



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

LOS ACUIFEROS DE LA CUENCA DEL RIO

CAMEL (PERICAY-LUCHENA-GABAR Y GIGANTE).

TOMO I/II MEMORIA Y PLANOS



MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

32809

SUPER PROYECTO	AGUAS SUBTERRANEAS		Nº	9005 Art. 60
PROYECTO AGREGADO	ACTUALIZACION DE INFRAEST. HIDROG., VIGILANCIA Y CATALOGO DE ACUIFEROS (1988-90).		Nº	87.0315
TITULO PROYECTO ACTUALIZACION DE INFRAESTRUCTURA HIDROGEOLOGICA, VIGILANCIA Y CATALOGO DE ACUIFEROS (1.988-90) REGULACION DE MANANTIALES (BLOQUE 3)				
Nº PLANIFICACION 88/89 y 69/90		Nº DIVISION AGUAS, G.A.		9/88
FECHA EJECUCION	INICIO	I-89	FINALIZACION	XII-89

INFORME (Titulo): LOS ACUIFEROS DE LA CUENCA DEL RIO CARMEL
(PERICAY-LUCHENA-GABAR Y GIGANTE).

CUENCA(S) HIDROGRAFICA(S)	SEGURA
COMUNIDAD(S) AUTONOMAS	MURCIA
PROVINCIAS	MURCIA

I N D I C E

TOMO I MEMORIA Y PLANOS

	<u>Pág.</u>
1. INTRODUCCION	1
2. CLIMATOLOGIA	4
2.1. PRECIPITACION	4
2.2. TEMPERATURA	5
2.3. EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL (ETP) Y REAL (ETR) .	5
2.4. LLUVIA UTIL	6
3. HIDROLOGIA	10
4. GEOLOGIA	11
4.1. ENCUADRE GEOLOGICO REGIONAL	11
4.2. ESTRATIGRAFIA	11
4.2.1. Subbético	11
4.2.1.1. Aptiense-Albiense	12
4.2.1.2. Cenomaniense-Turonense	13

	<u>Pág.</u>
4.2.1.3. Cretácico superior-Eoceno medio.	13
4.2.1.4. Paleoceno	14
4.2.1.5. Eoceno inferior-medio	14
4.2.1.6. Eoceno-Oligoceno	15
4.2.1.7. Priaboniense-Aquitaniense	16
4.2.2. Penibético	17
4.2.2.1. Triásico superior-Jurásico infe- rior	18
4.2.2.2. Pliensbachiense-Titónico	19
4.2.2.3. Kimmeridgiense-Titónico	20
4.2.2.4. Malm-Barremiense	21
4.2.2.5. Aptiense-Albiense	22
4.2.2.6. Cretácico superior	23
4.2.3. Sedimentos post-manto	25
4.2.3.1. Burdigaliense superior-Langhien- se inferior	25
4.2.3.2. Burdigaliense superior-Mioceno - medio	27
4.2.3.3. Plioceno	27
4.2.3.4. Depósitos cuaternarios	28
4.3. TECTONICA	29
4.3.1. Tectónica del Penibético	29
4.3.2. Tectónica del Subbético	32
4.3.3. Neotectónica	34

	<u>Pág.</u>
5. ACUIFEROS REPRESENTADOS	42
5.1. ACUIFERO DE PERICAY-LUCHENA-GABAR	42
5.1.1. Rocas permeables e impermeables	42
5.1.2. Estructura	43
5.1.3. Límites hidrogeológicos	44
5.1.4. Piezometría	46
5.1.5. Alimentación	46
5.1.6. Descarga	48
5.1.7. Calidad química	50
5.1.8. Balance	51
5.1.9. Relación aguas superficiales-aguas subte- rráneas	51
5.2. ACUIFERO GIGANTE	61
5.2.1. Rocas permeables e impermeables	61
5.2.2. Estructura	62
5.2.3. Límites hidrogeológicos	62
5.2.4. Piezometría	62
5.2.5. Alimentación	64
5.2.6. Descarga	64
5.2.7. Calidad química	66
5.3. ACUIFERO DE LOS HOYOS	67

	<u>Pág.</u>
5.4. ACUIFERO DEL OSO	68
6. PROPUESTA DE ACONDICIONAMIENTO DE MANANTIALES	70
7. USOS Y DEMANDAS DE AGUA	72
7.1. USOS DEL AGUA	72
7.2. DEMANDAS DE AGUA	75
7.2.1. Datos globales	75
7.2.2. Distribución espacial	77
8. POSIBILIDADES DE REGULACION Y PROPUESTA DE SONDEOS ..	85
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	94

BIBLIOGRAFIA

TOMO II ANEXOS

ANEXO 1. PRECIPITACIONES MENSUALES-ANUALES (1940/41-1988/89).

ANEXO 2. TEMPERATURAS MENSUALES-ANUALES (1940/41-1988/89).

ANEXO 3. BALANCE HIDRICO MENSUAL-ANUAL (1940/41-1988/89).

ANEXO 4. EMBALSE DE VALDEINFIERNO. RESUMEN DE AÑOS HIDROLOGICOS
(Octubre 1966-Septiembre 1988).

ANEXO 5. FICHAS DE INVENTARIO.

ANEXO 6. FICHAS DE ANALISIS QUIMICOS.

INDICE DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
Fig. 1. Lluvia útil media (Ru = 15 mm) Período 1941-1989.	7
Fig. 2. Lluvia útil media (Ru = 25 mm) Período 1941-1989.	8
Fig. 3. Lluvia útil media (Ru = 40 mm) Período 1941-1989.	9
Fig. 4. Mapa neotectónico del sector meridional de la - Sierra del Gigante	35
Fig. 5. Evolución tectónica de la Sierra del Gigante en - relación con los niveles de glacis-conos	37
Fig. 6. Situación aproximada de los Epicentros Sísmicos .	41
Fig. 7. Situación sondeos "Luchena-I" y "Luchena II".	93

INDICE DE CUADROS

	<u>Pág.</u>
Cuadro nº 1. Ensayo de correlación entre alturas del embalse de Valdeinfierno - Caudal de Ojos de Luchena	56
Cuadro nº 2. Ensayo de correlación entre alturas del embalse de Valdeinfierno - Caudal de Ojos de Luchena el siguiente mes	57
Cuadro nº 3. Ensayo de correlación entre alturas del embalse de Valdeinfierno - Caudal de Ojos de Luchena dos meses después	58
Cuadro nº 4. Ensayo de correlación entre alturas del embalse de Valdeinfierno - Caudal de Ojos de Luchena tres meses después	59
Cuadro nº 5. Ensayo de correlación múltiple de alturas de embalse de Valdeinfierno - Caudal de Ojos de Luchena	60
Cuadro nº 6. Balance demandas-recursos mensual del acuífero del Gigante.....	82

INDICE DE PLANOS

Plano nº 1. Mapa de acuíferos.

Plano nº 2. Cartografía geológica de la Sierra del Gabar y alrededores.

1. INTRODUCCION

Este trabajo entra a formar parte del Proyecto de "Actualización de la Infraestructura hidrogeológica, Vigilancia y Catálogo de acuíferos" y en concreto se refiere al primero de los conceptos mencionados. Según el pliego de condiciones de dicho proyecto, tiene por objetivo "conseguir la regulación de los manantiales existentes en los acuíferos de Pericay-Luchena-Gabar y Gigante, con el fin de mejorar la gestión de los escasos recursos hídricos de la zona, así como ampliar el conocimiento que se tiene de la relación Embalse de Valdeinfierno y el manantial de los Ojos de Luchena, del que se toman las aguas para los riegos en Lorca".

Además de realizar una revisión de los límites geométricos de los acuíferos de Pericay-Luchena-Gabar y Gigante, ya estudiados por el ITGE en proyectos anteriores, se han definido dos pequeños acuíferos más: Los Hoyos y Oso. Otros trabajos realizados son los referentes a: Climatología, aforos, usos y demandas de agua, propuesta de acondicionamiento de manantiales, implantación de sondeos, etc.

Se han inventariado 12 nuevos puntos acuíferos y completado datos en otros 9. Asimismo, se tomaron 14 muestras de agua para su análisis.

El presente estudio ha sido realizado por el Instituto Tecnológico GeoMinero de España, con la colaboración de la Empresa Nacional ADARO de Investigaciones Mineras, S.A., en calidad de contratista. El personal técnico que ha intervenido en su ejecución ha sido el siguiente:

Por el Instituto Tecnológico GeoMinero de España (ITGE)

- Ramón Aragón Rueda
Geólogo. Responsable de la Oficina del ITGE en Murcia. Director Técnico del Estudio.

Por la Empresa Nacional ADARO de Investigaciones Mineras, S.A. (ENADIMSA):

- Tomás Rodríguez Estrella
Doctor en Ciencias Geológicas
Responsable del Equipo colaborador.
- José Luis Quintana García
Ingeniero Técnico de Minas

- Luis Martinez Roa

Ingeniero Técnico de Minas

2. CLIMATOLOGIA

2.1. PRECIPITACION

Se ha considerado, para el estudio climatológico, el período 1941-1989. Los datos de precipitación (y de temperatura) correspondientes a los años 1941-1982 se han tomado del Plan Hidrológico y los restantes, del Servicio Meteorológico Nacional. Las estaciones termopluviométricas tratadas más próximas al área de estudio (dentro de la cuenca del Segura), son las siguientes:

	<u>X</u>	<u>Y</u>
Nº 7189 A - "Velez Rubio I.L."	1-36-32 E	37-38-57
" 7194 - "María"	1-31-23 E	37-42-41
" 7196 - "Caravaca Casa Alta"	1-39-12 E	37-54-50
" 7198 - "Embalse de Valdeinfierno"	1-43-18 E	37-48-12
" 7203 - "Zarcilla de Ramos"	1-48-45 E	37-50-30
" 7205 - "Embalse de Puentes"	1-52-08 E	37-44-12
" 7208 - "Lorca C.H.S."	1-59-15 E	37-40-22
" 7211 - "Puerto Lumbreras C.H.S."	1-52-41 E	37-43-42

A la vista de los datos (reflejados en anexo 1) es destacable como más húmedo el año 1948/49 (1.070 mm en la estación nº 7203) y más seco el 1980/81 (125 mm en la estación nº 7208). El mes más lluvioso suele ser abril (46,5 mm de media) y el menos julio (6 mm de media).

2.2. TEMPERATURA

Se han tenido en cuenta, como en la precipitación, los datos termométricos del período 1941-1989 para las mismas estaciones allí consideradas (anexo 2).

Los meses con temperaturas medias más extremas coinciden con enero (8º C) y agosto (23º C)

2.3. EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL (ETP) Y REAL (ETR)

Han sido tratados, expresamente para este estudio, los datos pluviométricos y termométricos del período 1941/89 y, mediante el método de Thornthwaite, evaluadas las ETP y ETR medias anuales y mensuales.

Después de haber calculado la ETR, aplicando varias hipótesis de reserva útil del suelo (15,25 y 40 mm), se ha optado por elegir la de 15 mm por ser la que mejor se ajusta al área que nos afecta, constituida por rocas carbonatadas fisuradas con un alto grado de karstificación.

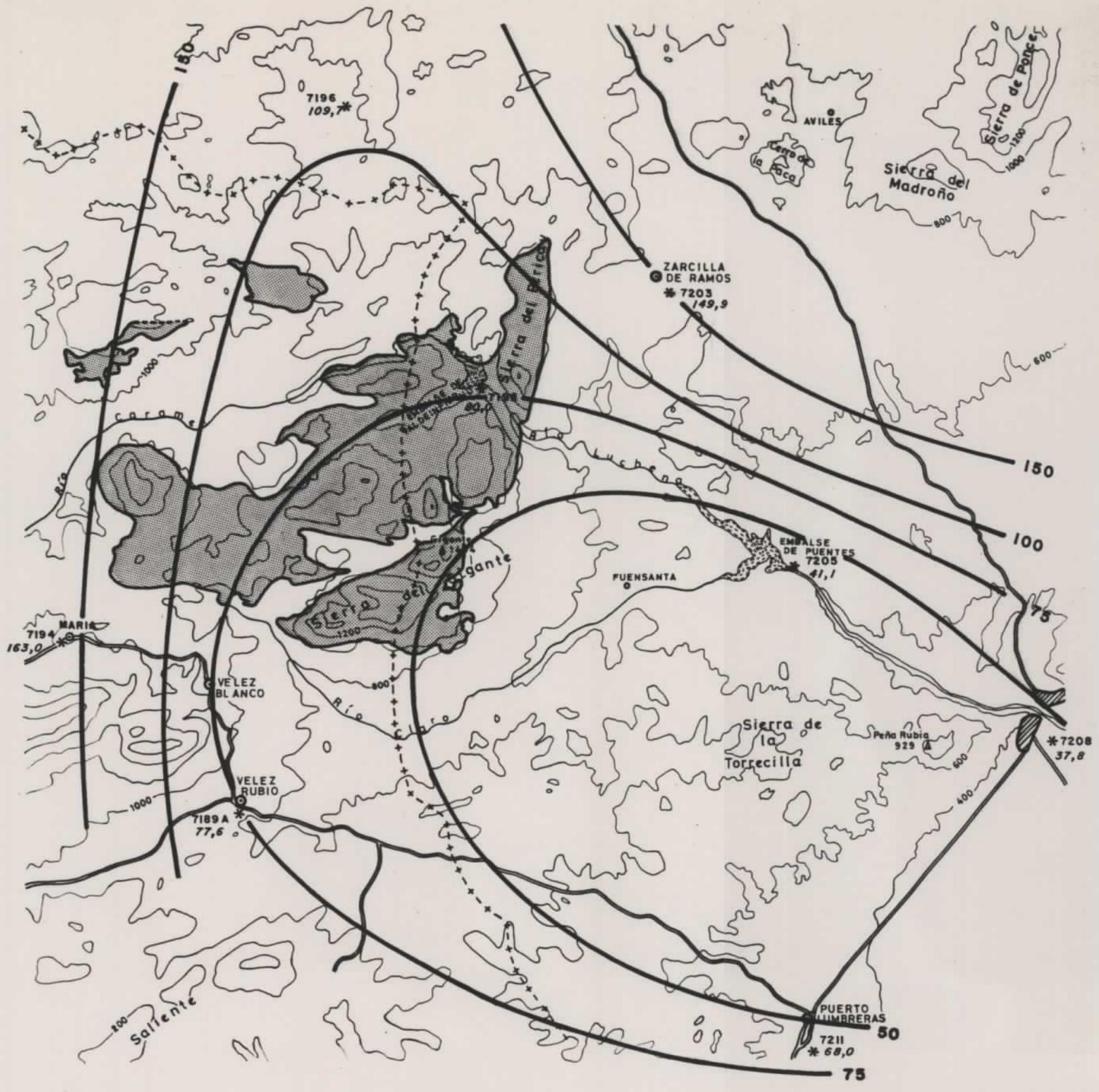
Los datos se adjuntan en el anexo nº 3 de este informe, donde pueden apreciarse la ETP, la ETR y los excedentes anuales.

2.4. LLUVIA UTIL

Seguidamente se plasman los datos de lluvia útil media anual correspondientes al período 1941/89, según la RU considerada (mm).

<u>ESTACION</u>	<u>RU (15)</u>	<u>RU (25)</u>	<u>RU (40)</u>
1			
7189 A	77,6	63,8	48,4
7194	163	149,8	124,9
7196	109,7	96,7	81,3
7198	80	67,7	50,9
7203	149,9	135,2	118,3
7205	41,1	31,8	20,3
7208	37,8	28,6	19,7
7211	68	57,9	44,9

Las figuras nºs. 1, 2 y 3 representan a las iso-lluvia útil, correspondientes a los tres valores de RU, con el fin de calcular, en los acuíferos Pericay-Luchena-Gabar y Gigante, el valor medio anual de este parámetro.

