

**TOMÁS RODRÍGUEZ ESTRELLA
FEDERICO BALLESTA SÁNCHEZ**

**ESTUDIO
GEOHIDROESPELEOLÓGICO
DEL CALAR DEL MUNDO
(PROVINCIAS DE ALBACETE Y JAÉN)**



**INSTITUTO DE ESTUDIOS ALBACETENSES
DE LA EXCMA. DIPUTACIÓN DE ALBACETE**

**Tomás Rodríguez Estrella
Federico Ballesta Sánchez**

**ESTUDIO
GEOHIDROESPELEOLÓGICO
DEL CALAR DEL MUNDO
(PROVINCIAS DE ALBACETE Y JAÉN)**



*INSTITUTO DE ESTUDIOS ALBACETENSES
"DON JUAN MANUEL"*

INSTITUTO DE ESTUDIOS ALBACETENSES
DE LA EXCMA. DIPUTACIÓN DE ALBACETE

Serie I – Estudios – Número 109
Albacete 1999

RODRÍGUEZ ESTRELLA, Tomás

Estudio geohidroespeleológico del Calar del Mundo : (provincias de Albacete y Jaén) / Tomás Rodríguez Estrella , Federico Ballesta Sánchez. – Albacete : Instituto de Estudios Albacetenses “Don Juan Manuel” , 1999

180 p. : il. ; 22 cm. – (Serie I–Estudios ; 109)

Bibliografía. – Indices

ISBN 84-87136-93-1

1. Hidrogeología-Calar del Mundo (Albacete). 2. Hidrogeología-Calar del Mundo (Jaén). I. Ballesta Sánchez, Federico. II. Instituto de Estudios Albacetenses “Don Juan Manuel”. III. Título. IV. Serie.

556.3(460.282.2Calar del Mundo)

Portada: *Cueva de los Chorros. Zona de los lagos*

Fotografía: *Jordi Icart*

INSTITUTO DE ESTUDIOS ALBACETENSES DE LA EXCMA. DIPUTACIÓN DE ALBACETE.
ADSCRITO A LA CONFEDERACIÓN ESPAÑOLA DE CENTROS DE ESTUDIOS LOCALES (CSIC)

D.L.: MU-890/1999
I.S.B.N.: 84-87136-93-1

IMPRESO EN: PICTOGRAFIA, S.L.
Carril de la Parada, nº 3 - Telf.: 968 34 49 50 - 30010 MURCIA

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	19
2. GEOGRAFÍA.....	23
3. GEOLOGÍA	27
3.1. ENCUADRE GEOLÓGICO REGIONAL.....	27
3.1.1. Prebético Externo.....	27
3.1.1.1. Características estratigráficas.....	27
3.1.1.2. Características tectónicas	30
3.1.2. Prebético Interno	31
3.1.2.1. Características estratigráficas.....	31
3.1.2.2. Características tectónicas	32
3.2. ESTRATIGRAFÍA DEL CALAR DEL MUNDO Y SU ENTORNO	33
3.2.1. Prebético Externo.....	35
3.2.2. Prebético Interno	39
3.3. TECTÓNICA DEL CALAR DEL MUNDO Y SU ENTORNO	47
3.3.1. Prebético Externo.....	48
3.3.1.1. Estructuras ligadas al plegamiento.....	48
3.3.1.2. Estructuras relacionadas con el diapirismo del Trías.....	49
3.3.2. Prebético Interno	49
3.3.2.1. Estructuras ligadas al plegamiento.....	49
3.3.2.2. Estructuras relacionadas con el diapirismo del Trías.....	51
4. HIDROGEOLOGÍA: ACUÍFERO DEL CALAR DEL MUNDO	59
4.1. ROCAS PERMEABLES E IMPERMEABLES	59
4.2. DEFINICIÓN	59
4.3. PIEZOMETRÍA: SUBACUÍFEROS.....	60
4.3.1. Sector occidental	64
4.3.1.1. Subacuíferos del Cretácico superior unificado.....	64
– <i>SUBACUÍFERO RAYUELA</i>	64
– <i>SUBACUÍFERO CALAR DEL MUNDO</i>	65
4.3.1.2. Subacuíferos del Senoniense inferior	69
– <i>SUBACUÍFERO LOS CALAREJOS</i>	69
4.3.2. Sector oriental.....	69
4.3.2.1. Subacuíferos del Cenomaniense inferior-medio	69
– <i>SUBACUÍFERO LOS PIAZUELOS</i>	70
– <i>SUBACUÍFERO LOS ESPAÑOLES</i>	72
– <i>SUBACUÍFERO LA PEGUERA</i>	72

4.3.2.2.	Subacuíferos del Turoniense-Senoniense inferior.	73
–	<i>SUBACUÍFERO PUNTAL DE MOROPECHE</i>	73
–	<i>SUBACUÍFERO LA CELADILLA</i>	74
–	<i>SUBACUÍFERO ARROYO DEL MOLINO-SAN AGUSTÍN</i>	75
4.3.2.3.	Subacuíferos del Senoniense inferior	77
–	<i>SUBACUÍFERO COLLADO VERDE</i>	77
–	<i>SUBACUÍFERO PUNTAL DE RASPILLA</i>	79
–	<i>SUBACUÍFERO LOS CHORROS-EL ESPINO</i>	79
4.3.3.	Conclusiones piezométricas e hidrodinámicas	89
4.4.	ENTRADAS (CLIMATOLOGÍA).	95
4.5.	SALIDAS	97
4.6.	RECURSOS.	97
4.7.	RESERVAS	97
4.8.	HIDRÁULICA SUBTERRÁNEA.	102
4.9.	HIDROQUÍMICA	102
5.	GEOHIDROESPELEOLOGÍA	105
5.1.	FORMAS KÁRSTICAS DE SUPERFICIE.	105
5.1.1.	Formas de absorción	105
5.1.2.	Formas de emisión.	112
5.2.	CAVIDADES SUBTERRÁNEAS.	114
5.2.1.	Cueva de los Chorros.	114
5.2.1.1.	Localización y generalidades	114
5.2.1.2.	Antecedentes.	117
5.2.1.3.	Acceso a la cavidad	117
5.2.1.4.	Descripción topográfica y morfológica.	117
5.2.1.5.	Geoespeleología	135
5.2.1.6.	Hidroespeleología	137
5.2.2.	Cueva de La Pedorrilla	138
5.2.2.1.	Localización y generalidades	138
5.2.2.2.	Antecedentes.	138
5.2.2.3.	Acceso a la cavidad	138
5.2.2.4.	Descripción topográfica y morfológica.	138
5.2.2.5.	Geoespeleología	147
5.2.2.6.	Hidroespeleología	148
5.2.3.	Cueva de el Farallón	149
5.2.3.1.	Localización y generalidades	149
5.2.3.2.	Antecedentes.	149
5.2.3.3.	Acceso a la cavidad	149

5.2.3.4. Descripción topográfica y morfológica.	149
5.2.3.5. Geoespeleología	151
5.2.3.6. Hidroespeleología	151
5.2.4. Cueva del Barranco de los Pinos (nº 4).	152
5.2.4.1. Localización y generalidades	152
5.2.4.2. Antecedentes	152
5.2.4.3. Acceso a la cavidad	153
5.2.4.4. Descripción topográfica y morfológica.	153
5.2.4.5. Geoespeleología	153
5.2.4.6. Hidroespeleología	155
5.2.5. Cueva del Camino (nº 14).	155
5.2.5.1. Localización y generalidades	155
5.2.5.2. Antecedentes	155
5.2.5.3. Acceso a la cavidad	156
5.2.5.4. Descripción topográfica y morfológica.	156
5.2.5.5. Geoespeleología	159
5.2.5.6. Hidroespeleología	159
5.2.6. Sima 21	160
5.2.6.1. Localización y generalidades	160
5.2.6.2. Antecedentes	160
5.2.6.3. Acceso a la cavidad	160
5.2.6.4. Descripción topográfica y morfológica.	160
5.2.6.5. Geoespeleología	162
5.2.6.6. Hidroespeleología	162
5.3. TIPOLOGÍA DEL KARST.	163
5.4. EDAD DEL KARST	165
5.5. KARST Y CLIMA	166
6. PROPUESTAS DE ACTUACIÓN EN EL CALAR DEL MUNDO	171
BIBLIOGRAFÍA	173

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura nº 1.	Localización geográfica del acuífero del Calar del Mundo	26
Figura nº 2.	Encuadre geológico-regional del acuífero Calar del Mundo . . .	28/29
Figura nº 3.	Serie de Riopar	34
Figura nº 4.	Serie de los Tribaldos (Jurásico).	36
Figura nº 5.	Serie de los Tribaldos (Cretácico inferior)	38
Figura nº 6.	Serie de Fuente Carrasca	39
Figura nº 7.	Serie de Baños de Tús (Jurásico)	40
Figura nº 8.	Serie de Arroyo Bravo	42
Figura nº 9.	Serie de Raspilla	44
Figura nº 10.	Serie del Pocico	46
Figura nº 11.	Sinclinal del Padroncillo	49
Figura nº 12.	Escamas de vergencia Sur entre el Cjo. del Puerto y Casa de la Noguera	50
Figura nº 13.	Mapa de fracturas en el exokarst del Calar del Mundo (Senoniense inferior)	52
Figura nº 14.	Extrusión jurásica en Baños de Tús	55
Figura nº 15.	Cortes hidrogeológicos generales del Calar del Mundo	62/63
Figura nº 16.	Mapa de subsistemas existentes en el Cenomaniense inferior-medio del sistema hidrogeológico del Calar del Mundo	71
Figura nº 17.	Esquema hidrogeológico en la boca de la Cueva de los Chorros	82
Figura nº 18.	Esquema hidrogeológico en la fuente del Espino	89
Figura nº 19.	Mapa de isoyetas, iso ETR, y de iso T (1970-71) en el sistema hidrogeológico del Calar del Mundo	96
Figura nº 20.	Mapa hidrográfico e hidrológico del sistema hidrogeológico del Calar del Mundo	98
Figura nº 21.	Hidrograma de la estación de aforo Calar del Mundo (Años 1970/71 y 1971/72).	99
Figura nº 22.	Curva de vaciado y coeficientes de agotamiento en la estación de aforo Calar del Mundo (año 1970/71)	101
Figura nº 23.	Diagramas de Piper, según rocas permeables, en el Calar del Mundo	104
Figura nº 24.	Morfología del exokarst del Calar del Mundo	106
Figura nº 25.	Cavidades catalogadas en la superficie del Calar del Mundo.	115
Figura nº 26.	Topografía de la Cueva de los Chorros	118/119
Figura nº 27.	Fracturas de superficie en relación con la Cueva de los Chorros	136

Figura nº 28.	Topografía de la Pedorrilla	139
Figura nº 29.	Topografía de la Cueva de El Farallón.	150
Figura nº 30.	Topografía de la Cueva del Barranco de los Pinos (nº 4)	154
Figura nº 31.	Topografía de la Cueva del Camino (nº 14)	156
Figura nº 32.	Topografía de la Sima 21	161

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro nº 1.	Escorrentía total y por subcuencas en el acuífero del Calar del Mundo	100
Cuadro nº 2.	Reservas gravitarias totales y por subcuencas en el acuífero del Calar del Mundo	102

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Foto nº 1. El Calar del Mundo desde Collado Tornero	23
Foto nº 2. Vértice geodésico de Argel (1694 m)	24
Foto nº 3. Contacto entre el Mioceno inferior calizo y el Mioceno inferior-medio margoso, en la Molata del Imperio	24
Foto nº 4. El Puntal del Avellano, desde Collado Tornero	25
Foto nº 5. Serie del Cretácico superior en el Puntal de la Encomienda, vista desde el Arroyo de la Sierra	45
Foto nº 6. Fallas normales en la facies "Utrillas", junto al pueblo de Yeste	53
Foto nº 7. Carácter discordante del Senoniense inferior en el Sur del Calar del Mundo, visto desde el Arroyo de la Sierra	56
Foto nº 8. Slumping en el Kimmeridgiense inferior de la "extrusión" de Baños de Tús"	56
Foto nº 9. Falla normal que afecta a un piedemonte cuaternario, al Sur del Embalse de la Fuensanta	61
Foto nº 10. Nacimiento de la fuente de Arroyo Frío (Enero 1998)	66
Foto nº 11. Detalle del nacimiento de la fuente de Arroyo Frío	66
Fotos nº 12 y 13. Arroyo Frío	67
Fotos nº 14 y 15. Arroyo Frío	68
Foto nº 16. Fuente-Arroyo de la Celada	76
Foto nº 17. Fuente-Arroyo de San Agustín	77
Foto nº 18. Fuente-Arroyo de Los Molinos	78
Foto nº 19. Fuente-Arroyo Bravo, que emerge en el Puntal de Raspilla	80
Foto nº 20. Detalle del Arroyo Bravo	81
Foto nº 21. Fuente Cueva de los Chorros (26-X-1971)	83
Foto nº 22. Fuente Cueva de los Chorros (Enero 1998)	85
Foto nº 23. Fuente de la Pedorrilla (Enero 1998)	86
Foto nº 24. Polje de la Fuente del Espino; en el pie de la Loma de los Viveros se sitúa la fuente (zona sombreada) y a la derecha del coche, el sumidero (Julio 1997)	90
Foto nº 25. Fuente del Espino, sin agua (Julio 1997)	91
Fotos nº 26 y 27. Fuente del Espino, con agua (1-XII-1996)	92
Foto nº 28. Sumidero por donde percola el agua de la fuente del Espino	93
Foto nº 29. Detalle del sumidero de la fuente del Espino	93
Foto nº 30. Foto aérea del exokart (dolinas, uvalas y poljes) del Calar del Mundo, entre las fuentes de los Chorros y El Espino; obsérvese la falla normal que condiciona la existencia de esta última surgencia	108
Foto nº 31. Lapiaz en "nidos de abeja"	109

Foto nº 32. Lapiaz entrecruzado	109
Foto nº 33. Lapiaz en "nidos de abeja"	110
Foto nº 34. Lapiaz con "formas aborregadas"	110
Foto nº 35. Dolina tipo embudo	111
Foto nº 36. Dolina tipo artesa	111
Foto nº 37. Laguna de Siles en el polje del mismo nombre (Enero 1998)	113
Foto nº 38. Ponor en el fondo de una dolina que afecta a la "terra rossa".	113
Foto nº 39. Boca de la Cueva de los Chorros	116
Fotos nº 40 y 41. Cueva de los Chorros	120
Fotos nº 42 y 43. Cueva de los Chorros.	122/123
Fotos nº 44 y 45. Cueva de los Chorros.	125/126
Fotos nº 46 y 47. Cueva de los Chorros.	127/128
Foto nº 48. Cueva de los Chorros. Estalagmitas a ambos lados de una fisura	129
Foto nº 49. Cueva de los Chorros. Detalle de una concreción de calcita de color rojizo, por la presencia de hierro en las aguas que la formaron.	130
Foto nº 50. Cueva de la Pedorrilla	140
Foto nº 51. Cueva de la Pedorrilla. "Estalactitas" de arcilla roja, ligadas a una fisura, con forma de "bosque de abetos"	140
Foto nº 52 y 53. Cueva de la Pedorrilla	141/142
Foto nº 54 y 55. Cueva de la Pedorrilla	143/144
Fotos nº 56 y 57. Cueva de la Pedorrilla	145/146
Foto nº 58. Ponor-sima de la Cueva del Camino	157
Foto nº 59. Césped almohadillado	169

ÍNDICE DE PLANOS

Plano nº 1. Mapa geológico del Calar del Mundo y zonas adyacentes.	176/177
Plano nº 2. Mapa hidrogeológico del Calar del Mundo	178/179

"En el Calar del Mundo coexisten elevadas mesetas manchegas, que acarician el cielo, con escarpes alpinos, de más de 200 m de desnivel, que bajan hasta el averno; existen terrenos áridos en superficie que estrujan con cordura sus vísceras para dar periódicamente a luz hijos del agua, inconstantes y alocados, como la fuente de los Chorros; piedras frías y mudas, que por un lado ocultan pudorosas su pasado íntimo millonario aparentemente muerto, pero que por otro muestran sin rubor la boca de sus entrañas subterráneas y emitiendo voces de encantamiento invitan a penetrar a aquellos que buscan desesperadamente en sus vidas la Vida interior, la paz de espíritu, o la identidad y la sonrisa perdidas; pinos esbeltos que, cogidos de las manos ramales de sus abstraídos vecinos, tratan de perforar las nubes, mientras a sus pies se quedan humilladas y conformes las liliputienses setas, aprendices de árboles. Todo aquí es contraste y armonía, canción y silencio, ficción y realidad..."

Tomás Rodríguez Estrella
Riopar, primavera del 1970

o canto que haze la abubilla y dize. An quando los cines dize
y el dize dize se ten blandulo. dize an como quito la
dize a un sobre y de camara. ven mis o pellos en aquecos
afos. G an gra temor dinstand en sobre en olo. y en lo boy
a un en las de enu. y en la stric de dho lo bo pa sennos de
zes. en pora tte. y un dize viii. vez. a q. y o qn. al q. y d
sin mado. G los fite. olo s. a ben ees. d. en s. po
v. dize an gra p. u. o an gra que yo. por de cada. z. de
ze m. i. s. b. nel. t. r. o. en la. v. i. g. l. i. a. p. a. en te. x. d. i. z. e. n. f. i.
G. v. i. d. i. f. e. r. e. q. u. e. m. i. s. a. n. d. o. e. n. e. l. o. l. o. d. a. b. u. d. e. q. u. e. r. t. o. d. i. e.
ne a que. l. o. v. i. e. n. t. o. m. e. l. m. o. y. p. o. e. l. o. n. o. e. n. l. o. p. a. d. a. l. a. n. g. d. i. z. e.
e. n. e. l. y. a. b. u. d. e. n. a. l. g. u. i. e. n. o. i. s. t. a. l. e. p. r. e. s. e. n. t. o. p. e. m. e. t. e. e. n. l. e. t.
m. a. n. o. s. y. e. n. e. l. d. e. m. p. y. a. b. u. d. e. n. e. l. p. e. l. o. G. f. a. l. c. o. l. o. r. y. a. m. o.
G. o. n. m. i. s. a. r. t. i. c. o. s. d. e. p. i. e. r. n. o. s. a. s. o. r. m. p. o. a. y. p. a. d. e. y. o. e. l.
t. a. n. f. i. z. i. o. s. l. o. s. m. i. s. y. m. e. c. d. e. l. i. m. i. t. f. u. e. r. t. e. m. e. t. e. e. n. m. a. n. o.
G. d. o. y. e. l. g. u. i. e. n. t. o. d. e. a. n. d. a. f. e. b. u. e. l. t. o. y. a. n. e. l. t. o. p. r. e. s. e. n. t.
m. i. s. a. d. e. a. d. e. o. l. o. y. p. o. c. o. n. s. i. g. n. e. t. e. e. n. e. l. e. r. i. z. o. d. i. z. e.
n. i. m. a. s. m. e. n. o. s. G. e. n. e. l. p. r. e. t. o. y. t. i. e. n. e. f. a. c. i. e. t. o. y. p. r. e. s. e. n. t.
l. e. e. t. o. d. o. s. s. u. s. f. e. s. i. n. r. a. d. a. G. n. o. e. l. q. u. i. n. o. a. m. o. s. d. e. p. r. e. t. o.
s. p. i. n. o. t. h. i. g. t. v. y. e. l. o. j. e. s. e. a. m. o. e. s. t. a. G. d. o. n. o. d. e. a. d. i. a. c. a. l.
l. a. n. p. o. r. l. o. e. y. e. d. i. z. e. s. o. d. o. n. d. o. y. s. o. s. e. g. a. d. o. a. m. o. d. e. d. o.
p. r. e. t. o. d. a. b. u. d. e. a. l. l. i. g. u. e. s. v. e. z. e. s. f. e. a. q. u. e. r. a. m. o. r. d. e. a.
u. n. o. s. e. e. s. p. i. n. o. s. q. u. e. a. l. p. o. a. m. o. m. i. s. a. f. e. m. i. e. d. e. p. o. a. m. m. i. s. o.
d. e. l. o. n. l. i. g. u. a. a. n. s. a. r. a. d. e. s. e. r. i. z. o. y. p. o. r. t. o. d. o. s. e. s. t. a. s. a. f. e.
a. n. g. r. a. t. i. e. p. t. o. s. m. a. t. e. r. o. s. d. e. v. e. l. l. e. d. l. a. s. s. n. e. l. t. r. o. d. e. m. u.
t. h. e. y. m. a. s. s. e. p. i. e. d. d. e. p. o. r. a. d. e. l. e. s. a. n. t. i. v. a. d. o. G. a. l. g. u. a.
t. a. n. t. o. t. u. d. a. d. o. a. n. c. y. m. i. s. m. o. t. o. r. n. a. d. o. a. l. g. u. e. s. d. e. l. l. a.
n. s. a. n. n. i. e. a. s. i. b. e. r. G. l. u. s. t. u. n. e. G. o. n. m. a. n. c. a. m. o. l. o.
y. p. o. n. i. e. t. i. n. e. t. o. n. o. e. n. l. o. s. h. a. b. l. o. s. d. e. m. i. s. e. s. m. a. n. c. o.

La entrada del es vn rio arriba muy claro y muy hermoso, el nascimiento del qual es cosa de muy gran admiracion, por quanto él sale, quan grande es, por vna boca de vna cueva, la qual sale en comedio de vna peña tajada, la mas alta que yo vi en mi vida, y ay tanto de la cueva a lo alto de la peña como della a lo baxo, y de alli salta el rio, y da ayuso en vn pie-lago hecho por natura en peña biva, y alli esta el espesura ansi alta como baxa, que apenas se puede ver el çielo ni el sol. En dias de verano alli no entra ni se puede sentir calor ninguna, antes es demasiada la frior. El sonido de golpe del agua es tan grande que a muchas tronpetas y atabales privaria.

