68.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	88.5	78.0	171.4	522.2
1977	124.2	48.8	13.7	0.0	15.5	64.0	0.0	0.0	0.0	129.9	7.8	110.3	514.2
1978	179.8	56.0	83.7	84.1	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	75.3	482.1
1979	306.5	127.9	43.5	23.2	98.8	20.9	0.0	0.0	0.0	34.4	30.3	53.0	738.5
1980	25.0	44.3	93.4	16.0	93.1	11.5	0.0	0.0	0.0	97.4	87.1	79.4	547.2
1981	18.5	65.9	4.9	31.1	19.4	0.0	0.0	0.0	7.0	20.5	0.0	170.2	337.5
1982	91.6	56.9	23.4	24.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	113.1	135.1	158.3	603.2
1983	0.0	124.6	17.4	65.3	3.4	16.5	0.0	3.9	0.0	0.0	90.0	59.1	380.1
1984	65.9	36.1	115.9	20.3	92.4	34.8	0.0	0.0	0.0	31.4	290.3	25.9	713.1
1985	78.7	56.1	55.4	41.9	39.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	44.4	73.1	389.2
1986	72.2	106.3	10.6	154.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	54.8	54.8	452.8
1987	65.6	47.1	17.9	80.5	0.0	0.0	0.0		0.0				
MEDIA	73.8	70.8	50.8	42.2	27.7	15.8	2.2	0.5	9.4	29.5	64.0	80.4	467.1

ESTACION: BIEL (9322)

C. Campo: 100 mm

LLUVIA UTIL (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1950							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	38.6	
1951	49.7	105.9	59.3	11.2	10.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.7	252.7
1952	59.1	43.3	42.2	106.0	12.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	70.5	333.2
1953	45.4	34.9	0.0	1.7	0.0	17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	125.5	224.4
1954	40.8	88.4	83.3	0.0	0.0	11.9	0.0	0.0	0.0	0.0	10.1	56.4	291.0
1955	166.1	110.2	0.0	0.0	0.0	39.1	0.0	0.0	0.0	0.0	24.0	119.4	458.8
1956	126.2	63.5	143.4	96.2	84.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	513.5
1957	0.0	0.0	0.0	7.2	33.5	148.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	194.5
1958	0.0	0.0	94.3	17.3	44.7	14.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	148.6	319.1
1959	12.7	93.3	163.0	15.7	0.9	1.7	0.0	0.0	64.2	42.1	118.5	128.8	640.8
1960	46.2	114.4	73.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.7	37.2		
1961	16.7	5.4	0.0	0.6	32.4	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0	77.8	57.9	195.1
1965										47.6	155.8	96.1	
1966	104.3	129.5	0.0	79.4	21.1	8.1	0.0	0.0	0.0	101.9	200.9	33.1	673.3
1967	35.6	56.7	30.6	16.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	220.9	69.5	430.3
1968	23.0	55.4	19.5	35.4	8.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.6	99.7	262.8
1969	64.7	74.7	148.1	185.4	2.9	0.0	0.0	0.0	60.0	51.3	33.5	71.4	692.0
1970	153.8	40.7	0.0	0.0	10.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	28.9	234.0
1971	103.5	40.3	16.9	110.5	110.3	44.2	61.7	0.0	0.0	0.0	0.0	15.9	503.4
1972	119.0	151.3	40.5	17.9	34.5	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3	53.5	105.6	526.6
1973	87.7	35.9	0.0	0.0	25.6	9.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.7	177.4
1974	44.0	82.6	144.4	16.0			0.0	0.0	0.0	0.0	61.9	5.0	
1975	76.4	123.9	84.7		74.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	56.8	
1976	14.9	72.5	28.0	68.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	38.5	78.0	171.4	472.2
1977	124.2	48.8	13.7	0.0	15.5	64.0	0.0	0.0	0.0	79.9	7.8	110.3	464.2
1978	179.8	56.0	83.7	84.1	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.3	432.1
1979	306.5	127.9	43.5	23.2	98.8	20.9	0.0	0.0	0.0	0.0	14.8	53.0	688.5
1980	25.0	44.3	93.4	16.0	93.1	11.5	0.0	0.0	0.0	47.4	87.1	79.4	497.2
1981	18.5	65.9	4.9	31.1	19.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	147.7	287.5
1982	91.6	56.9	23.4	24.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	63.1	135.1	158.3	553.2
1983	0.0	124.6	17.4	65.3	3.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	40.0	59.1	309.7
1984	65.9	36.1	115.9	20.3	92.4	34.8	0.0	0.0	0.0	0.0	271.7	25.9	663.1
1985	78.7	56.1	55.4	41.9	39.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	67.5	339.2
1986	72.2	106.3	10.6	154.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8	54.8	402.8
1987	65.6	47.1	17.9	80.5	0.0	0.0	0.0		0.0				
MEDIA	73.3	69.5	50.3	41.5	27.4	13.4	1.8	0.0	3.7	14.7	48.7	69.8	414.1

## ESTACION METEOROLOGICA: UNCASTILLO (9329)

C. CAMPO: 30 mm.

## LLUVIA UTIL (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1941	0.0	7.9	3.9	7.9	4.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	38.8	3.5	66.8
1942	23.3	5.4	15.0	89.7	0.0	0.0	0.0	0.0	11.0	0.0	0.0	0.0	144.3
1943	22.2	11.6	0.0	2.6	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	36.9
1944	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
1945	28.8	0.0	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26.5	57.7	120.0
1946	17.8	0.0	0.1	82.7	108.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	127.6	336.9
1947	26.1	82.5	47.1	4.4	34.1	0.0	0.0	0.0	27.9	0.0	0.0	0.0	222.3
1948	122.7	0.0	5.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	128.5
1949	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	32.9	42.9	54.1	0.0	5.8	135.7
1950	18.8	49.8	13.1	0.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	65.9	155.7
1951	34.8	59.0	57.1	8.1	0.0	0.0	0.0	7.6	0.0	0.0	12.9	16.4	195.9
1952	34.8	6.7	2.8	66.4	0.0	0.0	8.5	0.0	0.0	0.0	0.0	32.4	151.7
1953	36.7	0.0	0.0	4.3	0.0	54.2	0.0	0.0	0.0	61.0	0.0	35.8	192.0
1954	34.3	40.4	43.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.2	24.9	150.3
1955	50.0	43.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3	41.7	139.3
1956	38.4	33.7	44.7	25.9	24.5	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	168.1
1957	0.0	16.4	0.0	10.3	2.6	93.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	122.5
1958	52.9	0.5	35.5	4.0	39.8	11.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	55.6	199.8
1959	19.3	27.2	53.0	0.0	0.0	0.0	3.5	0.0	85.8	50.0	75.2	77.8	391.8
1960	44.9	47.1	60.3	0.0	2.8	23.7	0.0	0.0	0.0	100.5	16.6	78.9	374.7
1961	36.5	8.9	0.0	5.8	47.7	7.1	0.0	0.0	76.8	10.3	127.4	23.1	343.6
1962	52.3	22.2	40.5	6.2	0.0	0.0	0.0	0.0	32.6	9.0	19.4	15.4	197.5
1963	52.7	41.9	18.4	46.9	0.0	5.3	0.0	83.3	0.0	0.0	14.1	52.3	314.9
1964	0.0	24.0	9.8	69.5	0.0	16.2	17.5	0.0	16.3	23.4	37.3	32.1	246.2
1965	62.0	12.9	57.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	32.9	34.8	50.4	41.4	292.0
1966	31.0	61.1	0.0	22.0	8.9	0.0	0.0	0.0	2.0	53.8	89.5	7.7	276.1
1967	14.5	14.8	18.5	13.6	0.0	0.0	3.5	0.0	0.0	0.0	125.4	0.0	190.3
1968	0.0	11.9	12.3	7.9	8.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.4	41.0	104.1
1969	20.4	20.0	87.5	87.5	7.0	0.0	0.0	0.0	54.8	0.0	0.0	12.2	289.6
1970	76.3	40.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8	0.0	13.7	135.4
1971	51.0	1.2	0.0	40.4	52.9	37.2	26.5	0.0	0.9	0.0	0.0	8.6	218.8
1972	55.2	66.7	7.7	0.0	23.6	0.0	48.5	0.0	32.5	0.0	27.4	49.9	311.4
1973	43.3	13.8	0.0	0.0	0.0	15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.4	18.0	112.5
1974	21.2	57.2	83.4	17.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	63.6	0.0	245.3
1975		39.9	31.9	7.3	38.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	32.9	53.1	
1976	0.0	33.0	23.0	0.0	0.0	0.0	10.6	4.4	0.0	43.5	19.0	32.5	166.1
1977	62.4	19.3	2.1	0.0	0.0	24.6	0.0	0.0	0.0	62.2	0.0	21.0	191.6
1978	101.4												
1980	4.1	46.0	34.9	0.0	38.3	0.0	0.0	0.0	0.0	20.8	38.9	33.7	216.7
1981	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	66.9	69.7
1982	34.6	32.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	27.7	30.0	86.5	211.7
1983	0.0	57.3	0.4	26.2	0.0	0.0	0.0	14.1	5.0	0.0	42.4	15.3	160.7
1984	27.1	13.5	55.2	15.5	56.2	9.4	0.0	0.0	0.0	0.0	135.4	12.9	325.2
1985	37.4	22.9	31.7	0.4	20.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.7	24.3	149.1
1986	29.7	76.6	7.7		0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	17.5		
1987	41.5	26.3	1.9	18.0	0.0	0.0	12.6		0.0				
AÑO MEDIO	32.5	26.6	20.3	15.7	11.7	6.8	2.9	3.2	9.4	12.7	25.2	29.9	196.9
D. DST	26.6	22.9	24.5	25.6	22.1	17.4	8.7	13.5	20.5	23.6	35.8	29.1	