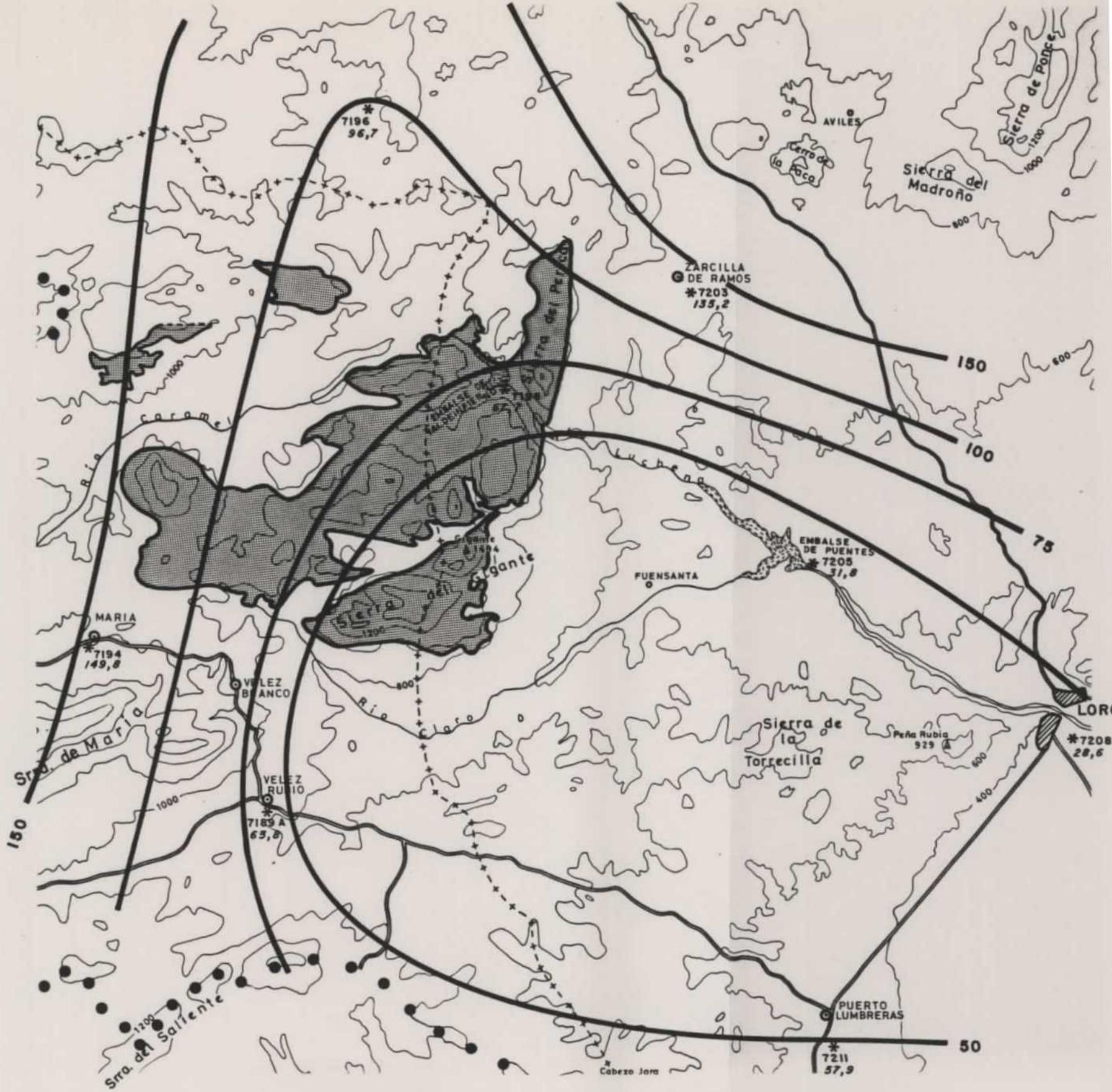


LLUVIA UTIL MEDIA (RU = 15 mm) Período 1.941-1.989

-  Acuífero
-  Isolluvia útil (mm)
-  Estación termopluviométrica y su núm.
-  Valor medio de lluvia útil



Fig. 1



LLUVIA UTIL MEDIA (RU = 25 mm) Período 1.941-1.989

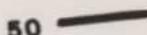
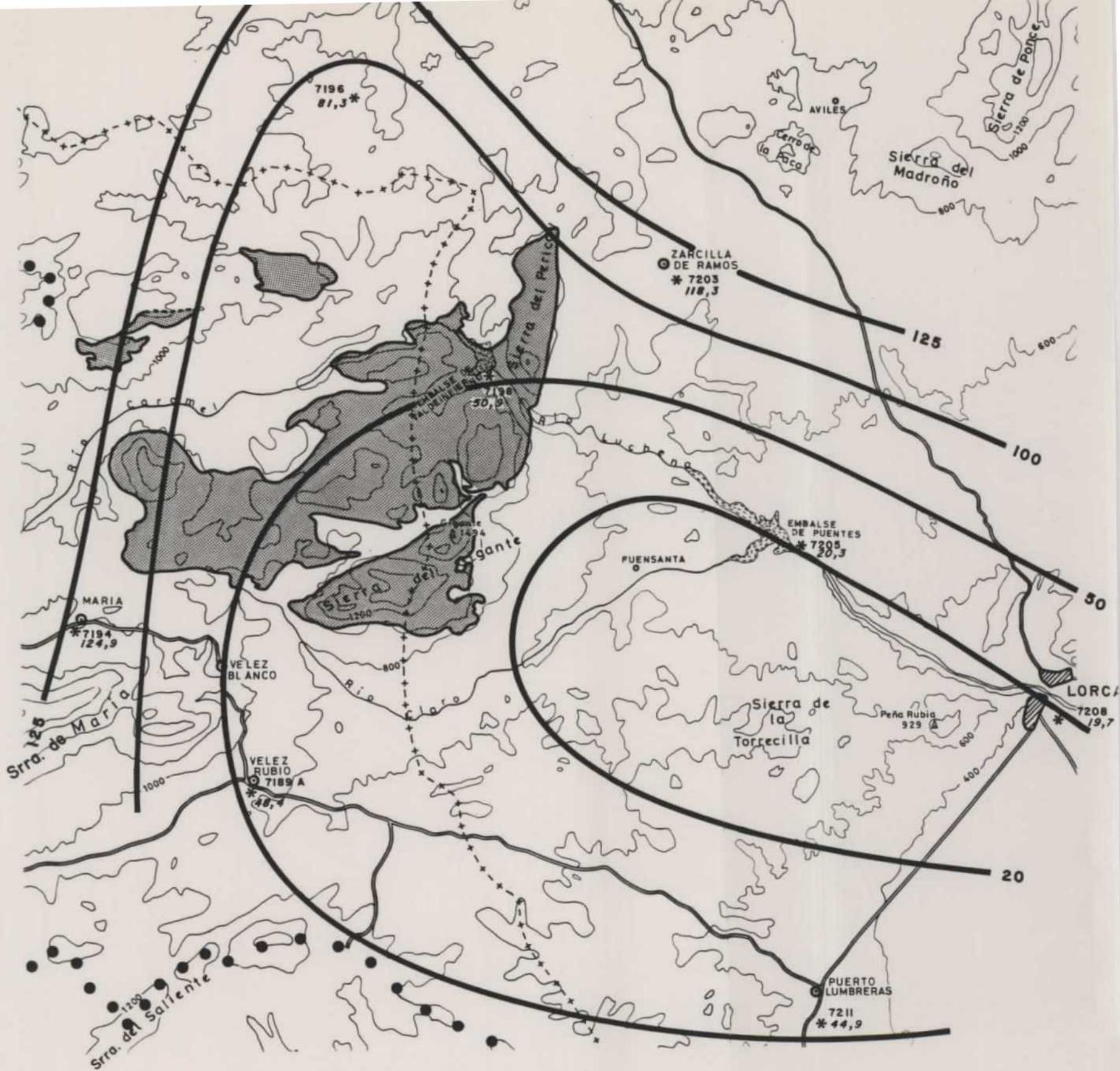
-  Acuífero
-  Isolluvia útil (mm)
-  7194 * Estación termopluiométrica y su núm.
-  63,8 Valor medio de lluvia útil



Fig. 2



LLUVIA UTIL MEDIA (RU = 40mm) Período 1.941-1.989

-  Acuífero
-  50 Isolluvia útil (mm)
-  7194 * Estación termopluviométrica y su núm.
-  48,4 Valor medio de lluvia útil



Fig. 3

3. HIDROLOGIA

Dentro de la zona de estudio cabe destacar el embalse de Valdeinfierno, que recoge la escorrentía superficial del río Caramel o de Alcaide; éste cruza el acuífero Pericay-Luchena por su mitad septentrional de Oeste a Este. Una vez atravesado toma el nombre de río Luchena, ya que recoge el caudal de Ojos de Luchena, ubicado 4 Kms aguas abajo del embalse. Hasta llegar a él mantiene una pendiente media del 10% y casi se duplica aguas abajo.

Por el Sur y Suroeste es el río Claro o río Corneros el que recoge los excedentes hídricos del acuífero Gigante, entre otros, y escorrentía superficial de aquel sector; prácticamente está fuera del área aquí estudiada.

Los dos ríos citados vierten sus aguas al embalse de Puentes, situado fuera del ámbito del estudio y al Este del mismo.

4. GEOLOGIA

4.1. ENCUADRE GEOLOGICO REGIONAL

El área de estudio se asienta, dentro de las Cordilleras Béticas, en el Subbético y sobre él reposan en posición alóctona, los macizos carbonatados de las Sierras del Pericay y Gigante y cerros de Piedras del Engarbo y Gabar (motivo del estudio hidrogeológico), que pertenecen a un dominio más interno del Subbético, denominado Penibético.

4.2. ESTRATIGRAFIA

En este informe se va a dar la estratigrafía detallada, por no haberlo hecho en informes anteriores.

De acuerdo con la descripción que se hace en la hoja nº 952 del MAGNA (IGME, 1977), los materiales representados son los siguientes:

4.2.1. Subbético

Dentro del área considerada aparecen:

4.2.1.1. Aptiense-Albiense

Aflora ampliamente en la parte septentrional del área estudiada y está constituido, litológicamente, por micritas arcillosas verdes oscuros (a veces prácticamente arcillas), con abundante pirita oxidada y niveles con algo de cuarzo tamaño limo o más grueso. Abundan rosetas de yeso de origen secundario, posiblemente derivado de la oxidación de los sulfuros primarios (pirita).

No abundan los radiolarios, sobre todo en la parte oriental, encontrándose una fauna pelágica con: *Marsonella oxycona*, *Hedbergella cf. digitalis*, *H. planispira*, *H. trochoidea*, *H. infracretacea*, *Ticinella roberti*, *Biticinella breggiensis*, y *Rotalipora ticinensis*, que define una edad Aptiense-Albiense. En estas margas se han encontrado olistostromas.

Debido a las características mecánicas, su contacto con las demás formaciones es siempre mecánico, a veces diapírico. En muchos casos ha actuado como nivel de despegue, de tal manera que muchas zonas de margocalizas del Cretácico superior y Eoceno se han deslizado a favor de estas margas arcillosas, poniéndose en contacto mecánico con diversas estructuras situadas más al sur.

4.2.1.2. Cenomaniense-Turoniense

Aflora al Norte y Noroeste del Embalse de Valdeinfierno. Pertenecen a esta edad unas calizas margosas blancas, en las que es muy frecuente la presencia de sílex negro o rojizo. En lámina delgada se clasifica la siguiente fauna: *Rotalípora cushmani*, *R. apenninica*, *R. Ticinensis*, *R. greenhornensis*, *Hedbergella planispira*, *Praeglobotruncana stephani*, etc.

El contacto con la formación anterior está generalmente mecanizado. Su potencia es variable, pero no sobrepasa los 100 m, aunque en general es mucho menor.

4.2.1.3. Cretácico superior-Eoceno medio

Este término está casi siempre presente en los límites de los afloramientos carbonatados de Penibético, habiendo servido para la definición de los acuíferos.

Además de la litología descrita en el apartado anterior, comprende margas y margocalizas blancas y rosadas muy finamente estratificadas. En esta formación está claramente representado todo el Cretácico superior por una rica fauna pelágica, llegando en algunos sitios hasta el Luteciense medio, zona más alta que se ha encontrado. El Luteciense inferior viene

dado por una fauna de: *Globorotalia aragonensis*, *G. bullbrocki*, *Globigerapsis index* y *Globigerina linaperta*.

En general, se puede decir que en la parte noroccidental del área esta facies llega hasta el Paleoceno, en la parte central y occidental hasta el Maestrichtiense y en la parte sur, centro-oriental y oriental hasta el Cuisiense y Luteciense inferior.

4.2.1.4. Paleoceno

Esta formación se presenta principalmente al N de las Almojas, y está constituido por margas verdes alternando con calcarenitas y turbiditas. Las calcarenitas a menudo presentan estratificación gradada, con fragmentos de cuarzo, radiolarios, y *microcodium*.

La fauna pelágica presente está constituida por: *Globigerina aff. spiralis*, *G. triloculinoides*, *Globorotalia pseudobulloides*, *G. velascoensis*, *G. uncinata*, *G. quadrata*, que nos define un Paleoceno. Su potencia, como mucho, alcanza los veinte metros.

4.2.1.5. Eoceno inferior-medio

Fundamentalmente, está constituida por margas verdes y margocalizas, a veces con intercalaciones de calcarenitas. En el

NO de la Sierra del Gigante esta formación es totalmente margosa, conteniendo la siguiente fauna pelágica: *Globorotalia aragonensis*, *G. crassata densa*, *G. gracilis*, *G. broedermanni* del Eoceno inferior, y *Globorotalia centralis*, *G. spinulosa*, *Catapsydrax aff. dissimilis*, *Globigerapsis index*, *Globigerapsis kugleri* del Eoceno medio.

4.2.1.6. Eoceno-Oligoceno

Al NO del área existe una formación constituida por calizas y margas alternantes, comprendiendo todo el Eoceno y probablemente parte del Oligoceno.

Las margas contienen: *Globorotalia crassata densa*, *G. aragonensis* y *G. gracilis* en el contacto con la facies de margocalizas rosadas del Cretácico superior, lo que indica una edad Cuisiense para la base de la formación.

Hacia arriba esta serie contiene: *Globorotalia centralis*, *Globigerina venezolana*, *Globigerina dissimilis* y *Globigerapsis index*, que corresponden a una edad Eoceno medio--superior.

Las calizas son biomicritas, con *Nummulites*, *Discocyclinas*, *Operculinas*, *Equinodermos*, *Melobesias*, *Chapmaninas*, *Amphisteginas* y, a veces, *Lepidocyclinas*.

4.2.1.7. Priaboniense-Aquitaniense

Esta formación está muy bien representada en secuencia normal al N de las Almoyas.

Se puede distinguir tres miembros: En la parte inferior predominan margas y calizas margosas, biomicritas. Las calizas contienen Equinodermos, Briozoos, Nummulites, Amphisteginas, Operculinas, Miliólidos, Rotálidos, etc.

Las margas contienen: *Globorotalia cocoaensis*, *G. centralis*, *Globigerapsis index*, *Globigerapsis semiinvoluta*, que las datan como del Priaboniense.

El segundo término son calizas marrones y verdosas, que alternan con algunos niveles de margas.

Las calizas son biomicritas con mucha glauconita, la que les da el colorido. Contienen Operculinas, Lepidocyclinas, Amphisteginas, Discocyclinas, Eulepidinas, etc.

Las margas que aparecen intercaladas contienen una fauna muy abundante de: *Uvigerina auberiana*, *Globigerina venezuelana*, *Globorotalia opima*, *G. nana*, etc.

En este miembro, y en algunos puntos, aparecen intercaladas tobas "andesíticas" de composición riódacítica o andesítica; su potencia no supera los 1-2 m.

En la parte alta también aparecen niveles de sílex o capas silíceas muy delgadas.

El miembro superior es predominantemente margoso, (margas y margocalizas), que contiene una fauna de : *Bolivina arta*, *Globoquadrina dehiscens*, *Stilostomella nutalli*, *Bolivina scalprata*, *Pleurostomella incrasata*, *Stilostomella curvatura spinea*, *Globigerina rhorii*, *Cassidulina laevigata*, *Uvigerina mexicana*, *Uvigerina schuwageri*, de edad Aquitaniense.

El segundo término posiblemente abarque desde la parte alta del Eoceno superior al Oligoceno o la parte baja del Aquitaniense. En algunos estratos, muy ricos en glauconita, se han localizado grandes cantidades de dientes de peces, entre los que se han clasificado: *Prionodon* sp. (?), *Odontaspis* cf. *cuspidata*, *Lamna elegans*, *Oxhirina desori* (?), que corresponderían a un eoceno superior.

4.2.2. Penibético

Sus materiales carbonatados constituyen el objetivo fundamental de este estudio, pues en ellos se asientan los

principales acuíferos. Como ya se ha dicho reposan alóctonamente sobre los terrenos predominantemente margosos del Subbético.

A continuación se describen sus características estratigráficas.

4.2.2.1. Triásico superior-Jurásico inferior

Consiste este término en dolomías de color crema a marrón. A veces presentan intercalaciones más calcáreas, rosadas y muy laminadas. No se encuentran fósiles, estando ausente la presencia de detriticos no calcáreos.

Es imposible precisar la potencia, pero puede afirmarse que es mayor de 300 m. La base de esta formación es desconocida, ya que suelen estar en contacto tectónico con formaciones más modernas sobre las que se ha deslizado, o bien en contacto mecánico con formaciones de la misma unidad tectónica deslizada.

Hacia arriba pasan gradualmente a calizas, debido a un decrecimiento en el grado de dolomitización. En las calizas se ha podido llegar a datar un Pliensbachiense, por lo que se le atribuye a esta formación como Triásico superior-Jurásico inferior.

4.2.2.2. Pliensbachiense-Titónico

El contacto entre las dolomías inferiores y esta formación no siempre se realiza a la misma altura estratigráfica, aunque siempre tiene lugar en el Lías.

Se pueden distinguir, de abajo arriba, tres zonas en esta formación:

Zona inferior, constituida por calizas micríticas y calizas rojizas algo nodulosas con: Textuláridos, *Palaeodasycladus mediterraneus*, *Orbitopsella* cf. *praecursor*, *Thaumatoporella parvovesiculífera*, de edad Pliensbachiense s.l., y *Rhynchonella* aff. *varians*, *R.* aff. *bouchardi* y *Spiriferina* cf. *monsteri* de edad Toarciense. A veces se presentan capas de calcarenita. Esta zona varía de potencia, pero puede alcanzar los 60 ó 70 m.

Encima hay una zona media, constituida por bancos potentes y masivos de calizas oolíticas de color crema y blanco, con *Trocholinas*, *Clypeínas*, *Protopeneroplis striata*, *Gasterópodos*, *Lagénidos* y *Pseudofenderina*, que comprenden el Dogger y a veces parte del Malm. Se trata de oosparitas y oointrasparitas, cuya potencia es de unos 300 m.

En la zona alta, término superior, aparecen calizas micríticas con *Ostrácodos*, *Textuláridos*, *Globigerina oxfordiana*,

"filamentos" e indicios de cuarzo; dan una edad Oxfordiense y se presentan con una potencia de 10-12 m. Esta formación está frecuentemente atravesada por silicificaciones de hasta varios metros de potencia, que han sustituido parcialmente el carbonato de la roca por sílice, incluyendo el de los oolitos. El núcleo de los oolitos no suele estar silicificado. También se presentan las silicificaciones en forma de nódulos y manchas más o menos extensas.

4.2.2.3. Kimmeridgiense-Titónico

Coronando las formaciones anteriores se presentan, a veces, y no siempre con la misma edad, calizas nodulosas con ammonites ("Ammonitico rosso").

Se trata de biomicritas con: Radiolarios, Saccocomas, Globochaetas, Lagénidos, etc.

En la Sierra de María se ha encontrado en esta formación: Taramelliceras (Fontannesella) cf. valentinum, Progeronia cf. progeron (?), Dichotomoceras cf. dichotomus, Rasenia cf. involuta, Euaspidóceras perarmatum, Hybonotoceras cf. hibonotum; que indican una edad, para este tramo de Kimmeridgiense inferior.

En otros lugares se han encontrado: Virgatospinctes cf. transitorius, Punctaptychus punctatus, que datan al Titónico.

4.2.2.4. Malm-Barremiense

Está constituido por una alternancia de margas y radiolaritas verdes. Cuando en la base de esta formación no aparecen las calizas rojizas nodulosas, las margas verdes toman una tonalidad rosácea, indicando un cambio lateral.

Es frecuente encontrar unas brechas intraformacionales marcando el tránsito Jurásico-Cretácico. También se encuentran algunas calizas nodulosas blanco-verdosas, que presentan la siguiente asociación faunística: *Calliphyloceras* (*Holcophylloceras*) *calypso*, *Calliphyloceras* (*Ptychophylloceras*) cf. *semisulcatum*, *Wheatleyites* cf. *opulentus*, *Paulowia iastriensis* (?), *Neolissoceras grassi*, *Himalayites* sp., *Protocanthodiscus* sp., *Berriasella* sp; que marcan el tránsito entre el Titónico y el Neocomiense.