La cueva tiene vna entrada tan peligrosa que se nota a gran desvario a los que en ella quieren entrar, y yo entre vna vez, de lo qual me arrepenti muchas vezes, aquel dia, como quiera que despues por mucho no quisiera no aver visto. La entrada es tan alta, avnque de baxo paresçe pequena por la gran altura; basta [decir] que la claridad entra çien pasos dentro en ella, e tiene la cueva quarenta en ancho, y n fin de los çien pasos faze vn arco en la misma peña, fecho por natura, y tiene vno como pilar en medio, en manera que departe la entrada faziendola dos, e por la vna dellas sale el rio y la otra se buelve al mismo rio; desde alli va escuro y yo no quise entrar, y fize que entrasen tres que yvan conmigo, con vna candela, y entraron otros çien pasos medidos fasta tanto que oyeron callar el rio, que era señal que venia fondo, y el ayre los matava la candela, y por tanto se bolvieron a mi.

Rio

Famosa cueva de Riopar

cueva

Nacimiento del río Mundo

Tratado de Montería del S. XV. Anónimo.

PRÓLOGO

Esta obra constituye una acertada simbiosis entre el experto en Geología e Hidrogeología y el avezado espeleólogo; surge así el estudio "geohidroespeleológico", término que define adecuadamente el contenido pero que, posiblemente, se ha acuñado para este libro.

Desgraciadamente son escasas las obras en las que el geólogo y el espeleólogo van de la mano; es más frecuente que el geólogo "use y abuse" de la información espeleológica; y, al contrario, que el espeleólogo se ciña a copiar la geología del entorno donde se desarrolla una cavidad. Este hecho constituye un valor añadido a un libro que va a retener la atención de geólogos, hidrogeólogos y espeleólogos.

De la simbiosis citada surge un libro singular referido a un lugar muy poco común y muy espectacular: *El Calar del Mundo*. Este libro, de fácil lectura y muy bien ilustrado, introduce al lector en el entorno geológico del Calar, para posteriormente suministrar una descripción de la Estratigrafía y de la Tectónica del macizo adecuada.

Sobre esa base geológica se desgranar todos los aspectos hidrogeológicos de un macizo muy complejo, pero descrito de manera muy sencilla.

El capítulo cinco es posiblemente el más espectacular y novedoso, ya que se refiere a ese silencioso y misterioso mundo subterráneo, ocupando un lugar preferente esa maravilla de la naturaleza que es la *Cueva de los Chorros*, tan magistralmente captada por la cámara de Jordi Icart en muchas ocasiones. Otras cinco cavidades completan ese apasionante recorrido subterráneo.

La experiencia complementaria de ambos autores les permite redactar unas últimas líneas en las que proponen actuaciones tendentes a potenciar ese singular macizo. Su conservación es vital, aunque sin descuidar el hecho de que ese patrimonio debe ser conocido y apreciado por la comunidad geológica, espeleológica y por todos los amantes de la naturaleza.

El conjunto se complementa con detalladas cartografías del Calar y sus bordes, a escala 1/50.000, desde el punto de vista geológico e hidrogeológico; acompañan, además, otro mapa geológico regional, cortes geológicos, topografías de las cavidades principales y una acertada colección de fotografías, que permitirán al lector hacerse una idea del medio físico de un macizo tan original.

Tomás Rodríguez Estrella, geólogo e hidrogeólogo de profesión y escritor y poeta de vocación, es el mejor conocedor de la geología y de la hidrogeología de este Calar del Mundo, pues no en vano ha convivido con el macizo una treintena de años. Federico Ballesta, y con él muchos otros espeleólogos –pues la Espeleología nunca es una ciencia ni actividad deportiva individual, sino algo que requiere mucha generosidad y apoyo mutuo– es un enamorado de la Cueva de los Chorros.

Su espíritu aventurero le ha llevado, además, a conocer muchas otras cavidades en otros países.

Quiero felicitar a ambos autores y desearles el mayor éxito posible. Espero que cunda el ejemplo para que muchas otras obras de similar estructura vean la luz pronto, para beneficio de geólogos, hidrogeólogos, espeleólogos, curiosos y amantes del medio subterráneo.

Antonio Pulido Bosch

Catedrático de Geodinámica - Universidad de Almería

1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo ha sido realizado para el Instituto de Estudios Albacetenses (I.E.A.) y se acoge a las Ayudas para la Investigación (B.O.E. n.º 28 del 5-3-1997), según acuerdo de concesión unánime del 30 de Mayo de 1997.

En el año 1978, Tomás Rodríguez Estrella terminó de realizar su tesis doctoral: "Geología e Hidrogeología del sector de Alcaraz-Liétor-Yeste (prov. de Albacete). Síntesis geológica de la Zona Prebética" y en ella incluyó un generoso capítulo, de casi un centenar de páginas, dedicado al sistema acuífero del Calar del Mundo. En aquella ocasión realizó una cartografía geológica de la Hoja de Yeste bajo un punto de vista hidrogeológico (a escala 1:50.000) que fue reflejada en un mapa topográfico antiguo perteneciente al Instituto Geográfico Nacional y que nunca llegó a publicarse.

En diciembre de 1995, el referido autor fue invitado a dar una conferencia en Fábricas de Riopar, con motivo del congreso: "Cueva de los Chorros 1965-1995", y pudo observar que, si bien se había producido un gran avance en la Espeleología (habían pasado de topografiar 7.159 m, en 1978, a más de 20.000 m, en 1995), tanto en Geología como en Hidrogeología no se había hecho nada nuevo, desde que él terminó sus investigaciones en 1978.

En noviembre de 1996, el Instituto Tecnológico GeoMinero de España (ITGE) encargó a dicho autor una cartografía geológica de la Hoja de Yeste (pues, como se sabe, no está publicada en edición MAGNA), y aunque ésta era para incluir en un estudio hidrogeológico regional de toda la Sierra del Segura, el detalle con que reflejó sus observaciones fue comparable al exigido en las hojas del Mapa Geológico Nacional y ésto fue posible gracias a que pudo disponer de fotos aéreas recientes y sobre todo de un mapa topográfico del Servicio Geográfico del Ejército, con mayor resolución que el del Instituto Geográfico Nacional.

Este último trabajo, puramente geológico, permitió vislumbrar una serie de posibilidades en cuanto a la investigación del Calar del Mundo se refiere, que permitirían el mayor conocimiento del funcionamiento hidrogeológico kárstico del macizo. La realización de trabajos específicos y complementarios a los que ya se habían llevado a cabo, podría dilucidar fenómenos tan "misteriosos" como el "reventón" en horizontal de los Chorros o la "explosión" en vertical de la fuente del Espino situada en todo lo alto del Calar.

Pero para que los estudios hidrogeológicos de superficie fueran coherentes con los de profundidad, sería necesario considerar también los datos del interior de cuevas tan importantes como la de los Chorros, que constituye el nacimiento del Río Mundo. Para este cometido se ha contado con la participación de un espeleólogo de la zona, Federico Ballesta Sánchez, que ha recorrido la Cueva de los Chorros (y otras menores) en numerosas ocasiones y las ha filmado, obteniendo incluso premios internacionales.

El estudio geomorfológico del exokarst del macizo del Calar del Mundo, perteneciente a la Hoja de Yeste, fue realizado, de forma rigurosa y concienzuda, por López Bermúdez en 1974 y completado, en lo que se refiere a la Hoja de Siles, por Rodríguez Estrella en 1976.

Respecto a los trabajos de Espeleología del Calar del Mundo, y en concreto los referidos a la Cueva de los Chorros, hay que decir que desde que fue descubierta como ente espeleológico en 1955, han sido muchos los deportistas que han entrado en ella, pero pocos los que han llevado a cabo una investigación científica seria; entre estos últimos hay que mencionar a Ullastre y Masiera (1968) y sobre todo a Cuenca Payá (1976), por sus aportaciones geoespeleológicas.

Cabe destacar al Grupo Espeleológico SPEOS del Centro Excursionista de Alcoy, que desde 1965 realiza una labor planificada, en lo que a topografía y descriptiva se refiere; especial mención merece la figura de Rafael Plá Salvador, que desde el principio llevó la dirección de las exploraciones del referido Grupo y que ha recogido todos sus trabajos (y los de otros grupos, entre los que destaca el C.E. de Crevillente, dirigido por Francisco Lledó y José Luis García) en el cuadernillo nº 7 de la Revista Lapiaz (1987), en una publicación que resulta ser imprescindible conocer por todos aquellos que quieran adentrarse, con fines físicos y científicos, en las entrañas del Calar del Mundo. En el caso de la cueva de la Pedorrilla, es el Espeleo Club Avenc y Federico Ballesta quienes han dado el mayor impulso a su conocimiento y sus trabajos aparecen publicados en el nº 17 de la revista Lapiaz.

El tratar de aunar estudios de Espeleología, Geología e Hidrogeología, que hasta ahora caminaron siempre por separado, es quizá donde radica la originalidad y la utilidad del presente proyecto, ya que las tres disciplinas están interrelacionadas.

Los trabajos que se han llevado a cabo, para el I.E.A., son los siguientes:

– Consulta y análisis de la bibliografía espeleológica, geológica e hidrogeológica existente.

– Cartografía geológica de detalle de la terminación suroccidental del Calar del Mundo, perteneciente a la Hoja de Siles (nº 865), que como se sabe no está publicada por el ITGE en edición MAGNA. De esta manera, se dispone de una cartografía completa minuciosa de todo el macizo kárstico (plano nº 1), pues esta última se une a la de Yeste que ha confeccionado recientemente Rodríguez Estrella para el ITGE y que es propiedad de este último; queremos agradecer al referido organismo que haya concedido permiso para que se adjunte en el presente trabajo parte de la cartografía geológica de dicha hoja.

Estas nuevas cartografías geológicas han permitido afinar los límites del acuífero del Calar del Mundo (sobre todo el occidental), si bien hay que decir que a grandes rasgos coinciden con los definidos por Rodríguez Estrella en 1978.

– Estudio estratigráfico de la Cueva de los Chorros (interiores y exteriores) y definición de los terrenos que la forman.

– Estudio tectónico en superficie de las principales cavidades kársticas del Calar, en especial la de los Chorros, con el fin de encontrar una correlación con la topografía que presentan en profundidad y de poder deducir su evolución espacial desconocida hacia el SO.

– Estudio micropaleontológico (complementario al realizado por Rodríguez Estrella en 1978), con lupa de 16 aumentos y microscopio electrónico, de la superficie del Calar y del interior de la Cueva de los Chorros.

– Análisis de las precipitaciones, en la estación termopluviométrica de Riopar (nº 085), correspondientes a los años 1996 y 1997.

– Delimitación de subacuíferos, referidos a las rocas permeables del Cenomanense inferior-medio, Turoniense y Senoniense inferior y relaciones hidrogeológicas entre ellos (plano nº 2).

– Interpretación hidrodinámica de las principales fuentes del Calar y adscripción a los subsistemas acuíferos correspondientes. Se han tomado los caudales que el IGME aforó en el invierno de 1971-72 (a excepción de los manantiales pertenecientes a la Hoja de Siles, que fueron aforados en Junio de 1971), cuando inventarió la zona; a pesar de que este organismo está, en los últimos tiempos (incluso lo sigue haciendo en la actualidad), investigando hidrogeológicamente la Sierra del Segura, no ha vuelto a aforar los manantiales y sí solo los cursos de ríos, por considerar que aquella era una labor muy específica (su investigación es de carácter regional) y sobre todo costosa; esta misma última razón es la que nos ha impuesto la limitación de no hacerlo nosotros, con argumentos incluso más convincentes que los que le han llevado al ITGE a desistir de la ejecución de tal menester.

– Confección del presente documento monográfico referido al acuífero del Calar del Mundo, en el que se incluyen las investigaciones más relevantes hasta ahora realizadas, tanto geológicas, hidrogeológicas, como espeleológicas. Dicho documento, aunque tiene rigor científico, se ha redactado de forma didáctica y acompañado de abundante material gráfico, en especial fotografías, con el fin de que su publicación resulte atractiva tanto al investigador y naturalista, como al turista inquieto, ya que la referida zona es una de las más visitadas de la provincia de Albacete, no solo por los habitantes de ésta, sino por los de toda España.

Queremos agradecer a tres fotógrafos que nos han suministrado gran parte de la documentación fotográfica que se adjunta en este trabajo: Jordi Icart, por las magníficas fotos del interior de la Cueva de los Chorros; Fernando García, por las de la Pedorrilla y Emiliano Valdelvira por las fotos de ríos y manantiales importantes. Asimismo, le damos las gracias a Arturo Felipe por adelantarnos los datos de precipitaciones del Calar del Mundo, correspondientes a los años 1996 y 1997, pues de otra manera no hubiéramos podido tratarlos a tiempo.

2. GEOGRAFÍA

El acuífero del Calar del Mundo se encuentra situado a grandes rasgos entre Riopar, al Norte; Yeste, al Sur, y Siles, al Oeste, perteneciendo, por tanto, a las provincias de Albacete y Jaén y lógicamente a las comunidades autónomas de Castilla-La Mancha y Andalucía.

Viene definido más concretamente por los siguientes caseríos y pueblos:

Al Noroeste, por Casas de la Noguera, Cortijo de Tribaldos, Cotillas y Siles.

Al Sureste, por cortijos y pedanías de Collados Tomero, Tús, Baños de Tús, Moro-peche, Hoya de la Parrilla, Raspilla y Las Quebradas.

Al Noroeste, por Mesones.

Al Suroeste, por el Cortijo del Batán.

Estos núcleos de población pertenecen a los siguientes términos municipales: Alcaraz, Cotillas, Villaverde de Guadalimar, Riopar, Vianos, Yeste y Siles. Los de Alcaraz y Vianos constituyen verdaderos "condados de Treviño", ya que están aislados espacialmente de los territorios que normalmente rodean a las poblaciones principales cabezas de términos (que se sitúan en el Norte de la Hoja de Alcaraz, nº 841).



Foto 1. *El Calar del Mundo desde Collado Tomero.*



Foto 2. *Vértice geodésido de Argel (1.694 ms.n.m)*



Foto 3. *Contacto entre el Mioceno inferior calizo y el Mioceno inferior-medio margoso, en la Molata del Imperio.*



Foto 4. *El Puntal del Avellano, desde Collado Tomero.*

Orográficamente incluye totalmente a la Sierra del Calar del Mundo, a la que hay que añadir cerros adyacentes como Loma Pelada, Puntal de Moropeche y Los Calarejos. La altitud topográfica oscila entre algo menos de 1000 m en Mesones, Casa de La Noguera o Cjo. del Batán y 1694 m, en el vértice geodésico de Argel.

Hidrográficamente, dada su naturaleza litológica, relieve y altitud, no existen cursos superficiales permanentes; sin embargo, este acuífero da origen a ríos como Mundo (al Norte) y Tús (al Sur), afluentes del Segura (Cuenca del Segura) y Frío, afluente del Guadalimar (Cuenca del Guadalquivir).

La localización geográfica del acuífero puede verse en la figura nº 1.

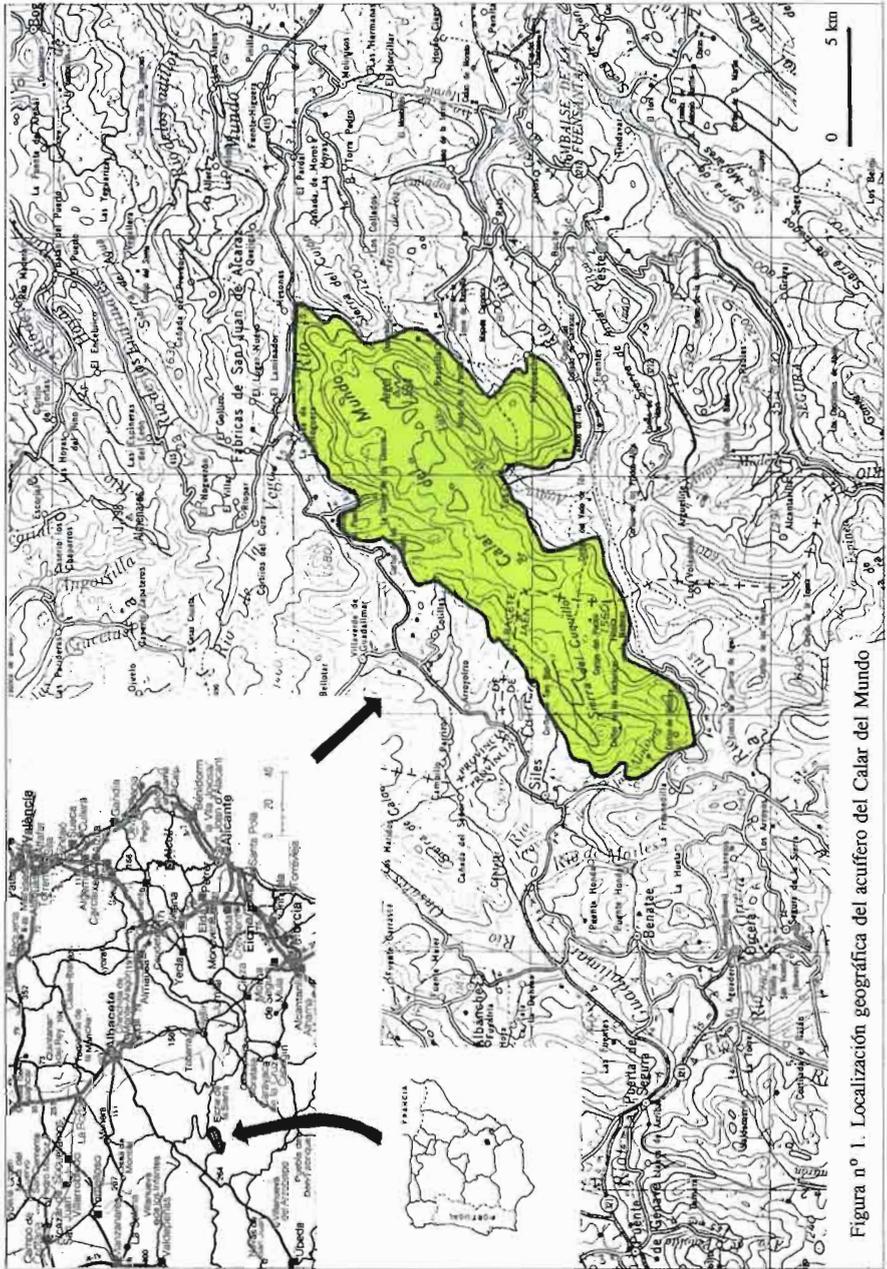


Figura nº 1. Localización geográfica del acuífero del Calar del Mundo

3. GEOLOGÍA

3.1. ENCUADRE GEOLÓGICO REGIONAL

El acuífero se encuentra enclavado geológicamente, dentro de las Cordilleras Béticas, en la Zona Prebética y más concretamente en el dominio paleogeográfico del Prebético Interno; precisamente el borde septentrional del acuífero coincide con el límite entre el Prebético Externo y el Interno. (Figura nº 2).

Con el fin de poder entender mejor la Geología del Calar del Mundo, se darán a continuación las características, tanto estratigráficas como estructurales, de los dos dominios:

3.1.1. Prebético Externo

3.1.1.1. *Características estratigráficas*

- Las facies son las mismas que las del borde externo de la Cordillera Ibérica.
- El espesor de la cobertera mesozoica es relativamente pequeño.
- Existe un predominio de afloramientos jurásicos (especialmente del Lías y Dogger) sobre los cretácicos.
- Ausencia de materiales paleógenos marinos.
- El Lías inferior está constituido por calizas y dolomías y a veces niveles de evaporitas.
- En el Lías medio-superior existen niveles de evaporitas y abundantes materiales de arcillas dolomíticas.
- El Dogger es calizo en las zonas más externas y dolomítico en el resto del Prebético Externo (dolomías de romboedros).
- En las series más externas, el Kimmeridgiense inferior presenta niveles detríticos de calcarenitas, areniscas, arenas y arcillas.
- Igualmente, en el Kimmeridgiense medio se dan, además de calizas oolíticas, niveles de calizas detríticas y areniscas.
- En el Kimmeridgiense superior y Portlandiense el área correspondiente al Prebético Externo estuvo prácticamente emergida y sólo se dan algunos depósitos lagunares y continentales, por lo que los materiales son de calizas de Charáceas, conglomerados de cantos de cuarcita, areniscas y margas con yeso (Fourcade, 1970) en la región de Hellín, o bien paleosuelos, "terra rossa", costras de exudación, pisolitos y nódulos ferruginosos (García Hernández, 1978) en la Sierra de Cazorla.
- Se tiene, por tanto, que el Jurásico del Prebético Externo presenta un predominio

LOS GRANDES ACCIDENTES TECTÓNICOS
DEL SURESTE DE ESPAÑA

RODRÍGUEZ ESTRELLA (1979)