## ESTACION METEOROLOGICA: UNCASTILLO (9329)

C. CAMPO: 50 mm.

## LLUVIA UTIL (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1941	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.8	3.5	22.3
1942	23.3	5.4	15.0	89.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	133.3
1943	2.2	11.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.8
1944	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
1945	8.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.5	57.7	73.0
1946	17.8	0.0	0.1	82.7	108.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	107.6	316.9
1947	26.1	82.5	47.1	4.4	21.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	182.1
1948	102.7	0.0	1.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	104.5
1949	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.9	23.2	54.1	0.0	0.0	90.1
1950	9.4	49.8	13.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	45.9	118.2
1951	34.8	59.0	57.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.3	160.2
1952	34.8	6.7	2.8	66.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.4	123.2
1953	36.7	0.0	0.0	0.0	0.0	34.2	0.0	0.0	0.0	41.0	0.0	29.2	141.1
1954	34.3	40.4	43.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.1	130.3
1955	50.0	43.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26.1	119.3
1956	38.4	33.7	44.7	25.9	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	147.2
1957	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	80.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	80.5
1958	32.9	0.5	35.5	4.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	35.6	128.3
1959	19.3	27.2	53.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	56.6	50.0	75.2	77.8	359.1
1960	44.9	47.1	60.3	0.0	0.0	6.5	0.0	0.0	0.0	80.5	16.6	78.9	334.7
1961	36.5	8.9	0.0	0.0	36.6	7.1	0.0	0.0	56.8	10.3	127.4	23.1	306.7
1962	52.3	22.2	40.5	6.2	0.0	0.0	0.0	0.0	12.6	9.0	19.4	15.4	177.5
1963	52.7	41.9	18.4	46.9	0.0	0.0	0.0	63.3	0.0	0.0	0.0	46.4	269.6
1964	0.0	24.0	9.8	69.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.8	37.3	32.1	192.5
1965	62.0	12.9	57.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.9	34.8	50.4	41.4	272.0
1966	31.0	61.1	0.0	21.2	8.9	0.0	0.0	0.0	0.0	35.8	89.5	7.7	255.2
1967	14.5	14.8	18.5	13.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	105.4	0.0	166.7
1968	0.0	11.9	12.3	7.9	5.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	41.0	80.8
1969	20.4	20.0	87.5	87.5	1.8	0.0	0.0	0.0	34.8	0.0	0.0	9.8	261.9
1970	76.3	40.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	116.9
1971	44.7	1.2	0.0	40.4	52.9	37.2	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	178.9
1972	43.8	66.7	7.7	0.0	22.2	0.0	28.5	0.0	12.5	0.0	16.6	49.9	247.8
1973	43.3	13.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	18.0	77.6
1974	21.2	57.2	83.4	17.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	46.0	0.0	225.3
1975		39.9	31.9	7.3	29.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.9	53.1	
1976	0.0	33.0	23.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	23.5	19.0	32.5	131.1
1977	62.4	19.3	2.1	0.0	0.0	4.6	0.0	0.0	0.0	42.2	0.0	21.0	151.6
1978	101.4												
1980	4.1	46.0	34.9	0.0	38.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	38.9	33.7	196.7
1981	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	46.9	49.3
1982	34.6	32.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.7	30.0	86.5	191.7
1983	0.0	57.3	0.4	26.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.4	15.3	121.6
1984	27.1	13.5	55.2	15.5	53.3	9.4	0.0	0.0	0.0	0.0	115.4	12.9	302.3
1985	37.4	22.9	31.7	0.4	20.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.0	129.1
1986	29.7	76.6	7.7		0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
1987	39.0	26.3	1.9	18.0	0.0	0.0	0.0		0.0				
AÑO MEDIO	30.1	26.0	20.0	14.8	9.4	4.1	0.7	1.7	4.7	9.3	19.4	25.6	165.7
D.DST	25.3	23.3	24.8	26.0	20.8	14.1	4.3	9.7	13.2	18.8	33.6	27.0	

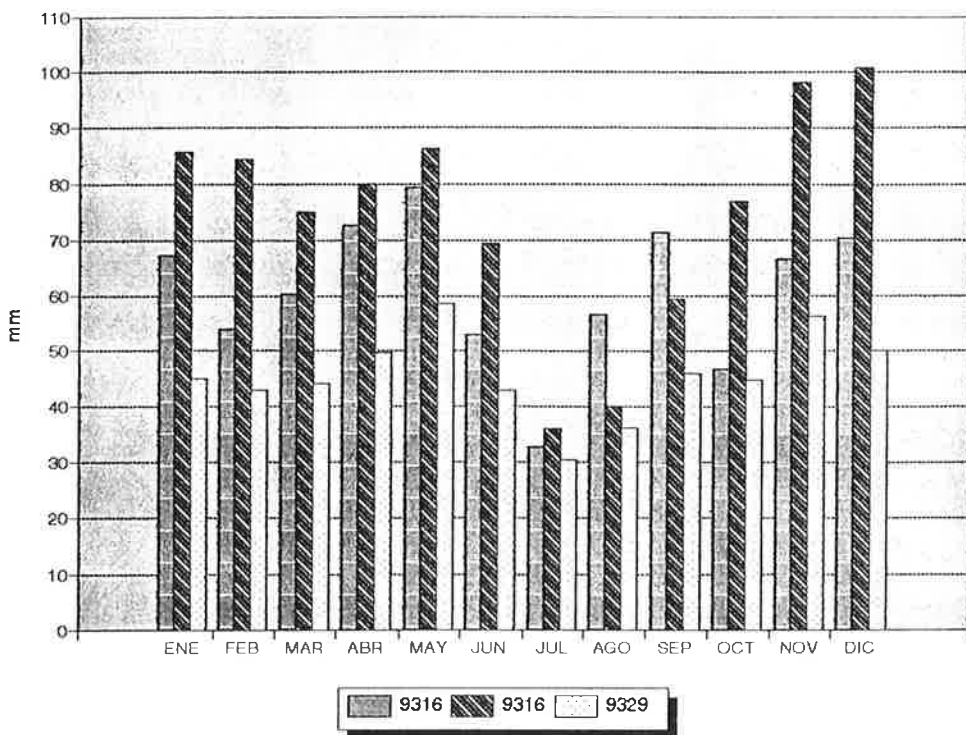
## ESTACION METEOROLOGICA: UNCASTILLO (9329)