La potencia es muy variable y difícil de conocer, ya que esta formación está fuertemente tectonizada. Adosada al Jurásico, frecuentemente está en contacto tectónico con formaciones más modernas y en contacto mecánico con otras de su propia unidad tectónica.

4.2.2.5. Aptiense-Albiense

Esta formación está muy bien representada en la Rambla Seca, al O del Pantano de Valdeinfierno. En la parte inferior y cerca del contacto con la formación radiolarítica, hay margas verdes oscuras con radiolarios, en las que apenas aparecen olistostromas y turbiditas de calizas oolíticas jurásicas y cuando los hay están muy finamente estratificadas.

Hacia la parte media y superior de estas margas oscuras van abundando los olistostromas y cada vez con una potencia mayor. Las margas contienen, además de Radiolarios, Hedbergella planispira, H. trochoidea, Ticinella roberti, y Globigerinelloides breggiensis; fauna que indica una edad Aptiense-Albiense.

Es frecuente encontrar en estas margas yesos en rosetas de origen secundario. Contienen algo de cuarzo tamaño limo.

Los olistostromas están constituidos frecuentemente por oolitos. Algunas capas, sobre todo aquellas que están constituidas exclusivamente por oolitos, muestran una estructura gradada propia de las turbiditas. Lo más habitual es que estén formados por fragmentos de calizas oolíticas (abundantes), de radiolaritas y de calizas oolíticas parcial o totalmente silicificadas, así como calizas micríticas y nodulosas del Jurásico o Cretácico más inferior. Estos bloques están englobados

por oolitos sueltos, frecuentemente recrecidos con nuevas capas de carbonato, por lo que tienen gran tamaño, y todo el conjunto con una matriz esparítica en la que es frecuente encontrar *Ticinella roberti* y otros foraminíferos habituales en las margas albienses.

A veces observan incluidos bloques de gran tamaño y de naturaleza caliza.

En uno de ellos, de calizas nodulosas, se han recogido *Hatchericeras patagonense* (?), *Acantohoplites angulicostatus*, *Hibolites aff. joculum*, que indican una edad Valanginiense.

Se puede, pues, decir que están representados en estos olistostromas todas las formaciones anteriores, a excepción de las dolomías jurásicas. La potencia es difícil de calcular.

4.2.2.6. Cretácico superior

El contacto de esta formación con la anterior es casi siempre mecánico, a lo que contribuye la plasticidad de las margas albienses.

Está constituido todo el Cretácico superior por margas y margocalizas blanquecinas (apenas aparecen niveles rosados, tan abundantes en el Cretácico superior del Subbético), en las que abundan niveles interestratificados de sílex de múltiples

colores. Esta es otra diferencia con el Cretácico superior del Subbético, donde sólo aparecen en el Cenomaniense-Turonense.

Su característica principal es la gran abundancia de olistostromas, mucho más abundantes en el Santoniense-Campaniense.

Bajo el punto de vista micropaleontológico, se han reconocido diversos tramos: Cenomaniense inferior con: *Ticinella roberti*, *Rotalípora apenninica*, *Planomalina buxtorfi*, *Rotalípora ticinensis*; Coniaciense con: *Globotruncana imbricata*; Santoniense con: *Globotruncana concavata*, *G. angusticarinata*, *Planoglobulina aff. acervulinoides*; Campaniense con: *Gl. calcarata*, *Gl. elevata*, *Gl. plicata*, *Gl. stuartiformis*, *Pseudotextularia elegans*; Campaniense superior-Maastrichtiense inferior con: *Gl. plicata*, *Neoflabellina ex. gr. gibbera*, *Pseudotextularia elegans*.

Los olistostromas están constituidos por retazos de margas albienses incluidas en esta formación, así como bloques de calizas oolíticas (a veces silicificadas), constituyendo bancos interestratificados con un cemento oosparítico y algo de micrita. Los restos de micrita llevan *Globotruncanas*, mientras que la intrasparita es muy similar a la del Jurásico. Es muy frecuente que la esparita que cementa los oolitos esté bastante maclada, lo que indica que ha estado sometida a una serie de esfuerzos, posiblemente los que han provocado la aloctonía de esta serie.

Otras veces se trata de verdaderas turbiditas oolíticas, finamente estratificadas.

4.2.3. Sedimentos post-manto

Se localizan, fundamentalmente, en los alrededores de los macizos carbonatados del Penibético, ocupando zonas geográficamente más deprimidas.

Están representados, en el área de estudio, los siguientes materiales:

4.2.3.1. Burdigaliense superior-Langhiense inferior

Esta formación, aunque algo afectada tectónicamente, por lo general no está cabalgada por ninguna otra y descansa discordantemente sobre las demás.

Está constituida por biomicritas de algas, muy ricas en restos fósiles, con algo de cuarzo.

La asignación a esta formación de ciertos afloramientos de calizas es siempre problemática, pues es muy frecuente la presencia de restos resedimentados procedentes de formaciones litológicamente muy semejantes, pero de edades distintas.

Los criterios que se han adoptado para esta datación han sido los siguientes:

19. Discordancia angular clara o muy probable.
29. Existencia de niveles margosos cuya fauna pelágica es indudablemente de edad Burdigaliense superior-Langhiense inferior.
39. Presencia de olistostroma de pequeño volumen o resedimentaciones (a veces se han llegado a observar margas albienses en estas calizas).

Donde están más claramente diferenciadas estas calizas es en las Almoyas, donde presentan un carácter masivo, que las hace destacar de las calizas eocenas de sus proximidades

Al S del Collado de la Umbría, existe algún episodio margoso en la base, que contiene la siguiente fauna: Globigerinoides trilobus, G. bisphaericus, Globorotalia praescitula, Bulimina alsatica, Globoquadrina aff. langhiana, G. dehiscens, que dan una datación Burdigaliense superior-Langhiense inferior.

En las Almoyas, las calizas contienen Lepidocyclinas, pero esto no quiere decir que necesariamente tenga que ser

Oligoceno, y además debajo de ellas, en el Cerro de las Almoyas y en la vertiente sur, existen algunas margas cuya fauna data un Mioceno inferior.

4.2.3.2. Burdigaliense superior-Mioceno medio

Esta formación está bien representada en el valle existente entre la Sierra de María y la Serrata. Está constituida por calizas arenosas, así como fragmentos de roca y glauconita. Existen también conglomerados.

En la parte inferior contienen: Amphisteginas, Equinodermos, Globigerinas, Orbulínidos, Operculinas, etc.

Hacia arriba existen algunos niveles margosos con la fauna siguiente: *Bolivina arta*, *B. reticulata*, *Cassidulina Laevigata*, *Siphonina planoconvexa*, *Globigerinoides trilobus*, *Nonium boueanum*, *Martinotiella communis*.

Es muy frecuente en esta formación la presencia de fragmentos de rocas del Maláguide.

4.2.3.3. Plioceno

Está representado en dos zonas, siendo sus características algo diferentes en una y otra. La primera zona está situada al Oeste, en las inmediaciones del pueblo de María,

y cubre en parte la formación anteriormente descrita. Aquí se presentan conglomerados y arcillas rojas. Los conglomerados están poco consolidados y a veces constituidos sólo por fragmentos de dolomía, y de calizas jurásicas. Los cantos son heterométricos y poco redondeados.

Existen gasterópodos y foraminíferos resedimentados.

La edad que se le atribuye a esta formación no es exacta, aunque se supone que es un Plioceno de carácter continental.

La otra zona se sitúa al Este de la Sierra de Pericay y la integran preferentemente limos y arcillas, aunque existen algunos conglomerados y margas lacustres con gasterópodos.

Sobre estas formaciones se instalan varios sistemas de glaciares cuaternarios.

4.2.3.4. Depósitos cuaternarios

Dentro de éstos se pueden distinguir:

- Depósitos de glaciares antiguos aterrizados. Se localizan en la ladera sur de la Sierra del Gigante, buzando con frecuencia hacia el Norte. Están muy cementados y corresponden a la zona de mayor depósito dentro del glaciar. Evidencia este

buzamiento una tectónica muy reciente, tanto en su aterrazamiento como en su buzamiento.

- Los "glacis" más recientes, se han desarrollado en zonas montañosas y forman amplias laderas con suave buzamiento. En las cercanías de los escarpes se mezclan con los derrubios de ladera más recientes. Se trata de conglomerados y arcillas, con costras de exudación en su superficie.

- Los depósitos aluviales ocupan las ramblas y lechos de los ríos, y están constituidos por bloques, cantos, gravas, arenas, limos y arcillas.

- El río Corneros posee alguna terraza irregularmente distribuida, bastante elevada en relación con el nivel actual del río. Estos depósitos están siempre cementados fuertemente por costras de carbonatos, pero en Baños de la Fuensanta están cementados por sílice, posiblemente procedentes de las aguas termales de esta localidad.

- Los derrubios de ladera se distribuyen por lo general en las zonas cercanas a los relieves más acentuados.

4.3. TECTONICA

4.3.1. Tectónica del Penibético

La memoria de la hoja nº 952 del MAGNA (IGME) emplea esta denominación "penibético" para definir una unidad tectónica, cuyas características litoestratigráficas, sobre todo en lo concerniente al Jurásico, son parecidas a muchas de las unidades descritas como Penibético en transversales más occidentales.

En definitiva, se trata de un Jurásico potente, constituido en su mayor parte por dolomías y calizas oolíticas, que incluyen siempre el Dogger, a diferencia de las del Subbético, que llegan sólo hasta el Lías. En la parte alta, llevan calizas nodulosas.

El Cretácico inferior es radiolarítico (el Jurásico superior a veces también) y el Aptiense-Albiense posee olistostromas en su parte superior. El Cretácico superior es muy rico en sílex, no abundan en él los niveles rosados y lleva intercalados olistostromas hasta el Campaniense-Maestrichtiense inferior.

El Eoceno (Luteciense) es también olistostrómico y con turbiditas que transportan grandes foraminíferos (Nummulites).

El Oligoceno superior-Aquitaniense es discordante.

Se considera el Penibético como una unidad tectónica alóctona, deslizada sobre el Subbético, cuya raíz o ámbito original de sedimentación estaría situado más hacia el Sur.

Esta idea de aloctonía, permite explicar los siguientes fenómenos:

- La diferencia entre las series subbéticas y penibéticas.

- Existencia de silicificaciones que han atravesado la potente estratificación de las calizas jurásicas, sustituyendo a los carbonatados. Estas bandas poseen a veces cuatro o cinco metros de espesor y son muy numerosas.

Si estas calizas perteneciesen al Subbético propiamente dicho, difícilmente podrían penetrar estas silicificaciones hasta el Jurásico, ya que el Triásico subbético, predominantemente margoso, habría sellado las vías posibles de penetración para los fluidos silicificantes.

- Las Sierras jurásicas del Penibético están claramente reposando sobre el Cretácico superior Subbético y también sobre la serie Eoceno-Oligoceno-Aquitaniense.

- La Sierra del Gigante es un isleo tectónico, pues reposa en su totalidad aisladamente sobre materiales del Subbético.

La estructura interna del conjunto de sierras formado por Pericay, Luchena y Gabar es la de un sinclinorio, de dirección casi O-E, en donde se dan pliegues y cabalgamientos de vergencia Norte y fallas normales; estas últimas han retocado los contactos de corrimiento haciendo que fueran más verticalizados y hundiendo el bloque perteneciente a las sierras.

4.3.2. Tectónica del Subbético

En las series que se consideran como del Subbético no se observan pruebas de movimientos importantes en el Mesozoico. Sólo en el Aptiense-Albiense existen detríticos no calcáreos (cuarzo, mica y hasta feldespatos) que indican un desequilibrio en las zonas béticas situadas al Sur.

En el Eoceno y localmente, aparecen calcarenitas con estructuras turbiditas, que prueban la existencia de movimientos verticales en áreas vecinas.

A partir del Eoceno medio-superior y hasta el Aquitaniense, la sedimentación tranquila de carácter pelágico se altera y comienza a aparecer sedimentación de detríticos transportados gravitacionalmente, posiblemente por corrientes de turbidez. Aparecen localmente tobas volcánicas interestratificadas y niveles de sílex, y zonalmente grandes acumulaciones de glauconita. Todo ello nos indica una inestabilidad con movimientos verticales en áreas muy cercanas.

Dentro de la tectónica alpina propiamente dicha, se pueden observar dos o tres fases. Una primera fase en la que se originan pliegues y pliegues falla, a menudo cabalgantes hacia el Sur. A veces, como ocurre en el ángulo NO del área, estos planos de falla, al alcanzar las margas albienses, muy plásticas, han actuado como planos de despegue, y parte de la serie del Cretácico superior-Paleogeno se han situado mecánicamente encima de las margas albienses o de pliegues que implican desde el Albiense al Eoceno inferior.

Esta primera fase ha sido posterior al Aquitaniense, al cual afecta, pero anterior al Burdigaliense superior.

Con posterioridad a esta fase se produjo el deslizamiento del Penibético, que tampoco parece afectar al Burdigaliense superior. Este deslizamiento originó localmente fuertes cambios en la vergencia de muchos pliegues, con retrocabalgamientos hacia el Norte, fracturas de vergencia Sur, e incluso deslizamientos locales del Cretácico superior Subbético sobre el Jurásico Penibético. Igualmente, se producen inflexiones en el rumbo de algunas estructuras ya existentes.

La tercera fase, afectó y dio lugar a cabalgamientos y deslizamientos hacia el Sur de series ya plegadas, sobre las formaciones de la Zona Intermedia. Esta fase es, posterior al Langhiense inferior o parte basal del Mioceno medio.

La tectónica interna es de pliegues, generalmente suaves (a veces presentan sus flancos verticalizados, como al Oeste del Gabar, o volcados, como al Norte de este mismo cerro); también se dan algunos cabalgamientos de vergencia Norte o Sur, según se sitúen al Oeste o Este del río Claro.

4.3.3. Neotectónica

Dentro de la comarca de los Vélez existen numerosas muestras de Neotectónica que fueron estudiadas por primera vez por NAVARRO HERVAS y RODRIGUEZ ESTRELLA, en 1986 y posteriormente (1988) constituyó uno de los temas tratados por el primero de los autores, en su tesis doctoral.

En la Sierra del Gigante, dentro del piedemonte meridional, estos autores contabilizaron 433 fracturas y tras ser representadas sus direcciones en un histograma (fig. 4) se observaron las siguientes características:

- Se pueden diferenciar cuatro lotes de fracturas, pero de direcciones comprendidas entre N 15-30 E, N 45-60 E, N 75-90 E y N 135-150 E; las medidas tienen unas direcciones de N 20 E, N 50 E, N 80 E y N 140 E.

- No existe dentro de estos lotes, uno que destaque en abundancia sobre los demás, ya que todos ellos sólo se aproximan al 10%; existe por tanto una gran dispersión en fracturas con

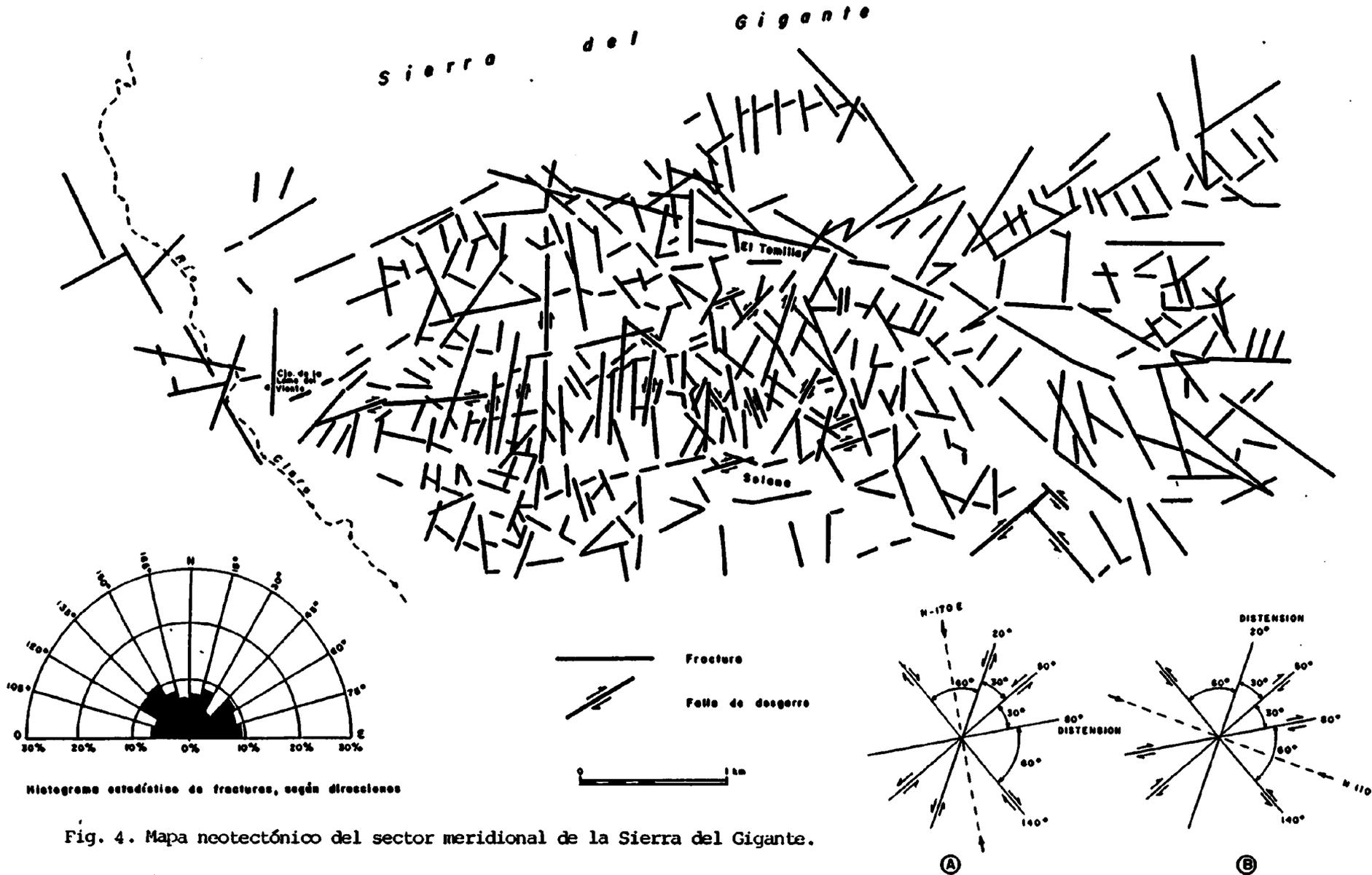


Fig. 4. Mapa neotectónico del sector meridional de la Sierra del Gigante.

todas las demás direcciones, que globalizan el 60%, lo que demuestra la influencia de varios esfuerzos, de distinta procedencia, en el transcurso del tiempo.