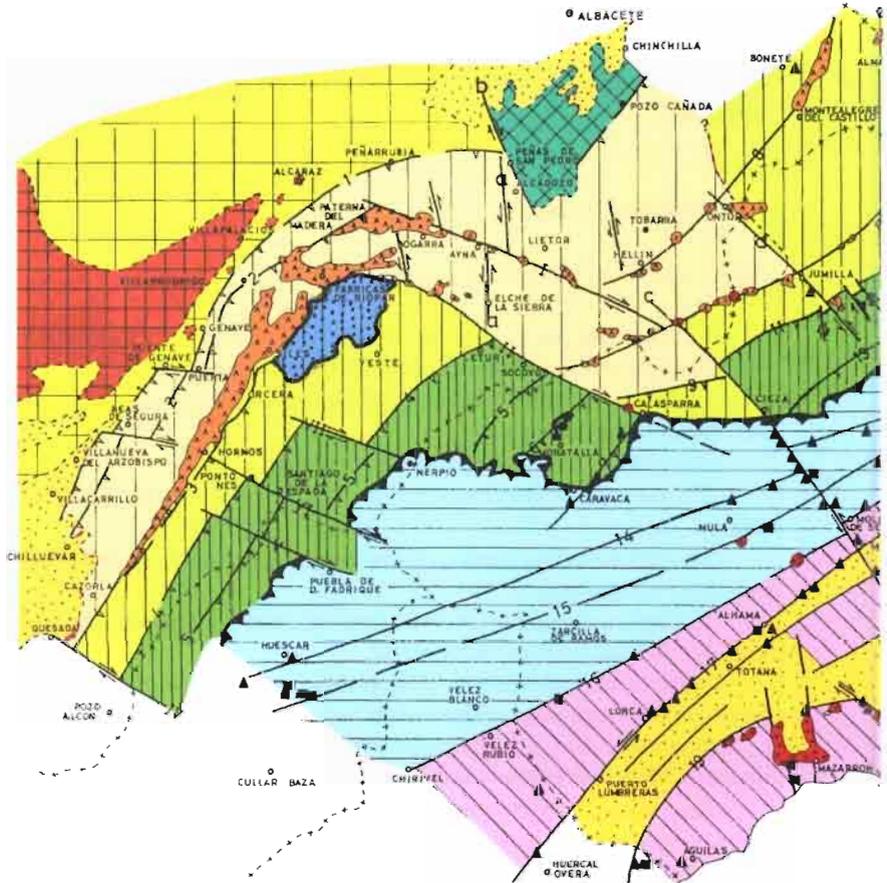
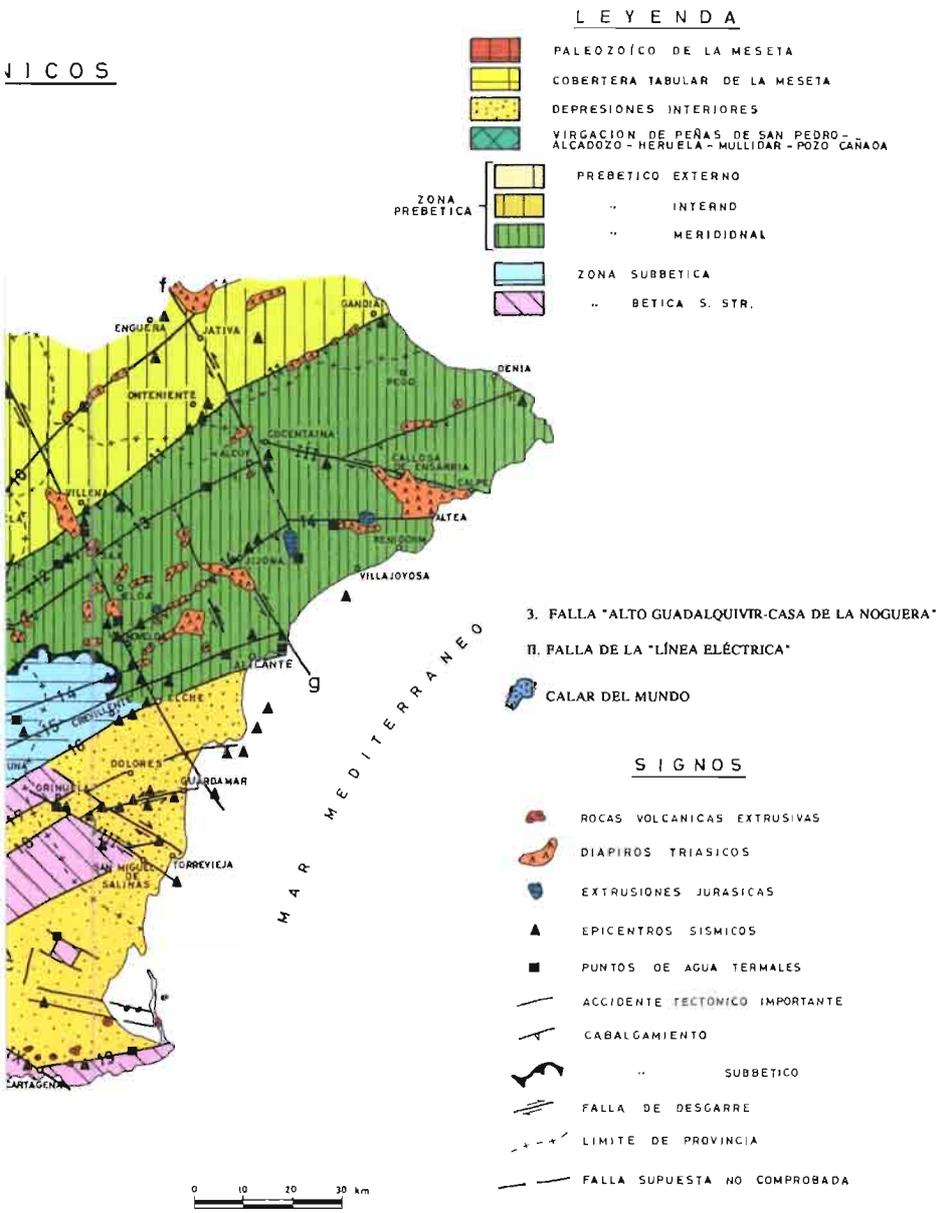


Figura nº 2. Encuadre geológico-regio-



del acuífero del Calar del Mundo.

de materiales detríticos, que indican un medio poco profundo cercano a costas, e incluso depósitos continentales además de otros carbonatados propios de un ambiente de plataforma continental.

– El Cretácico inferior está constituido exclusivamente por materiales terrígenos, que se han denominado facies "Weald-Utrillas" y en los que resulta discutible que estén representados el Berriasiense y el Neocomiense.

– Lo que parece resultar más probable es que el Aptiense inferior no esté representado; ni siquiera en facies "Weald". Así parecen confirmarlo, en la Cordillera Ibérica, Ramírez del Pozo y Meléndez Hevia (1972) al encontrar una discordancia entre la facies "Utrillas" (Albiense) y la facies "Weald" (Neocomiense?-Barremiense).

– En el Barremiense, además de existir calizas micríticas con Charofitas en el sector central (ambiente lagunar), se dan unos conglomerados de cantos de cuarcitas, además de otros materiales detríticos.

– El Cenomaniense-Turonense presenta tres tramos, que son: dolomítico (Cenomaniense inferior-medio), arcilloso (Cenomaniense superior) y otra vez dolomítico (Turonense).

– El Senoniense es calizo de ambiente marino lagunar.

En resumen, el área ocupada por el Prebético Externo, puesto que es el que está más próximo al continente, presenta unos materiales cuyos medios de depósito van desde el tipo continental al de plataforma continental, pasando por el costero o el marino lagunar. Normalmente, existe una escasa subsidencia (aunque hay sus excepciones, concretamente en el Lías medio-superior y Dogger). Los materiales predominantes son a base de dolomías, arenas, areniscas, calcarenitas, conglomerados y anhidritas.

3.1.1.2. *Características tectónicas*

– En el sector occidental la primera característica que hay que resaltar es la existencia del arco estructural de "Cazorla-Alcaraz-Hellín", que ya fue impuesto en la etapa prerogénica. Siguiendo con las características estructurales de este sector, se observa que existe una tectónica muy compleja de escamas en su parte más externa, y de escamas y pliegues en su parte más interna, como consecuencia fundamentalmente del escaso espesor que presenta la cobertera en este sector del Prebético Externo. Se observa que mientras en la rama occidental del arco (de directriz NE-SO) la vergencia de las escamas (y de algunos pliegues) es siempre hacia el borde de la cuenca, en la rama oriental (de directriz "beti-ibérica") existen vergencias tanto hacia fuera como hacia dentro de la cuenca; algunas de las causas que podrían haber motivado estas vergencias anómalas podrían ser debidas a fallas de desgarre y sobre todo a la acción diapírica local del Trías, que origina pliegues en champiñón "rudimentarios", así como diapiros abortados poco evolucionados, como los de Paterna-Bogarra o los del cauce

del río Mundo. Existen, asimismo, fallas de desgarre transversales a las estructuras, y que en la rama occidental del arco presentan una dirección ONO-SE (casi O-E), correspondiendo, casi siempre, a desgarres dextrorsum; entre las más importantes figuran las de Beas de Segura y las de Puente Génave-Puerta del Segura, ambas paralelas y del mismo tipo que la de Tiscar. En la rama oriental existen, además de fallas de desgarre dextrorsum y con dirección NO-ESE, como la del río Mundo, otras de dirección NO-SE (casi N-S), pero que normalmente pertenecen a desgarres sinistrorsum, como la de La Herrería-Híjar-Elche de la Sierra, y otras de menor importancia como las de Alfera-Carrascosa, río del Tobajero y Rincón del Moro-Iso; existen además algunas otras (las menos) cuya dirección es de NO-SE (casi N-S), pero son de desgarre dextrógiro, como la falla de Peñas de San Pedro-Alcadozo-Heruela; esta última falla ha motivado la "*virgación de Peñas de San Pedro-Alcadozo-Heruela-Mullidar-Pozo Cañada*", que consiste en un "abanico" de pliegues, que en conjunto toman la forma de una V abierta hacia el Norte, y en cuya rama occidental de la misma dichos pliegues son muy apretados, tal vez como consecuencia de la acción de desgarre de la mencionada falla; es como si se tratara de un arrastre a gran escala motivado por la falla de desgarre.

– En el sector central la intensidad de formación ha sido menor, y aunque también se dan algunas estructuras en escamas (siempre de vergencia Norte) lo más frecuente es encontrar pliegues suaves y sobre todo fallas normales en "teclas de piano". Se dan ya diapiros triásicos algo evolucionados, como los de Hellín, Ontur y Montealegre del Castillo, entre otros.

3.1.2. Prebético Interno

3.1.2.1. *Características estratigráficas*

– El espesor de la cobertera mesozoica es ya importante y existe un predominio de afloramientos cretácicos sobre los jurásicos.

– Ausencia casi total de materiales paleógenos, aunque ya se dan algunos afloramientos en la zona meridional del dominio.

– El Kimmeridgiense inferior viene siempre constituido por arcillas en la base y margocalizas en el techo.

– El Kimmeridgiense medio viene representado, fundamentalmente, por dolomías y calizas.

– El Kimmeridgiense superior-Portlandiense ya se encuentra bien representado en todo el Prebético Interno bajo distintas facies y que de más externas a más internas son: calizas de Charáceas, dolomías areniscosas y calcarenitas oolíticas.

– Por consiguiente, a grandes rasgos, se puede decir que las facies del Jurásico en

el Prebético Interno son, en cierto modo, parecidas a las del Prebético Externo, a excepción del mayor espesor de las series, del menor carácter detrítico en el Prebético Interno y, sobre todo, que en este último ya está bien representado el Kimmeridgiense superior-Portlandiense.

– En el Cretácico inferior, en cambio, es donde se dan las diferencias estratigráficas más importantes entre el Prebético Externo y el Interno; en este último, el Cretácico inferior se encuentra muy bien desarrollado, observándose además de materiales detríticos otros calizos y margosos, frecuentemente marinos; de esta manera se pueden distinguir todos los términos del mismo.

– El Berriasiense, aunque sólo ocupa una pequeña parte del Prebético Interno, está constituido por dolomías, arenas, areniscas y conglomerados.

– El Neocomiense está formado por un tramo basal de biointrasparitas con Trocholinas y sobre él otro de margas arenosas, dolomías y areniscas; este último tramo contiene fauna de Exogiras, Braquiópodos, Políperos y frecuentemente Ammonites.

– El Barremiense, además de la facies "Weald" de arenas y margas, presenta intercalaciones de calizas, fundamentalmente de Charáceas, y ya se dan algunos niveles de calizas con Orbitolinas.

– El Aptiense inferior es fundamentalmente marino y está constituido por calizas y margas con Orbitolinas y Rudistas, aunque también existen algunos niveles no marinos de calizas de Charáceas.

– Los pisos que no se citan es porque presentan las mismas características litológicas que en el Prebético Externo; de ahí que los que se mencionan sirven a la vez para marcar las diferencias entre ambos dominios.

– En resumen, el área ocupada por el Prebético Interno, al estar más alejada de costas, los materiales detríticos son más escasos, existiendo un predominio de calizas y dolomías, dándose también margas y margocalizas, pero en menor escala. Los depósitos son, en general, propios de plataforma continental y por regla general presentan una cierta subsidencia en la cuenca.

3.1.2.2. *Características tectónicas*

Como consecuencia de presentar aquí las series una potencia mayor, los materiales van a responder a los esfuerzos orogénicos mediante pliegues y no por fallas inversas, como ocurría en el Prebético Externo. En efecto, se puede decir que las características estructurales que definen al Prebético Interno son las de grandes pliegues suaves (raramente invertidos). Entre estos pliegues cabe destacar al sinclinatorio del Calar del Mundo, anticlinal del río Madera, anticlinal del río Tús, sinclinal del Yelmo, sinclinal de la Sierra del Pozo, etc. Otra consecuencia del gran espesor de la cobertera es la acción halocinética que ha ejercido el Trías; los efectos de este movimiento vertical

ascensional en algunos puntos se pueden apreciar localmente en las direcciones aberrantes locales de ciertas estructuras; extrusiones de materiales competentes (ej., Baños de Tús); pliegues en champiñón (ej., sinclinal de Calasparra, anticlinal de La Solana, sinclinal de Benejama, etc.), y sobre todo diapiros triásicos como los de Jumilla, Yecla, La Rosa, Almansa, etc. Son abundantes, en este dominio, las fallas normales.

3.2. ESTRATIGRAFÍA DEL CALAR DEL MUNDO Y SU ENTORNO

Aunque el acuífero se asienta sobre materiales carbonatados cretácicos del Prebético Interno, puesto que éstos se ponen en contacto directo, mediante falla, con otros mesozoicos permeables del Prebético Externo, vamos a describir también las columnas más representativas de este último dominio.

Todas las series que aparecen en este apartado de Estratigrafía, y que no figura su procedencia, han sido tomadas de Rodríguez Estrella (1979).

Inmediatamente al Norte del macizo del Calar del Mundo afloran, en posición diapírica, los materiales más antiguos de la zona, pertenecientes al **Triás**. Por constituir el impermeable lateral que delimita por el Norte el acuífero, creemos conveniente mencionar sus características estratigráficas y se hace en este apartado general de Estratigrafía porque el Triás no se puede adscribir a ninguno de los dominios paleogeográficos del Prebético, ya que presenta características muy similares en ambos. Una descripción minuciosa del Triás puede verse en la *serie de Riopar* (figura nº 3); de muro a techo aparecen los siguientes tramos:

Tramo 1. 20 metros de arcillas rojas con una intercalación de arenisca blanca.

Tramo 2. 5 metros de dolomías arcillosas grises algo detríticas.

Tramo 3. 8 metros de arcillas rojas.

Tramo 4. 7 metros de dolomías arcillosas grises con restos de Lamelibranquios.

Tramo 5. 5 metros de arcillas dolomíticas grises.

Tramo 6. 20 metros de dolomías arcillosas grises. Se ha encontrado fauna de Lamelibranquios, concretamente de *Myophoria goldfussi* (Alb). Estas dolomías, como todas las que aparecen en la serie, pasan lateralmente a arcillas rojas, presentando por tanto una estructura lentejonar.

Tramo 7. 20 metros de arcillas rojas con yeso y un banco de arenisca.

Tramo 8. 25 metros de dolomías arcillosas grises. En el muro existen 5 m de areniscas color rosa. En las dolomías se han encontrado restos de Lamelibranquios y concretamente de *Myophoria goldfussi* (Alb).

Tramo 9. 100 metros de arcillas abigarradas con yesos verdes en todo el tramo, aunque predominan en el techo. Existe una intercalación de arenas rojas y otra de arcillas dolomíticas grises.

Riopar (Alcaraz nº 841)

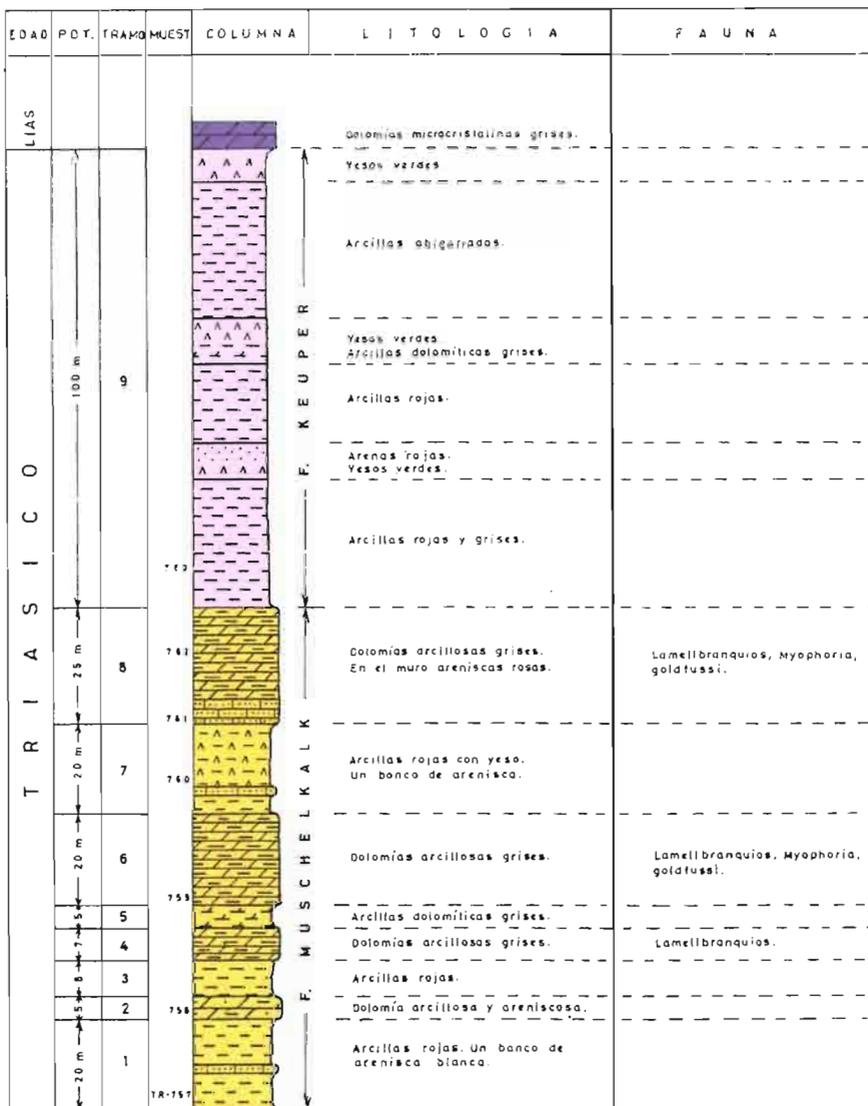


Figura 3. Serie de Riopar.

Sobre el tramo anterior reposan ya las dolomías microcristalinas grises del Lías inferior.

Los tramos de 1 a 8 pertenecen a la Facies Muschelkalk y el 9 a la Facies Keuper.

A continuación se describirán las series tipo, jurásicas y cretácicas, tanto del Prebético Externo como del Prebético Interno.

3.2.1. Prebético Externo

La serie del **Jurásico** más completa puede observarse desde el Cortijo de los Tribaldos hasta el Cerro del Padroncillo (*serie de Tribaldos*); en ella (figura nº 4) aparecen los siguientes tramos:

Tramo 1. Sobre el Trias diapírico de Villaverde de Guadalimar, está el tramo 1 formado por un mínimo de 100 m de dolomías microcristalinas grises, atribuidas al Lías inferior.

Tramo 2. 8 m. de arcillas verdes. Existe una intercalación caliza de micrita recristalizada con intraclastos semiborrados por la recristalización. A este tramo se le atribuye una edad de Lías inferior-medio.

Tramo 3. 12 m de dolomías arcillosas gris-amarillentas, con presencia de nódulos de sílex. Existe un banco de intramicrita recristalizada azul-verdosa con los intraclastos semiborrados por la cristalización. Se aprecian sombras de Algas y Moluscos. Se le atribuye una edad de Lías medio.

Tramo 4. 5 m de arcillas verdes atribuidas al Lías superior.

Tramo 5. 150 m de dolomías granudas de romboedros de dolomita (Los 10 primeros metros carecen de romboedros). A este tramo se le atribuye una edad de Dogger.

Tramo 7. Sobre el tramo 5 existe una pequeña falla que ha hecho desaparecer el tramo 6 de calizas nodulosas con Ammonites del Oxfordiense superior, tan constante en todo el Prebético (con potencia inferior a 10 m) y que aflora, por ejemplo, en El Pardal. Comienza este tramo 7 con 5 m de margas verdes con nódulos de pirita y algunos Ammonites mal conservados. Este tramo está datado en otros lugares como del Kimmeridgiense inferior.

Tramo 8. 52 m de dolomías de romboedros de dolomita con algunos bancos preservados de la dolomitización, de micritas arcillosas recristalizadas de grano con tendencia romboédrica y frecuente cuarzo de tamaño limo, así como de óxido de hierro. Se le atribuye una edad de Kimmeridgiense medio.

Sobre el tramo anterior reposa, mediante acordancia, el **Cretácico inferior** (figura nº 5) de facies "Weald-Utrillas", que viene definido por un tramo único detrítico en el que se pueden distinguir los siguientes niveles:

. 5 m de conglomerados de cantos de cuarcitas y arcillas verdes y rojas de la facies "Weald", que marca la discordancia.

Los Tribaldos (Yeste nº 866)

EDAD	POT.	TRAMO	MUEST.	COLUMNA	LITOLOGÍA	FAUNA	
KIM.	KIM.	MED.?	FACIES "WEALD- UTRILLAS"	8	818	Conglomerados, arenas y margas	
					815	814	Dolomías de rombosedros con algunos niveles de calizas micríticas.
KIM.	KIM.	IN.?	7	7	813	Margalifas grises y margas verdes en la base	Ammonites
					812		
D O G G E R ?				5	811	Dolomías de rombosedros.	
					810	Dolomías arcillosas con sulf. Un banco de calizas verdosas-azuladas. Arcillas verdes un banco de micritas.	Algas? Moluscos? Secciones de conchas
					809	Dolomías microcristalinas grises.	
					808	Margas abigarradas y yesos.	
L I A S ?				1	807	Margas abigarradas y yesos.	
					806	Dolomías microcristalinas grises.	
					805	Dolomías arcillosas con sulf. Un banco de calizas verdosas-azuladas. Arcillas verdes un banco de micritas.	Algas? Moluscos? Secciones de conchas
					804	Dolomías de rombosedros.	
T R I A S				4	803	Margas abigarradas y yesos.	
					802	Dolomías de rombosedros.	
T R I A S				3	801	Margas abigarradas y yesos.	
					800	Dolomías de rombosedros.	
T R I A S				2	799	Margas abigarradas y yesos.	
					798	Dolomías de rombosedros.	
T R I A S				1	797	Margas abigarradas y yesos.	
					796	Dolomías de rombosedros.	