C. CAMPO: 100 mm.

## LLUVIA UTIL (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1941	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
1942	0.0	1.0	15.0	89.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	105.6
1943	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
1944	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
1945	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.2	14.2
1946	17.8	0.0	0.1	82.7	108.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	57.6	266.9
1947	26.1	82.5	47.1	4.4	21.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	182.1
1948	52.7	0.0	1.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	54.5
1949	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	40.1	0.0	0.0	40.1
1950	9.4	49.8	13.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	72.3
1951	30.8	59.0	57.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	146.9
1952	0.0	0.8	2.8	66.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	70.1
1953	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.3	20.3
1954	34.3	40.4	43.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	118.2
1955	12.1	43.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	55.4
1956	14.5	33.7	44.7	25.9	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	121.1
1957	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30.5
1958	0.0	0.0	18.9	4.0	14.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	37.4
1959	5.0	27.2	53.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.6	50.0	75.2	77.8	294.7
1960	44.9	47.1	60.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30.5	16.6	78.9	278.2
1961	36.5	8.9	0.0	0.0	36.6	7.1	0.0	0.0	6.8	10.3	127.4	23.1	256.7
1962	52.3	22.2	40.5	6.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.4	127.5
1963	52.7	41.9	18.4	46.9	0.0	0.0	0.0	13.3	0.0	0.0	0.0	0.0	173.2
1964	0.0	20.4	9.8	69.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1	32.1	138.9
1965	62.0	12.9	57.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	48.1	41.4	222.0
1966	31.0	61.1	0.0	21.2	8.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	75.3	7.7	205.2
1967	14.5	14.8	18.5	13.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	55.4	0.0	116.7
1968	0.0	11.9	12.3	7.9	5.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	37.4
1969	13.9	20.0	87.5	87.5	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	210.8
1970	70.9	40.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	111.5
1971	0.0	0.0	0.0	36.4	52.9	37.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	126.4
1972	0.0	60.5	7.7	0.0	22.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	28.9	119.3
1973	43.3	13.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	57.2
1974	0.0	48.8	83.4	17.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	149.7
1975		35.8	31.9	7.3	29.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.0	
1976	0.0	33.0	23.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.0	81.1
1977	62.4	19.3	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.2	97.0
1978	101.4												
1980	4.1	46.0	34.9	0.0	38.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	23.4	146.7
1981	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4
1982	31.5	32.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	74.2	138.7
1983	0.0	57.3	0.4	26.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	83.9
1984	14.8	13.5	55.2	15.5	53.3	9.4	0.0	0.0	0.0	0.0	65.4	12.9	240.0
1985	37.4	22.9	31.7	0.4	20.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	113.1
1986	0.0	72.3	7.7		0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
1987	0.0	15.4	1.9	18.0	0.0	0.0	0.0	0.0					
AÑO MEDIO	19.5	24.7	19.6	14.7	9.3	1.9	0.0	0.3	0.3	3.0	10.7	12.9	116.6
D.DST	24.8	23.2	24.7	25.9	20.8	7.3	0.0	2.0	1.4	10.5	27.5	22.1	

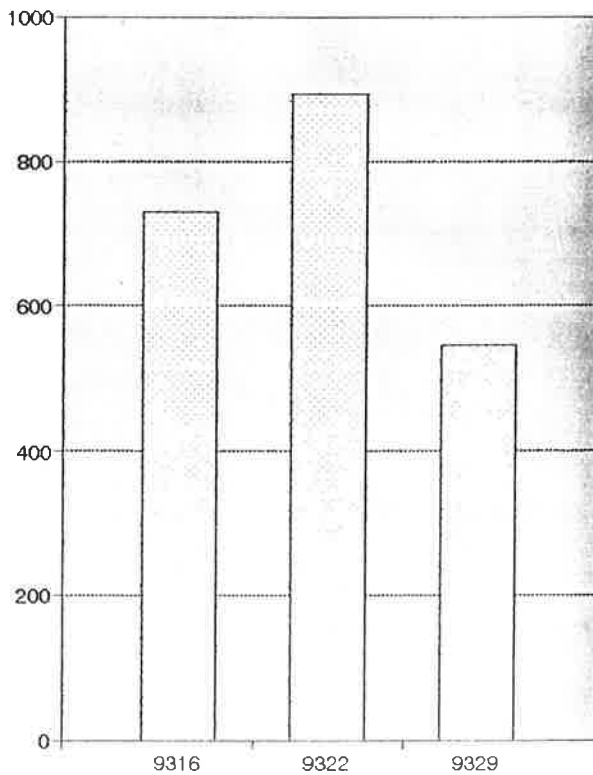
### PRECIPITACIONES MEDIAS MENSUALES



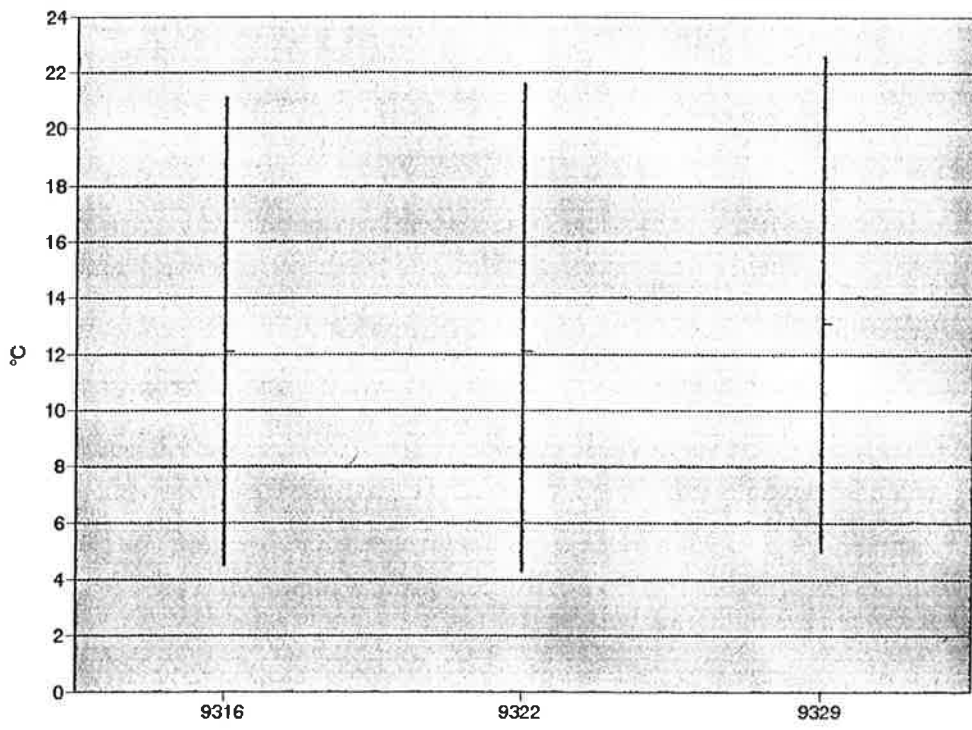
### PRECIPITACION

### MEDIA ANUAL

(mm)