Fallas de una misma dirección presentan, a veces, desgarres dextrorsos y sinistrorsos, según pertenezcan a una tectónica de compresión de dirección N-S o de W-E. Así por ejemplo, mientras que, las fallas de dirección N 20 E son sinistrorsas al Este del Cjo. de la Loma del Viento, entre el Tomillar y Solana son dextrorsas, movimientos éstos deducidos por el desplazamiento de sus afloramientos pliocuaternarios; los de dirección N 75 E son siempre dextrorsas y han sido deducidas por el desplazamiento de cursos de ramblas, lo que pone de manifiesto que la compresión de dirección de esfuerzos W-E, es posterior a la de N-S.

Por tanto en la Sierra del Gigante se han sucedido en los últimos tiempos, una serie de deformaciones que trataremos de sintetizar (fig. 5):

a) Inmediatamente después de la etapa principal de plegamiento de las Cordilleras Béticas (Mioceno medio), que dió lugar en esta zona a los mantos de corrimiento con estructuras de retrocabalgamientos, sucedió el desgarre sinistrorsum del río Claro, que hizo posible que en el bloque oriental (Sierra del Gigante) se dieran fallas inversas de vergencia Norte mientras en

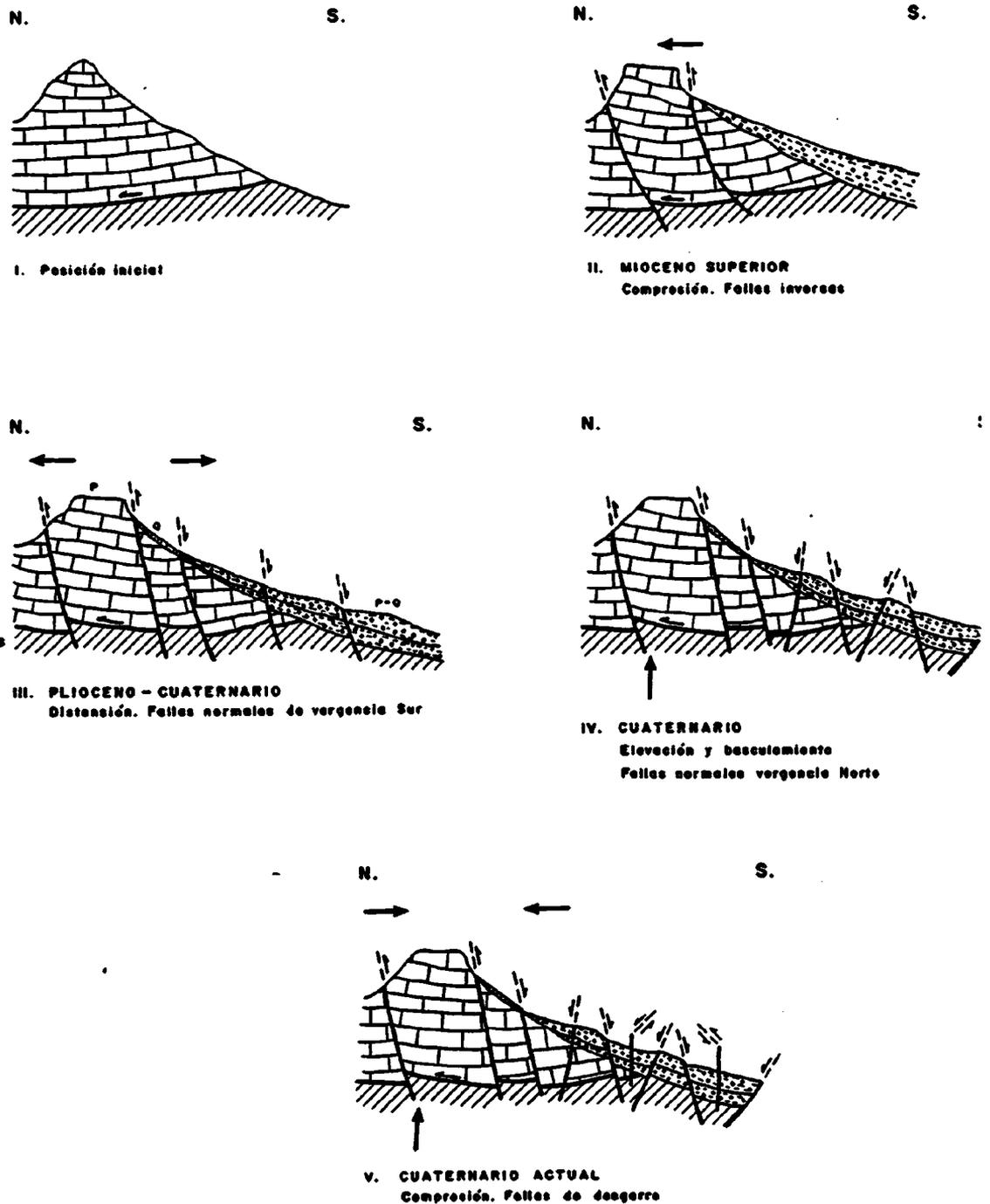


Fig. 5. Evolución tectónica de la Srra. del Gigante en relación con los niveles de glaci-conos. S.- Subbético. P.- Penibético. P-Q.- Plio-Cuaternario. Niveles de glaci-conos. Q= Cuaternario actual. Las flêchas indican el sentido de los esfuerzos predominantes.

el bloque occidental (Sierra de María) aparecieran fallas inversas y pliegues de vergencia Sur.

Seguramente fue por entonces, cuando se inició la erosión en esta zona, pues durante el Mioceno superior estas sierras estaban ya emergidas; esto explicaría el arrasamiento de las partes somitales de las mismas (de ahí los nombres de Muela Chica, 1462 m y Muela Grande, 1554 m), al igual que ocurre en otros relieves próximos como la Sierra de Pericay (1386 m) y Sierra Espuña (El Morrón 1579 m), en donde las superficies de erosión culminantes se atribuyen a esta edad. Aunque en las proximidades de la sierra no existan afloramientos del Mioceno superior, no se descarta la posibilidad de que se encuentren representados en los niveles inferiores no visibles de los piedemontes, ya que algo más al Sureste aparecen en la Cuenca de Lorca.

b) Tras la formación del desgarre del río Claro, que impulsó a la sierra hacia el Norte, con un movimiento de comprensión, tuvo lugar una relajación, que se tradujo en una distensión hacia el Sur; esto debió de suceder durante el Plioceno, aunque pudo iniciarse al final del Mioceno superior y desde luego se continuó durante el Cuaternario. La formación de fallas normales, cuyos planos vergen hacia el Sur, acentuó aún más la actividad erosiva, cuyos materiales pliocénicos pueden observarse escasamente en las entalladuras de los barrancos y con amplitud al Este de la Sierra del Pericay y en las inmediaciones

del pueblo de María; están constituidos por conglomerados dolomíticos y arcillas rojas con frecuentes encostramientos.

c) Durante el Cuaternario tiene lugar una elevación progresiva de esta dorsal penibética y se originan:

- Fallas normales, de vergencia Norte, típicas de los movimientos verticales, como ha puesto de manifiesto RODRIGUEZ ESTRELLA (1983) en su estudio de los diapiros triásicos del Sureste español.

- Basculamientos de los bloques hacia el Norte, como consecuencia del arrastre de estas fallas. Este fenómeno geológico de las zonas con pendiente hacia la sierra, ha llamado la atención a algunos investigadores como MORENO CALVILLO y PULIDO BOSCH (1982) en la Sierra de María, como base favorable en el origen de "pseudo dolinas" sobre materiales cuaternarios, producidas por deslizamientos de laderas, sin que en ningún caso lo atribuyeran a fenómenos de fracturas recientes.

- Discordancias progresivas internas, a nivel de estrato (acuñamientos cuyo vértice forma cierto ángulo con respecto a la pendiente general del terreno) que indican una sedimentación, de estos depósitos de vertiente, coetánea con las neodeformaciones (NAVARRO HERVAS 1983).

d) Por último de acuerdo con lo que ocurre en otras zonas de la Región del sureste, tales como las próximas a la costa, se está produciendo en los últimos tiempos, incluso en la actualidad, una etapa de compresión, que origina las fallas de desgarre ya mencionadas, dextrógiras y levógiras, cuyos planos pueden coincidir con los de otras preexistentes o ser de nueva creación.

La comarca de Los Vélez puede considerarse como un área de alto riesgo sísmico en relación a una serie de hechos: su localización geológica en el tránsito de diferentes dominios paleogeográficos de las Cordilleras Béticas; su proximidad a relieves (Sierras de María y Gigante) que presentan tectónicas superpuestas antepliocenas; su situación entre focos sísmicos de primer orden como son Granada, Almería, Murcia; y por estar este área afectada por sistemas de fallas activas conjugadas al accidente principal de Cádiz-Alicante, donde se emplazan numerosos focos sísmicos secundarios tales como Huerca Overa, Huéscar de Granada, Orce, Chirivel, Lorca. En definitiva, por ser una zona de dispersión de ondas sísmicas situada entre unidades morfoestructurales de envergadura. Como consecuencia son numerosos los terremotos registrados hasta el momento; algunos, anteriores a 1900, fueron documentados en textos, cartas, manuscritos, etc. En la fig. 6 puede observarse la situación aproximada de los epicentros sísmicos, sacada del Catálogo sísmico de la Península, publicado en 1981, por el Instituto Geográfico Nacional.

5. ACUIFEROS REPRESENTADOS

5.1. ACUIFERO DE PERICAY-LUCHENA-GABAR

5.1.1. Rocas permeables e impermeables

La litología del horizonte acuífero o roca permeable principal está definido, en su parte inferior por dolomías de color crema con intercalaciones rosadas y, en la superior, por calizas micríticas, y sobre todo, calizas oolíticas (50-70% de grandes oolíticos) masivas. Las primeras pertenecen al Triásico superior-Jurásico inferior. Las segundas, comprenden desde el Pliensbaquiense (Liásico) hasta parte del Malm. La potencia de las dolomías es mayor de 300 m y la de las calizas, se acerca a los 400 m (60 a 70 m de calizas micríticas y unos 300 m de calizas oolíticas).

La litología del impermeable de base es variada, debido a que la superficie del muro de la roca permeable es tectónica (de corrimiento). Las dolomías y calizas del Penibético, están "corridas" y "colgadas" sobre distintas formaciones, margosas en general, del Subbético. Lo más frecuente es que el muro esté constituido por las margas y margocalizas blancas y rosadas del Cretácico superior-Eoceno medio pero; a veces, puede estarlo

también por las margas verdes y calizas de foraminíferos del Eoceno-Mioceno inferior y en algún caso, incluso por las margas verdes y arcillas del Aptiense-Albiense del Subbético.

La litología del techo del horizonte acuífero está representada por el resto de la serie penibética, superior a las calizas oolíticas jurásicas y solidaria, es decir, en contacto normal, con estas últimas. Así pues, se trata fundamentalmente de abajo arriba, de alternancias de margas y radiolaritas verdes del Malm-Barremiense, margas y arcillas verdes oscuras con olistostromas en su mitad superior del Aptiense-Albiense y margas y margocalizas con olistostromas y niveles de síles multicolor del Cretácico superior. Las potencias de estas formaciones son variables y difíciles de conocer, ya que estas últimas, están fuertemente tectonizadas.

5.1.2. Estructura

La estructura general del acuífero, en relación con la que la rodea, es la de un gran isleó tectónico perteneciente al dominio Penibético totalmente deslizado y "colgado", alóctono sobre distintas formaciones del Subbético, que constituyen a su vez, el autóctono relativo.

En cuanto a la estructura interna, consiste en un sinclinorio, con núcleo de margas cretácicas (correspondiente a la zona de la Rambla Seca y Pantano de Valdeinfierno), y unos

flancos de calizas jurásicas que constituyen relieves que enmarcan a esta última zona. Dichas calizas están muy fracturadas y son afectadas por numerosas fallas normales que han conservado pequeños afloramientos del Cretácico; asimismo, son frecuentes los buzamientos muy inclinados o subverticales y los repliegues invertidos.

5.1.3. Límites hidrogeológicos

Los límites del acuífero coinciden con las líneas del contacto mecánico de corrimiento entre las formaciones subbéticas y las penibéticas; como se ha dicho los materiales subbéticos son fundamentalmente margosos y constituyen el impermeable de base.

Los límites que se describen ahora (mapa nº 1), difieren en algo de los que se dieron en el informe, perteneciente a esta zona, del PIAS (año 1978). En aquella ocasión se separaron el acuífero de las Sierras de Pericay y Luchena con el del cerro Gabar. El error partía de los siguientes hechos:

19) En la hoja nº 952 (Vélez Blanco) del MAGNA, viene cartografiado este cerro como un isleo tectónico penibético totalmente aislado, que reposa sobre margas del Cretácico subbético.

29) El caudal que se asignó a los pequeños manantiales del borde del macizo fue de unos 25 l/s; sin embargo esto es engañoso, pues correspondía al año 1975, que como se sabe fue muy lluvioso.

Las nuevas investigaciones llevadas a cabo para este proyecto obligan a que se modifiquen estos límites, en el sentido de que ahora se piensa que el cerro Gabar está hidrogeológicamente comunicado con los cerros de Pericay y Luchena, por las razones siguientes:

a) Revisada la cartografía en la Rambla de la Tia Polonia se ha comprobado la teoría, formulada previamente en la oficina, de que las margas y margocalizas del Cretácico que allí afloran, pertenecen al Penibético y no al Subbético; con lo cual éstas no constituirían el impermeable de base, sino el de techo y las calizas y dolomías jurásicas del Gabar se extenderían por debajo de aquellas hasta unirse con las rocas carbonatadas de las Sierras de Pericay y Luchena. En el campo se ha podido aclarar que no existían contactos tectónicos entre las margas correspondientes a uno y otro dominio (ni siquiera se aprecian diferenciaciones geomorfológicas) y en todos los casos se encontraron niveles silíceos de radiolaritas (Cretácico inferior) y de sílex multicolores (Cretácico superior). (Ver plano nº 2).

b) Las fuentes de los bordes del Gabar, incluida la de los Monteros que debería ser la más caudalosa, están la mayor

parte del año hidrológico secas o con caudales inapreciables, lo cual no se explica si se comparan éstas salidas con los recursos propios del cerro que son superiores a 1 hm³/año; si este volumen de agua no sale por los manantiales de borde es necesario que, a través de una circulación profunda, salgan por otro sitio, que necesariamente tiene que ser los Ojos de Luchena.

El acuífero, así definido, tiene una extensión de 110 Km².

5.1.4. Piezometría

En cuanto a los niveles piezométricos, puede afirmarse que únicamente existe, hasta ahora, un punto que pueda ser tomado como nivel seguro de referencia que es el Manantial de los Ojos de Luchena que emerge a una cota de 590 m.s.n.m. y que presenta un caudal variable de 140-270 l/s, como consecuencia de que existe una conexión hidráulica entre el acuífero y el Embalse de Valdeinfierno, concretamente en la presa de éste (la cerrada está ubicada sobre calizas y dolomías del Jurásico penibético).

5.1.5. Alimentación

La alimentación del acuífero se produce por infiltración de lluvia útil y por infiltración de agua superficial procedente del embalse de Valdeinfierno, ya que el

agua de éste está en contacto con parte de las rocas permeables del acuífero.

Para evaluar la infiltración de lluvia útil en Pericay-Luchena-Gabar se ha tomado el mismo coeficiente obtenido en el acuífero Gigante pues, además de la proximidad entre ellos, tienen en común el mismo tipo de roca acuífera, de orografía y de suelo. Por otro lado en el acuífero del Gigante, al estar perfectamente definido y no tener cursos de aguas superficiales que lo atravesasen, son bastante bien conocidos los recursos, deducidos del valor de las salidas, a través de sus manantiales. Por tanto, el coeficiente de infiltración a considerar en Pericay-Luchena-Gabar será del 50%, si bien se ha considerado como valor mínimo, ya que el relieve topográfico se presenta ligeramente menos accidentado.

La lluvia útil media caída sobre el acuífero Pericay-Luchena-Gabar es de 6,25 hm³, deducida por aplicación de Thornthwaite para el período 1940/41-1988/89 y considerando una reserva útil del suelo de 15 mm y una superficie de afloramientos permeables de a 77 Km².

Aplicando un coeficiente de infiltración comprendido entre el 50% y 70% , los recursos hídricos estimados son de 3,12 a 4,37 hm³/a; este volumen es claramente inferior al medio drenado por su única salida conocida, el manantial Ojos de Luchena (2438-3001) que para el período 1981-1989 fue de 5,7

hm³/a. La diferencia de estos dos valores corresponde a las filtraciones del agua del pantano al acuífero que son, por tanto, de 2,54 hm³/a a 1,29 hm³/a, según se considere un coeficiente de infiltración u otro respectivamente; estos volúmenes equivaldrían a un caudal medio continuo comprendido entre 80 l/s y 40 l/s.

Por tanto, la alimentación media anual que recibe el acuífero por infiltración de lluvia útil y filtraciones del Embalse de Valdeinfierno asciende conjuntamente a 5,66 hm³.

5.1.6. Descarga

Las salidas del acuífero se realizan exclusivamente a través de los Ojos de Luchena donde, como anteriormente se ha dicho, el caudal medio para el período 1981/89 es de unos 180 l/s es decir 5,7 hm³/a. El resto de las salidas son despreciables y no representativas.

No existen extracciones de agua subterránea dentro del acuífero Pericay-Luchena-Gabar y en consecuencia existe una coincidencia entre los recursos y la descarga por el manantial de Ojos de Luchena.