Figura 4. Serie de los Tribaldos (Jurásico)

- . 3 metros de arenas amarillentas.
- . 3 metros de arcillas versicolores.
- . 3 metros de dolomías areniscosas.
- . 1 metro de calizas con "cailloux noirs" y fauna de Charáceas y Ostrácodos.
- . 3 metros de arcillas versicolores.
- . 2 metros de arenas blancas.
- . 2 metros de arcillas verdes.
- . 1 metro de arenas blancas.
- . 5 metros de arcillas verdes con intercalaciones de niveles de lignitos.
- . 5 metros de arcillas versicolores.
- . 5 metros de arenas rojizas.
- . 1 metro de conglomerado de cantos de cuarcita.
- . 10 metros de arcillas versicolores.
- . 1 metro de conglomerado de cantos de cuarcita.
- . 2 metros de arenas amarillo-rojizas.
- . 4 metros de arenas blancas.
- . 14 metros de arcillas versicolores.
- . 15 metros de arenas blancas.
- . 15 metros de arcillas versicolores.
- . Calizas del Senoniense inferior en discordancia.

El **Cretácico superior** no se puede estudiar en el cerro del Padroncillo, pues faltan términos al haber sido erosionados por el Senoniense inferior que descansa discordantemente sobre la facies "Weald-Utrillas" del Cretácico inferior. Por esta razón se va a describir la *serie de Fuente Carrasca* (figura nº 6), que también se encuentra próxima al Calar del Mundo, aunque más al Noreste. Sobre la facies "Weald-Utrillas" aparecen los siguientes tramos:

Tramo 1. 10 m de dolomías areniscosas y dolomías claras con fantasmas de Orbitolinas, atribuidas al Cenomaniense inferior-medio.

Tramo 2. 60 m de alternancia de dolomías arcillosas y arcillas dolomíticas amarillentas, con fantasmas de Lamelibranquios y Gasterópodos, atribuida al Cenomaniense superior.

Tramo 3. 15 m de dolomías grises y dolomías recristalizadas rojas y amarillas, con Ostrácodos, Lamelibránquios, Algas Textuláridos y Charáceas. Se atribuye una edad del Turoniense.

Tramo 4. Un mínimo de 40 m de calizas marmóreas blancas recristalizadas con Rudistas, calizas oolíticas claras y micritas crema con abundante fauna de Nummofalotia, Rotalina cayeuxi (Lapparent), Idalina, Pfenderina, Taumathoporella parvovesiculífera (Raineri), Dicyclina, Cuneolina, Charáceas, etc. Su edad es del Senoniense inferior.

Los Tribaldos (Yeste nº 866)

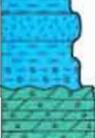
EDAD	POT.	TRAMO	MUEST.	COLUMNA	LITOLÓGIA	FAUNA
CRETÁCICO INFERIOR ?					Calizas.	Retalino, Cuneolina, etc.
		15 m	14		Arcillas versicolores.	
		15 m	13		Arenas blancas.	
		14 m	12		Arcillas versicolores.	
		7 m	11		Arenas versicolores y en la base un nivel de conglomerado.	
		10 m	10		Arcillas versicolores.	
		5 m	9		Arenas rojas y en el techo un nivel de conglomerado.	
		5 m	8		Arcillas versicolores.	
		8 m	7		Arcillas verdes oscuras con intercalaciones de niveles de lignitos.	
		2 m	6		Arenas blancas.	
		2 m	5		Arcillas versicolores.	
		4 m	4		Dolomía areniscosa y caliza con "calilloux noirs".	Charáceas, Ostrácodos.
		2 m	3		Arcillas versicolores.	
		2 m	2		Arenas amarillentas.	
	5 m	1		Conglomerado de cantos de cuarcitas y arcillas rojas.		
KIMMER. MEDIO				Dolomías de romboedros.		

Figura 5. Serie de los Tribaldos (Cretácico inferior).

Fuente Carrasca (Alcaraz nº 841)

EDAD	POT. (m)	TRAMO	MUES.	COLUMNA	LITOLÓGIA	FAUNA	
SEMONESE INFERIOR	28 m.	4 - 6	658		Arcillas verdes		
					657	Calizas oolíticas claras y micritas crema	Nummulitida, Stomiasphaera, Rotalina cayeul, Idalina, Phenerina, Characina, Ostrácodos, Textulariidos, Milididos, Briozoa, Diatomeas, -amofina, Algas, Invertebrados: Thaumaporaella parvesculifera
					655		
					654		
					653		
					652		
					651	Calizas marmóreas recristalizadas	Rudistia, Fantasma de Lamelibranchios, Equinodermos
TURON	15 m.	3	649		Dolomías grises y dolomías recristalizadas rojas y amarillas	Ostrácodos, Lamelibranchios, Algas, Textulariidos, Characinos.	
CENO MANESE SUPERIOR	60 m.	2	648		Alternancia de dolomías arcillosas y arcillas dolomíticas amarillentas	Fantasma de Lamelibranchios y Ostrácodos	
CENO INFERIOR	10	1	TR. 847		Dolomías areniscosas y dolomías claras	Fantasma de Orbilioides	
ILB.					Arenas, areniscas / margas		

Figura 6. Serie de fuente Carrasca.

3.2.2. Prebético Interno

El Calar del Mundo, que pertenece al Prebético Interno, está constituido, en su meseta superior, casi exclusivamente por materiales del Cretácico superior, aunque en sus bordes aflora el Cretácico inferior, incluso el Jurásico superior.

El único afloramiento de **Jurásico**, dentro del Prebético Interno de la región, está representado en la *serie de Baños de Tús* (Fourcade, Pendás y Rodríguez Estrella, 1977) implicada en una estructura de horst tectónico aislado (los límites son por fallas). Se han identificado los siguientes tramos (figura nº 7):

Tramo 7. Más de 100 m de alternancia de calizas grises micríticas y margas azules.

Baños de Tús (Yeste nº 866)

EDAD	POT. (m.)	TRAMO	Nº MUESTRA	COLUMNA	LITOLÓGIA	FAUNA
KIMMERIDGIENSE SUPERIOR	25	9	476, 429 475, 454 474, 428 473, 432 472, 453 471, 431 470, 452 469, 451 468 467		Lastra ferruginosa Calizas subnodulosas, biosparitas y biomicritas intramicritas y oomicritas	Furtililla frequens, Nautiloculina, Neotrocholina, Milidridas, Gasterópodos, Lamelibranquias, Briozorios, Equinodermas, Políperos, Lithocodium aggregatum.
			450, 430 427 449, 426 448, 425 424			
KIMMERIDGIENSE MEDIO	25	8	447 446		Políperos	
			445 423 444			Alternancia de calizas grises micríticas y márgala azuladas. Hacia el techo el tramo se hace más calizo
KIMMERIDGIENSE INFERIOR	> 100	7	443 442 441 440, 422 421 420 TR - 419		Ostrácodos, Lagénidos, Equínidos, Gasterópodos, Pseudocyclamina s.p.	

Figura 7. Serie de Baños de Tús (Jurásico).

Hacia el techo el tramo se va haciendo más calizo y los bancos más potentes. Las muestras tomadas han librado: Ostrácodos, Lagénidos, Equínidos, Gasterópodos y Pseudocyclamina sp. Su edad es Kimmeridgiense inferior.

Tramo 8. 75 m de dolomías y calizas. Se reparten así:

. 50 m de dolomías gris-azuladas masivas con un lentejón preservado de la dolomitización de caliza micrítica gris hacia la parte media. En el banco de calizas se observan Políperos.

. 25 m de calizas intramicríticas intrasparitas, biomicritas y biosparitas de color gris. Contienen fauna de *Alveosepta jaccardii* (Schrodt), *Kurnubia palastiniensis* (Henson), *Nautiloculina oolithica* (Mohler), *Kilianina cf. rahonensis* (Foury), *Clypeina jurassica* (Frave), *Salpingoporella annulata* (Carozzi), *Likanella*, *Heteroporella fourcadei* (Jafrezo y Benest), y *Campbelbiella striata* (Carozzi). Su edad es Kimmeridgiense medio.

Tramo 9. 25 m de calizas subnodulosas que corresponden a biosparitas, biomicritas, intramicritas y oomicritas de color gris claro. La fauna encontrada es: *Feurtillia frequens* (Maync), *Nautiloculina*, *Neotrocholina*, Miliólidos, Gasterópodos, *Lamelibranchios*, *Sérpulas*, *Lithocodium aggregatum* (Elliot) y *Ethelia alba* (Pfender). Las calizas están estratificadas en pequeños bancos y a veces presentan glauconita. En el techo existe un nivel bioclástico con numerosos restos de Equinodermos, Briozoarios y *Lamelibranchios*. Su edad es Kimmeridgiense superior.

El muro del tramo 7 no aflora, así como en el techo del tramo 9 aparece una costra ferruginosa en el paso al Cretácico inferior, existiendo una laguna estratigráfica, pues faltan los niveles altos del Malm y los inferiores del Cretácico.

Respecto al **Cretácico inferior**, está muy bien representado en la *serie de Arroyo Bravo* (Fourcade, Pendás y Rodríguez Estrella, 1977), en el flanco septentrional de un anticlinal (figura nº 8). Se han diferenciado los siguientes tramos:

Tramo 1. 120 m de calizas grises sublitográficas con Charáceas, en las que se aprecian dos intercalaciones margosas con *Cypridea* hacia la parte media de este tramo. Se aprecia también un nivel arenoso y otro de margas ocreas muy groseramente arenosas.

Este tramo termina en calizas con "cailloux noirs". Las láminas delgadas analizadas demuestran que trata sobre todo de micritas que contienen tallos y girogonitos de Charáceas. Los foraminíferos están casi siempre ausentes, si se exceptúan algunos Textuláridos y Ophthalmídeos. Los "cailloux noirs" corresponden a fragmentos de Algas y están asociadas a Charáceas. Algunos horizontes contienen vacuolas de esparita ("birdes eyes").

Tramo 2. Está constituido por 20 m de calizas con Miliólidos e intercalaciones de margas ocreas o grises y a veces niveles de lignitos. Las calizas son oomicritas o biomicritas con *Dasycladáceas* (*Permocalculus* y *Cylindroporella*) que están asociadas a foraminíferos como *Chofatella decipiens* (Schlumberger), *Sabaudia minuta* (Hofker), *Pseudociclamina* sp., Orbitolínidos y Miliólidos.

Tramo 3. 30 m de calizas algo arenosas con "cailloux noirs" y pisolitos con pasadas de margas con *Ostreas*. En la base de este tramo se pueden reconocer niveles de Charáceas. Los pisolitos son como núcleos de Algas (oncolitos).

Tramo 4. La existencia de fallas no permiten estudiar el paso entre este tramo y el precedente. Está constituido por un mínimo de 30 m de calizas y margas ocreas. Las calizas con micritas o biomicritas, a veces algo detríticas, que contienen Algas, Bouei-

Arroyo Bravo (Yeste nº 866)

EDAD	POT.	TRAMO	MUES.	COLUMNA	LITOLOGIA	FAUNA
CENOM. TURON.						
						
APTIENSE SUPERIOR - ALBIENSE ?		150	g	585	Margas rojas, areniscas arenas, conglomerados de cantos de cuarzo. Facies "UTRILLAS".	Sérpulas
		20	f	586 587 586	Bramicritas	Palaeobolonia lenticularis, Choffateia decipiens, Neotrocholina, Iraqia simplex
		30	e		Margas ocreas y arcillas rojas y verdes.	Ostreos
		30	d	585 584 583 582 581	Bramicritas y margas ocreas	Boueina, Cyliodraporella, Choffateia decipiens, Sabaudia minuta, Neotrocholina
		30	c		Calizas con pisolitas y con "cailloux noirs". Algún nivel margoso	Oarofitos
		20	b	575 574 573 572	Oomicritas y bramicritas con intercalaciones de margas ocreas ó grises y a veces lignitas	Permacalculus, Cyliodraporella, Enulfateia decipiens, Sabaudia minuta, Pseudocyclamina, Orbitolinas
		120	a	569 568 567 566 565 564 563 562 561 G-558	Calizas grises subbitágraficas con dos niveles margosos. En la parte alta calizas con "cailloux noirs".	Cypridea, Textularidas, Ophthalmidium

Figura 8. Serie de Arroyo Bravo

na, *Cylindroporella* sp., *Chofatella decipiens* (Schlumberger), *Sabaudia minuta* (Hofker), *Neotrocholinas* y *Miliólidos*.

Tramo 5. 30 m de margas ocreas y arcillas rojas y verdes con 2 m de margas ocreas y calizas areniscosas con *Ostreas*.

Tramo 6. 20 m de calizas con *Orbitolínidos* y *Rudistas*, que corresponden a biomicritas algo detríticas con *Paleorbitolina lenticularis* (Blumembach), *Chofatella decipiens* (Schlumberger), *Neotrocholinas*, *Milólidos* y biomicritas con *Iraqia simplex* (Henson).

Tramo 7. 150 m de margas rojas, areniscas, arenas y conglomerados con cantos de cuarcita de hasta 10 cm de diámetro (facies "Utrillas"). Hacia el techo de este tramo se reconoce un banco de calizas areniscosas con *Sérpulas*.

Sobre el tramo 7 descansan las dolomías del Cenomaniense-Turoniense.

Según la asociación micropaleontológica encontrada, el tramo 1 es de edad Barremiense-Aptiense inferior; los tramos 2 al 6 incluido de Beduliense y base del Gargasense y al tramo 7 se le atribuye una edad de Aptiense superior-Albiense.

La serie más completa del **Cretácico superior** del Calar del Mundo es la *serie de Raspilla* (Rodríguez Estrella y Granados, 1975), en el SE del Calar (figura nº 9).

De muro a techo, y sobre la facies "Utrillas", aparecen los siguientes materiales:

Tramo 1. 201 metros de dolomías claras detríticas, que se reparten de abajo a arriba de la manera siguiente:

. 30 m de dolomías claras detríticas. Existe una zona preservada de la dolomitización de biointramicritas amarillas que han librado una abundante fauna de *Orbitolinas* (*O. concava* (Lamarck), *O. duranddelgai* (Schroeder), *Valvulínidos*, *Equinodermos*, *Lamelibránquios*, *Miliólidos*, *Algas*, *Cuneolina* y *Bolivinopsis*. Esta asociación data al Cenomaniense inferior-medio.

. 51 m de dolomías grises claras detríticas con "fantasmas" de *Orbitolinas* en la base.

. 57 m de dolomías grises con romboedros de dolomita.

La edad de este tramo 1 es, por tanto, del Cenomaniense inferior-medio.

Tramo 2. 60 metros de alternancia de dolomías arcillosas y arcillas dolomíticas amarillentas. Este tramo ha sido datado perfectamente por Rodríguez Estrella (1979) como del Cenomaniense superior, en la vecina Sierra del Cujón, ya que allí existen niveles de calizas preservadas de la dolomitización.

Tramo 3. 141 metros de dolomías grises oscuras. Han sido datadas, por el autor anteriormente referido, como del Turoniense en la Sierra del Ardal.

Tramo 4. 114 metros de alternancia de dolomías arcillosas amarillentas, dolomías grises y microcristalinas, arcillas dolomíticas amarillentas y dolomías amarillas y rojas muy recristalizadas. Existe un nivel de dolomía clara con *silex*. Este nivel ha sido datado (Rodríguez Estrella, 1979) como del Senoniense inferior, en la Sierra del Cujón.

Tramo 5. 187 metros de calizas. Se observan de abajo a arriba:

Raspilla (Yeste nº 866)

EDAD	POT. (m.)	TRAMO	MUES.	COLUMNA	LITOLÓGIA	FAUNA
SENOIENSE INFERIOR	515-516-517	5	19-101		Micritas recristalizadas y biomicritas recristalizadas claras y grises con vetas de esparita y fantasmás de intracristos. En el techo "caixa trufada"	Dicyclina, Characeras, Gasterópodos, Estrícdos, Retolina caryax, Malucos, Balvínopsis, Minouxia, Holcíidos, Textuláridos, Ophthalmitidos, Miliólidos, Rudstoa, Pithonella, Cuneolina, Algas (Nau-matoporella, paraveiculífera)
	508-509				Micritas recristalizadas blancas masivas algo dolomitizadas	Restos de Malucos, Ostreólidos, oagonos de Characeras, Pithonella?
	504					
	503					
	502					
TUROIENSE ?	141 m.	3			Dolomías grises oscuras	
	60 m.	2			Alternancia de dolomías arcillosas y arcillas dolomíticas amarillentas.	
CENOIENSE INFERIOR MEDIO	57 m.	1	19-101		Dolomías grises de romboedros	
	63 m.				Dolomías grises masivas	
	51 m.				Dolomías grises claras detriticas	Fanegas de Orbitolinas en la base
	30 m.				Dolomías claras detriticas con un dolomitiza de biostratocitas amarillas	Orbitolinas, Valvulinídes, Equinodermos lamel, Cuneolina, Miliólidos, Balvínopsis, Algas
ALB.					Arenas, areniscas, arcillas y lignitos	Figura nº 9.

Figura 9. Serie de Raspilla



Foto 5. *Serie del Cretácico superior en el Puntal de la Encomienda, vista desde el Arroyo de la Sierra.*

. 123 m de micritas recristalizadas blancas masivas, algo dolomitizadas, con restos de Moluscos, Ostrácodos, oogonios de Charáceas y Pithonella?

. 64 m de micritas recristalizadas y biomicritas recristalizadas claras y grises con vetas de esparita y "fantasmas" de intraclastos. En el techo existen unos niveles de calizas con "cailloux noirs" y fauna de Gasterópodos, oogonios de Charáceas, Ostrácodos, Moluscos, Rotálidos, Textuláridos, Ophthalmídeos, Miliólidos, Rudistas, Algas, Dicyclina, Rotalina cayeuxi (Lapparent), Bolivinopsis, Minouxia, Pithonella, Cuneolina y Thaumapoporella parvovesiculifera (Raineri). Esta asociación data perfectamente al Senoniense inferior.

Todavía existen materiales cretácicos más modernos en el techo del Calar del Mundo, como los de la *serie del Pocico* (figura nº 10), pero están limitados a pequeñas fosas tectónicas, donde han sido conservados. De muro a techo, y sobre el tramo 5 del Senoniense inferior, aparece:

Tramo 6. 60 metros de calizas arcillosas amarillentas. Hacia el techo se hacen algo detríticas. Se han encontrado Charáceas, Ostrácodos y Microcodium.

Tramo 7. 155 metros de materiales detríticos como areniscas y calcarenitas. Se pueden distinguir, dentro del tramo, y de abajo a arriba:

Pocico (Yeste nº 866)

EDAD	PDT. (m.)	TRAMO	MUES.	COLUMNA	LITOLOGIA	FAUNA				
SENONIENSE SUPERIOR	40	7	715		Calcarenita amarillenta algo dolomitizada	Textuláridos, Milidáridos, Cuneolina, Gouplaudina, Rotáridos, Valvulinidos				
			714		Micritas gris y crema y calcarenitas oolíticas.	Orbitoides media, Melabesias, Rotalinas, Ostrá-codos, Milidáridos, Gasterópodos, Cuneolina, Equinodermos, Chardceos, Sideralites.				
			713							
			712							
			711							
			710							
			709							
			708							
			707							
			706							
705	Calcarenitas oolíticas y areniscas amarillentas.	Orbitoides media, Cuneolina, Dictyosella, Globotruncana, Orbitoides tissoti, Nummatallata cretacea, Lacazina, Phenderina								
704	Dolomías arcillosas amarillentas. Hacia el techo se hacen detriticas	Charáceas, Ostrá-codos, Algas, Microcodium.								
703										
702	SENONIENSE INFERIOR	6	701		Dolomías arcillosas amarillentas. Hacia el techo se hacen detriticas	Charáceas, Ostrá-codos, Algas, Microcodium.				
700			Micritas grises y beige				Rotalina cayeuxi, Ostrá-codos, Chardceos			
699										
698			Dolomías amarillentas				Gasterópodos, Ostrá-codos, Chardceos, Siamosphaera.			
697			Micritas beige				Rotalina cayeuxi, Ostrá-codos, Chardceos			
696										
695								Calizas oolíticas beige	Milidáridos, Gasterópodos, Litulidos, Textuláridos, Rotáridos, Lamelibraguos	
701-695			30				1	701-695	Conglomerada calcárea	Rotalina cayeuxi, Milidáridos, Ostrá-codos
701-695								Dolomías grises masivos		

Figura 10. Serie del Pocico.

. 34 m de intrabiosparitas muy arenosas y areniscas con oolitos. Las primeras contienen Orbitoides media (D'archiac), O. tissoti (Schlumberger), Cuneolina, Cictyopseilla, Globotruncana sp.?, Nummofallotia cretacea (Schlumberger), Lacazina y Pfenderina.

. 81 m de intrabiomicritas recristalizadas con oolitos, cuya fauna encontrada ha sido de Briozoos, Esponjas, Melobesias, Stomiospharea, Siderolites y Orbitoides media (D'archiac), en la base, y hacia el techo pasan a micritas arcillosas recristalizadas, con Rotalinas, Ostrácodos, Gasterópodos y Charáceas, junto con Cuneolina, Miliólidos y Equinodermos.

. 40 m de calizas. Los tipos textuales son de intrabiomicritas y micritas arcillosas recristalizadas y algo dolomitizadas. Se han visto Textuláridos, Miliólidos, Cuneolina, Goupillaudina, Rotálidos y Valvulinidos.

Vemos, por tanto, que este tramo 7 está perfectamente datado como del Senonien-se Superior.

Aunque el **Plioceno** no pertenece propiamente al Prebético Interno se describe en este apartado por haberlo encontrado en dicho dominio, aunque en solo cuatro pequeños afloramientos en el extremo occidental del Calar del Mundo, que son: Dehesa de Angulo, la Laguna, el Pocico y Norte del Cerro del Boquerón. Se trata de la formación conocida como "raña", constituida por arcillas rojas y cantos de cuarcitas. Estos terrenos están ampliamente representados en las hojas de más al Norte de Alcaraz y Robledo y resultan de la erosión de los materiales paleozoicos que afloran por ejemplo en el pueblo de Alcaraz, de ahí que se sitúen próximos a estos últimos.

3.3. TECTÓNICA DEL CALAR DEL MUNDO Y SU ENTORNO

Como ya se ha dicho, el límite septentrional del acuífero del Calar del Mundo coincide con la línea divisoria entre los dominios paleogeográficos del Prebético Externo y el Interno y también con dos grandes fallas de ámbito regional: la de "Alto Guadalquivir-Casa de la Noguera" y la de la "Línea Eléctrica".