TEMPERATURAS MEDIAS MAXIMAS Y MINIMAS



**ANEXO II**  
**HIDROQUÍMICA**

**CUADRO RESUMEN ANALISIS QUIMICOS**  
**HOJA DE UNCASTILLO (27-10)**

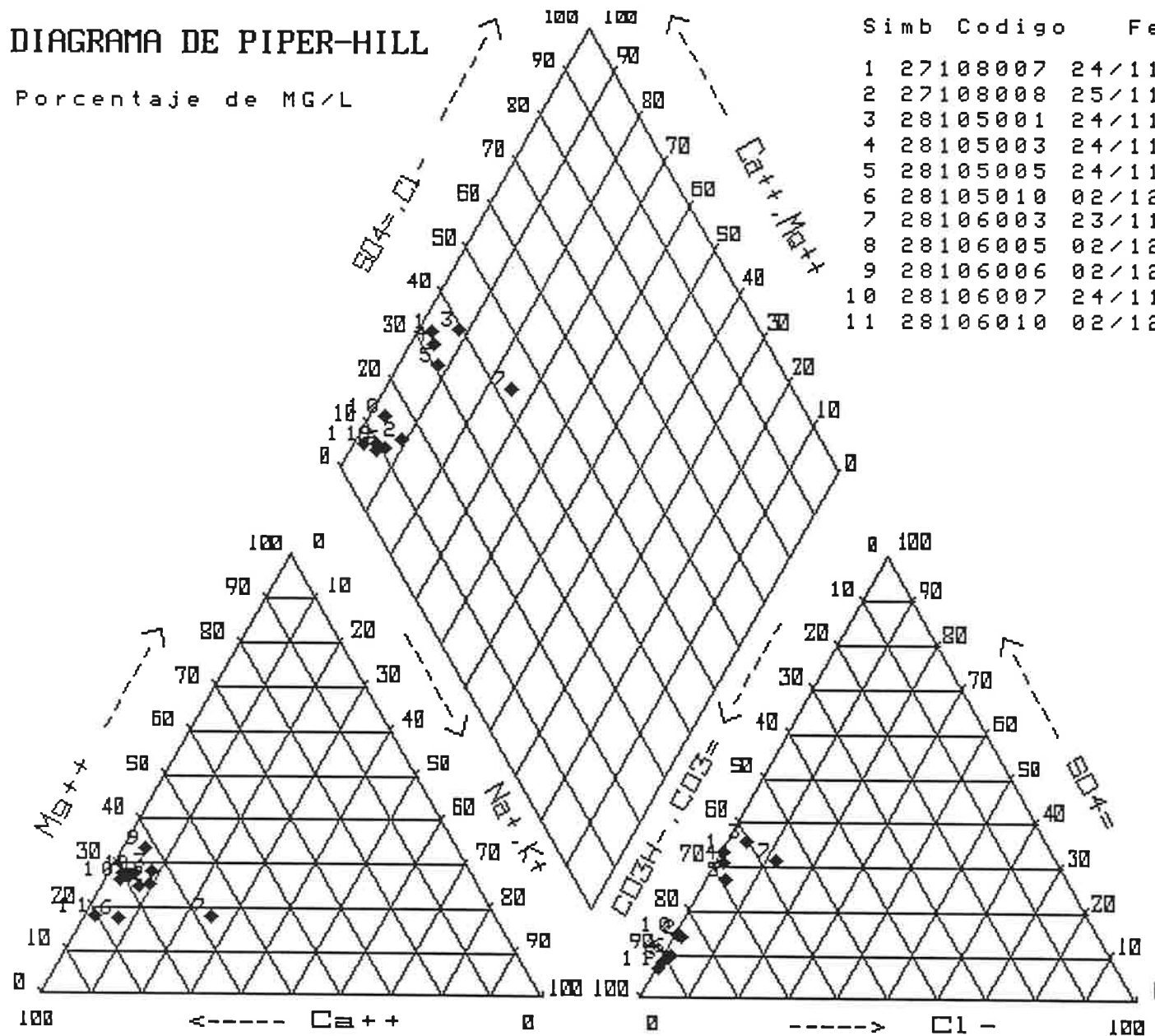
ESTACION	FECHA	pH	CONDUCT.	R. SECO	D. TOTAL	Cl-	SO4=	CO3H-	CO3=	NO3-	Na+	K+	Ca++	Mg++	NO2-	NH4+	DQO	PO4=	SiO2	ANIONES	CATIONES	ERROR	ORIGEN
			uS/cm	mg/l	ppm CO3Ca	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l O2	mg/l	mg/l	meq/l	meq/l	%	DATOS
27101005	01-Dic-93	7.6	401	255	191	13	33	227	0.0	1	17	1.0	53	14	0.00	0.00		0.00	9.3	4.79	4.57	-4.71	ITGE
27102003	01-Dic-93	7.0	360	225	196	6	13	238	0.0	1	5	0.0	65	8	0.00	0.00	1.0	0.00	8.0	4.36	4.13	-5.43	ITGE
27103004	30-Nov-93	7.0	386	240	188	14	12	235	0.0	3	14	2.0	57	11	0.00	0.00	1.0	0.00	9.0	4.55	4.42	-2.85	ITGE
27103008	01-Dic-93	8.0	548	369	289	15	139	191	0.0	1	14	1.0	59	34	0.00	0.00	1.0	0.00	10.0	6.46	6.39	-1.08	ITGE
27104004	01-Dic-93	7.0	394	258	213	5	38	242	0.0	2	10	1.0	52	20	0.00	0.00	1.0	0.00	9.0	4.93	4.71	-4.56	ITGE
27104009	24-Nov-93	7.0	338	206	193	3	15	226	0.0	3	2	1.0	42	21	0.00	0.00	1.0	0.00	6.0	4.15	3.95	-5.04	ITGE
27106001	01-Dic-93	7.0	421	243	200	8	22	232	0.0	9	11	0.0	50	18	0.00	0.00	1.0	0.00	9.0	4.63	4.47	-3.68	ITGE
27107001	19-Jul-91	7.9	235	162	134	4	14	141	8.0	2	2	1.0	47	4	0.00	4.08	0.5	0.00	5.0	3.02	3.02	0.14	ITGE
27107001	24-Ene-92	8.1	424	304	270	7	44	259	5.0	4	4	1.0	98	6	0.01	0.27	0.7	0.00	5.6	5.59	5.61	0.34	ITGE
27107001	30-Ene-92	7.9	419	232	197	11	29	201	0.0	2	9	1.0	62	10	0.00	0.00	0.8	0.00	7.6	4.24	4.34	2.36	ITGE
27107003	25-Nov-93	7.0	318	184	168	3	9	196	0.0	2	2	0.0	57	6	0.00	0.00	1.0	0.00	7.0	3.52	3.43	-2.47	ITGE
27107004	25-Nov-93	7.0	354	236	194	9	37	211	0.0	0	8	0.0	56	13	0.00	0.00	1.0	0.00	7.0	4.48	4.22	-6.02	ITGE
27107008	30-Nov-93	7.0	394	243	218	6	15	240	0.0	11	3	0.0	72	9	0.00	0.00	1.0	0.00	7.0	4.59	4.47	-2.66	ITGE
27108007	24-Nov-93	8.0	390	277	234	3	93	188	0.0	0	2	1.0	57	22	0.00	0.00	1.0	0.00	5.0	5.10	4.78	-6.52	ITGE
27108008	25-Nov-93	7.0	485	304	260	9	46	286	0.0	0	9	1.0	64	24	0.00	0.00	1.0	0.00	8.0	5.90	5.60	-5.24	ITGE