Los datos de aforo disponibles de este manantial son los siguientes:

<u>Fecha</u>	<u>Caudal (l/s)</u>	<u>Ovservaciones</u>
16-01-81	194,57	Dato facilitado por C.R. de Lorca
16-08-82	162,51	" " " " " "
6-04-83	170,32	"
13-05-83	170,32	"
26-09-83	154,82	"
20-03-84	151,04	"
1-08-84	139,87	"
29-11-84	136,23	"
31-05-85	139,87	"
21-07-86	143,0	"
24-10-86	194,57	"
12-11-86	228,71	"
5-01-87	215,69	"
13-08-87	178,27	"
13-01-88	162,51	"
18-03-88	178,27	"
8-11-88	154,82	"
23-12-88	162,51	"
11-01-89	155	Aforo realizado por el ITGE.
13-03-89	187	"
19-05-89	237	"
1-06-89	257	"
14-07-89	223	"
10-08-89	217	"
29-9-89	267	"

5.1.7. Calidad química

El manantial Ojos de Luchena, punto acuífero de la red de control de calidad del ITGE desde el año 1979, ha sido muestreado para su análisis en numerosas ocasiones, la última, con motivo del presente estudio, en enero de 1989. Puesto que constituye el punto más representativo del acuífero, a él se refieren los comentarios de este apartado.

La salinidad se muestra elevada con valores que oscilan entre 1.800 y 2.500 mg/l. La facies hidroquímica es sulfatoclorurada cálcicosódica, a causa de la influencia de las aguas infiltradas del embalse de Valdeinfierno, que discurren aguas arriba, por afloramientos yesíferos del Trías.

En cuanto a su clasificación para riego pertenece al tipo C4 -S2. Es por lo tanto de mala calidad para riego y no aceptable para consumo humano.

Los datos del último análisis realizado (enero de 1989) son:

Cloruros	-	423	mg/l
Bicarbonatos	-	292	mg/l
Sulfatos	-	1.100	mg/l
Calcio	-	300	mg/l
Magnesio	-	120	mg/l
Sodio	-	327	mg/l

Potasio	-	12,1 mg/l
Boro	-	0,5 mg/l
Nitratos	-	1,26 mg/l
Conductividad		3.800 (µmhos/cm)
pH		7,6
SAR ajustado		5,11

5.1.8. Balance

Puesto que no existen explotaciones por bombeo en este acuífero, su balance está equilibrado.

Las entradas se han cifrado en 5,6 hm³/a y pertenecen a dos conceptos: infiltración de lluvia útil (3-4,3) y filtraciones del embalse de Valdeinfierno al acuífero (1,3-2,6).

Las salidas, representadas exclusivamente por el manantial de Ojos de Luchena, se han medido y son 5,7 hm³/a, valor, que como puede observarse es similar al de las entradas y por tanto no es necesario que existan otras salidas diferentes a dicho manantial.

5.1.9. Relación aguas superficiales - aguas subterráneas

A lo largo del informe se ha manifestado en diversas ocasiones que existe una relación entre aguas superficiales y aguas subterráneas, como consecuencia de que la presa del Embalse

de Valdeinfierno está empotrada sobre las rocas carbonatadas del acuífero y el agua de éste, sobre todo cuando se eleva el nivel del agua almacenado en el embalse, se pone en contacto con dichas rocas. Además de esta zona de relación de aguas superficiales-aguas subterráneas, existen otras dos, que son:

a) Norte del Puntal de los Cenajos. Coincidiendo prácticamente con el límite septentrional del acuífero, el río Caramel discurre, en mayor o menor medida, sobre las rocas carbonatadas jurásicas en una longitud máxima de 7 Km (desde la pedanía Alcaide hasta el embalse de Valdeinfierno); si bien en los 5 primeros kilómetros referidos, el agua superficial sólo "roza" el acuífero. Es en los 2 últimos Km, próximo a Valdeinfierno, donde el río Caramel atraviesa totalmente el acuífero, existiendo una clara relación con sus aguas superficiales, cuando éstas discurren por el cauce. Hay que hacer notar que este fenómeno es discontinuo en el tiempo, y desde luego de mucha menor duración que el que se produce en la zona de la presa del pantano; también, de igual manera, en la zona de la desembocadura del río con el embalse se da una conexión hidráulica (aguas superficiales-aguas subterráneas) cuando el pantano está lleno, aunque la cota topográfica aquí es algo más elevada que en la presa y por lo tanto se necesita que el embalse esté más lleno para que se produzca dicha relación.

b) Rambla Seca. Este curso superficial, afluente del río Caramel, desemboca en el Embalse de Valdeinfierno, pero con

anterioridad discurre intermitentemente, durante una longitud máxima de 2 Km, sobre las rocas carbonatadas del acuífero, existiendo una relación cuando aquella lleva agua. Sin embargo hay que decir que dicha rambla es de régimen episódico y en consecuencia carece tal conexión de importancia.

El agua del pantano, que se sitúa a una altura media de 690 m.s.n.m., se introduce en el acuífero y sale por el punto topográficamente más bajo de éste (590 m.s.n.m.) que es precisamente el manantial de Ojos de Luchena; según esto el agua recorre un espacio de 2.650 m con un desnivel de 100 m, lo que equivale a un gradiente medio del treinta y siete por mil, anormalmente elevado para un acuífero carbonatado con gran desarrollo kárstico.

Por otro lado, el agua procedente de la infiltración de la lluvia útil caída sobre los afloramientos permeables, penetra a través de sus fisuras, pero es condicionada por los límites impermeables laterales y de base, de tal manera que no puede rebasar éstos y una vez conseguido el "llenado" del acuífero el agua rebosa por el punto topográficamente más bajo del contacto permeable - impermeable de base del acuífero, que coincide, en este caso también con el manantial de los Ojos de Luchena.

Por tanto, todas las entradas de agua al acuífero, bien sean referidas a la infiltración de lluvia útil o a filtraciones del pantano de Valdeinfierno, tienen una única salida que es el

manantial de los Ojos de Luchena y no pueden emerger en otros puntos del límite del acuífero por estar topográficamente más elevados, y mucho menos en lugares fuera del dominio de éste.

El agua que se infiltra desde el embalse de Valdeinfierno no puede salir por la vecina fuente de Zarcilla de Ramos que pertenece al acuífero de Marrajo, pues entre éste y el de Pericay-Luchena-Gabar existe una potente barrera impermeable del Cretácico-Terciario que impide el paso del agua de uno a otro lugar y que ha servido precisamente para delimitar ambos acuíferos. Además, la fuente de Zarcilla está a casi 100 m (680 m.s.n.m.) más alta que la de Ojos de Luchena.

El único fenómeno que podría hacer pensar la existencia de una interconexión hidráulica entre acuíferos (si no se tienen en cuenta las consideraciones anteriormente referidas) es que cuando sube el nivel del agua en el embalse de Valdeinfierno, coincide que la fuente de Zarcilla aumenta su caudal (pasa de 3 a 6 l/s). Pero este hecho es absolutamente lógico y fácil de explicar si se piensa que la razón de ambos incrementos está relacionada con el aumento de lluvia caída en un momento determinado y éste se realiza en ambos sitios, dada la proximidad entre ellos; por otro lado, el valor del caudal de la fuente de Zarcilla es insignificante en relación con el existente en Ojos de Luchena, y de existir "fugas" del embalse no recogidas en esta

Última fuente y sí en aquella, tendría que observarse un aumento considerable del caudal, que no se aprecia.

Del embalse de Valdeinfierno ha de destacarse su progresiva colmatación y relleno de fangos a que se ve sometido a causa de frecuentes avenidas. Así, de una capacidad inicial de 25 hm³ (1976), ha quedado reducida a algo menos de 14 hm³ en 1987; en la actualidad debe ser menor de 10 hm³.

Este hecho podría ser una de las causas por las que, después de realizar varias correlaciones lineales (decimal y logarítmica) entre la altura de embalse de Valdeinfierno y el caudal del manantial Ojos de Luchena, para distintos supuestos, el coeficiente de correlación es inferior a 0,45. Los ensayos de correlación han sido:

- Altura media mensual del embalse -caudal puntual aforado en el mismo mes en Ojos de Luchena.
- Altura media mensual del embalse-caudal puntual aforado un mes posterior en Ojos de Luchena.
- Altura media mensual del embalse-caudal puntual aforado dos meses posteriores en Ojos de Luchena.
- Altura media mensual del embalse-caudal puntual aforado tres meses posteriores en Ojos de Luchena.

Cuadro n°1

ENSAYO DE CORRELACION ENTRE ALTURAS DE ENBALSE DE VALDEINFIERNO-CAUDAL DE OJOS DE LUCHENA

Fecha	Caudal(l/s)	Ln.caudal	h.embalse	Ln de h.
Enero-1981	194.6	5.270946	3.1	1.131402
Agosto -1982	162.5	5.090678	3.37	1.214912
Abril-1983	170.3	5.137561	3.02	1.105256
Mayo-1983	170.3	5.137561	3	1.098612
Septiembre-1983	154.8	5.042133	3.07	1.121677
Marzo-1984	151	5.017279	3	1.098612
Agosto-1984	139.9	4.940927	3	1.098612
Noviembre-1984	136.2	4.914124	3	1.098612
Mayo-1985	139.9	4.940927	3.13	1.141033
Julio-1986	143	4.962844	3.4	1.223775
Octubre-1986	194.6	5.270946	6.01	1.793424
Noviembre-1986	228.7	5.432411	6.02	1.795087
Enero-1987	215.7	5.373888	3	1.098612
Agosto-1987	178.3	5.183467	3	1.098612
Enero-1988	162.5	5.090678	3.08	1.124929
Marzo-1988	178.3	5.183467	3.05	1.115141
Noviembre-1988	154.8	5.042133	4.4	1.481604
Diciembre-1988	162.5	5.090678	3.97	1.378766
Enero-1989	155	5.043425	3.06	1.118414
Marzo-1989	187	5.231108	3.26	1.181727
Mayo-1989	237	5.468060	3.11	1.134622
Junio-1989	257	5.549076	3.16	1.150572
Julio-1989	223	5.407171	3.1	1.131402
Agosto-1989	217	5.379897	3.53	1.261297
Septiembre-1989	267	5.587248	4	1.386294

Salida de Regresión: h - Caudal

Constante	142.5097
Err Std de Y Est	37.18984
R al Cuadrado	0.069228
Nº de Observaciones	25
Grados de Libertad	23

Coefficiente(s) X 11.72451
Err Std de Coef. 8.964200

Salida de Regresión: Ln h -Ln Caudal

Constante	4.856323
Err Std de Y Est	0.193880
R al Cuadrado	0.076919
Nº de Observaciones	25
Grados de Libertad	23

Coefficiente(s) X 0.274026
Err Std de Coef. 0.197938

cuadro n°2

ENSAYO DE CORRELACION ENTRE ALTURAS DE EMBALSE DE VALDEINFIERNO-CAUDAL DE OJOS DE LUCENA EL SIGUIENTE MES

Fecha	Caudal(l/s)	Ln.caudal	h.embalse	Ln de h.
Enero-1981	194.6	5.270946	3.12	1.137835
Agosto -1982	162.5	5.090678	3.66	1.297463
Abril-1983	170.3	5.137561	3.01	1.101940
Mayo-1983	170.3	5.137561	3.02	1.105256
Septiembre-1983	154.8	5.042133	3.03	1.100562
Marzo-1984	151	5.017279	3.02	1.105256
Agosto-1984	139.9	4.940927	3	1.098612
Noviembre-1984	136.2	4.914124	3	1.098612
Mayo-1985	139.9	4.940927	3	1.098612
Julio-1986	143	4.962844	3.29	1.190887
Octubre-1986	194.6	5.270946	3	1.098612
Noviembre-1986	228.7	5.432411	6.01	1.793424
Enero-1987	215.7	5.373888	4.55	1.515127
Agosto-1987	178.3	5.183467	3	1.098612
Enero-1988	162.5	5.090678	3	1.098612
Marzo-1988	178.3	5.183467	3.36	1.211940
Noviembre-1988	154.8	5.042133	3.86	1.350667
Diciembre-1988	162.5	5.090678	4.4	1.481604
Enero-1989	155	5.043425	3.97	1.378766
Marzo-1989	187	5.231108	3.32	1.199964
Mayo-1989	237	5.468060	3.69	1.305626
Junio-1989	257	5.549076	3.11	1.134622
Julio-1989	223	5.407171	3.16	1.150572
Agosto-1989	217	5.379897	3	1.098612
Septiembre-1989	267	5.587248	3.53	1.261297

Salida de Regresión: h - Caudal

Constante 131.6038
 Err Std de Y Est 37.03201
 R al Cuadrado 0.077111
 Nº de Observaciones 25
 Grados de Libertad 23

Coefficiente(s) X 14.99017
 Err Std de Coef. 10.81328

Salida de Regresión: Ln h - Ln caudal

Constante 4.795048
 Err Std de Y Est 0.193470
 R al Cuadrado 0.080821
 Nº de Observaciones 25
 Grados de Libertad 23

Coefficiente(s) X 0.324773
 Err Std de Coef. 0.228377

Cuadro n°3

ENSAYO DE CORRELACION ENTRE ALTURAS DE ENBALSE DE VALDEINFIERNO-CAUDAL DE OJOS DE LUCHENA DOS MESES DESPUES

Fecha	Caudal(l/s)	Ln.caudal	h.embalse	Ln de h.
Enero-1981	194.6	5.270946	3.16	1.150572
Agosto -1982	162.5	5.090678	3.81	1.337629
Abril-1983	170.3	5.137561	3	1.098612
Mayo-1983	170.3	5.137561	3.01	1.101940
Septiembre-1983	154.8	5.042133	3	1.098612
Marzo-1984	151	5.017279	3.16	1.150572
Agosto-1984	139.9	4.940927	3.2	1.163150
Noviembre-1984	136.2	4.914124	3.05	1.115141
Mayo-1985	139.9	4.940927	3.12	1.137833
Julio-1986	143	4.962844	3.04	1.111857
Octubre-1986	194.6	5.270946	3.32	1.199964
Noviembre-1986	228.7	5.432411	3	1.098612
Enero-1987	215.7	5.373888	6.02	1.795087
Agosto-1987	178.3	5.183467	3	1.098612
Enero-1988	162.5	5.090678	3.11	1.134622
Marzo-1988	178.3	5.183467	3.08	1.124929
Noviembre-1988	154.8	5.042133	3	1.098612
Diciembre-1988	162.5	5.090678	3.86	1.350667
Enero-1989	155	5.043425	4.4	1.481604
Marzo-1989	187	5.231108	3.06	1.119414
Mayo-1989	237	5.468060	3.26	1.181727
Junio-1989	257	5.549076	3.69	1.305626
Julio-1989	223	5.407171	3.11	1.134622
Agosto-1989	217	5.379897	3.16	1.150572
Septiembre-1989	267	5.587248	3	1.098612

Salida de Regresión: h - Caudal

Constante	157.8176
Err Std de Y Est	38.21051
R al Cuadrado	0.017437
Nº de Observaciones	25
Grados de Libertad	23

Coficiente(s) X 7.599373
Err Std de Coef. 11.89462

Salida de Regresión: Ln h - Ln Caudal

Constante	4.991284
Err Std de Y Est	0.199952
R al Cuadrado	0.018190
Nº de Observaciones	25
Grados de Libertad	23

Coficiente(s) X 0.161789
Err Std de Coef. 0.257032

Cuadro n°4

ENSAYO DE CORRELACION ENTRE ALTURAS DE ENBALSE DE VALDEINFIERNO-CAUDAL DE OJOS DE LUCHENA TRES MESES DESPUES

Fecha	Caudal(l/s)	Ln.caudal	h.embalse	Ln de h.
Enero-1981	194.6	5.270946	3.22	1.169381
Agosto-1982	162.5	5.090678	3.61	1.283707
Abril-1983	170.3	5.137561	3	1.098612
Mayo-1983	170.3	5.137561	3	1.098612
Septiembre-1983	154.8	5.042133	3	1.098612
Marzo-1984	151	5.017279	3.31	1.196948
Agosto-1984	139.9	4.940927	3.26	1.181727
Noviembre-1984	136.2	4.914124	3	1.098612
Mayo-1985	139.9	4.940927	3.05	1.115141
Julio-1986	143	4.962044	3	1.098612
Octubre-1986	194.6	5.270946	3.4	1.223775
Noviembre-1986	228.7	5.432411	3.32	1.199964
Enero-1987	215.7	5.373888	6.01	1.793424
Agosto-1987	178.3	5.183467	3	1.098612
Enero-1988	162.5	5.090678	3.17	1.153731
Marzo-1988	178.3	5.183467	3	1.098612
Noviembre-1988	154.8	5.042133	3	1.098612
Diciembre-1988	162.5	5.090678	3	1.098612
Enero-1989	155	5.043425	3.86	1.350667
Marzo-1989	187	5.231108	3.97	1.378766
Mayo-1989	237	5.468060	3.32	1.199964
Junio-1989	257	5.549076	3.26	1.181727
Julio-1989	223	5.407171	3.69	1.305626
Agosto-1989	217	5.379897	3.11	1.134622
Septiembre-1989	267	5.587248	3.16	1.150572

Salida de Regresión: h -Caudal

Constante	132.6058
Err Std de Y Est	37.33520
R al Cuadrado	0.061938
Nº de Observaciones	25
Grados de Libertad	23

Coficiente(s) X 15.11890
Err Std de Coef. 12.26853

Salida de Regresión: Ln h -Ln Caudal

Constante	4.736174
Err Std de Y Est	0.193258
R al Cuadrado	0.082826
Nº de Observaciones	25
Grados de Libertad	23

Coficiente(s) X 0.380652
Err Std de Coef. 0.264123

Cuadro n°5

ENSAYO DE CORRELACION MULTIPLE DE ALTURAS DE ENBALSE DE VALDEINFIERNO-CAUDAL DE OJOS DE LUCENA

Fecha(F)	Caudal(l/s)	Ln.caudal	Altura media mensual del embalse(m)			
			Mes(F-3)	Mes(F-2)	Mes(F-1)	Mes (F)
Enero-1981	194.6	5.270946	3.22	3.16	3.12	3.1
Agosto -1982	162.5	5.090678	3.61	3.81	3.66	3.37
Abril-1983	170.3	5.137561	3	3	3.01	3.02
Mayo-1983	170.3	5.137561	3	3.01	3.02	3
Septiembre-1983	154.8	5.042133	3	3	3.03	3.07
Marzo-1984	151	5.017279	3.31	3.16	3.02	3
Agosto-1984	139.9	4.940927	3.26	3.2	3	3
Noviembre-1984	136.2	4.914124	3	3.05	3	3
Mayo-1985	139.9	4.940927	3.05	3.12	3	3.13
Julio-1986	143	4.962844	3	3.04	3.29	3.4
Octubre-1986	194.6	5.270946	3.4	3.32	3	6.01
Noviembre-1986	228.7	5.432411	3.32	3	6.01	6.02
Enero-1987	215.7	5.373888	6.01	6.02	4.55	3
Agosto-1987	178.3	5.183467	3	3	3	3
Enero-1988	162.5	5.090678	3.17	3.11	3	3.08
Marzo-1988	178.3	5.183467	3	3.08	3.36	3.05
Noviembre-1988	154.8	5.042133	3	3	3.86	4.4
Diciembre-1988	162.5	5.090678	3	3.86	4.4	3.97
Enero-1989	155	5.043425	3.86	4.4	3.97	3.06
Marzo-1989	187	5.231108	3.97	3.06	3.32	3.26
Mayo-1989	237	5.468060	3.32	3.26	3.69	3.11
Junio-1989	257	5.549076	3.26	3.69	3.11	3.16
Julio-1989	223	5.407171	3.69	3.11	3.16	3.1
Agosto-1989	217	5.379897	3.11	3.16	3	3.53
Septiembre-1989	267	5.587248	3.16	3	3.53	4

Salida de Regresión: Altura media mensual - Caudal

Constante 90.18429
 Err Std de Y Est 37.67825
 R al Cuadrado 0.169235
 Nº de Observaciones 25
 Grados de Libertad 20

Coefficiente(s) X 31.29784 -19.2655 6.086522 9.130877
 Err Std de Coef. 24.96912 24.75363 15.45796 11.82599

Salida de Regresión: Altura media mensual - Ln Caudal

Constante 4.677345
 Err Std de Y Est 0.195018
 R al Cuadrado 0.187865
 Nº de Observaciones 25
 Grados de Libertad 20

Coefficiente(s) X 0.176431 -0.10674 0.030148 0.050928
 Err Std de Coef. 0.129237 0.128122 0.080008 0.061210

- Correlación múltiple entre las alturas medias mensuales de tres meses consecutivos inmediatos anteriores al correspondiente dato de aforo de Ojos de Luchena (incluido también), y el aforo mismo en este manantial. (Cuadros nº 1 al 5).