La *falla de "Alto Guadalquivir-Casa de la Noguera"* (Rodríguez Estrella, 1979), que limita al acuífero por el Oeste, tiene las siguientes características:

- Presenta una dirección NNE-SSO.

- Separa dos áreas de estilos tectónicos totalmente diferentes: al Oeste, escamas y pliegues apretados de pequeña envergadura (unidad Sierra de Cazorla) y al Este, grandes pliegues suaves (unidad sierra del Segura). La razón fundamental de este cambio de estilos, a uno y otro lado de la falla, es precisamente el aumento tan enorme del espesor que experimenta la cobertera en el bloque oriental, como consecuencia de la existencia de una falla de zócalo, que en la etapa preorogénica originó un área de flexura en la cobertera. Por otro lado, los cambios de facies que se producen a uno y otro

lado de la falla son también importantes, puesto que corresponden a dos dominios paleogeográficos distintos (Prebético Externo, al Oeste, y Prebético Interno, al Este), cuyas diferencias ya han sido puestas de manifiesto.

– Por el plano de falla se ha inyectado la corrida triásica de Hornos-Riopar, de claro carácter diapírico, cuya forma lineal del afloramiento es significativa.

El espesor de los materiales va a condicionar decisivamente a las estructuras representadas; igualmente, el carácter diapírico de todos los afloramientos de Triás existentes, así como los subafloramientos de éste, han ocasionado estructuras relacionadas con la halocinesis. Basándonos en estos dos fenómenos, vamos a diferenciar en la descripción de cada dominio, en el entorno del Calar, las estructuras ligadas al plegamiento principal (esfuerzos tangenciales), y las relacionadas con el diapirismo del Triás (movimientos verticales).

El otro accidente tectónico de importancia regional es la *falla de la "Línea Eléctrica"* (Rodríguez Estrella, 1979), que limita el acuífero por el Norte y tiene las características siguientes:

- Presenta una dirección ONO-ESE.
- Existencia en su traza de rocas volcánicas extrusivas (jumillitas) en las proximidades de Calasparra.
- Afloramientos diapíricos triásicos en su plano de falla: Fábricas de Riopar, Mesones, La Alfera, etc.
- Mineralizaciones de cobre y zinc en las dolomías del Cenomaniense (de posible origen hidrotermal) en las inmediaciones de Fábricas de Riopar, próximo al contacto de falla.
- Se trata de una falla de desgarre del tipo dextrorsum, cuyo desplazamiento en la horizontal es de 60 km.

3.3.1. Prebético Externo

3.3.1.1. Estructuras ligadas al plegamiento

Se trata de estructuras de clara directriz bética NE-SO y ocupan lo que Rodríguez Estrella (1979) denominó "Región de pliegues y escamas de vergencia Norte". En efecto, existen numerosas *fallas inversas* en las que en el bloque levantado se encuentra el Dogger y en el hundido el Kimmeridgiense inferior; dichas escamas se ven afectadas por fallas de desgarre transversales de dirección predominante NO-SE.

También existen *pequeños pliegues suaves* de dirección bética, como los del Padroncillo (figura nº 11) y Fuente Higuera, en cuyos núcleos de sinclinales afloran el Cretácico superior o el Mioceno y en los de anticlinales el Dogger.

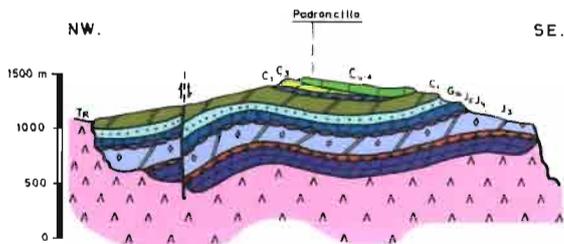


Figura nº 11. Sinclinal del Padroncillo. T_R =Trias. J_3 =Dogger. J_4 =Kimmeridgiense inf. J_5 =Kimmeridgiense med. G_w =Cretácico inf. C_1 =Cenomaniense inf.-medio. C_2 =Cenomaniense sup. C_3 =Turonense. $C_{4,6}$ =Senoniense inferior.

3.3.1.2. Estructuras ligadas al diapirismo

Cabe citar, ligadas a este mecanismo vertical, ciertas *estructuras con direcciones aberrantes*, como el anticlinal con núcleo en Lías inferior del Cjo. de los Tribaldos, de dirección NO-SE (casi O-E) y el sinclinal situado al Sur de la Peña del águila, con núcleo en Dogger, de clara dirección NO-SE.

El tren de *escamas de vergencia sur*, *anómalas al resto* de las que componen la rama bética del "Arco estructural de Cazorla-Alcaraz-Hellín" estudiado por Rodríguez Estrella en 1979 (que afecta a materiales del Dogger y Kimmeridgiense inferior), situado entre Casa Noguera y Cortijo del Puerto (figura nº 12), estaría relacionado con fenómenos halocinéticos del Trías, tal como ha puesto de manifiesto Rodríguez Estrella (1981).

Por último cabe citar algunas *discontinuidades estratigráficas*, como la que origina el Senoniense inferior al reposar sobre materiales mas antiguos que él, hasta el punto, como en el caso del Padroncillo, que llega a descansar directamente sobre las facies "Utrillas". Este fenómeno se debe a que tuvo lugar una pulsación tectónica al final del Turoniense (Rodríguez Estrella, 1982) que movilizó el Trías.

3.3.2. Prebético Interno

3.3.2.1. Estructuras ligadas al plegamiento

El Calar del Mundo constituye un macropliegue de 23 km de largo por una media de 5 a 6 km de ancho y su estructura, en general, es la de un gran sinclinal (*sinclinorio del Calar del Mundo*), cuyo eje principal es de dirección N 49 I. Presenta un cierre

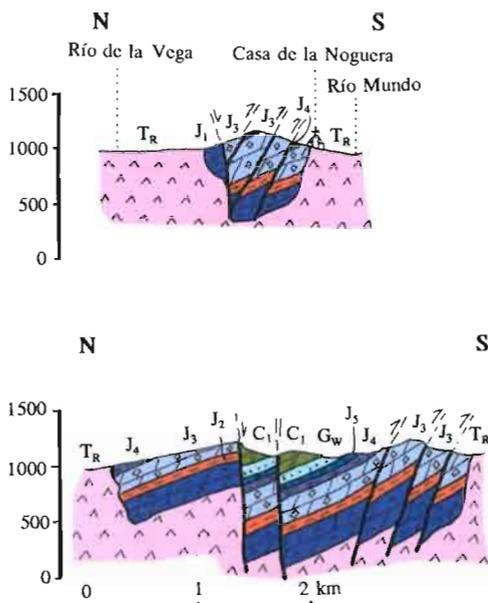


Figura nº 12. Escamas de vergencia Sur entre Cjo. del Puerto-Casa de la Noguera. T_R=Trias. J₁=Lias inf-med. J₂=Lias med-sup. J₃=Dogger. J₄=Kimmeridgiense inf. J₅=Kimmeridgiense med. G_w=Cretácico inf. G₄=Albiense. C₁=Cenomaniense inf.-med. C₂=Cenomaniense sup. C₃=Turoniense. C₄ y C₅=Senoniense inf.

perisinclinal hacia el NE, y hacia el SO se amortigua por dos digitaciones. Existen numerosos pliegues de dirección NE-SO dentro de esta gran estructura, entre los que destacan: el anticlinal del Arroyo de Tús, el sinclinal del Puntal de Raspilla-Puntal de la Encomienda, el sinclinal de los Vivoreros-Tornajo de Cotillas-Calar del Mundo, el anticlinal del Espino o el sinclinal del Cerro de las Cruces-Hoya Mala.

En cuanto a fallas dentro del Calar se refiere, son todas de distensión y destacan, tanto por su traza en horizontal como su envergadura en vertical, las de dirección NE-SO, algunas con longitudes de hasta 10 km, como la *falla-anticlinal de la fuente del Espino*, o de 8 km, como la del *Norte de la Laguna*.

Además de estas grandes fallas de dirección NE-SO existen otras muchas de direcciones diversas. Se ha construido, mediante un estudio fotogeológico muy detallado, un mapa con las fallas pero también con las diaclasas; muchas de estas últimas han sido deducidas de las dolinas, cuyas formas no se las deben al azar, sino que están ali-

neadas según fracturas; se han cartografiado 500 fracturas en total (figura nº 13). Posteriormente, en un diagrama estadístico, se ha representado, en %, la frecuencia de estas fracturas, en lotes de 15-. Se ha podido observar que de todas las fracturas existentes, sólo tres direcciones son las predominantes:

El 10,5% están comprendidos entre N 75° O y N 90° O.

El 19% están comprendidos entre N 15° O y N 30° O.

El 21% están comprendidos entre N 45° E y N 60° E.

Afinando un poco más en el problema y refiriéndonos ya solamente a estos tres lotes, observamos unas direcciones preponderantes dentro de cada uno de ellos. Estas son: N 79° O, N 19° O y N 49° E. Observamos que las dos primeras direcciones forman entre sí un ángulo de 60° y su bisectriz (N 49° O) coincide con el esfuerzo máximo. Por tanto estos dos lotes corresponden a un mismo sistema de fracturas, son simultáneas, de cizalla y coetáneas con el plegamiento, existiendo una mayor frecuencia de las fracturas de dirección N 19° O sobre los de dirección N 79° O.

Por otro lado, las fracturas de dirección N 49° E forman un ángulo de 98° con la bisectriz de las otras dos direcciones (N 49° O), que se aproxima bastante a los 90° teóricos que deben de formar el esfuerzo máximo con el mínimo ó dirección de plegamiento. Por tanto, estas fracturas de dirección N 49° E son de relajación, son posteriores a las de cizalla, corresponden a una etapa de distensión, posterior a la de compresión, y son paralelas a la dirección principal de plegamiento.

Al Sur del sinclinorio del Calar del Mundo se encuentra el *anticlinorio del Río Tús*, de la misma dirección que aquel, en cuyo núcleo afloran materiales detríticos de la Facies "Utrillas" o carbonatados del Barremiense-Aptiense. El Río Tús generalmente viene encajado en planos de fallas normales, paralelas a la dirección principal de plegamiento.

3.3.2.2. Estructuras ligadas al diapirismo

Aunque dentro de este dominio no aflora el Trías en la región, sin embargo existen algunas estructuras que son debidas fundamentalmente a este mecanismo; entre ellas cabe destacar:

Direcciones aberrantes de ciertos pliegues. Hay que citar el hemianticlinal calizo del Norte de Molino de Jaray, de dirección N-S, perteneciente al Barremiense-Aptiense; el anticlinal, de la misma dirección, del Puente de Morciguillos, situado al Sur de aquel, con núcleo en Barremiense-Aptiense (aunque en la charnela existe una pequeña fosa tectónica que hace que aparezca la facies "Utrillas"); el anticlinal del Llano de la Torre con núcleo en "Utrillas" y dirección N-S; el sinclinal que le sigue al Este con la misma dirección que el pliegue anterior y núcleo en Turoniense; el anticlinal, también de dirección N-S, del Arroyo de Morote (situado al Este del último sinclinal referido).

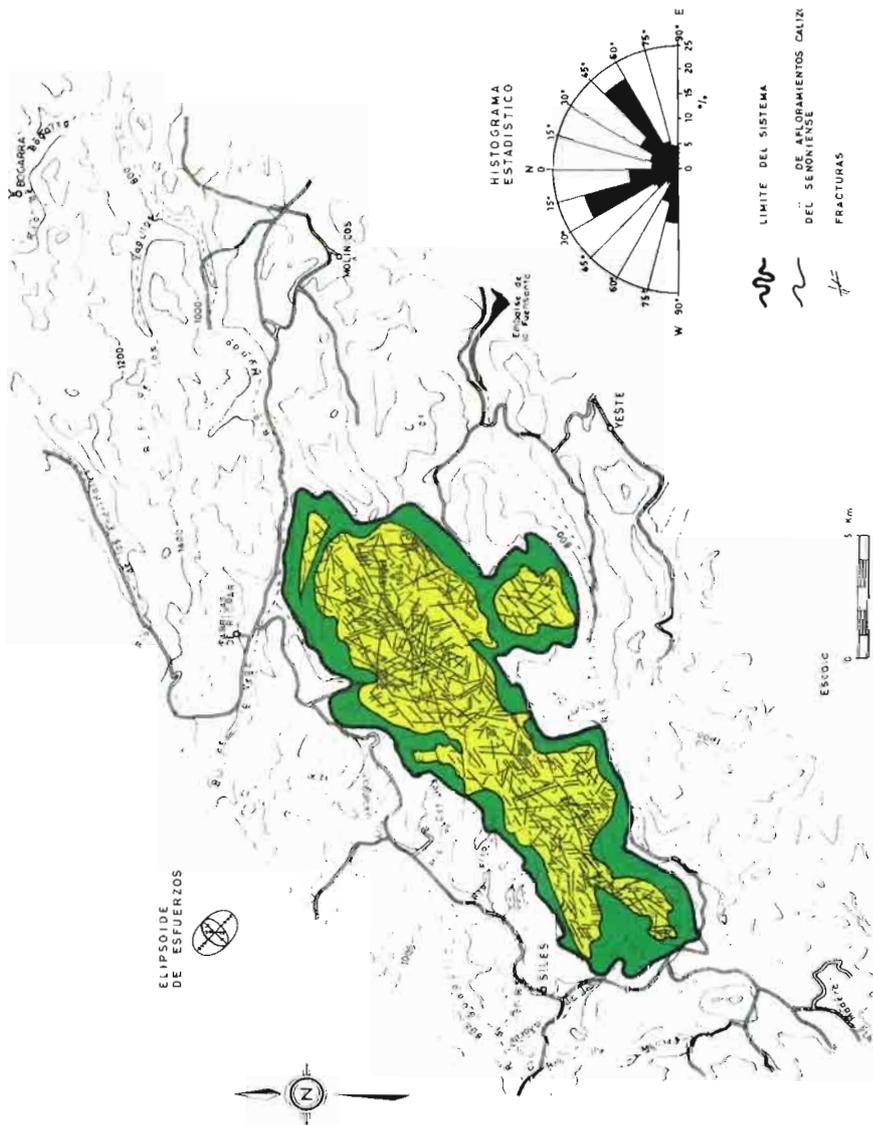


Figura 13. Mapa de fracturas en el exokarst del Calar del Mundo (Senoniense inferior).

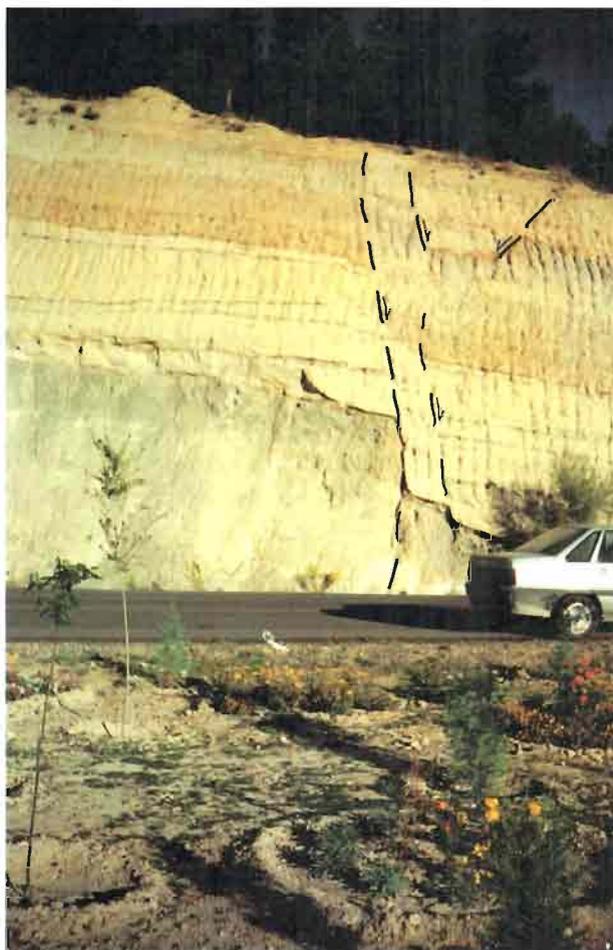


Foto 6. Fallas normales en la facies "Utrillas", junto al pueblo de Yeste.

Un anticlinal, con dirección O-E y núcleo en "Utrillas", que podría corresponderse en profundidad con un diapiro en etapa juvenil, es el que aparece en el extremo más oriental del Embalse de la Fuensanta.

Cabalgamientos locales. Contrasta encontrar dentro del Prebético Interno, que se caracteriza como se ha dicho por presentar pliegues y fallas normales, fallas inversas locales, sin continuación lateral. Una de ellas, de vergencia Norte, se localiza en El Pardal (superpone el "Utrillas" sobre el Senoniense superior), próximo a la Falla de la "Línea Eléctrica" por la que se ha inyectado el Trías a manera de gran lámina diapírica:

dada la proximidad a esta cicatriz tectónica (escasamente 500 m) se piensa que la génesis de dicha estructura compresiva se debe a la tectónica diapírica del Trías. Más difícil de justificar es el cabalgamiento situado en el Cerro de la Horadada, que superpone el "Utrillas" sobre el Turoniense; pero no lo es tanto si se admite que coincidente con el Arroyo Morote existe un diapiro triásico subterráneo, de dirección N-S, y que dicho cabalgamiento partiría de este pliegue anómalo; no hay que descartar la influencia que pueda ejercer el Trías que presumiblemente se encuentra bajo la depresión miocénica de Molinicos (que jalonaría la falla de La "Línea Eléctrica"), ya que se encuentra a unos 3 km al Norte.

Deslizamientos gravitacionales. En las proximidades de la pedanía El Cuarto y al NO de Jartos existen unos pequeños afloramientos dolomíticos del Cenomaniense sobre los materiales detríticos de la facies "Utrillas" que ni por cota ni por estructura les corresponden estar ahí; en ambos casos se sitúan en el núcleo de anticlinales ya denudados, por lo que evidentemente el contacto no puede ser normal; por otro lado no se conocen discordancias en la base del Cenomaniense. Estos argumentos, unidos al hecho de encontrarse los afloramientos dolomíticos con estratos dislocados y que la base de los mismos constituye una verdadera brecha tectónica, inducen a pensar que se trate de bloques deslizados gravitacionalmente. Pero esta teoría no tendría consistencia si no encontramos el verdadero motor que les haya obligado a "caminar"; precisamente el hecho de encontrarse junto al anticlinal anómalo de dirección aberrante del Llano de la Torre justifica que el mecanismo ha sido la acción vertical del Trías que actúa en este lugar en profundidad, constituyendo un diapiro en su etapa juvenil (Rodríguez Estrella, 1983).

Discontinuidades estratigráficas. La discontinuidad estratigráfica (acordancia) en el Calar del Mundo entre Senoniense inferior y Cenomaniense superior o incluso entre Senoniense inferior y Cenomaniense inferior-medio en La Sierra del Cujón, estaría relacionada, lo mismo que la del Padroncillo en el Prebético Externo, con la acción halocinética del Trías, que se activaría con una pulsación tectónica sucedida al final del Turoniense, sucedida de su lógica posterior erosión. Este fenómeno fue el causante de que posteriormente, en la etapa de plegamiento principal de la zona que tuvo lugar en el Mioceno medio, se formasen en el Calar del Mundo pliegues disarmónicos despegados en relación con los que ya existían en la pulsación tectónica, hecho que tendrá su repercusión en Hidrogeología, como se verá más adelante.

Extrusiones de materiales competentes. Sólo se ha observado un caso en el sector de estudio, y está situado en Baños de Tús (figura nº 14).

Ya se ha dicho que en este lugar existe un afloramiento jurásico, cuya estructura es la de un hemianticlinal de pequeñas dimensiones, fallado en sus flancos y que constituye un horst.

En una región como ésta del Prebético Interno, en la que existe predominio de afloramientos cretácicos, cuyas potencias son enormes, contrasta encontrar un aflora-

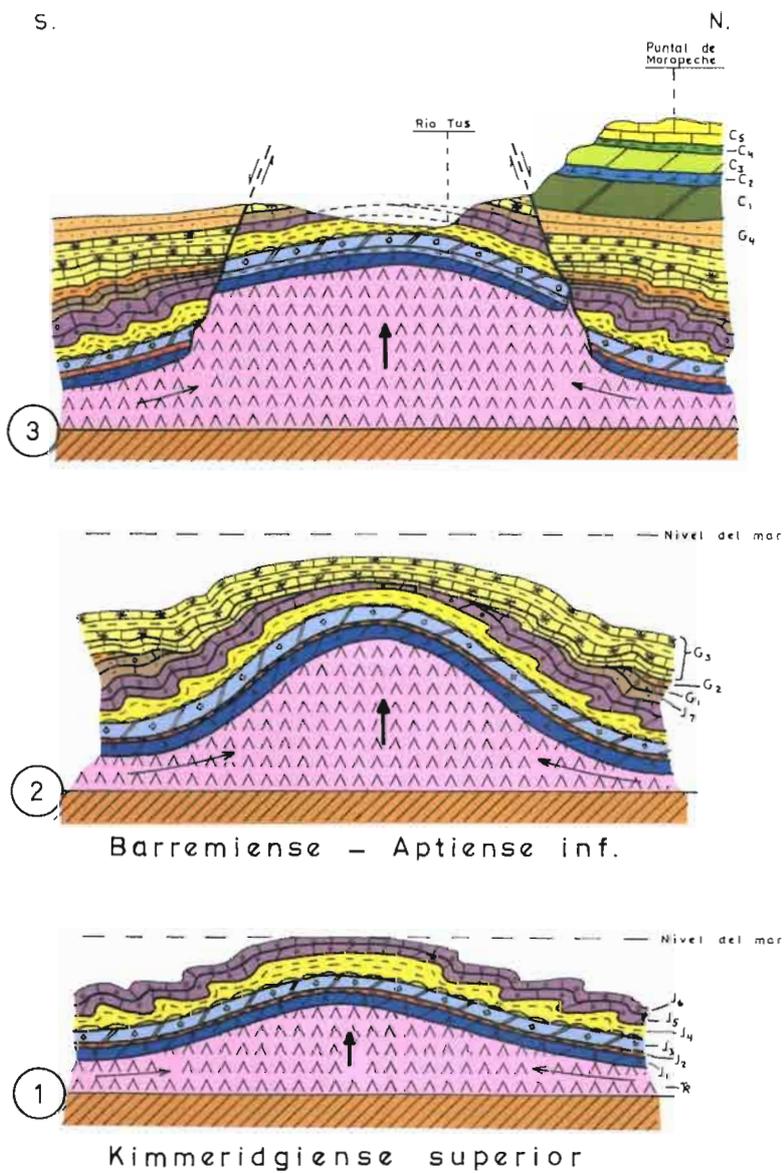


Figura 14. Extrusión jurásica en Baños de Tús.