U.H. N° 18: SANTO DOMINGO-SIERRA DE GUARA

Unidad Río Gállego

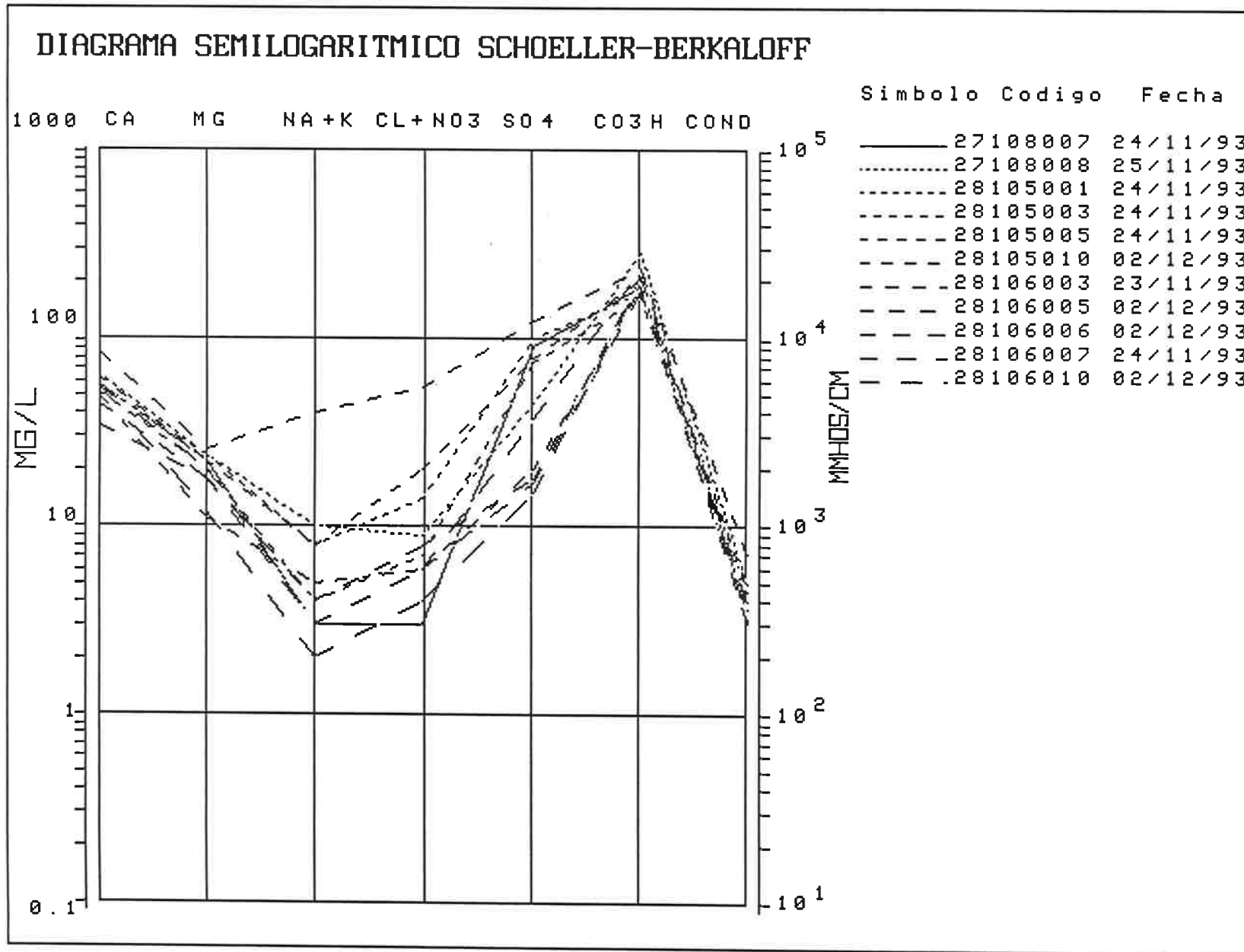
DIAGRAMA DE PIPER-HILL

Porcentaje de MG/L



Simb	Codigo	Fecha	Cond
1	27108007	24/11/93	390
2	27108008	25/11/93	485
3	28105001	24/11/93	450
4	28105003	24/11/93	366
5	28105005	24/11/93	456
6	28105010	02/12/93	318
7	28106003	23/11/93	704
8	28106005	02/12/93	341
9	28106006	02/12/93	310
10	28106007	24/11/93	386
11	28106010	02/12/93	331

**U.H. N° 18: SANTO DOMINGO-SIERRA DE GUARA**  
**Unidad Río Gállego**

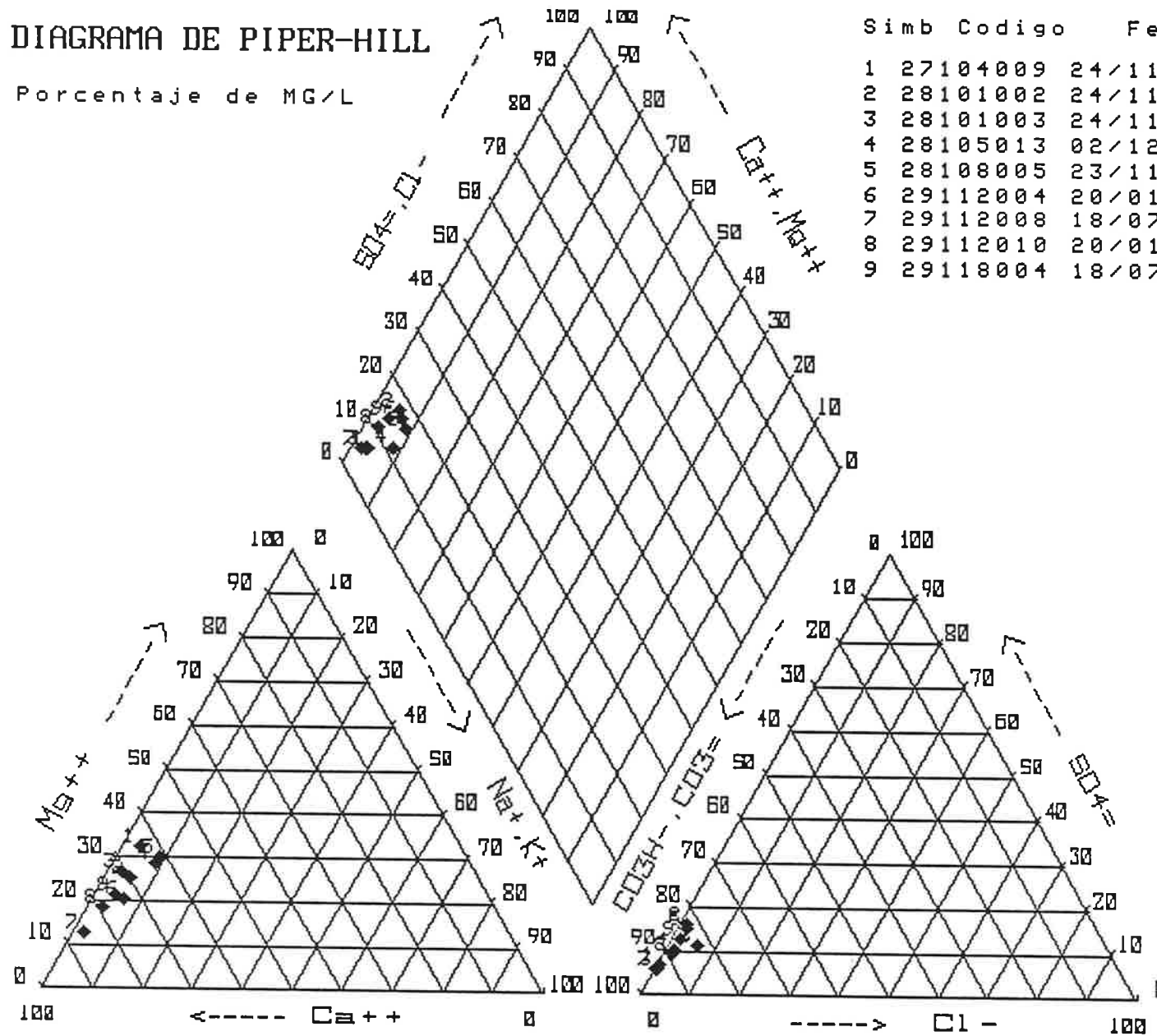




SISTEMA HIDROGEOLÓGICO TERCIARIO CONTINENTAL  
 Subsistema Guarga. Facies de transición marino-continental.