Otra posible causa de la falta de correlación podría radicar en la escasez de datos de aforo disponibles del manantial citado, que en general es puntual y de ninguna manera debe ser representativo de una media mensual, como sería deseable.

Como documentación histórica se adjunta en el anexo 4 un resumen de datos correspondientes a los años hidrológicos 1966/67 al 1987/88 (excluido el 1977/78, no disponible) del embalse de Valdeinfierno, facilitado por la Confederación Hidrográfica del Segura, y donde se reflejan volúmenes de embalse, aportación, evapotranspiración y desagüe del mismo.

5.2. ACUIFERO GIGANTE

5.2.1. Rocas permeables e impermeables

La litología de la roca permeable principal y la del impermeable de base coincide, exactamente, con la ya efectuada para el acuífero Pericay-Luchena-Gabar, y por lo tanto no se va a repetir de nuevo; no existe, en este caso, impermeable de techo, con lo cual dicho acuífero es libre en toda su extensión.

5.2.2. Estructura

La estructura general del acuífero, en relación con la que le rodea, consiste en una masa penibética alóctona, deslizada y actualmente "colgada" sobre distintas formaciones del Subbético, a modo de isleo tectónico.

En cuanto a su estructura interna hay que decir que es muy poco marcada o significativa, pues presenta una disposición más o menos monoclinial, con buzamientos hacia el Sur y afectada por algunos cabalgamientos de vergencia Norte y fallas normales de dirección E-O.

5.2.3. Límites hidrogeológicos

Los límites impermeables del acuífero vienen definidos, de la misma forma que ya se expresó para el caso de Pericay-Luchena-Gabar, por el contacto de corrimiento entre los dominios Penibético y Subbético; en este caso, salvo en el borde meridional, los contactos son nítidos y perfectamente visibles.

El acuífero presenta una superficie de 22 Km².

5.2.4. Piezometría

Los puntos acuíferos representativos son los siguientes:

- Fuente de Tirieza (2438-7003) que emerge a una cota de 780 m.s.n.m. El caudal era, el 11-1-89, de 13,5 l/s, si bien en años lluviosos, como el 1975, llegó a alcanzar los 45 l/s.

- Fuente de la Pacheca (2438-7005) que sale aproximadamente a los 770 m.s.n.m. Su caudal era, el 11-1-89, de 0,2 l/s y en 1975 de 3,5 l/s.

- Pozo de los "Abriles" (2438-6015), situado en Montalviche. Tiene una profundidad de 206 m y el nivel del agua estaba a una profundidad, el 2-3-89, de 42,60, lo que equivale a una cota absoluta de 833 m.s.n.m. Considerando que la salida principal es la fuente de Tirieza, existe entre el pozo y dicho manantial una diferencia de cota de 53 m y puesto que la distancia entre ellos es de 7.350 m. se deduce que la gradiente es del siete por mil, valor bastante ajustado para este tipo de acuíferos. Es un sondeo de pequeño diámetro (250 mm) que PERSON ejecutó en 1985. Fue aforado con 45 l/s y en 24 horas su depresión fue de 47,78 m. En la actualidad el caudal de bombeo es de 40 l/s y su depresión es de sólo 21,7 hasta conseguir la estabilización.

- Otros puntos del acuífero, aunque ya no tan representativos pues constituyen salidas en "trop-plein", son la fuente del Fontanar (2438-7004) de cota 810 m.s.n.m. y caudal, el 11-1-89, de 0,4 l/s y la Fuente de Tirieza la Alta (2438-7006) de

cota 815 m.s.n.m. y caudal nulo el 12-1-89.

- El sondeo 2438-7013 no pertenece al acuífero del Gigante, como puede deducirse de la cartografía (isleo aislado) y de la cota aberrante (740 m.s.n.m.) por debajo de las fuentes. Ello viene avalado por el hecho de que, aunque en el aforo se extrajo un caudal de 20 l/s se produjo una depresión de casi 20 m que no llegó a recuperar.

5.2.5. Alimentación

Los recursos de este acuífero proceden exclusivamente de infiltración de lluvia útil.

Se ha considerado el período 1941-1989 y aceptado como más representativa una RU de 15 mm. Así, por aplicación de Thornthwaite, se ha calculado una lluvia útil media anual de 1,23 hm³ sobre los 22 Km² de roca permeable del acuífero. Para un coeficiente de infiltración del 50% los aportes por este concepto serían de 0,61 hm³/a valor perfectamente acorde con la descarga del acuífero, que se analizará a continuación.

5.2.6. Descarga

Puesto que el caudal conjunto de la Pacheca y el Fontanar es muy pequeño (inferior a 1 l/s), la descarga es la referida al manantial de Tirieza (2438-7003), del cual no se

dispone de series de aforos hasta el 1989, que se hicieron con motivo de este estudio. El caudal medio de las medidas realizadas es de 20 l/seg, que equivale a 0,63 hm³/a; este valor no es representativo de todo el período considerado climatológicamente pero es el único disponible; hay alguna referencia histórica de caudal, como la de los años 1940 y 1975, con 25 l/s y 45 l/s respectivamente.

El sondeo 2438-6015 se instala y comienza su explotación en 1988 año que por ser más lluvioso de lo normal el volumen bombeado fue mínimo, por lo que no es representativo ni considerado. En consecuencia, se desconoce su influencia sobre los manantiales, aunque debe ser mínima y prolongada en el tiempo, ya que está muy distante de ellos.

Los datos hidrométricos obtenidos, con motivo de este informe, del manantial de Tirieza (constituido por tres secciones de aforo), han sido los siguientes:

<u>Fecha</u>	<u>Caudal (l/s)</u>
12-01-89	13,5
1-06-89	16,0
10-08-89	23,5
29-09-89	29,5

5.2.7. Calidad química

Se dispone de dos análisis químicos de la fuente de Tirieza; uno de fecha julio 1988, realizado por el Ayto. de Lorca, y otro de fecha enero 1989, efectuado a propósito de este estudio. Las características hidroquímicas son las siguientes:

	<u>Julio 1988</u>	<u>Enero 1989</u>
Cloruros	21,2 mg/l	9 mg/l
Bicarbonatos	---- "	192 "
Sulfatos	Trazas	5,8 "
Calcio	48 "	40 "
Magnesio	12,1 "	12 "
Sodio	----	6,9 "
Potasio	----	0,78 "
Nitratos	7,4 "	3,2 "
Boro	----	0,2 "
Residuo seco	----	173,68 "
SAR ajustado	----	0,27 "
pH	7,4 "	8,1
Conductividad a 25º C (µmhos/cm)	350 "	270
Clasificación para riego	----	C2-S1
Dureza ºF	17	
Amoniaco	Carece	Carece

Todos los parámetros están dentro de los límites permitidos por el C.A.E., con catalogación de convenientes.

Para uso agrícola muestra bajo riesgo de salinización y alcalinización del suelo.

Es agua claramente bicarbonatada cálcica y de baja mineralización.

5.3. ACUIFERO DE LOS HOYOS

Constituye un pequeño acuífero de 4,5 Km², situado al Norte de la Sierra del Gabar, en donde la roca permeable está constituida por unos 50 m de calizas y margas del Eoceno-Oligoceno y el impermeable de base por las margas y margocalizas rosadas y blancas del Cretácico superior-Eoceno.

Se trata, estructuralmente de unos cerros subhorizontales, de ahí que quepa la posibilidad de que en algunos barrancos, bajo los materiales detríticos del Cuaternario, se encuentren los margosos del impermeable de base.

Los límites vienen siempre representados por afloramientos del impermeable de base.

Los únicos puntos acuíferos existentes, representativos en exclusiva de las salidas y de la piezometría, son los siguientes:

- Fuente la Solana (2438-1002), situada en la pedanía Solana de Portes, de cota 1.050 m.s.n.m. y caudal 1,5 l/s el 13-1-89. Sus aguas riegan 2 Ha de hortalizas.

- Fuente Nueva (2438-1003), situada en el paraje de la Bastida que da origen al barranco del mismo nombre, emerge a una cota de 1.050 y el 13-1-89 presentaba un caudal de 0,3 l/s.

Los recursos son del orden de 0,05 hm³/año.

5.4. ACUIFERO DEL OSO

En la Sierra del Oso y proximidades septentrionales existe un pequeño acuífero de 5,3 Km². La roca permeable está constituida por una formación flyschoides de calizas arenosas, areniscas, calizas margosas y margas del Burdigaliense inferior, con una potencia de 150 m.

Se trata tectónicamente de un sinclinal de dirección Oeste-Este, cuyos flancos están muy verticalizados.

Viene definido al Norte, por afloramientos triásicos y al Sur, Este y Oeste, por afloramientos margosos del Cretácico superior-Eoceno.

El único punto de agua existente, representativo de la piezometría y de las salidas del acuífero, es la fuente del Oso (2437-6001) que sale a una cota de 790 m.s.n.m. con un caudal de 0,05 l/s (2-3-89); en realidad se trata de un pozo drenado por una zanja.

6. PROPUESTA DE ACONDICIONAMIENTO DE MANANTIALES

Dado el escaso caudal de los nuevos manantiales inventariados (< 6/l) sólo cabe considerar los de Tirieza (2438-7003) y Ojos de Luchena (2438-3001) para ser acondicionados con fines hidrométricos.

El manantial de Tirieza está equipado de tal forma que permite un reparto equitativo del agua para abastecimiento (50%) y regadío (50%). Al estar impuesto por estas condiciones de distribución, difícilmente podría alternarse las actuales instalaciones, pues suscitaría susceptibilidades en una comunidad como ésta que es muy sensible a cualquier modificación. No obstante, tal como está acondicionada, posibilita perfectamente su aforo, por lo que no necesita el acondicionamiento.

El manantial de Ojos de Luchena tiene la emergencia prácticamente junto al cauce del río Luchena y ya está acondicionado mediante varias galerías de drenaje que desembocan en una sección hormigonada de 4 x 1,35 x 1,5 m, escala limnimétrica y muro tranquilizante en el fondo. Si bien no es la sección ideal, porque hay alguna turbulencia a la salida del tunel, reúne unas condiciones de fiabilidad aceptables dentro del

grado de precisión volumétrica que se necesita para un estudio hidrogeológico como éste.

El principal inconveniente radica en el pésimo acceso que hay hasta la estación de aforo, pues es necesario recorrer a pie más de 500 m.

7. USOS Y DEMANDAS DE AGUA

7.1. USOS DEL AGUA

Se va a tratar aquí, por separado, de los aprovechamientos de agua subterránea más importantes que existen en el área estudiada, ya que el resto de aquellos son de escasa representatividad y por su reducido caudal prácticamente no se utilizan.

Así, en el acuífero Gigante se ubican el manantial de Tirieza (2438-7003) y el sondeo "Los Abriles" (2438-6015). El manantial de Ojos de Luchena (2438-3001) constituye la única salida conocida del acuífero Pericay-Luchena-Gabar.

- El agua del manantial de Tirieza, con un caudal variable entre 15 y 25 l/seg tiene un doble destino, agrícola y abastecimiento público, aproximadamente al 50% de su volumen.

Próximo a su emergencia, una balsa recoge el agua que va a ser destinada al regadío de 40 has, de las cuales 8 a 10 son de carácter intensivo y el resto, en su mayoría cereal y frutal, de riego extensivo.

El mayor accionista (finca los Pérez) posee 4 has de regadío intensivo, y dispone de 8 horas de agua, a una media de 8 a 10 l/seg cada 8 días; en la época que no tienen necesidad de este agua, la vierten a un embalse de 10.000 m³ donde es almacenada para su posterior utilización. En cualquier caso, y según información de los usuarios, los excedentes de agua destinada para riego se regulan en este embalse y generalmente no llegan al río Corneros.

El otro 50% del volumen drenado por el manantial se recoge en un depósito distribuidor ubicado próximo al primero y se destina al abastecimiento público de las siguientes "diputaciones" (pedanías):

a) La Tova que incluye el núcleo urbano de la Parroquia o Fuensanta (con 617 habitantes) y el de Puentes (con 80 habitante). El depósito recibe un caudal constante de 3,5 l/seg y los excedentes, cuando existieran, son vertidos al río Luchena.

b) Fontanares, que incluye "El Gigante" y "Tirieza" con 182 habitantes.

c) Jarales, con 86 habitantes.

d) Ortillo, con 41 habitantes.

Es decir abastece, según censo del año 1986, a 1006 habitantes. Estas tres últimas "diputaciones" tienen una asignación hídrica mínima conjunta de 1,7 a 2 l/seg, y si hubiera excedentes pueden utilizarlos para otros usos con carácter ocasional, especialmente en la época de riegos.

Además de los dos destinos mencionados, con el agua de este manantial, se abastecen 6.500 cabezas de ganado, en su mayoría ovino y porcino, en gran parte estabulado.

- El agua procedente del sondeo "Los Abriles" (2438-6015) se destina al regadío de 129 has, de las cuales el 40% es olivo, el 37% forrajes y el 23% cereal. Puesto que se desconoce el volumen anual extraído (no existe contador), se ha evaluado en función de las necesidades hídricas teóricas de los cultivos (véase demandas).

- El agua del manantial "Ojos de Luchena, con caudal variable entre 140 l/seg y casi 300 l/seg, emerge prácticamente junto al cauce del río Luchena y por tanto vierte todo su caudal a éste; por él discurre hasta llegar al embalse de Puentes, donde se almacena para ser utilizada, mediante una conducción aguas abajo del mismo.

Sólo en el caso de que el embalse citado alcance un volumen almacenado que supere los 3 hm³ se puede hacer uso gratuito del agua de Ojos de Luchena para regar los huertos de

"Los Chillidos" y "Peregiles" (20 has), situados entre los embalses de Valdeinfierno y Puentes. En caso contrario su utilización, en los parajes aludidos, está sujeta a concesión administrativa previo pago del volumen utilizado; esta última premisa hace que los posibles beneficiarios renuncien generalmente a sus derechos.

7.2. DEMANDAS DE AGUA

7.2.1. Datos globales

En este punto se analizan y valoran las demandas correspondientes al manantial de Tirieza (2438-7003), sondeo "Los Abriles" (2438-6015) y el manantial Ojos de Luchena (2438-3001), ya que aunque existen otros manantiales de pequeño caudal (el mayor no supera los 6 l/seg), se encuentran en lugares poco accesibles y sólo se utilizan ocasionalmente debido al éxodo de la población rural a los núcleos urbanos más próximos.

Se puede cifrar en torno a 0,63 hm³/año, de media, el volumen drenado por Tirieza, en los últimos años. De éstos, la mitad se destina a abastecimiento público y ganadería, merced a un convenio existente entre el Ayto. de Lorca y los regantes que utilizan el otro 50%.

Teniendo en cuenta una dotación para uso urbano de 200 l/h/día y una dotación media para ganadería de 15 l/cabeza

(incluyendo servicio estabulado), las necesidades de agua por estos conceptos ascenderían a 0,07 hm³/a y 0,04 hm³/a, respectivamente.

El regadío de las 40 has contempladas (25% intensivo y 75% extensivo exigirán un volumen anual de 0,05 hm³ y 0,09 hm³, asignando una dotación de 5.500 m³/ha/a y 3.000 m³/ha/a, respectivamente.

Ascienden, pues, las demandas totales de agua de Tirieza a un volumen medio de 0,25 hm³.

El volumen de agua subterránea para el regadío de las 129 has regadas con el sondeo 2438-6015, se ha estimado en torno a 0,6 hm³/a, considerando una dotación media comprendida entre 4.500 y 5.000 m³/ha/a, habida cuenta de que más del 60% de los cultivos son de carácter extensivo y moderadamente exigentes de agua.

En cuanto a Ojos de Luchena, las únicas demandas existentes entre los embalses de Valdeinfierno y Puentes, serían las exigidas por las 20 has ya citadas en el apartado de usos del agua, con el condicionante allí planteado.

Por ello, y asignando, en este caso, una dotación de 5.500 m³/ha/a, la demanda máxima anual media ascendería a 0,11 hm³.