Foto 7. *Carácter discordante del Senoniense inferior en el sur del Calar del Mundo, visto desde el Arroyo de la Sierra.*



Foto 8. *Slumping en el Kimmeridgiense inferior de la "extrusión" de Baños de Tus.*

miento jurásico aislado, de extensión muy reducida (inferior a 1 km²), cuyos contactos son anormales y cuyas directrices (Oeste-Este) se apartan de las generales que definen al Prebético Interno.

Dado que los materiales adyacentes, en algunos puntos, corresponden al Cretácico superior, hay que invocar, para que puedan aflorar estos materiales del Jurásico, la existencia de grandes fallas, cuyo salto superen los 1.500 m. Sin embargo, resulta muy extraño que estas fallas de tal envergadura no ejerzan su influencia en zonas más amplias y por el contrario estén localizadas sólo en los alrededores del afloramiento jurásico.

De todas las consideraciones expuestas se derivan las siguientes conclusiones:

1° El mecanismo que ha hecho aflorar estos materiales competentes del Jurásico no se debe a efectos tangenciales, propios de la orogenia principal, pues la estructura presenta directrices aberrantes.

2° Es más lógico pensar que sea debido este mecanismo a efectos verticales, que impulsaron hacia arriba y localmente a estos materiales competentes del Jurásico, a modo de "extrusión".

3° La causa que motivó este fenómeno debió corresponder a efectos halocinéticos del Trías.

En efecto, si un área se ve sometida a efectos halocinéticos, se crea en primer lugar un abombamiento en la cobertera, a manera de domo, si los materiales no están aún totalmente consolidados. Pero si estos esfuerzos verticales persisten, se originarán una serie de fracturas radiales y concéntricas que, sobre todo estas últimas, podrán individualizar un bloque de los materiales más consolidados (en este caso, el Jurásico calizo) e impulsarlo hacia arriba. Esta ascensión se puede ver favorecida por la no consolidación, todavía, de los materiales suprayacentes.

4° En definitiva se trata de un diapiro triásico, en etapa inicial, aunque ya "muerto"; esto es, un diapiro "abortado", en el que no han llegado a aflorar en superficie los materiales triásicos.

Esta hipótesis viene apoyada por los siguientes hechos:

a) Existencia de directrices aberrantes, tanto en el mismo hemianticlinal de Baños de Tús como en las estructuras adyacentes, como Puente de Morciguillos y Molino del Jaray.

b) Presencia de discordancias importantes en este área, como la del Barremiense-Aptiense inferior indistintamente sobre el Kimmeridgiense medio o sobre el Kimmeridgiense superior, en el mismo pliegue de Baños de Tús, o las del Senoniense inferior sobre el Cenomaniense, en las áreas cercanas.

c) En Baños de Tús existe una fuente termal, cuya temperatura es de 26°, que nace en el plano de una de las fallas profundas en contacto con las margas y margocalizas del Kimmeridgiense inferior y que un análisis hidroquímico de la misma ha puesto de manifiesto un fuerte contenido de cloruros, sulfatos, sodio y potasio. La alta tempera-

tura nos habla de que el agua ha estado en contacto con zonas profundas a causa de las importantes fallas antes aludidas, y la calidad química del agua nos pone de manifiesto la posible influencia del Trías.

d) Por último, dos de los argumentos más fuertes que apoyan el hecho de que este área fue localmente levantada en una etapa preorogénica son los siguientes:

- Presencia de slumping.
- Existencia de acuñamientos en los estratos.

Los slumping se localizan en los materiales pertenecientes al Kimmeridgiense inferior, Kimmeridgiense medio, Kimmeridgiense superior y Barremiense-Aptiense inferior.

Los acuñamientos se observan, y de manera espectacular, en los materiales del Barremiense-Aptiense inferior, especialmente próximo a la extrusión jurásica.

5° En cuanto a la edad de esta extrusión y posibles pasos intermedios que tuvieron que existir, se puede decir lo siguiente:

El hecho de encontrar en el Kimmeridgiense inferior deslizamientos intraformacionales (slumping) hace pensar que ya en dicha época existía en este área localizada un umbral motivado por los efectos diapíricos del Trías; este umbral siguió acentuándose, al menos durante el Kimmeridgiense medio y superior. Al final del Kimmeridgiense superior, en los Baños de Tús existía una isla que no fue cubierta por las aguas hasta el Barremiense; la existencia de una costra laterítica en la base de la discordancia apoya esta hipótesis.

Lógicamente, durante el Portlandés, Berriasiense y Neocomiense, este área tuvo que continuar levantándose y desde luego también durante el Barremiense y Aptiense, como lo prueba la presencia, en estos últimos materiales, de slumping y acuñamientos importantes en los estratos. Llegado aquí, conviene decir que aunque en este lugar no se ha depositado el Portlandés, Berriasiense y Neocomiense, pienso que próximo a esta estructura estos materiales se den, aunque sólo se haya podido demostrar la existencia del Neocomiense a 13 km al este de dicho punto, mediante la ejecución del sondeo de Fuente Higuera. Esto pone en evidencia el carácter localizado de este fenómeno estructural.

Durante este proceso de ascensión local tuvo que haber un momento en el que se dieran una serie de fallas que acentuaran aún más este proceso; estas fallas ya existían, al menos, en el Barremiense y fueron activadas, como mínimo, hasta el Cenomaniense.

Resumiendo el problema, se piensa que primeramente debió existir un umbral en Baños de Tús y que posteriormente se dieron una fallas que acentuaron la ascensión y motivaron la extrusión propiamente dicha; el motor de estos fenómenos fue el Trías.

6° Hechos análogos al descrito han sido señalados en el Prebético de Alicante, en el Cabezón del Oro, Puig Campana y Sierra del Cid. Polveche (1962) y Rodríguez Estrella (1977); se trata también de materiales "extruidos" pertenecientes al Jurásico superior, que se encuentran rodeados de materiales cretácicos (incluso terciarios) y vienen acompañados de directrices aberrantes, discordancias, fuentes termales, etc.

4. HIDROGEOLOGÍA: ACUÍFERO DEL CALAR DEL MUNDO

Tanto en el texto como en las figuras se van a utilizar indistintamente los términos acuífero y sistema hidrogeológico, ya que tienen el mismo significado; por la misma razón se emplearán indiferentemente los vocablos subacuífero y subsistema hidrogeológico.

4.1. ROCAS PERMEABLES E IMPERMEABLES

A la vista de la descripción litológica de los materiales aflorantes del Calar del Mundo, especialmente los de las series de Raspilla y Pocico, constituyen rocas permeables principales las carbonatadas (dolomías y calizas) de los tramos 1, 3, 5 y con menor importancia las del 7; todos ellos pertenecen al Cretácico superior.

Se consideran rocas semipermeables las de los tramos 2, 4 y 6 (alternancia de dolomías arcillosas y arcillas dolomíticas) del Cretácico superior, si bien pueden actuar como verdaderos impermeables y condicionar la salida de algunos manantiales importantes, entre los que destaca Los Chorros; aunque el factor más decisivo que imprimirá a estas rocas el papel de permeable o impermeable va a ser el grado de fracturación. Algo similar ocurre con las formaciones del Cretácico inferior (alternancia de calizas y margas) que actúan como semipermeables, aunque puedan constituir en algunas ocasiones reservorio de acuíferos aislados, sin conexión hidráulica con las permeables principales del Calar del Mundo.

Como impermeable principal se considera la facies "Utrillas" (arcillas y arenas) del Cretácico inferior, que constituye el impermeable de base del acuífero del Calar del Mundo.

En cuanto a impermeables laterales solo hay que mencionar al Trías arcilloso-yesífero, dado su carácter diapírico, que es además el impermeable de base regional.

No existe, prácticamente, impermeable de techo; si bien la "raña" pliocena, de arcillas rojas y conglomerados de cuarcitas, actúa como tal en sus escasos y pequeños afloramientos, provocando el estancamiento periódico de agua de lluvia en la superficie, tal como ocurre en la Laguna o en El Pocico.

4.2. DEFINICIÓN

Los límites del acuífero son los siguientes: Al NO, la facies "Utrillas" y los afloramientos triásicos de Siles, Villaverde de Guadalimar, Cjo. de la Cabeza Ahumada, Cjo. de los Tribaldos, Río Mundo, Fábricas de Riopar y Mesones. En algunos puntos,

en donde no llega a aflorar el Trías ni la facies "Utrillas", se ha tomado como límite la falla "Alto Guadalentín-Casa de la Noguera", que separa el Prebético Externo del Interno, por considerar que en su plano de falla debe estar inyectado el Trías (como puede verse en otros muchos puntos de su traza), aunque no llegue a aflorar.

Al E, SE y O, los afloramientos y subafloramientos de la facies "Utrillas".

El acuífero así definido tiene 145 km².

4.3. PIEZOMETRÍA: SUBACUÍFEROS

Como ya se ha dicho, fundamentalmente existen tres rocas permeables principales, que son de muro a techo: dolomías del Cenomaniense inferior-medio (tramo 1), dolomías del Turoniense (tramo 3) y calizas del Senoniense inferior (tramo 5). Puesto que estos tramos permeables están separados por otros semipermeable (2 y 4), van a existir, por tanto, niveles piezométricos muy diferentes. Incluso dentro de una misma roca permeable (por ejemplo, las calizas del Senoniense inferior), también se darán diferencias notables de unos puntos a otros, debido a los pliegues disarmónicos que existen en dichos materiales y que se produjeron tras la pulsación tectónica del final del Turoniense, lo que ocasionó la acordancia del Senoniense inferior; algunos de estos pliegues (anticlinales) van a constituir verdaderos umbrales hidrogeológicos.

Tomando como referencia la cartografía geológica de detalle, 1: 50.000, de todo el Calar (Plano nº 1) y los puntos de agua que inventarió el IGME en 1971-72, se ha confeccionado otro mapa (plano nº 2), en el que se refleja, a modo de síntesis, su hidrogeología: Límites de acuífero, sectores y subacuíferos; flujos subterráneos y manantiales más importantes (caudales superiores a 10 l/s).

Lo primero que se advierte, de la observación del mapa nº 2, es la existencia de dos sectores, prácticamente independizados hidrogeológicamente y con características hidrodinámicas muy diferentes: el sector occidental, en el que las fallas normales de gran salto y las de desgarre han puesto en conexión hidráulica las rocas de los tres tramos permeables haciendo que se comporten en realidad como un acuífero monocapa (si se exceptúa el pequeño subsistema superpuesto de Los Calarejos, que está ligado al tramo 5 del Senoniense inferior); y el sector oriental, en el que el acuífero es multicapa y en ocasiones pueden darse hasta las siguientes combinaciones de independencia: dolomías del Cenomaniense inferior-medio, dolomías y calizas del Turoniense-Senoniense inferior y calizas del Senoniense inferior; la independencia hidrogeológica en dicho sector es temporal y relativa, ya que en las épocas de grandes precipitaciones (lluvia y nieve), se producen conexiones hidráulicas por pasillos tectónicos a manera de cascadas subterráneas (similares a las que existen en el curso hipogeo de la cueva de Los Chorros). La separación entre ambos sectores coincide con los ejes de dos anticlinales en ensilladura: uno, el anticlinal-falla de Arroyo de la Puerta- Aserradero del

Río Tús de dirección NNE-SSO, solo hasta aproximadamente 1 km al Norte del vértice geodésico del Calar del Mundo, y otro, el anticlinal de dirección NO-SE que parte de este último punto y se dirige hacia el Arroyo de Marina.

En la figura nº 15 pueden verse unos cortes hidrogeológicos generales del acuífero del Calar del Mundo, en donde se han reflejado los distintos niveles piezométricos, tanto en horizontal como en vertical.

Actividad neotectónica ligada al diapirismo. Un argumento a favor de la existencia de Neotectónica ligada al diapirismo en la zona sería la presencia de "raña" del Plioceno en el techo del Calar del Mundo incluso en el interior de la Cueva de los Chorros, lo que explicaría que los movimientos verticales ascensionales posteriores al plegamiento principal han elevado a estos materiales, procedentes de la erosión de la Meseta, a altitudes próximas a los 1500 m s.n.m. (los más próximos afloran en Alcazar, a 27 km de distancia, y están a 900 m s.n.m.). Este argumento vendría corroborada por la localización de una falla normal, que afecta a un piedemonte cuaternario, en la carretera que va del Embalse de la Fuensanta a Juan Quilez.



Foto 9. Falla normal que afecta a un piedemonte cuaternario, al Sur del Embalse de la Fuensanta.

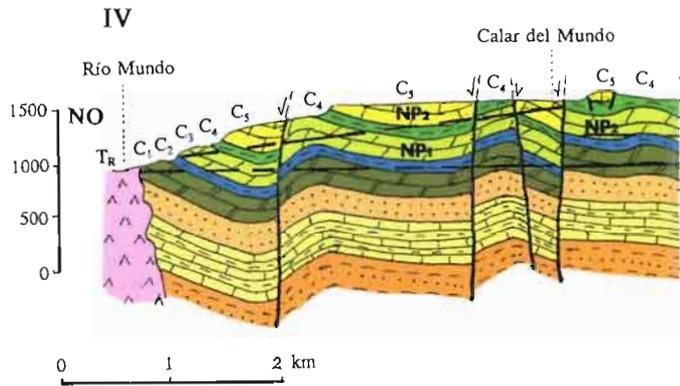
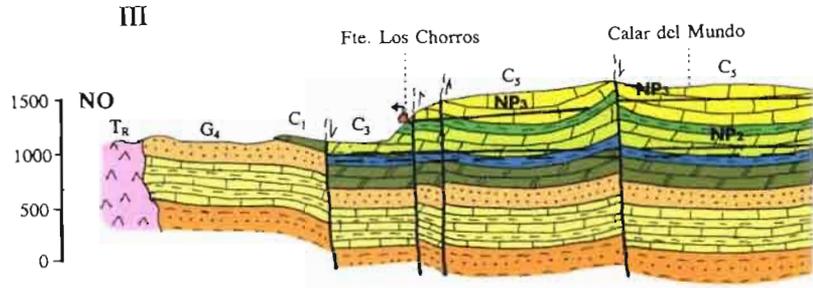
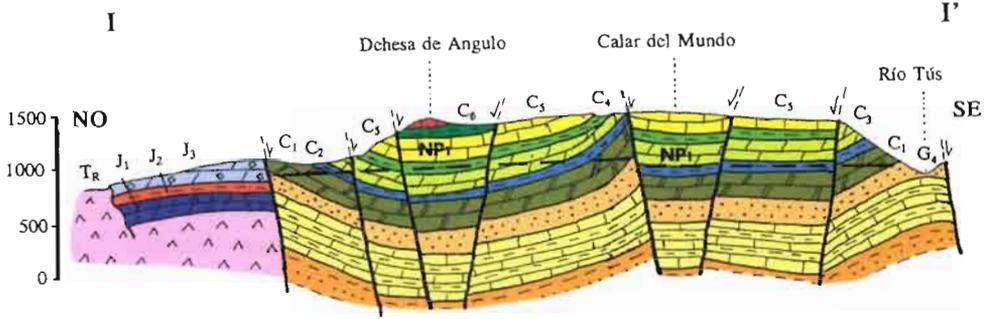
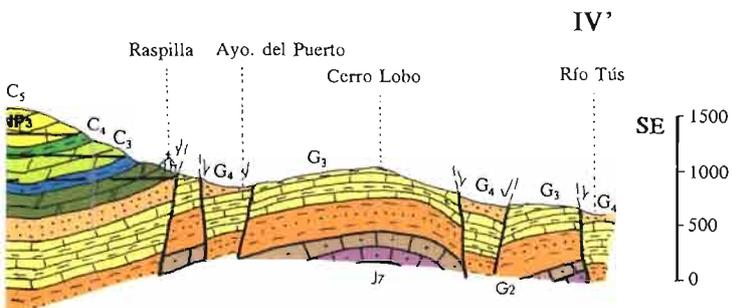
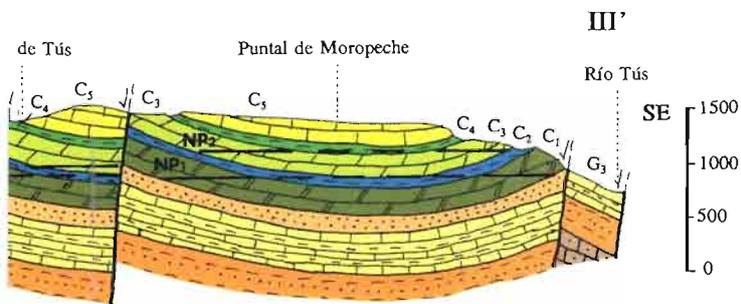
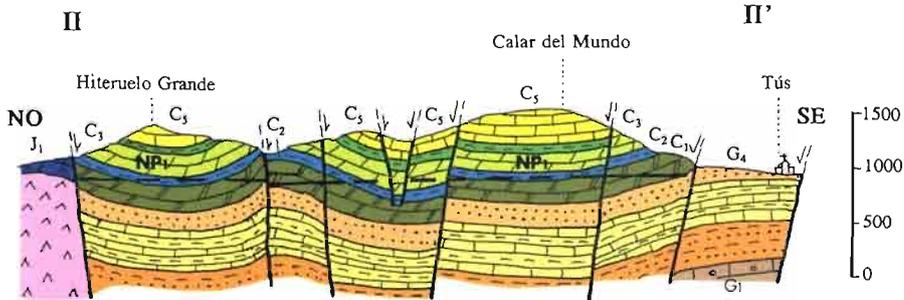


Figura nº 15. Cortes hidrogeológicos generales.
 med. J₂=Lias med-sup. J₃=Dc
 C₁=Cenomaniense inf.-med. (Tramo 3). C₄
 C₃=Turoniense. (Tramo 3). C₄
 Senoniense inf. NP₁=Nivel piezométrico del Tramo
 NP₂=Nivel piezométrico del Tramo



s del Calar del Mundo. T_R = Trias. J_1 = Lias inf.
 G_3 = Barremiense-Aptiense. G_4 = Albiense.
 o 1). C_2 = Cenomaniense sup. (Tramo 2).
 Tramo 4), C_5 (Tramo 5) y C_6 (Tramo 6) =
 Tramo 1 ó de 1+3+5 del Cretácico sup.
 ó de 3+5. NP_3 = Nivel piezomét. del tramo 5.

4.3.1. Sector occidental

Se pueden distinguir dos áreas con flujos subterráneos contrapuestos, separadas por el anticlinal-umbral de Arroyo de la Puerta- Aserradero del Río Tús: una la más extensa, con sentido de flujo hacia el NO y otra la más pequeña, con sentido de flujo hacia el SE; cabe la posibilidad de que exista una conexión hidráulica entre áreas inmediatamente al SSO del Cortijo del Pocico. Se han distinguido dos subsistemas en el acuífero monocapa del Cretácico superior: Rayuela (área occidental) y Calar del Mundo (área oriental); sobre el subacuífero de Rayuela existe otro superpuesto, totalmente independiente y ligado al Senoniense inferior, denominado Los Calarejos, con sentido de flujo hacia el NO.

4.3.1.1. *Subacuíferos del Cretácico superior unificado*

– SUBACUÍFERO RAYUELA

Estructuralmente tiene forma de un sinclinal generalmente fallado en su núcleo, que de NE a SO se trata de: sinclinal normal (Cerro de Hituero Grande), fosa tectónica (Laguna) y virgación doble (Cerros del Boquerón y Los Calarejos). La estructura está levantada en el SO y NE, existiendo una vergencia hacia el NE y SO, respectivamente, del eje del pliegue y una inclinación general de la estructura hacia el O (el contacto entre el Cenomaniense inferior-medio y la facies "Utrillas", tanto en el Cerro de Los Calarejos, como en el de Hituero Grande, se encuentra a una cota de 1100 m s.n.m., mientras que en el NO está a poco más de 900). En el flanco septentrional del sinclinal del Cerro del Boquerón existe una importante falla normal, la del Norte de la Laguna con un salto de más de 300 m, que pone en contacto superficial lateral las dolomías del Cenomaniense inferior medio (al Norte) con las calizas del Senoniense inferior (de ahí que este subsistema se comporte como un acuífero monocapa).

Estos dos fenómenos geológicos, inclinación general de la estructura hacia el O y falla del Norte de la Laguna, van a condicionar la Hidrogeología del subacuífero, de tal manera de que el flujo va a tener un sentido de NE a SO, en la parte oriental, y de SE a NO, en la occidental. En efecto, en el límite noroccidental del subacuífero se van a localizar las principales exurgencias (existen también surgencias en todo en el subsistema y en diferentes contactos permeables-impermeables, pero son de caudal efímero y de alimentación alóctona), todas ellas en el contacto entre Cenomaniense inferior-medio y facies "Utrillas"; estas son, de NE a SO, las siguientes: fuente de Arroyo Frío (866/50058), que emerge a una cota de 980 m s.n.m. con un caudal de 150 l/s en Noviembre de 1971; fuente Nacimiento de San Blas (865/80055), de cota 950 m s.n.m. y caudal 100 l/s en Junio de 1971; y fuente de Era del Conejo (865/80041), que

sale a una altura de 930 m s.n.m. y tenía un caudal de 80 l/s en Junio de 1971. Como se ve, además de existir un flujo generalizado de SE a NO, hay otro de NE a SO, cuyo gradiente está comprendido entre 0,5 y 1,1 %, valores relativamente bajos propios de los acuíferos dolomíticos enraizados situados en la zona kárstica inferior de reservas permanentes.

Al tratarse de manantiales que están relacionados fundamentalmente con dolomías van a tener caudales muy homogéneos a lo largo de todo el año, siendo muy pequeñas las fluctuaciones.