DIAGRAMA DE PIPER-HILL

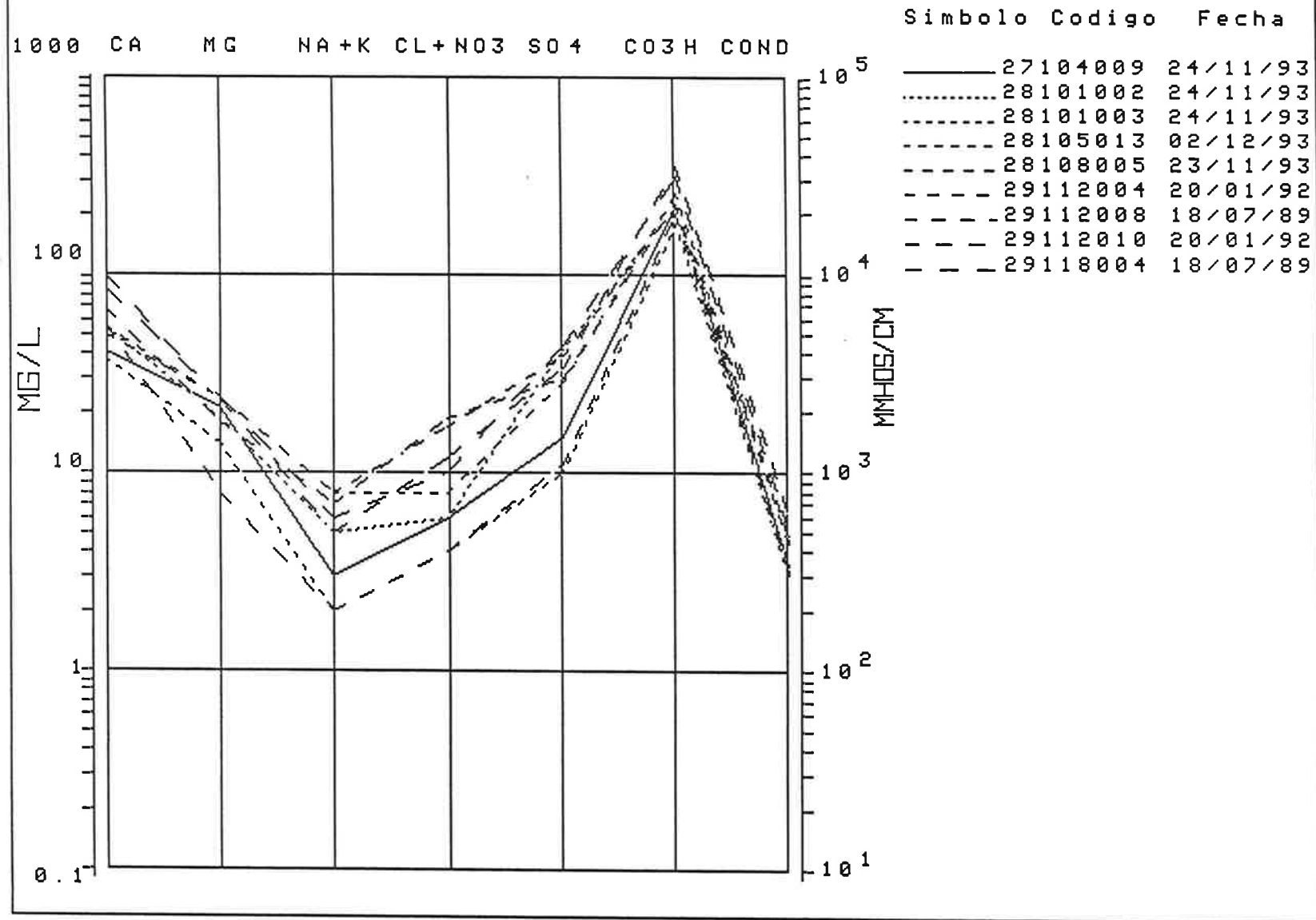
Porcentaje de MG/L



Simb	Codigo	Fecha	Cond
1	27104009	24/11/93	338
2	28101002	24/11/93	429
3	28101003	24/11/93	299
4	28105013	02/12/93	456
5	28108005	23/11/93	432
6	29112004	20/01/92	484
7	29112008	18/07/89	315
8	29112010	20/01/92	604
9	29118004	18/07/89	515

SISTEMA HIDROGEOLÓGICO TERCIARIO CONTINENTAL  
 Subsistema Guarga. Facies de transición marino-continental.