Si se acepta un caudal medio de 180 l/seg, es decir, 5,67 hm³/año, existirían después de atender las demandas de la zona, unos excedentes medios de 5,56 hm³/a que son regulados mediante el embalse de Puentes. Precisamente aguas abajo de este embalse y con los volúmenes del manantial Ojos de Luchena riegan, por concesión administrativa histórica, los distritos de "Las Riberas" con 336 has, y "Sutullena", con 254 has que necesitan un volumen de 4,3 hm³/año, teniendo en cuenta una dotación de riego de unos 7.000 m³/ha/año. Los excedentes, se utilizan para redotar, junto con aguas del Trasvase las 10.600 has de regadío tradicional de Lorca.

La dotación de riego puede calcularse de forma práctica o teórica; la última se obtiene en base a cálculos de evapotranspiración potencial y real mediante la eficiencia de riego; por otra parte, las dosis de riego se pueden obtener en función de la textura de los suelos y de la profundidad de las raíces, según las especies cultivadas. Estos cálculos teóricos deben ir acompañados de observaciones de campo complementarias y sólo pueden considerarse como orientativos. Se han considerado varias dotaciones de riego en función de la pluviometría y temperatura y de los ciclos vegetativos de cada especie vegetal.

7.2.2. Distribución mensual

Para conocer la distribución mensual de los regadíos y la demanda hídrica de los cultivos ha sido necesario considerar

las prácticas adoptadas por los usuarios de esta comarca, así como su tecnología y tradiciones.

Los datos sobre tipos de cultivos, superficies de éstos, habitantes censados y ganadería abastecida, todos ellos relacionados con los manantiales de Tirieza y Ojos de Luchena y el sondeo Los Abriles, han sido obtenidos previa consulta a particulares y por tanto hay que considerarlos como estimativos. En síntesis éstos son:

- Manantial de Tirieza (Acuífero Gigante).

Atiende a:

- . Abastecimiento público de 1.006 habitantes.
- . Abastecimiento a ganadería de 6.500 cabezas.
- . Regadío de 40 has (10 has de hortaliza y 30 has de cereal, olivo y almendro).

- Sondeo Los Abriles (Acuífero Gigante).

Suministra agua a:

- . Regadío de 129 has (52 has de olivo, 48 has de forrajes y 29 has de cereal).

- Manantial Ojos de Luchena (Acuífero Pericay-Luchena-Gabar).

Sus compromisos son:

. Entre el embalse de Valdeinfierno y el Embalse de Puentes, riega 20 has con carácter ocasional y eventual.

. Aguas abajo del Embalse de Puentes:

Area de La Ribera (336 has): 170 has de patatas, 40 has de alcachofas, 50 has de hortalizas y 76 has de pimiento de pimentón.

Area de Sutullena (254 has): 180 has de alcachofas, 74 has de hortalizas.

A) Acuífero del Gigante

Para efectuar una distribución mensual de la demanda en el acuífero del Gigante hay que partir del hecho de que, tanto el volumen requerido para abastecimiento público, 0,07 hm³/año, como para ganadería 0,04 hm³/año, tienen una distribución prácticamente uniforme a lo largo de todo el año, exceptuando los meses de verano que experimenta un escaso incremento de poco más de 10%.

Por el contrario, en el regadío sí existen diferencias en las demandas para cada estación del año. El calendario de riegos de los cultivos más representados (existen otros pero de menor relevancia y más escasos) es el siguiente:

Cereal.- Tres riegos al año, coincidiendo con los meses de diciembre, febrero y mayo. A razón de 1.100 m³/ha/mes representa una dotación de 3.300 m³/ha/año.

Olivo.- Tres riegos distribuidos en los meses de octubre, marzo y agosto. A razón de 1.000 m³/ha/mes, supone una dotación de 3.000 m³/ha/año.

Hortalizas.- Diez riegos distribuidos entre abril a agosto, lo que a razón de 600 m³/ha/riego representa 6.000 m³/ha/año.

Almendra.- Tres riegos repartidos en los meses de octubre, marzo y junio a razón de 1.000 m³/ha/mes. La dotación anual es pues de 3.000 m³/ha/año.

Forrajes.- Dos riegos en mayo, tres en junio, tres en julio y uno en agosto (9 riegos). A razón de 600 m³/ha/riego, suponen 5.400 m³/ha/año.

Patata temprana.- Un riego en febrero, dos en marzo, dos en abril, dos en mayo y uno en junio (8 riegos). A razón de 600 m³/ha/riego, representa una dotación de 4.800 m³/ha/año.

Alcachofa.- Un riego/mes durante octubre, noviembre, diciembre, mayo, agosto y septiembre y dos riegos/mes durante enero a abril, a razón de 700 m³/ha/riego. En conjunto se dan pues 14 riegos, que significan una dotación de 9.800 m³/ha/año.

Pimiento de pimentón.- Un riego/mes durante abril, mayo y septiembre y dos riegos/mes durante julio a agosto (9 riegos). Siendo 800 m³/ha/riego la dosis, la dotación es de 7.200 m³/ha/año.

En el cuadro nº 6, que a continuación se presenta, puede verse un balance demandas-recursos mensual del acuífero del Gigante. Los datos de demandas contemplan las de abastecimiento público y ganadería, además de las agrícolas. Para los recursos se ha considerado sólo los caudales de la fuente de Tirieza pues, como se ha dicho, representa más del 95% de las salidas naturales.

Como puede observarse en el cuadro nº 6 durante los meses de octubre, marzo, mayo, junio, julio y agosto, la demanda supera a los recursos; este déficit se asienta exclusivamente sobre la explotación del sondeo Los Abriles, donde, según esta distribución, se estaría utilizando parte de las reservas del acuífero. El resto de los meses del año presenta un superávit de 174 Dm³ que, según los agricultores, son regulados mediante pequeños embalses.

Cuadro nº 6

BALANCE DEMANDAS-RECURSOS MENSUAL DEL ACUIFERO DEL GIGANTE (Dm3)

		Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agt.	Sep.	AÑO
DEMANDAS	Riego	82	--	45	--	45	82	5	124	129	118	110	--	740
	Abast.	5	5	5	5	5	5	5	6	6	8	8	7	70
	Ganadería	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	40
	TOTAL	90	8	53	8	53	90	13	133	139	130	122	11	850
RECURSOS		50	52	54	55	56	55	58	58	52	50	45	45	630
BALANCE		-40	44	1	47	3	-35	45	-75	-87	-80	-77	34	-220

En conjunto, se puede decir que en el acuífero del Gigante no existe un desequilibrio entre recursos y demandas, pues el déficit global deducido, de 220 Dm³, puede ser absorbido por el error implícito que poseen los métodos aplicados para el cálculo de las demandas y de los recursos. Por otro lado, no se han registrado descensos piezométricos en el sondeo "Abriles", ni de caudales sustanciales en la fuente de Tirieza, por lo que es de suponer que tampoco haya una sobreexplotación ni siquiera incipiente en el acuífero. Lo lógico es pensar que exista una adecuación entre recursos y demandas, bastante aceptable, que explicaría la ausencia de protestas por parte de los agricultores de Tirieza, a pesar de haberse puesto en marcha el sondeo de "Abriles".

B) Acuífero de Pericay-Luchena-Gabar

La distribución de las demandas, por meses, de los regadíos pertenecientes a la fuente Ojos de Luchena, salida natural del acuífero Pericay-Luchena-Gabar, es la siguiente:

Octubre = 160 Dm ³	Noviembre = 160 Dm ³	Diciembre = 280 Dm ³
Enero = 430 "	Febrero = 600 "	Marzo = 640 "
Abril = 720 "	Mayo = 450 "	Junio = 230 "
Julio = 130 "	Agosto = 280 "	Septiembre = 220 "

Total demandas/año = 4.300 Dm³.

Los 4,3 hm³/año, equivalentes a las demandas son regulados y distribuidos en un 97% por el embalse de Puentes aguas abajo del mismo.

La distribución mensual de caudales de Ojos de Luchena no ha sido posible realizarla debido al escaso período de realización de aforos disponibles y a la gran oscilación intermensual del caudal.

Comparando el volumen de la demanda (4,3 hm³/año), con el de los recursos (5,7 hm³/año), se aprecia que existe todavía 1,4 hm³/año de excedentes sin regular, a pesar de que en ciertos meses el caudal de la fuente no es suficiente como para atender completamente a la demanda. Por ejemplo, en el mes de abril, cuya demanda se ha estimado en 720 Dm³ (equivalente a 277 l/s) el caudal de la fuente es de sólo 170 l/s (media de los aforos disponibles) y en consecuencia haría falta 107 l/s.

Por el contrario, en los meses de menor demanda, como pueden ser julio a noviembre, cuyos valores oscilan entre 130 y 160 Dm³ (equivalente a 50 y 60 l/s respectivamente), el caudal de la fuente es de unos 150 l/s y en consecuencia sobran 100 l/s que no se utilizan en ese momento, aunque son recogidos por el embalse de Puentes.

8. POSIBILIDADES DE REGULACION Y PROPUESTA DE SONDEOS

En este apartado se analizan las posibilidades de regulación de los acuíferos Pericay-Luchena-Gabar y Gigante, mediante la ejecución de sondeos, para que de esta manera se pueda al menos paliar, con el beneficio que se obtenga, el grave problema de escasez de agua que están padeciendo los regadíos del Alto Guadalentín.

En cuanto al acuífero del Gigante se refiere, no parece recomendable proponer la realización de sondeos con fines de regulación, dados sus escasos recursos y reservas. Puesto que existe un sondeo de propiedad particular en el acuífero ("Abriles nº 2438-6015), con su explotación se efectúa ya una regulación, aunque no programada, con beneficio para la agricultura del lugar; sin embargo, y a pesar de que su ubicación se encuentra lejos de las fuentes de Tirieza por lo que se presume una afección muy diferida en el tiempo, habrá que llevar un control muy directo de las explotaciones y niveles piezométricos del pozo y de la evolución de caudales de los manantiales, con el fin de no caer en un estado de sobreexplotación del acuífero; en cualquier caso se aconseja que el caudal de extracción del pozo no supere, el primer año de explotación, los 20 l/s que son los que se necesitan para atender satisfactoriamente las demandas de

la zona y en función de su comportamiento y el de las fuentes, se decidirá si este caudal conviene reducirlo o aumentarlo sensiblemente.

Por el contrario, en el acuífero de Pericay-Luchena-Gabar se recomienda efectuar una serie de sondeos que contribuirán a la mejor regulación del manantial de Ojos de Luchena.

De esta manera, en las épocas de sequía en las que el pantano de Valdeinfierno esté casi vacío y en consecuencia el caudal de la fuente de Luchena se reduce considerablemente, se podría extraer agua de las reservas gravitatorias, incluso permanentes, cuyo volumen es importante a pesar de la aloctonía de los materiales que componen las Sierras de Pericay, Luchena y Gabar; contribuye a ello la estructura general en sinclinorio y el retocamiento posterior de los contactos de corrimiento convirtiéndolos en fallas normales con bloques hundidos hacia las sierras indicadas (de ahí que los contactos sean muy verticalizados). Los sondeos han de ser necesariamente ubicados próximos al manantial, pues de esta manera la conexión, mediante tubería (ésta es necesaria para evitar las filtraciones en el propio acuífero), hasta la zona de la fuente de Luchena, sería de corta distancia y por tanto económicamente factible.

Por otro lado se recomienda canalizar, mediante tubería o canal, el trayecto que hay entre la fuente de Luchena y Puerto

Lumbreras, pues el agua que discurre por el cauce del río atraviesa zonas carbonatadas permeables del Eoceno y Aquitaniense y se infiltra en ellas, con lo cual se retrasa su llegada al pantano y los caudales que hasta él arriban son muy inferiores a los que se emitieron a la altura de la fuente.

Al ser utilizada el agua directamente, desde la zona de los Ojos de Luchena hasta su lugar de aplicación, mediante tubería, ya no sería necesario tener que ser regulada, como en la actualidad sucede, mediante su almacenamiento en el embalse de Puentes. De esta manera se conseguirían dos objetivos:

1º Se aprovecharía mejor el agua del manantial y de los sondeos de regulación, pues no habría pérdidas por evaporación en el pantano.

2º Este volumen se liberaría del embalse de Puentes, con lo cual aumentaría la regulación de los recursos de la zona, pues los subterráneos se regularían con el acuífero de Pericay-Luchena-Gabar, mientras que los superficiales se harían con el embalse de Puentes, al mismo tiempo que se incrementaría la protección contra avenidas que es la función primordial de dicho pantano.

En el estadio actual de la investigación es difícil saber qué volumen se debe extraer de estos sondeos, pues dentro del acuífero no existe ninguna captación que bombee y en

consecuencia se desconoce el comportamiento del acuífero ante esta acción. A título de orientación, y como medida experimental, se recomienda iniciar el bombeo con un caudal de 100 l/s, durante los meses que hay necesidad (por ejemplo en abril), pues es éste aproximadamente el valor de la demanda no satisfecha, que por otro lado coincide con el no aprovechado en los meses, por ejemplo de julio y noviembre, donde se registran las menores demandas.

Los sondeos que se proponen realizar tienen las previsiones siguientes:

SONDEO "LUCHENA-I"

1. Hoja topográfica: 24-38 (952) Vélez Blanco
2. Término municipal: Lorca
3. Coordenadas UTM:
X = 592.69
Y = 4183.21
4. Cota topográfica: 605 m.s.n.m.
5. Situación: En la Sierra del Pericay, al Noroeste del manantial de Ojos de Luchena.

6. Acceso: Aproximadamente a 250 m aguas arriba del manantial de Ojos de Luchena próximo a una curva cerrada del barranco que gira hacia el Norte. El sondeo se ubicará en la margen izquierda sobre un pie de monte, existente en la margen izquierda del río Luchena, fácilmente deleznable, por lo que permitirá realizar una plataforma que se situará a 4 ó 5 m por encima del nivel del río, al objeto de proteger al sondeo de posibles avenidas. El camino de acceso, prácticamente coincide con el cauce del río, que es llano y suficientemente ancho; tendrá que ser acondicionado para permitir un fácil desplazamiento de la máquina de perforación.
7. Columna litológica: De 0 a 100 m calizas oolíticas del Lías inferior.
8. Profundidad total: 100 metros.
9. Profundidad del agua: Sobre los 10 metros (si bien el día de la ubicación (19-12-89), salía una fuente de trop-plein frente al sondeo, tras unas lluvias).
10. Acuífero: Pericay-Luchena-Gabar.
11. Rocas permeables: Calizas oolíticas y dolomías del Lías inferior.
12. Perforación y entubación: El sondeo se ejecutará por el

sistema de perforación a percusión, con un diámetro no inferior a 650 mm en toda su longitud. La entubación se realizará con tubería de 600 mm de diámetro, que será ciega en los 10 primeros metros y ranurada de 10 a 100 m.

13. Observaciones: Dado el enorme buzamiento de los estratos calizos (verticales o subverticales), se preven desviaciones en la vertical. El día de la visita, el río Luchena llevaba agua, sin embargo en verano el río se encuentra seco, por lo que la perforación se realizará preferiblemente en dicha estación del año.

SONDEO "LUCHENA-II"

1. Hoja topográfica: 24-38 (952) Vélez Blanco.
2. Término municipal: Lorca
3. Coordenadas UTM:
X = 592.48
Y = 4183.55
4. Cota topográfica: 605 m.s.n.m.
5. Situación: En la Sierra del Pericay, al Noroeste del manantial de Ojos de Luchena.

6. Acceso: Aguas arriba del manantial de Ojos de Luchena, a unos 600 m aproximadamente de éste, en la margen derecha del río en una curva del barranco frente a un pico grande existente en la otra margen. En dicha curva existe una zona algo más elevada (unos 2 m) sobre el cauce del río, ocupada por materiales aluviales. El sondeo se ubicaría sobre estos materiales, cerca de las calizas oolíticas que en este lugar buzcan de 70 a 75º hacia el Este. Aguas arriba de la ubicación de este sondeo, el cauce del río se hace angosto y encajado de forma que no permitiría el paso de las máquinas de perforación.
7. Columna litológica: de 0 a 100 m. Calizas oolíticas del Lías inferior.
8. Profundidad total: 100 metros.
9. Profundidad del agua: A unos 10 m.
10. Acuífero: Pericay-Luchena-Gabar.
11. Rocas permeables: Calizas oolíticas y dolomías del Lías inferior.
12. Perforación y entubación: El sondeo se realizará por el sistema de percusión, con un diámetro de 650 mm hasta el final de la perforación. La entubación se llevará a cabo

mediante tubería de 600 mm de diámetro, ciega en los 10 primeros metros y ranurada de 10 a 100 m.

13. Observaciones: Al igual que en el sondeo Luchena-I se preveen desviaciones en la vertical del sondeo debido al gran buzamiento de los estratos calizos (de 70 a 75º). El camino de acceso coincide, como en el sondeo anterior, con el cauce del río Luchena que se encuentra seco en la época estival, por lo que la perforación se realizará preferentemente en dicha estación.