La Laguna constituye una zona endorreica, condicionada por una fosa tectónica, que permanece gran parte del año inundada (de ahí su toponímico) como consecuencia de que en su fondo afloran las dolomías arcillosas y arcillas dolomíticas del tramo 6 del Senoniense inferior y arcillas rojas del Plioceno, que actúan como impermeables; aunque existe en la parte topográficamente más baja un ponor-sima por donde se produce la infiltración y la alimentación al tramo 5 calizo del Senoniense inferior.

– *SUBACUÍFERO CALAR DEL MUNDO*

Tectónicamente constituye un sinclinal, de dirección NE-SO, en la zona del Calar del Mundo, pero que hacia el Sur se amortigua mediante virgación doble en sinclinal: una la del Cortijo del Pocico de dirección NE-SO, en donde aparece el Senoniense superior conservado por la acción de una fosa tectónica; y otra la del Puntal de la Escaleruela de dirección NO-SE con dos digitaciones sinclinales separadas por una falla; aparte de esta última y las fracturas que condicionan la fosa tectónica del Cortijo del Pocico, existen otras muchas fallas normales en el subsistema que hacen que éste se comporte como acuífero monocapa del Cretácico superior unificado.

El pliegue complejo que se ha descrito tiene un hundimiento de su eje hacia el Sur, lo que condiciona que el flujo subterráneo sea generalizado hacia el Río Tús y precisamente en el curso de éste es donde drena mediante la fuente de Las Pegueras, a una cota de 930 m s.n.m. con un caudal de 50 l/s. La razón hidrogeológica de este manantial es porque el Río Tús presenta, en este sector, una estructura de anticlinal en cuyo núcleo subaflora la facies "Utrillas", incluso llega a aflorar claramente al Oeste y Este, concretamente en el Aserradero del Río Tús y al Oeste de Collado Tornero, respectivamente.

En el Cortijo del Pocico existe una uvala condicionada por una fosa tectónica que ocasiona una pequeña cuenca cerrada, en cuyo fondo afloran materiales impermeables del tramo 7 del Senoniense superior (micritas arcillosas) y del Plioceno (arcillas rojas); este último hecho hace que se produzca una inundación recurrente, a nivel de depresión, y la presencia de agua permanente en un pozo de gran diámetro (más de 3 m), que se utiliza para dar de beber al ganado, fundamentalmente. En esta uvala existe un



Foto 10. *Nacimiento de la fuente de Arroyo Frío (enero 1998).*



Foto 11. *Detalle del nacimiento de la fuente de Arroyo Frío.*



Foto 12 y 13. *Arroyo Frío*.



Foto 14 y 15. *Arroyo Frío*.

ponor-sima que sirve de punto de drenaje de la cuenca y de alimentación al tramo 5 calizo infrayacente del Senoniense inferior.

4.3.1.2. *Subacuíferos del Senoniense inferior*

Solo existe el de Los Calarejos.

– SUBACUÍFERO DE LOS CALAREJOS

Estructuralmente se trata de un pequeño sinclinal de Senoniense inferior en el que la roca permeable se asienta en el tramo 5 y el impermeable de base en el tramo 4. Este pliegue está algo fallado en su núcleo, sin que se produzcan comunicaciones hidráulicas con rocas permeables infrayacentes; solo cabe la posibilidad de conexión lateral con las dolomías del Cenomaniense inferior-medio en el extremo suroriental, por la acción de una falla de dirección NE-SO.

Existe un flujo generalizado hacia el noroeste y es ahí, en el contacto entre el tramo 5 con el 4, donde se sitúan diversos manantiales, entre los que destaca la fuente de La Almoteja (865/80032) que sale a una cota de 1380 m y tiene un caudal de 25 l/s.

4.3.2. Sector oriental

Al igual que ocurría en el sector occidental, en el oriental también se observa que en general existen dos áreas con flujos subterráneos contrapuestos, separadas por el umbral del anticlinal-falla del Sur del Puntal de la Encomienda: una meridional de menor extensión, con flujo hacia el Sur; y otra septentrional de mayor superficie, con flujo hacia el Norte. Se han definido subacuíferos ligados al Cenomaniense inferior-medio, Turoniense-Senoniense inferior y Senoniense inferior, comportándose este área como un acuífero multicapa.

4.3.2.1. *Subacuíferos del Cenomaniense inferior-medio*

Resulta muy difícil definir en este sector oriental los subsistemas acuíferos ligados al Cenomaniense inferior-medio ya que:

1º) Los pliegues asentados en las rocas de edad anterior al Senoniense inferior pertenecen a una pulsación tectónica que precede a la etapa principal de plegamiento, muy relacionada con la tectónica diapírica del Trías.

2º) Estos pliegues están prácticamente tapados por los materiales del Senoniense inferior.

Sin embargo dichos pliegues existen y además condicionan a la Hidrogeología de las zonas más profundas del Calar del Mundo, ya que constituyen umbrales hidrogeológicos y consecuentemente subacuíferos más o menos independientes. Con el ánimo de estructurar al máximo la Hidrogeología de este macizo kárstico se ha intentado definir también estos subacuíferos profundos y se proponen unos límites, que lógicamente están sujetos a una posible revisión, en el momento que se dispongan de más datos. En la figura nº 16 pueden verse los límites supuestos de los subacuíferos, pertenecientes al Cenomaniense inferior-medio, de todo el acuífero del Calar del Mundo.

Teniendo en cuenta la cartografía de detalle y la piezometría, se han delimitado tres subacuíferos en el Cenomaniense inferior-medio del sector oriental que son: Los Piajuelos, Los Españoles y La Peguera.

-SUBACUÍFERO LOS PIAJUELOS

Vendría definido al Oeste por el límite oriental del sector occidental, esto es, los anticlinales de Arroyo de la Puerta-Aserradero del Río Tús y Calar del Mundo- Arroyo de Marina; y al Este por el anticlinal del valle de Los Chorros que se internaría hacia el Sur por debajo del propio Calar; todos estos pliegues referidos tienen una dirección anómala, de casi N-S, lo que apoyaría la idea de que están ligados a efectos halocinéticos del Trías sucedidos en una etapa anterior al plegamiento principal de la zona.

La estructura del subsistema, presumiblemente la de un sinclinal de dirección NNE-SSO (casi N-S), en conjunto (independientemente de lo que pueda suceder en la zona oculta) hundiría su eje suavemente hacia el Sur y esto viene apoyado por el hecho de que el contacto entre Cenomaniense inferior-medio y la facies "Utrillas" en el Norte (flanco occidental del anticlinal del valle de Los Chorros) está a una cota topográfica de 1100 m s.n.m., mientras que en el Sur está a 1050 m s.n.m.

Esta última característica estructural condicionaría la Hidrogeología del subsistema, ya que el flujo es hacia el Sur, a juzgar porque en el límite meridional hay manantiales, mientras que en el septentrional están ausentes. Las fuentes más importantes son las de Los Piajuelos (866/50010 y 50011), que emergen a una cota de 1100 m s.n.m. con un caudal conjunto de 22 l/s y las de Sahúco (866/60036 y 60037) que salen a una altura de 1040 m con un caudal total de 20 l/s.; estas cotas son ligeramente superiores a las que caracterizan los manantiales ligados al Cenomaniense inferior-medio de los otros subsistemas del sector oriental (incluso los del sector occidental), que son siempre inferiores a los 1000 m (920 a 980); la razón podría venir explicada porque tanto las fuentes de Los Piajuelos como las del Sahúco surgen a través de una falla nor-

mal que ha "adelantado" el contacto permeable impermeable, pero sobre todo que ha cortado al nivel piezométrico en una cota superior.

Si realmente ocurre, como se piensa, que todo el flujo de este subsistema del Cenomaniense inferior-medio es hacia el Sur (y los argumentos que se han dado así lo apoyan), tendríamos el caso curioso de que, en un acuífero multicapa como lo es éste, el sentido de flujo del acuífero profundo sería totalmente opuesto al del superpuesto a él, pues el del Senoniense inferior de la Cañada de los Mojones es hacia el Norte, como se verá más adelante. Este fenómeno ya fue puesto de manifiesto por Rodríguez Estrella (1995) en el acuífero costero de Cabo Roig (Alicante); allí, mientras que el flujo de las areniscas del Plioceno es inducido del mar hacia el continente como consecuencia de una sobreexplotación por bombeo, el de las calcarenitas infrayacentes del Mioceno superior es natural hacia el mar.

– SUBACUÍFERO DE LOS ESPAÑOLES

Este subsistema está localizado en el área suroriental del sector oriental. Vendría delimitado al Norte por el umbral del anticlinal-falla del Sur del Puntal de la Encomienda, apreciándose al Sur de éste que los materiales del Cenomaniense inferior-medio sufren en conjunto un hundimiento hacia esa dirección (en efecto, el techo de la facies "Utrillas" en la zona del umbral está a una cota de 1150 m s.n.m., mientras que en las proximidades de la pedanía de Moropeche se encuentra a poco más de 900 m s.n.m.)

Solo se conoce, como salida natural del subsistema, a la fuente de Los Españoles (866/60054), que emerge a una cota de 920 m s.n.m. con un caudal de 20 l/s.

Como consecuencia de estar muy "tapado" este subsistema por las rocas permeables suprayacentes del Turoniense y Senoniense inferior, los afloramientos del Cenomaniense inferior-medio son muy escasos y esto explica que los caudales ligados a esta roca permeable sean relativamente mucho más pequeños que los adscritos a niveles superiores, pues van a corresponderse solo con las escasas áreas de alimentación; por otro lado, la tectónica de este sector occidental es mucho más suave que la del oriental y las fallas normales son de menor salto, lo que no va a permitir (en principio, o al menos va ser dificultosa) la conexión hidráulica entre las rocas permeable del Turoniense y Senoniense inferior con las del Cenomaniense inferior-medio, como ocurría en el subsistema de Rayuela.

– SUBACUÍFERO LA PEGUERA

Vendría definido al Sureste por el umbral del anticlinal-falla del Sur del Puntal de

la Encomienda y por el Oeste por el supuesto umbral del anticlinal del valle de Los Chorros. Parece ser que existe una vergencia de las rocas dolomíticas del Cenomaniense inferior-medio hacia el NE, pues la base de éstas en el flanco oriental del anticlinal del valle de Los Chorros está a una cota de 1000 m, mientras que en la Casa del Retratista (NE del subacuífero) se encuentra a 920 m s.n.m.

Esta caída estructural hacia el NE condiciona el flujo hidrogeológico, ya que éste tiene ese sentido; en efecto, la fuente de la Peguera (866/20053) sale a una cota de 980 m s.n.m. con un caudal de 15 l/s, mientras que la fuente de Bco. de las Cepas (866/20049), que se encuentra más al NE, tiene una cota menor (930 m s.n.m.) y un caudal de 10 l/s. Entre ambos manantiales existe un gradiente del 1%, similar al encontrado en el subacuífero de Rayuela, en relación con las fuentes que están vinculadas a las dolomías del Cenomaniense inferior-medio.

4.3.2.2. *Subacuíferos del Turoniense-Senoniense*

La conexión hidráulica, en ocasiones, entre las rocas permeables del Senoniense inferior y el Turoniense por la acción de fallas es algo evidente, ya que se ha podido comprobar en la cueva de los Chorros; pero si no hubiese sido así tendríamos que admitir esta posibilidad para explicar el hecho aparentemente contradictorio de que sea en el contacto entre el tramo 3 permeable del Turoniense y el 2 impermeable a semipermeable del Cenomaniense superior donde se localicen los manantiales más importantes del Calar del Mundo, cuando los afloramientos dolomíticos del Turoniense son de pequeña extensión, por estar tapados por el Senoniense inferior (el carácter discordante de éste también ha influido) Esto no quiere decir que siempre estén conectados hidráulicamente en este sector, pues allí donde la estructura es sencilla (pliegues suaves y fallas ausentes o de pequeño salto) el Senoniense inferior va a constituir sus propios subacuíferos independientes, como se verá más adelante.

Se han definido los subsistemas de Puntal de Moropeche, La Celadilla y Arroyo de los Molinos-San Agustín.

– SUBACUÍFERO PUNTAL DE MOROPECHE

Viene delimitado al Norte por el anticlinal, de dirección NE-SO, que está situado al Sur del Puntal de La Encomienda. Estructuralmente el subsistema constituye un sinclinal en forma de cubeta, caído hacia el Sur, como lo prueba el hecho de que la base del Turoniense en el anticlinal divisorio del Norte se encuentre a una cota topográfica de 1300, mientras que en el Sur del Puntal del Poyo de Enebro esté a sólo 1150 m.

Esta última característica tectónica condiciona a la Hidrogeología, ya que existe un

flujo generalizado hacia el Sur, concretamente hacia la salida natural del subsistema que es la fuente de Catarraya (866/60046), que emerge a una cota de 1150 m s.n.m. con un caudal de 100 l/s. Existe también otro manantial en el NE del subacuífero, que se trata de la fuente de El Gorgotón (866/60075), que sale a una cota de 1220 con un caudal de 12 l/s; entre ambas fuentes el gradiente es del 2%, evidentemente superior a los encontrados en los subacuíferos infrayacentes relacionados con las dolomías del Cenomaniense inferior-medio. Aunque los manantiales que están ligados a las dolomías son generalmente más uniformes que los que lo están a las calizas, en el caso de este subsistema hay una excepción pues, a pesar de que la fuente de Catarraya está vinculada directamente con las dolomías del Turoniense, se sabe que presenta unos caudales muy variables; la razón está en que se trata de un acuífero relativamente pequeño ligado a un sinclinal muy suave que, además, está inclinado hacia el Sur.

– SUBACUÍFERO LA CELADILLA

Está limitado al Sur por el umbral del anticlinal de las proximidades del Puntal de la Encomienda y al Norte por el umbral del anticlinal-falla del Arroyo de Tús. Constituye un sinclinal alargado según la dirección NE-SO. En el Noreste dicho pliegue presenta una virgación de dos sinclinales separados por un anticlinal que se ve truncado en el Este por una falla normal. Dicho anticlinal puede constituir un umbral, aunque solo parcialmente en el Noroeste del subsistema, pues hacia el Noreste se produce de nuevo la conexión hidráulica. Esta estructura tiene una caída hacia el Este, pues el muro del Turoniense tiene una cota de 1300 m s.n.m. en el anticlinal del límite noroccidental, mientras que al Norte de La Raspilla es inferior a 1200 m s.n.m.

Como se ha dicho para otros subsistemas, la estructura condiciona la Hidrogeología de los mismos y en este caso la vergencia hacia el Este de aquella hace que las surgencias se localicen en el límite oriental y dentro de éste se advierte un flujo de Norte a Sur, cuyo gradiente está comprendido entre el 2,7 y el 4 %. En efecto, el manantial situado más al Norte es la fuente de Arroyo de la Celadilla (866/20070), de cota 1220 m s.n.m. y caudal 12 l/s; le sigue hacia el Sur la fuente de Prado Cerezo (866/20006), que sale a una altura de 1200 m s.n.m. con un caudal de 8 l/s; y por último las surgencias más meridionales constituyen las fuentes Arroyo Frío de Raspilla (866/20015, 20016 y 20017), que brotan a una cota de 1160 m s.n.m. con un caudal conjunto de 120 l/s, evidentemente el superior, ya que se encuentra en el punto topográficamente más bajo. En el extremo más occidental del subsistema aparecen una serie de manantiales a una cota de 1200 m s.n.m. que han sido adscritos a este subsistema, ya que están localizados en la misma estructura y presentan niveles piezométricos muy similares a los descritos, a pesar de que no emerjan en el muro del Turoniense (están ligados a fallas), aunque sí relacionados con él pues aflora; estos manantiales son: Las

Aguüicas (866/60016), con un caudal de 10 l/s, y La Tala (866/60033, 60034 y 60035), con un caudal conjunto de 26 l/s. Si se admite esta hipótesis se deduciría además un flujo en el extremo occidental del subacuífero de SO a NE, lo cual es lógico, ya que se dirigiría hacia las fuentes de Arroyo Frío de Raspilla, que constituyen las salidas naturales más importantes del subsistema.

– SUBACUÍFERO ARROYO DEL MOLINO-SAN AGUSTÍN

Es éste el subacuífero más importante del acuífero del Calar del Mundo, por ser el más extenso y porque de él emergen, si no los manantiales más caudalosos (aunque suelen ser superiores a los 100 l/s), sí los más uniformes en el tiempo.

Debe tener una estructura compleja (es escasamente visible, ya que es tapado en gran parte, en su zona occidental, por las calizas del Senoniense inferior del subacuífero de Los Chorros); sin embargo se puede simplificar diciendo que se trata de un gran sinclinal, de 13 km de largo, con caída de su eje hacia el NE. Numerosas fallas normales de dirección casi O-E, entre las que destacan la de Fuente del Espino y la del Norte del Cerro de las Cruces, y otras de desgarre transversales de dirección casi N-S, facilitan la conexión hidráulica entre el Senoniense inferior (sobre todo el del Cerro de las Cruces y el que está situado inmediatamente al Norte) y el Turoniense.

Viene definido al SE por el umbral del anticlinal-falla del Arroyo de Tús y al Oeste por los umbrales de los anticlinales que delimitan el sector oriental del occidental.

La caída de la estructura hacia el Noreste condiciona el flujo hídrico del subacuífero, en el sentido de que todas las aguas subterráneas van a dirigirse hacia la carretera de Elche de la Sierra-Riopar. Los manantiales más importantes son los de la fuente de San Agustín (866/20071), que sale a una altura de 1100 m s n.m. con un caudal de 100 l/s y la fuente del Arroyo de los Molinos (866/20055), situada al Este de aquella, que emerge a una cota de 1000 m con un caudal de 150 l/s. Entre ambos manantiales existe un flujo hacia el Oeste de gradiente 3%, que viene confirmado por el hecho de que la fuente del Arroyo de los Molinos esté más baja topográficamente y que tenga un mayor caudal.

Existe una alimentación gratuita procedente del subacuífero suprayacente de los Chorros-El Espino y es la de la fuente en "trop plein" del Espino que, tras aflorar el agua y recorrer en superficie una longitud de 600 m hacia el N, es capturada por un sumidero existente en calizas del Senoniense inferior y conducida a través de fallas de desgarre de dirección casi N-S hasta las dolomías del Turoniense, saliendo finalmente por la fuente del Arroyo de los Molinos; este último fenómeno fue comprobado por uno de nosotros (F.B.), en 1996 mediante la aplicación en el sumidero de fluorisceína, tardando 26,5 horas en aparecer por la fuente del Arroyo de los Molinos; si tenemos en cuenta que la distancia entre el sumidero y la fuente es de 3300 m, supone una veloci-

dad lineal del agua de 0,035 m/s, evidentemente muy inferior a la que existe en las cavidades kársticas ligadas a las calizas del Senoniense inferior, pero que corrobora la circulación a través de dolomías del Turoniense, fundamentalmente. También existe alimentación por fallas, de las calizas del Senoniense inferior a las dolomías del Turoniense, en la Cueva de Los Chorros, aunque a pequeña escala, pues el Senoniense inferior aquí constituye en general un subacuífero independiente.

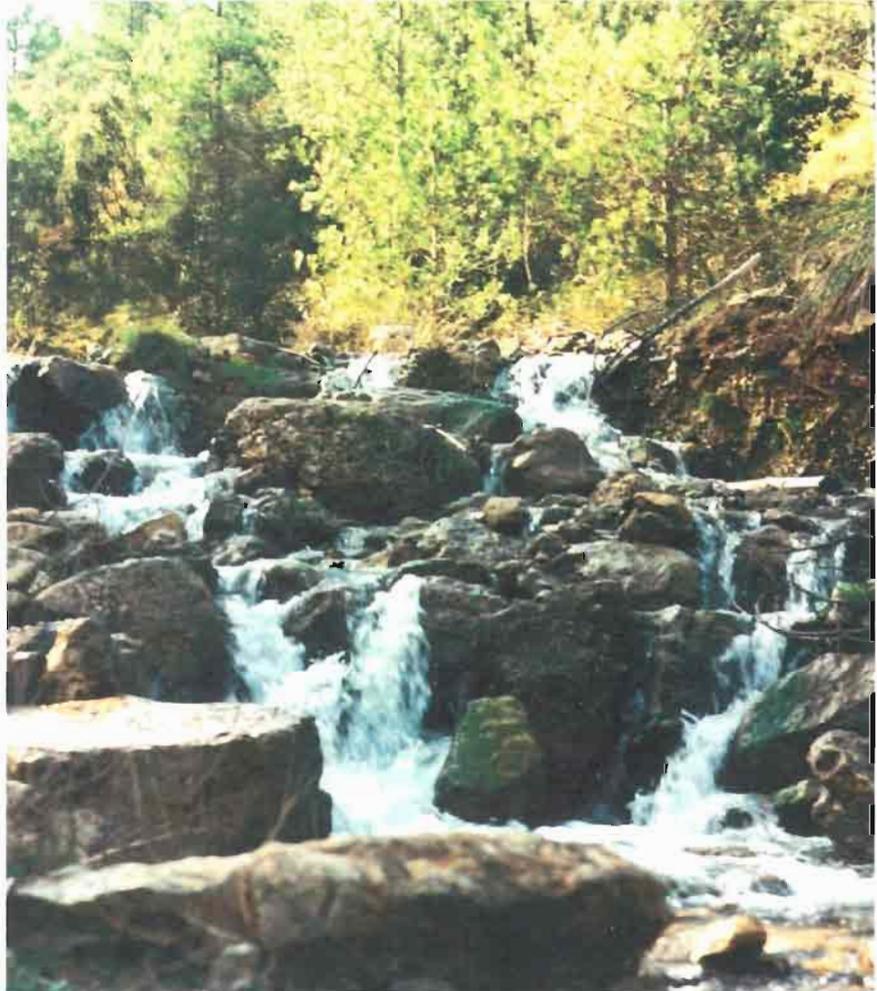


Foto 16. Fuente-Arroyo de la Celada.



Foto 17. *Fuente-Arroyo de San Agustín*

4.3.2.3. *Subacuíferos del Senoniense inferior*

Además de que, en muchas ocasiones, las calizas del Senoniense inferior están conectadas con las dolomías del Turoniense, en otras van a constituir ellas solas acuíferos independientes, allí donde tengan estructuras de pliegues suaves y las fallas sean de pequeños saltos; en general van a formar sinclinales colgados de calizas del tramo 5 perfectamente delimitadas por afloramientos continuos de dolomías arcillosas y arcillas dolomíticas del tramo 4 que van a constituir el impermeable de base.