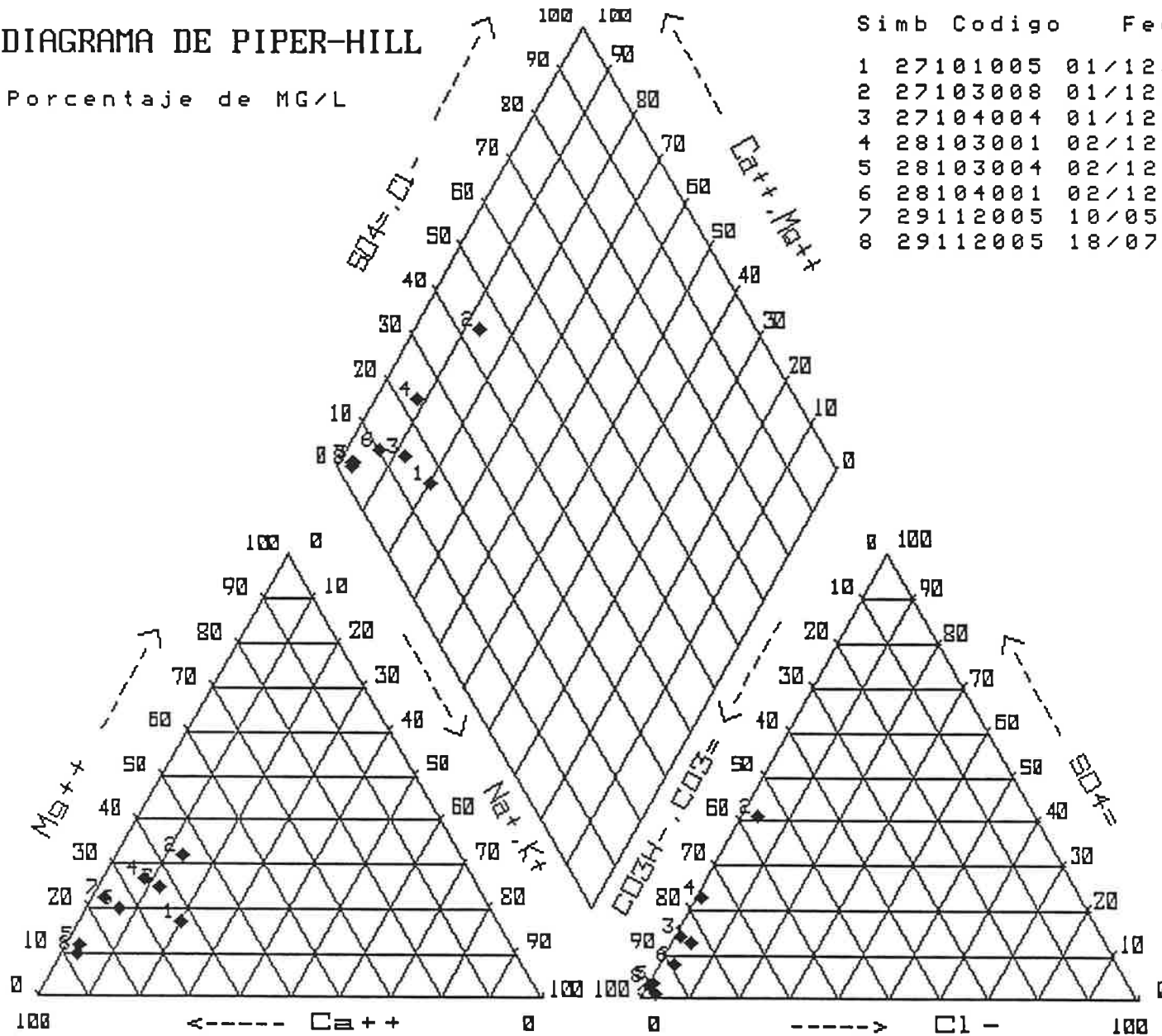
DIAGRAMA SEMILOGARITMICO SCHOELLER-BERKALOFF



SISTEMA HIDROGEOLÓGICO TERCIARIO CONTINENTAL  
Subsistema Guarga

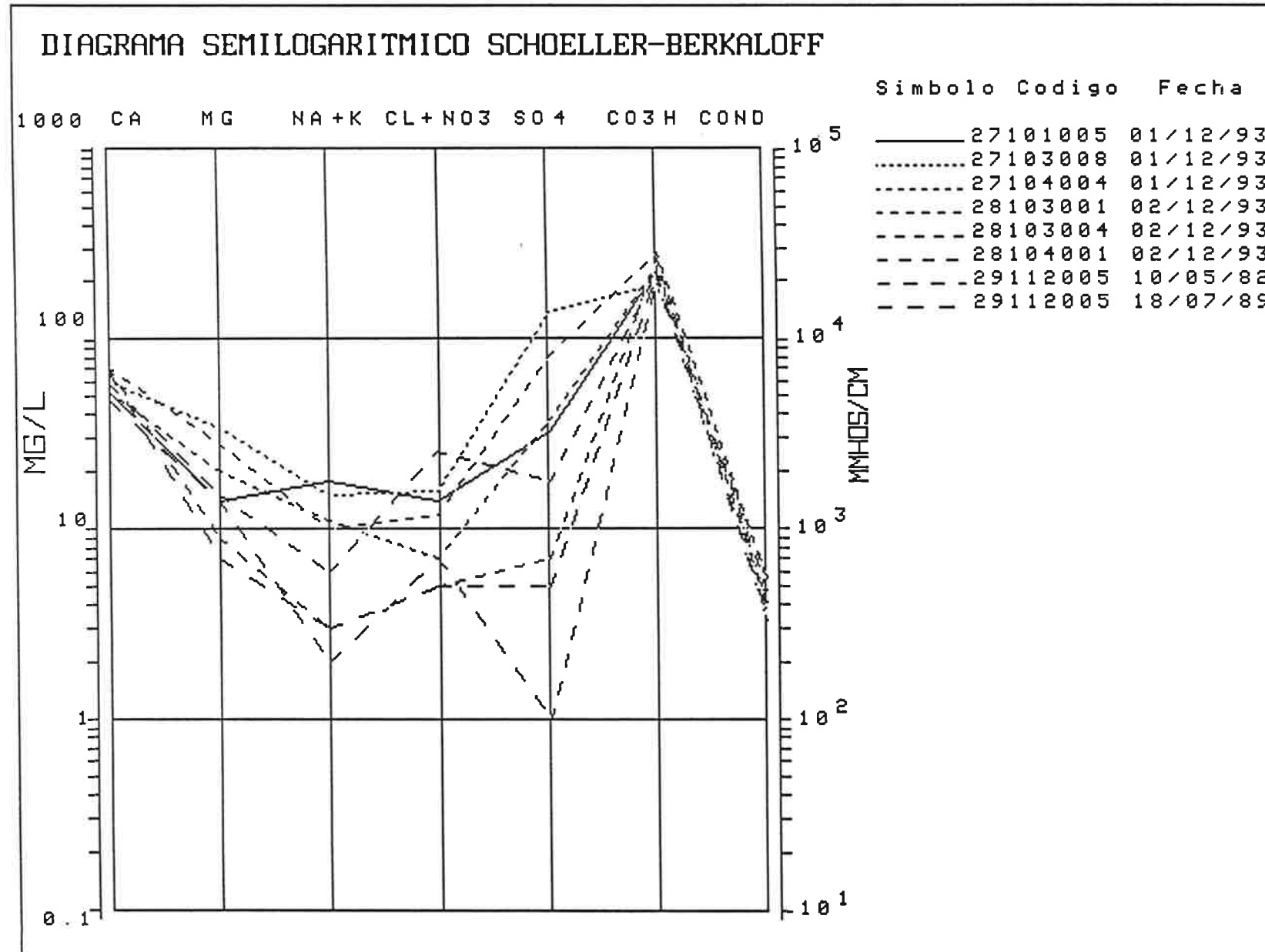
DIAGRAMA DE PIPER-HILL

Porcentaje de MG/L



Simb	Codigo	Fecha	Cond
1	27101005	01/12/93	401
2	27103008	01/12/93	548
3	27104004	01/12/93	394
4	28103001	02/12/93	528
5	28103004	02/12/93	378
6	28104001	02/12/93	469
7	29112005	10/05/82	328
8	29112005	18/07/89	337

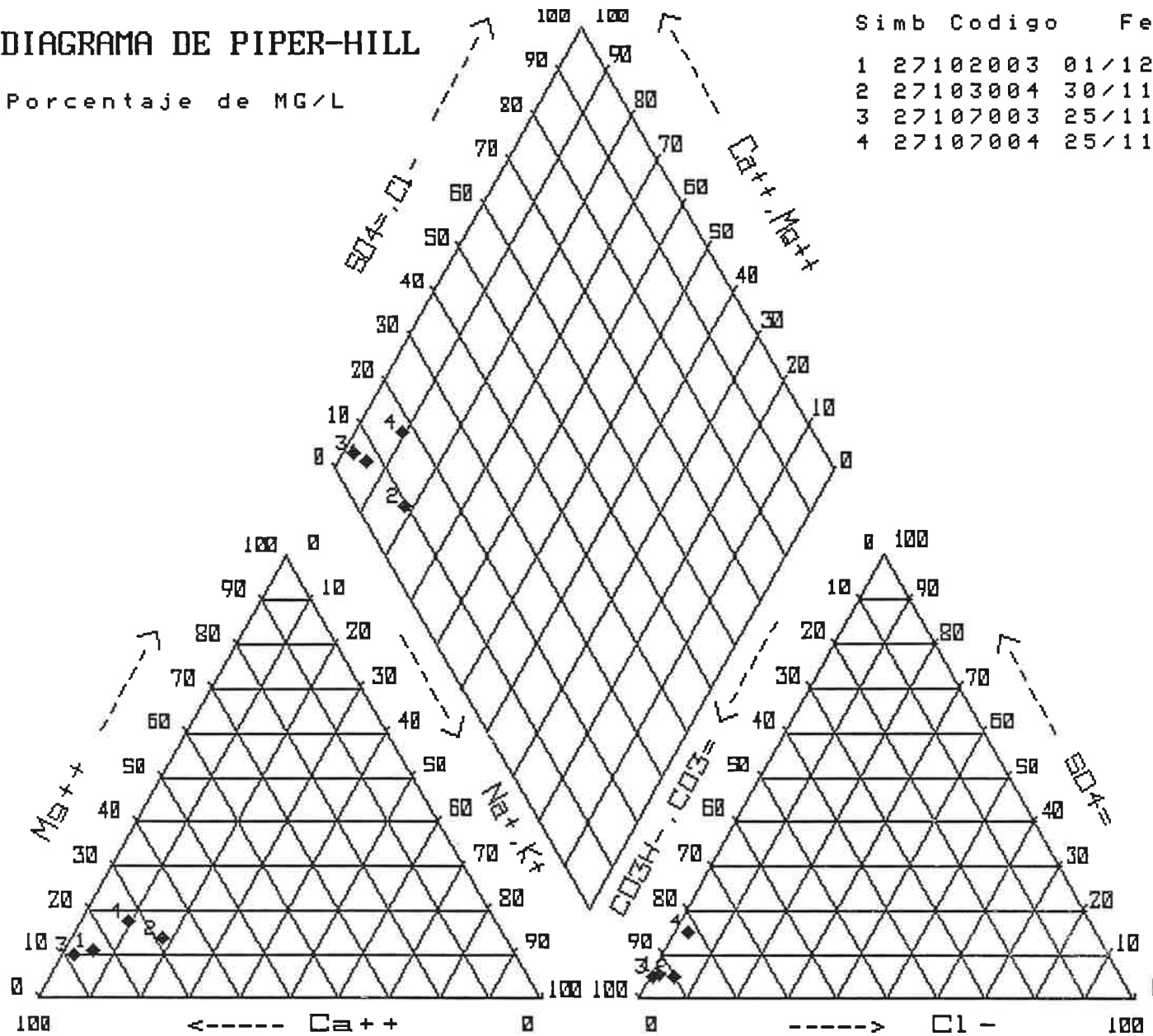
SISTEMA HIDROGEOLÓGICO TERCIARIO CONTINENTAL  
Subsistema Guarga