SITUACION SONDEOS "LUCHENA I" Y "LUCHENA II"

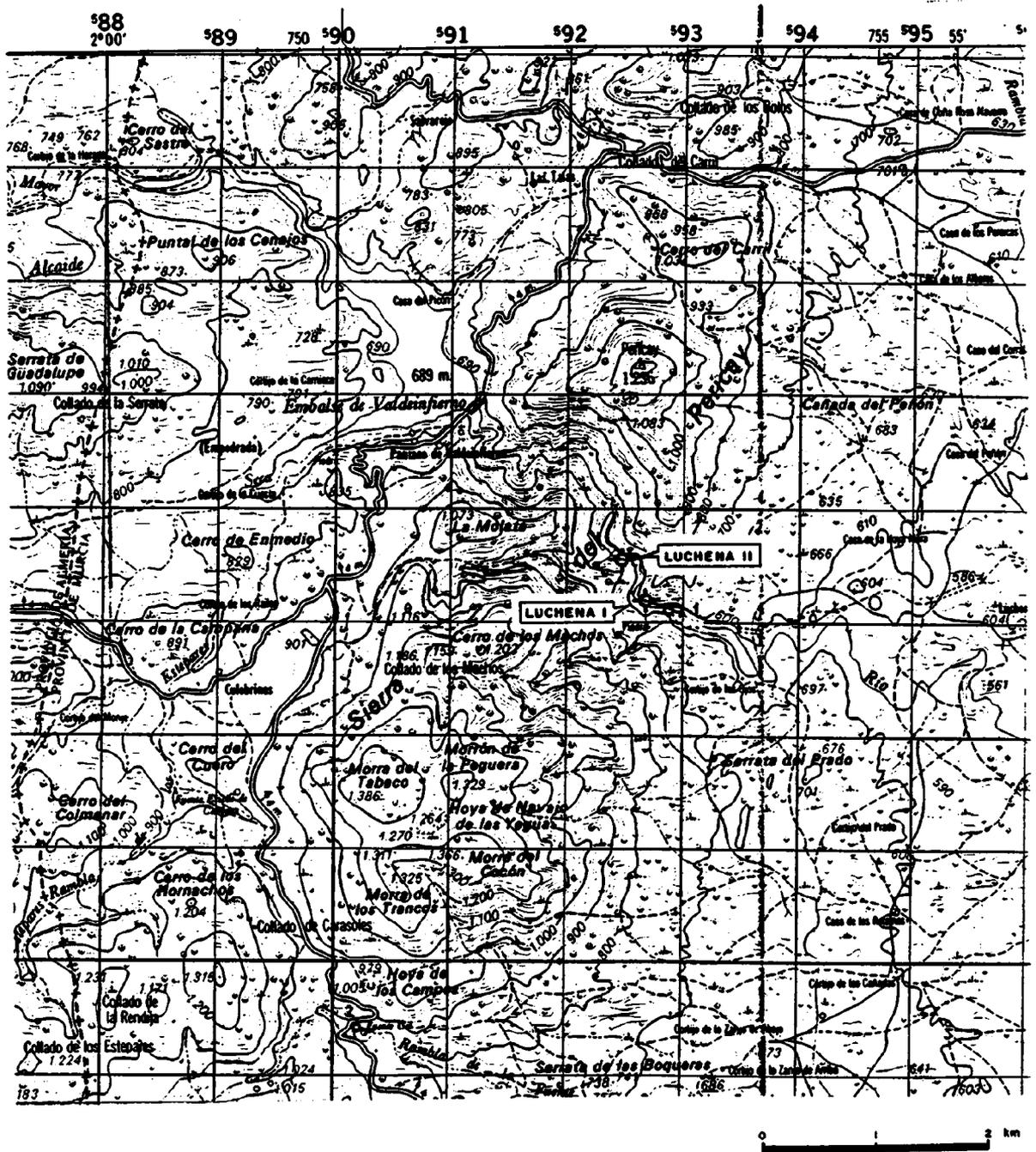


Fig. 7

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con todo lo realizado en este estudio, se pueden sacar las siguientes CONCLUSIONES:

19) El cerro del Gabar (antiguo acuífero del Gabar), entra ahora a formar parte del acuífero Pericay-Luchena y por lo tanto existe un único acuífero denominado "Pericay-Luchena-Gabar", con una superficie de 110 Km².

Las razones que han contribuido a realizar este cambio han sido las siguientes:

a) Revisada la cartografía se vio que afloramientos del Cretácico perteneciente al Penibético estaban interpretados como del subbético; en consecuencia las calizas jurásicas del cerro del Gabar pasaban de constituir un isleo tectónico a formar parte del flanco de un sinclinal que se internaba por debajo de los referidos afloramientos cretácicos, para comunicarse con sus homólogas rocas de las sierras de Pericay y Luchena.

b) Las fuentes existentes en el borde del Gabar tienen un caudal despreciable, que no concuerda con el valor de los recursos propios del cerro.

2º) Existe una relación entre aguas superficiales y aguas subterráneas, como consecuencia de que la presa del embalse de Valdeinfierno está apoyada sobre las rocas carbonatadas del acuífero y el agua de éste, sobre todo cuando consigue un nivel alto, se pone en contacto con dichas rocas; además de esta zona de relación existen otras dos, de menor importancia, localizadas al Norte del Puntal de los Cenajos (el río Caramel discurre durante 5 Km sobre afloramientos del acuífero) y en la Rambla Seca (ésta discurre durante 2 Km sobre las calizas jurásicas).

De esta manera el agua del pantano, que se sitúa a una altura media de 690 m.s.n.m., se introduce en el acuífero y sale por el punto topográficamente más bajo de éste (590 m.s.n.m.) que es precisamente el manantial de Ojos de Luchena.

Por otro lado, el agua procedente de la infiltración de la lluvia útil caída sobre los afloramientos permeables, penetra a través de sus fisuras, pero es condicionada por los límites impermeables laterales y de base, de tal manera que no puede rebasar éstos y una vez conseguido el "llenado" del acuífero el agua rebosa por el punto topográficamente más bajo del contacto permeable-impermeable de base del acuífero, que coincide, en este caso también con el manantial de los Ojos de Luchena.

Por tanto, todas las entradas de agua al acuífero, bien sean referidas a la infiltración de lluvia útil (3,-4,3 hm³/año)

o a filtraciones del pantano de Valdeinfierno, (1,3-2,6 hm³/año) tienen una única salida que es el manantial de los Ojos de Luchena y no pueden emerger en otros puntos del límite del acuífero por estar topográficamente más elevados, y mucho menos en lugares fuera del dominio de éste.

El agua que se infiltra desde el embalse de Valdeinfierno no puede salir por la vecina fuente de Zarcilla de Ramos que pertenece al acuífero de Marrajo, pues entre éste y el de Pericay-Luchena-Gabar existe una potente barrera impermeable del Cretácico-Terciario que impide el paso del agua de uno a otro lugar y que ha servido precisamente para delimitar ambos acuíferos. Además, la fuente de Zarcilla está a casi 100 m (680 m.s.n.m.) más alta que la de Ojos de Luchena.

3º) Las características hidrogeológicas del acuífero Gigante, no han variado en relación a las definidas por el ITGE en 1975. Sólo decir que ya existe un sondeo en el acuífero ("Abriles"), de propiedad particular, situado en el extremo occidental del acuífero concretamente en el paraje de Montalviche.

4º) Se han definido dos nuevos acuíferos, de pequeña extensión, denominados los Hoyos y Oso, cuyas rocas permeables son las calizas del Nummulítico y del Mioceno, respectivamente. Los recursos conjuntos, no alcanzan ni siquiera 0,1 hm³/año.

59) Las demandas de la zona están cubiertas ampliamente por sus recursos, de una manera global; sin embargo analizada mensualmente existen algunos desequilibrios.

En el acuífero del Gigante durante los meses de octubre, marzo, mayo, junio, julio y agosto, la demanda supera a los recursos; este déficit se asienta exclusivamente sobre la explotación del sondeo Los Abriles, donde, según esta distribución, se estaría utilizando parte de las reservas del acuífero. El resto de los meses del año presenta un superávit de 174 Dm³ que, según los agricultores, son regulados mediante pequeños embalses.

En conjunto, se puede decir que en el acuífero del Gigante no existe un desequilibrio entre recursos (650 Dm³/año) y demandas (850 Dm³/año de los cuales 110 corresponden a abastecimiento público y 740 a agricultura), pues el déficit global deducido de 220 Dm³, puede ser absorbido por el error implícito que poseen los métodos aplicados para el cálculo de las demandas y de los recursos. Por otro lado, no se han registrado descensos piezométricos en el sondeo "Abriles", ni de caudales sustanciales en la fuente de Tirieza, por lo que es de suponer que tampoco haya una sobreexplotación ni siquiera incipiente en el acuífero. Lo lógico es pensar que exista una adecuación entre recursos y demandas, bastante aceptable, que explicaría la

ausencia de protestas por parte de los agricultores de Tirieza, a pesar de haber puesto en marcha el sondeo de "Abriles".

En cuanto al acuífero Pericay-Luchena-Gabar, las únicas demandas existentes, entre los embalses de Valdeinfierno y Puentes, son los exigidos por 20 has en los huertos de "Los Chillidos" y "Peregiles", que se cifran en 0,11 hm³/año. Según esto, si se acepta un caudal medio de 180 l/s (es decir, 5,67 hm³/año), existirían después de atender las demandas de la zona, unos excedentes medios de 5,56 hm³/a, que son regulados mediante el embalse de Puentes. Precisamente aguas abajo de este embalse y con los volúmenes del manantial Ojos de Luchena riegan, por concesión administrativa histórica, los distritos de "Las Riberas" con 336 has, y "Sutullena", con 254 has. Los excedentes, se utilizan para redotar, junto con aguas del Trasvase las 10.600 has de regadío tradicional de Lorca.

La distribución mensual de caudales de Ojos de Luchena no ha sido posible realizarla, debido al escaso período de realización de aforos disponibles y a la gran oscilación intermensual del caudal.

Comparando el volumen de la demanda (4,3 hm³/año), con el de los recursos (5,7 hm³/año), se aprecia que existen todavía 1,4 hm³/año de excedentes sin regular a pesar de que en ciertos meses el caudal de la fuente no es suficiente como para atender completamente la demanda. Por ejemplo, en el mes de abril, cuya

demanda se ha estimado en 720 Dm³ (equivalen a 277 l/s) el caudal de la fuente es de sólo 170 l/s (media de los aforos disponibles) y en consecuencia haría falta 107 l/s.

Por el contrario, en los meses de menor demanda, como puede ser julio o noviembre, cuyos valores oscilan entre 130 y 160 Dm³ (equivalente a 50 y 60 l/s, respectivamente) el caudal de la fuente es de unos 150 l/s y en consecuencia sobran 100 l/s, que no se utilizan en ese momento, aunque son recogidos por el embalse de Puentes.

Ante estas conclusiones se pueden dar las siguientes

RECOMENDACIONES:

a) En el acuífero de Pericay-Luchena-Gabar se recomienda efectuar una serie de sondeos que contribuyan a la mejor regulación del manantial de Ojos de Luchena.

De esta manera en las épocas de sequía en las que el pantano de Valdeinfierno esté casi vacío y en consecuencia el caudal de la fuente de Luchena se reduce considerablemente, se podría extraer agua de las reservas gravitatorias, incluso permanentes.

b) Los sondeos han de ser necesariamente ubicados próximos al manantial, pues de esta manera la conexión, mediante tubería (ésta es necesaria para evitar las filtraciones), hasta

la zona de la fuente de Luchena, sería de corta distancia y por tanto económicamente factible.

c) Por otro lado, se recomienda canalizar, mediante tubería o canal, el trayecto que hay entre la fuente de Luchena y Puerto Lumbreras, pues el agua que discurre por el cauce del río atraviesa zonas carbonatadas permeables del Eoceno y Aquitaniense y se infiltra en ellas.

d) Al ser utilizada el agua directamente, desde la zona de los Ojos de Luchena hasta su lugar de aplicación mediante tubería, ya no sería necesario tener que ser regulada como en la actualidad sucede mediante su almacenamiento en el embalse de Puentes. De esta manera se conseguirían dos objetivos:

- Se aprovecharía mejor el agua del manantial y de los sondeos de regulación, pues no habría pérdidas por evaporación en el pantano.

- Este volumen se liberaría del embalse de Puentes, con lo cual aumentaría la regulación de los recursos de la zona, pues los subterráneos se regularían con el acuífero Pericay-Luchena-Gabar, mientras que los superficiales se harían en el embalse de Puentes, al mismo tiempo que se incrementaría la protección contra avenidas, que es la función primordial de dicho pantano.

e) En el estadio actual de la investigación, es difícil saber qué volumen se debe extraer de estos sondeos, pues dentro del acuífero no existe ninguna captación que bombee y en consecuencia se desconoce el comportamiento del acuífero ante esta acción. A título de orientación y como medida experimental se recomienda el bombeo de un caudal de 100 l/s, durante los meses que haya necesidad (por ejemplo en abril), pues es éste aproximadamente el valor de la demanda no satisfecha, que por otro lado coincide con el no aprovechado en los meses, por ejemplo de julio y noviembre, donde se registran las menores demandas .

f) Las previsiones de los sondeos que se proponen realizar, de "Luchena I" y "Luchena II", pueden verse en el capítulo 8 de este informe.

BIBLIOGRAFIA CITADA EN EL TEXTO

IGME (1977): Memoria explicativa de la Hoja geológica nº 952 (Vélez-Blanco) 2da. Serie. Madrid.

IGME (1982): Estudio hidrogeológico de la comarca Caravaca-Cehegín (Murcia).

INST. GEOGRAFICO NACIONAL (1981): Catálogo sísmico de la Península Ibérica. Madrid.

MORENO CALVILLO, I. y PULIDO BOSCH, A. (1982): Formas "exokársticas" en materiales de piedemonte del borde meridional de la Sierra de Maimón. (Vélez Rubio, Almería). Karst-Larra 82, pp. 129-138. Navarra.

NAVARRO HERVAS, F. (1988): Morfoestructura, clima y drenaje de la cuenca del Río Guadalentín. Tesis Univ. Murcia. 837 pp.

NAVARRO HERVAS, F. y RODRIGUEZ ESTRELLA, T. (1986): Estudio y repercusión de la neotectónica en la comarca de los Vélez (provincia de Almería y Murcia). 18s. Jorn. de Est. del fenómeno sísmico y su incidencia en la orden. del territ. Murcia.

RODRIGUEZ ESTRELLA, T. (1983): Neotectónica relacionada con las estructuras diapíricas en el sureste de la península Ibérica.

Tecniterrae, 9-51. pp.

24-37
24-38



LEYENDA

PERMEABLES

- Miocénico
- Eocénico
- Jurásico

AFLORAMIENTOS Y SUBAFLORAMIENTOS

IMPERMEABLES

- Indiferenciado
- Miocénico
- Cretácico-Terciario
- Triásico

DE TECHO

DE MURO

Límite de acuífero

Sondeo, pozo, manantial y su núm. de I.R.H.

0 1 2 3 km

32 809 T-I-II

Instituto Tecnológico GeoMinero de España

PROYECTO					CLAVE
LOS ACUIFEROS DE LA CUENCA DEL RIO CARMEL (PERICAY - LUCHENA - GABAR Y SIBANTE)					
MAPA DE ACUIFEROS					PLANO N°
					1
DIBUJADO	FECHA	COMPROBADO	AUTOR	ESCALA	CONSULTOR
A. R. Morán	Septbre 1989	R. Aragón	T. R. Estrella	1 : 50.000	ENADIMSA

SEDIMENTOS POST-MANTOS

CUATERNARIO		Q tr	QL	QAI	Q	
		QG	QGT	QT		
TERCIARIO	NEOGENO	PLIOCENO				T ₂ ^Q
		SUPERIOR				T ₁ ^Q
	MIOCENO	MEDIO				T ₁ ^Q
		LANGHIEN	INFER.			T ₁ ^Q
	INF.	BURDIGAL	SUPER.			T ₁ ^Q
						T ₁ ^Q

- Q Indiferenciado
- QAI Aluvial
- QL Derrubios de ladera
- Q tr Travertino y tobas
- QT Terraza aluvial
- QG Glacis
- QGT Glacis antiguos aterrazados
- T₁^Q Margas conglomerados y areniscas
- T₂^Q Arcillas y conglomerados rojos
- T₁^Q Conglomerados calizas y margas
- T₁^Q Calizas arenosas y conglomerados
- T₁^Q Calizas de algas con frecuentes restos de resquebrajamiento de todo lo más antiguo y más cercano. A veces margas.

SUBBETICO

TERCIARIO	PALEOGENO	NEOG.	MIOC.	INF.	AQUITANIENSE	T ₂ ^Q
		OLIGOCENO				T ₂ ^Q
		EODENO				T ₂ ^Q
	LUTECIENSE				T ₂ ^Q	
	YPRESIENSE				T ₂ ^Q	
	PALEOCENO				T ₂ ^Q	
	CRETACICO	SUPERIOR	TURONIENSE			C ₂₁ -T ₂ ^Q
			CENOMANIENSE			C ₂₁₋₂₂
			ALBIENSE			C ₁₅₋₁₆
		INFERIOR	APTIENSE			C ₁₅₋₁₆
BARREMIENSE			C ₁₁₋₁₄			
NEOCOMIENSE			C ₁₁₋₁₄			
TRIASICO					T ₀	

- T₂^Q Calizas de foraminíferos y margas con glauconitas. Tobas volcánicas interestratificadas.
- T₂^Q Calizas recristalizadas con sílex.
- T₂^Q Calizas.
- T₂^Q Calizas de foraminíferos y margas.
- T₂^Q Margas verdes. Calizas.
- T₂^Q Calcarenitas y margas verdes.
- C₂₁-T₂^Q Margas y marga-calizas blancas y rosadas.
- C₂₁₋₂₂ Marga-calizas blancas con sílex.
- C₁₅₋₁₆ Margas verdes oscuras. Arcillas.
- C₁₁₋₁₄ Margas y marga-calizas con Ammonites.
- T₀ Margas abigarradas, yesos y dolomías.

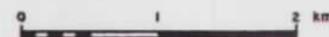
PENIBETICO (S.L.) (SUBBETICO INTERNO)

TERCIARIO	PALEOGENO	NEOG.	MIOC.	AQUITANIENSE	T ₂ ^Q	
		EOC.	OLIG.	SUPERIOR	T ₂ ^Q	
		LUTECIENSE			T ₂ ^Q	
CRETACICO	SUPERIOR	SUPERIOR			C ₂	
		INFERIOR	ALBIENSE			C ₁₅₋₁₆
			APTIENSE			C ₁₅₋₁₆
	BARREMIENSE			C ₁₅₋₁₆		
	JURASICO	MALM	NEOCOMIENSE			J ₂ -C ₁₄
			TITHONICO			J ₂ -C ₁₄
KIMMERIDGIENSE			J ₂ -C ₁₄			
LIAS		OXFORDIENSE			J ₂ -C ₁₄	
		DOGGER			J ₂ -C ₁₄	
TRIAS	SUPERIOR	TOARCIENSE			J ₂ -C ₁₄	
		PLIENSACHIENSE			J ₂ -C ₁₄	
					T ₀ -J ₁	

- T₂^Q Calizas organodetríticas y margas.
- T₂^Q Margas y marga-calizas con grandes Nummulites, Olistostromas.
- C₂ Margas y marga-calizas con olistostromas y niveles de sílex multicolor.
- C₁₅₋₁₆ Margas y arcillas verdes oscuras con olistostromas en su mitad superior.
- J₂-C₁₄ Margas y radiolaritas.
- J₂-C₁₄ Calizas nodulosas y margas rojizas.
- J₂-C₁₄ Calizas micríticas nodulosas y sobre todo calizas oolíticas, a veces silicificadas.
- T₀-J₁ Dolomías.

37°50'04"7

CARTOGRAFIA GEOLOGICA DE LA SIERRA DEL GABAR Y ALREDEDORES



Plano nº 2