SISTEMA HIDROGEOLÓGICO TERCIARIO CONTINENTAL  
Conglomerados de Biel

DIAGRAMA DE PIPER-HILL

Porcentaje de MG/L

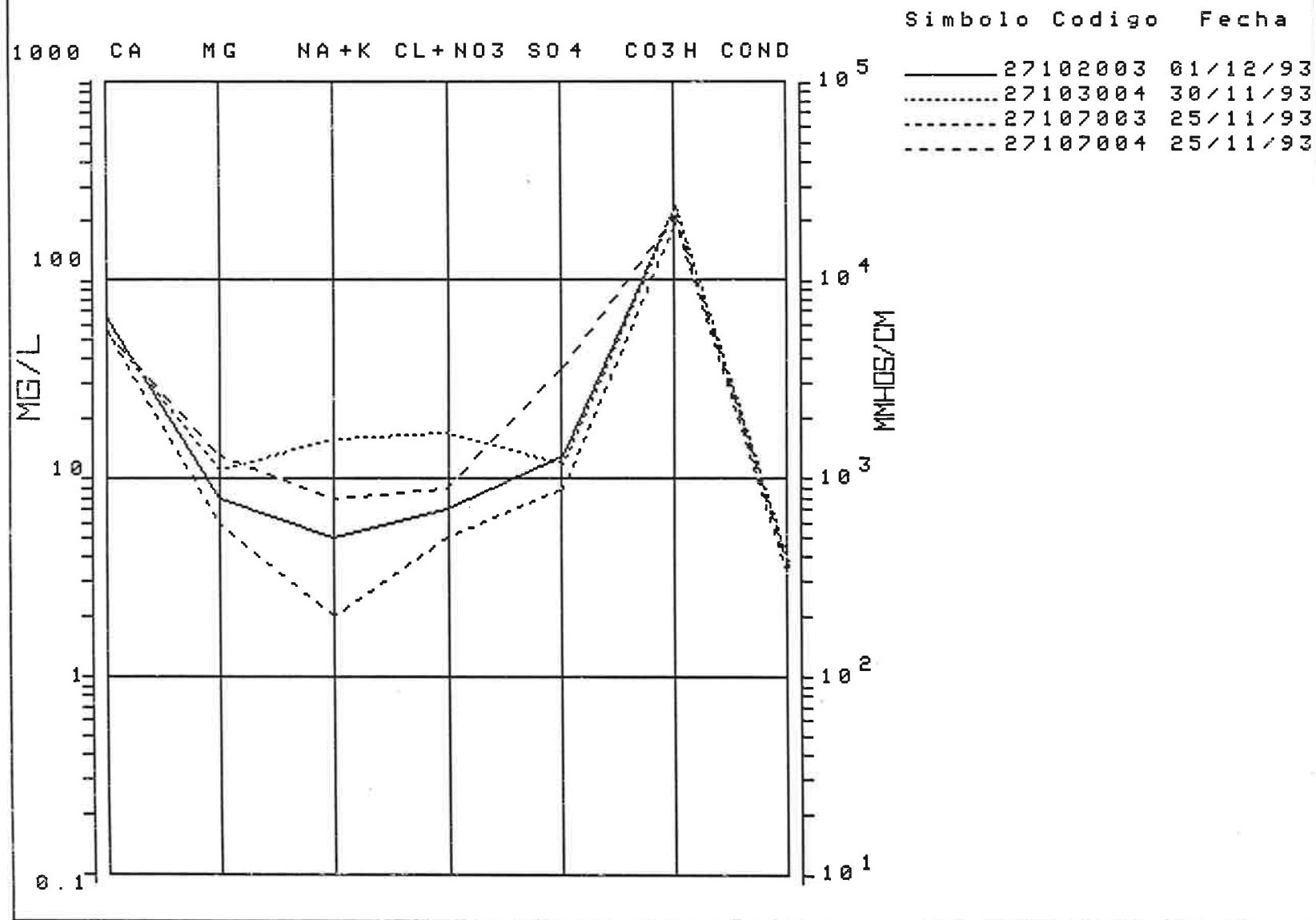


Simb	Codigo	Fecha	Cond
1	27102003	01/12/93	360
2	27103004	30/11/93	386
3	27107003	25/11/93	318
4	27107004	25/11/93	354

# SISTEMA HIDROGEOLÓGICO TERCIARIO CONTINENTAL

## Conglomerados de Biel

### DIAGRAMA SEMILOGARITMICO SCHOELLER-BERKALOFF

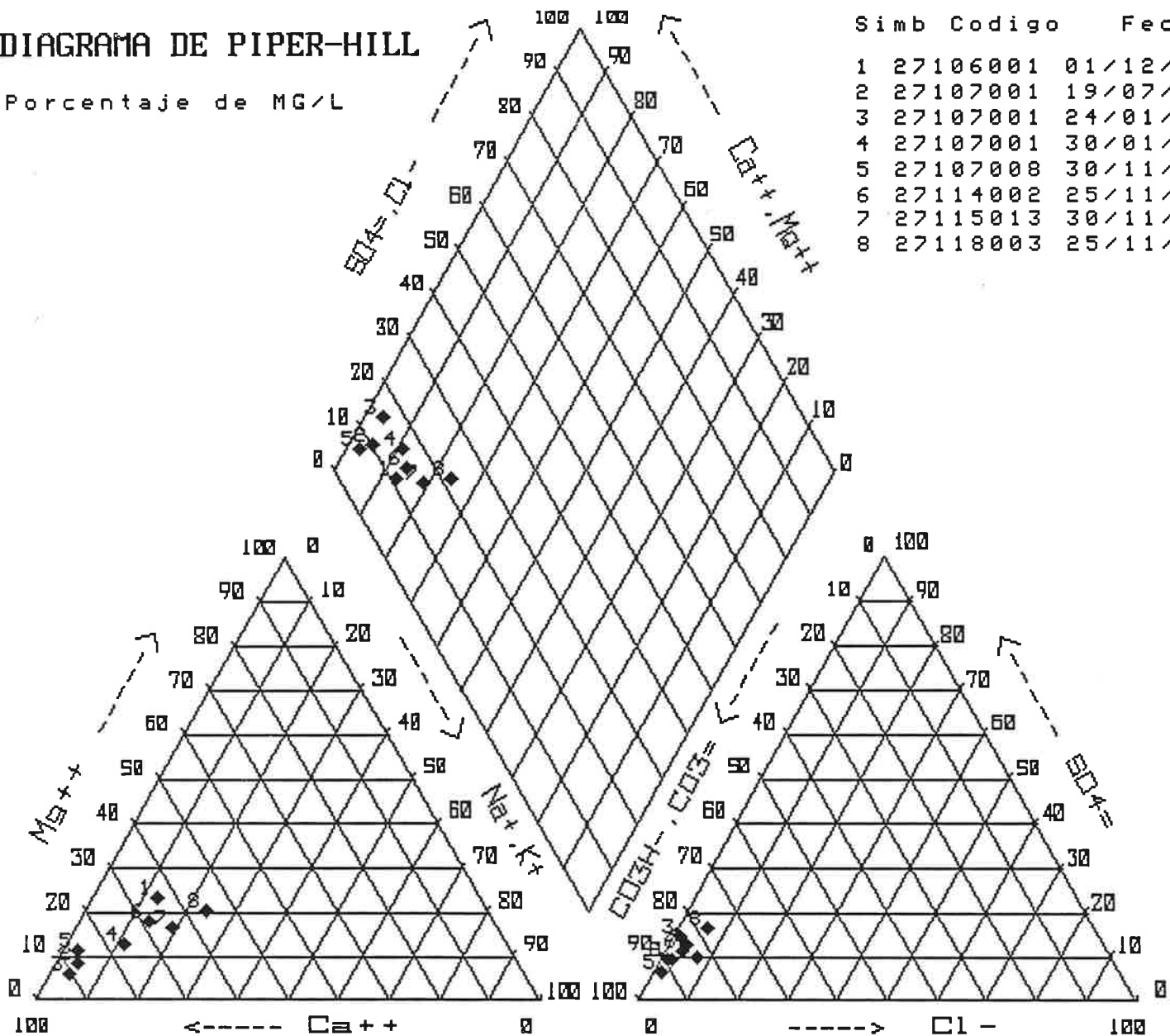


# SISTEMA HIDROGEOLÓGICO PLIOCUATERNARIO

## 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