Se han diferenciado los subsistemas de Collado Verde, Puntal de Raspilla y Los Chorros-El Espino, siendo este último sin duda el más espectacular de todo el acuífero del Calar del Mundo.

– *SUBACUÍFERO COLLADO VERDE*

Constituye un pequeño subacuífero, de poco más de 1 km², situado entre el Puntal de Moropeche y el Puntal de la Encomienda. Tiene una estructura de sinclinal de dirección NE-SO con una cierta inclinación del eje hacia el SO, lo que justifica que en



Foto 18. *Fuente-Arroyo de Los Molinos.*

el extremo occidental sea donde se sitúe la fuente de Collado Verde (866/60019), que sale a una cota de 1280 m s.n.m., y que tenga un caudal de 8 l/s que es superior al de la fuente de Quebrada de la Llana (866/60071), con un caudal de 6 l/s y que emerge a 1430 m s.n.m. Existe por tanto un flujo de NE a SO, cuyo gradiente es del 7%, valor que como se ve es muy elevado, aunque propio de los acuíferos calizos colgados de alta montaña, en los que presentan una estructura de sinclinal suave con eje inclinado.

– SUBACUÍFERO PUNTAL DE RASPILLA

Se trata estructuralmente de un sinclinal colgado, de dirección NE-SO, con caída hacia el NE (la base del tramo 5 tiene una cota en el SO de algo más de 1400 m s.n.m., mientras que en el NE es inferior a 1300 m s.n.m.). Este fenómeno estructural condiciona a la Hidrogeología, concretamente a su flujo subterráneo que es hacia el NE con un valor de gradiente que oscila entre el 14%, transversalmente a la estructura, y un 9%, longitudinalmente a la misma, valores que como se ve son muy elevados. La piezometría viene representada por los siguientes manantiales: fuente de Margueña (866/60017), que sale a una cota de 1430 m s.n.m. con un caudal de 20 l/s; fuente de Tornajos de Tús de Abajo (866/20001), que emerge a 1490 m s.n.m. con 10 l/s; fuente de Tornajos de Tús de Arriba (866/20002), que brota a 1560 m s.n.m. con 10 l/s; y fuente Arroyo Bravo (866/20018), cuya cota de surgencia es 1350 m s.n.m. y presenta un caudal de 70 l/s.

– SUBACUÍFERO LOS CHORROS-EL ESPINO

Es el subsistema más conocido del Calar del Mundo, en el sentido de que está relacionado con la Cueva de los Chorros y ésta, como ya se indicó, ha sido visitada desde el 1955 en numerosas ocasiones por diferentes personas, aunque no siempre (por no decir que casi nunca) con fines hidrogeológicos. En efecto, hasta ahora no se había intentado definir la cuenca de recepción subterránea ni sus posibles relaciones hidráulicas, tanto en vertical como en horizontal, con otros subacuíferos.

Según nuestra opinión, los límites, que pueden verse en el mapa nº 2, vendrían definidos por los siguientes accidentes tectónicos: al Sureste, por el umbral del anticlinal-falla del Arroyo de Tús (en el que aflora el tramo 4 impermeable a semipermeable del Senoniense inferior); al Oeste, por los dos anticlinales, de Arroyo de la Puerta y Calar del Mundo (en los que aflora y subaflora el mismo tramo 4 del Senoniense inferior), que delimitan los sectores occidental y oriental; al Norte y Sur, por afloramientos del tramo 4 y al Noreste por la terminación oriental de la falla del Espino, que hace aparecer tectónicamente el tramo 4. Según esta definición el subsistema tiene una superficie de 25 km².

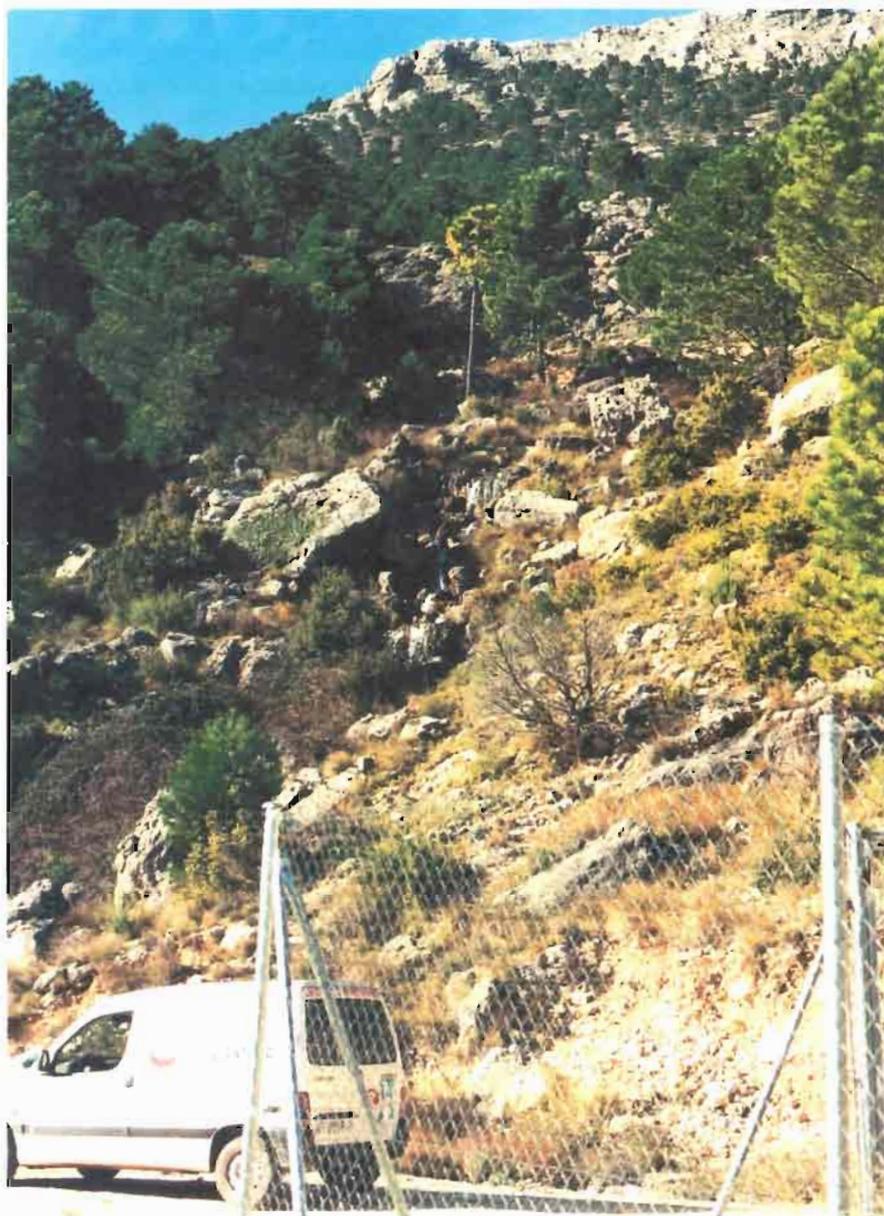


Foto 19. *Fuente-Arroyo Bravo, que emerge en el Puntal de Raspilla.*

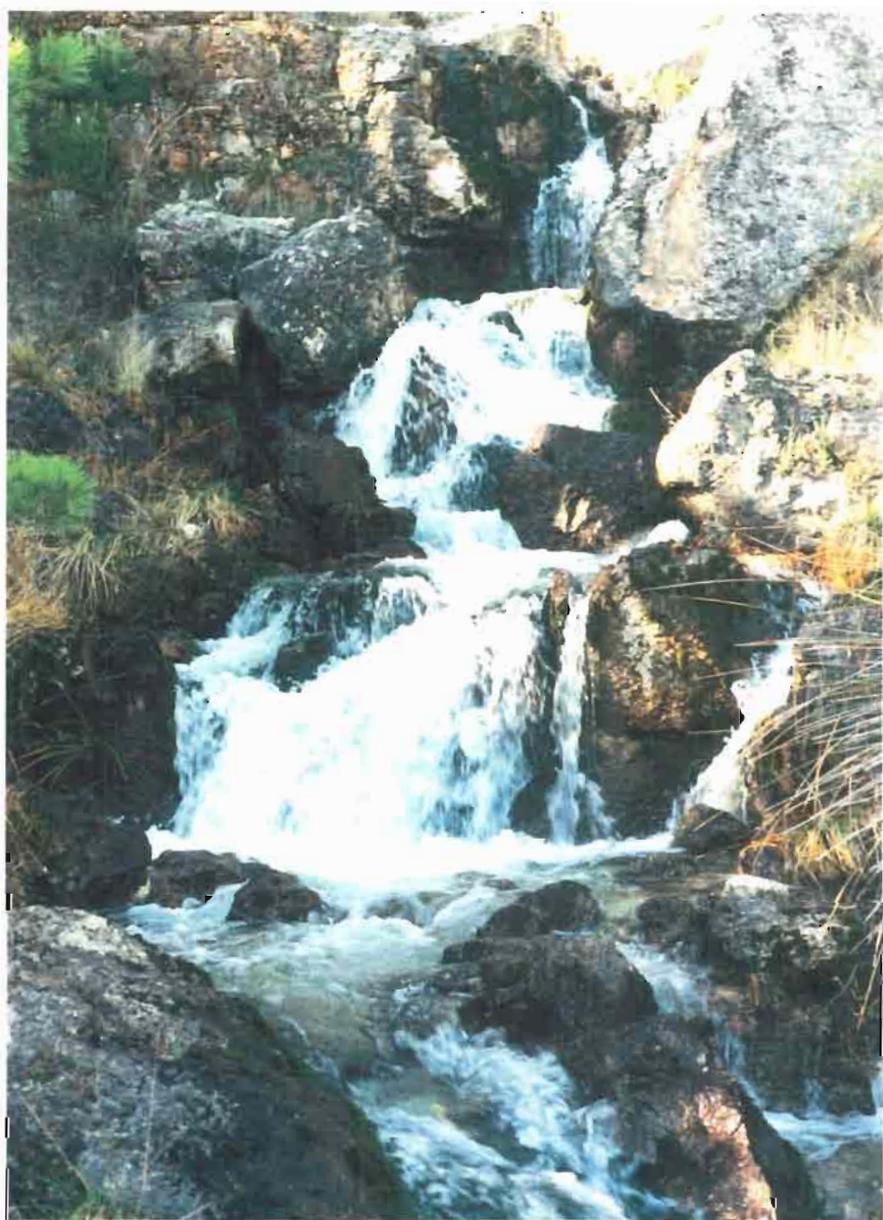


Foto 20. *Detalle del Arroyo Bravo*

La estructura del subacuífero es la de un único sinclinal en la parte Oeste, que hacia el Este pasa, por virgación, a tres pequeños sinclinales: Cañada de los Mojones (que en realidad se trata de un sinclinal-fosa), Hoya Mata y Vivorerros. Separando estos dos últimos sinclinales está la falla-anticlinal de la fuente del Espino, que se amortigua hacia el SO y que ha provocado el afloramiento del tramo 4 del Senoniense inferior y el de la surgencia (866/20026); el papel impermeable de este tramo en dicho lugar no ofrece dudas, pues condiciona la salida del manantial.

En conjunto este sinclinorio tiene una vergencia general hacia el Norte (próximo al vértice del Calar del Mundo el muro del tramo 5 calizo del Senoniense inferior está a una cota topográfica de casi 1600 m s.n.m., mientras que en la zona de los Chorros apenas supera los 1100 m s.n.m.); esta característica tectónica condiciona a la Hidrogeología y sobre todo al flujo subterráneo, que va a tener un sentido generalizado hacia el Norte, concretamente hacia la exsurgencia de los Chorros (866/20060) de cota 1122 m s.n.m. y la surgencia en "trop plein" de la Pedorrilla (866/10109), que emerge a una cota de 1140 m s.n.m., solo cuando han tenido lugar unas lluvias muy intensas.

En la entrada de la Cueva de los Chorros se aprecia un pequeño "falso anticlinal" motivado por la acción de al menos dos fallas normales, de tal manera que los estratos del Senoniense pasan de buzarse hacia al Sur a hacerlo hacia el Norte; también es posible que haya influido la acción de la gravedad, como consecuencia de encontrarnos junto al cortado topográfico casi vertical de más de 200 m, que existe inmediatamente al Norte de la exsurgencia. (figura nº 17).

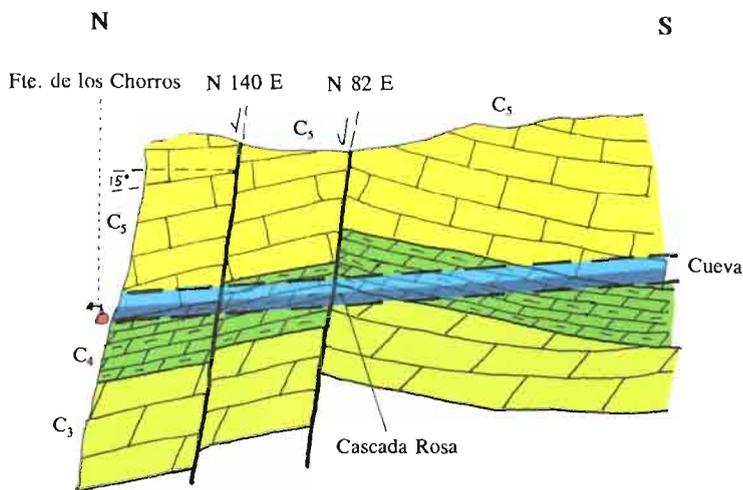


Figura 17. Esquema hidrológico en la boca de la Cueva de los Chorros.

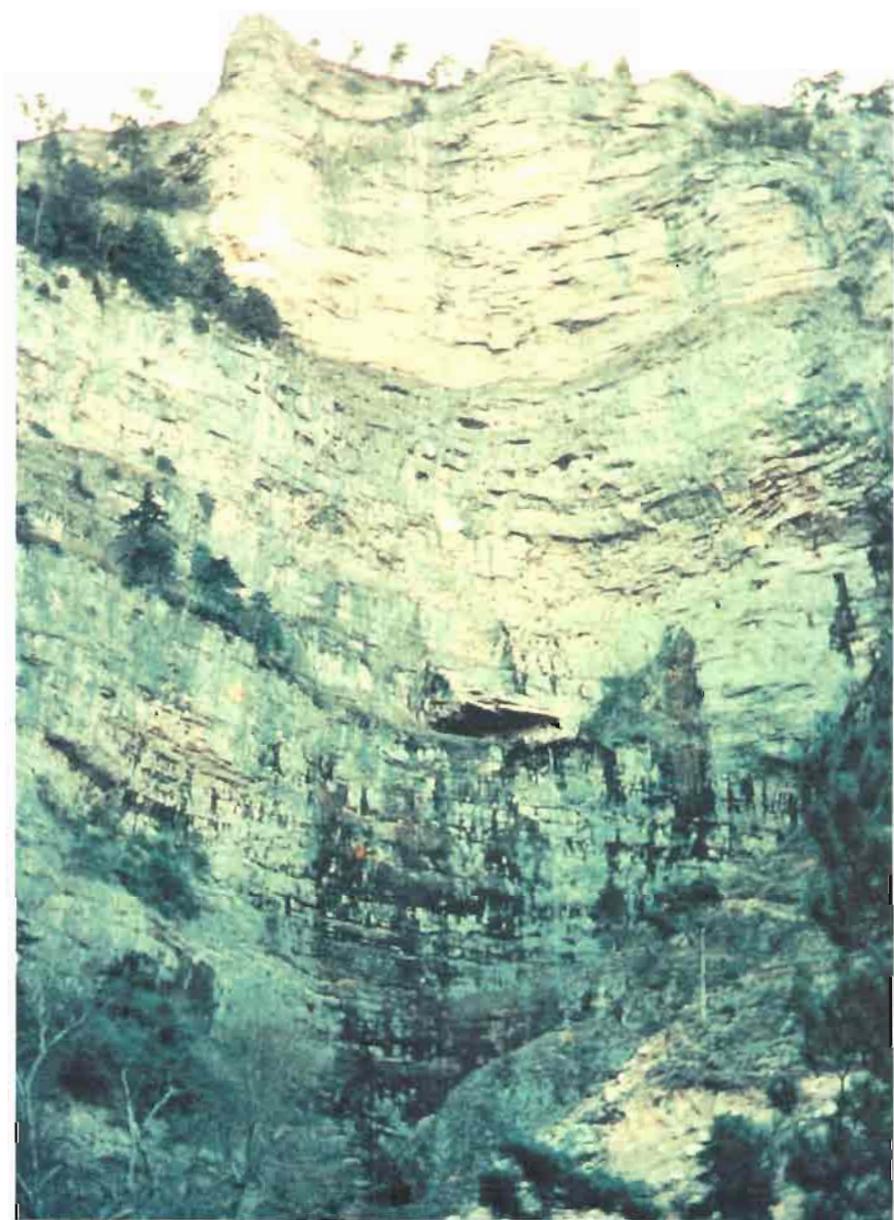


Foto 21. *Fuente Cueva de los Chorros* (26-X-1971).

Respecto al caudal de la exsurgencia de los Chorros, hay que decir que es muy irregular y varía desde prácticamente nada en los años de sequía (40 l/s el 26-10-1971, según el IGME) hasta decenas de miles de l/s en años de grandes precipitaciones (60.000 l/s en Diciembre de 1995, según uno de nosotros, F.B. por el sistema del flotador). La salida de estos caudales desorbitados se realiza de forma repentina y explosiva, de ahí que entre los espeleólogos y los habitantes de la zona le llamen "reventón" a este fenómeno; esto se produce en períodos lluviosos hasta 3 ó 4 veces al año y dura, con el caudal máximo, incluso 4 días seguidos. Aunque se ha dicho que el fenómeno es repentino, existe, lógicamente, un período de transición corto que anuncia la catarsis (como ocurre a veces con los terremotos, que le preceden otros de grado menor), en el que se aprecian aumentos de nivel del agua en la cueva a manera de pulsaciones, con intervalos de 15 a 20 minutos. En ocasiones esta transición es muy breve, como ocurrió en el período de estiaje del año 1994, pues en escasamente media hora en el lago del Brillo se produjo una crecida de 45 m de altura.

La razón del "reventón" en la Cueva de los Chorros no es otra que la acumulación progresiva de las aguas pluviales y nivales en unos conductos kársticos con pendiente generalizada y acusada hacia los Chorros (7,25 % entre el principio y el final de la cueva de los Chorros, pues existe una distancia en línea recta de unos 2 km y un desnivel de 160 m) que, a manera de río subterráneo-casi superficial, circula a altas velocidades (prácticamente no existen reservas en este subacuífero). No hay que pensar en misterios de ninguna clase: la mayor parte del agua que cae por lluvia y nieve sobre el subacuífero los Chorros-El Espino sale precipitadamente por un solo sitio, la Cueva de los Chorros (que es el más espacioso) y esto siempre sólo ocurre después de haber tenido lugar las precipitaciones; el misterio existiría si este fenómeno sucediese sin haberse producido las lluvias, en cuyo caso tendríamos que invocar fenómenos endógenos de difícil explicación.

Ahora bien ¿existen recursos hídricos suficientes como para originarse estos caudales? Veamos: si se considera una precipitación media, en los 25 km² del subsistema, de 1000 mm (que seguro que es superior, pues en ese valor no está incluida la nieve, que en nuestro caso es importante), que equivalen a 25 hm³/a, y un coeficiente de infiltración de lluvia del 80% (que puede ser incluso superior, pues en la superficie del Calar no existen cursos superficiales, lo cual quiere decir que prácticamente todo el agua y desde luego toda la nieve que caen se infiltran, pues la mayor parte de las dolinas del Calar se encuentran en este subsistema amesetado, además de un mínimo de 57 cavidades abiertas y el polje de lo Mojones), los recursos hídricos subterráneos anuales se evalúan en 20 hm³/a, que equivale a un caudal continuo medio de 634 l/s. Este valor de entradas es correlacionable con el de salidas, que fueron medidas por el IGME, entre 1971 y 1973, en la estación de aforos que estaba ubicada a unos 5 km agua abajo del nacimiento, antes de recibir el aporte del Río de la Vega (por tanto sus caudales son representativos exclusivamente del subacuífero Los Chorros- El Espino).



Foto 22. *Fuente Cueva de los Chorros* (enero 1998).



Foto 23. *Fuente de la Pedorrilla* (enero 1998).

Los valores de escorrentía total registrados fueron de 25 hm³ en 1970/71 y de 24 hm³ en 1971/72, tal como puede verse en los hidrogramas de la figura nº 21; de dicha escorrentía el 68% (17 hm³/a) corresponde a escorrentía superficial y el 32% (8 hm³/a) a escorrentía subterránea. Estos valores nos obligan a extraer dos conclusiones importante:

a) Que la circulación del agua en este subacuífero se parece más a la superficial que a la subterránea y ello viene confirmado por la realidad espeleológica de la existencia de verdaderos "ríos subterráneos", entre los que destaca el de la Cueva de los Chorros.

b) Que el coeficiente de infiltración es próximo al 100 % y que el valor de la ETR, cuando se producen las grandes precipitaciones, es mínimo. Si se comparan los 25 hm³/a de salidas con los 20 hm³/a deducidos para las entradas, se ve que nos hacen falta entradas y en efecto así es, pues no se han considerado las precipitaciones nivales, que bien podrían significar 5 hm³/a. Por ejemplo, en Diciembre de 1996 estuvo nevando los días 6, 7 y 8, y en Enero de 1997, los días 2, 3, 4 y 5; por otro lado, resulta significativo que los "reventones" se produzcan a los 15-20 días de haber nevado). Resulta curioso que a la alimentación de este subsistema contribuye la subcuenca vertiente del tramo alto del Río Mundo, que pertenece a la cuenca del Segura, y la de la Cañada de los Mojones, que pertenece a la cuenca del Guadalquivir; esto es posible, puesto que la escorrentía superficial de esta última es tan pequeña, dada la gran infiltración que se produce a través de la numerosas formas exokársticas, que podría decirse que casi todas las precipitaciones (líquidas o sólidas) que tienen lugar en la Cañada de los Mojones salen de forma subsuperficial por la fuente de Los Chorros.

Hemos visto que todo el agua que sale de la Cueva de los Chorros, y que se ha podido cuantificar perfectamente mediante la estación de aforos del mismo nombre (que funcionó solamente desde 1970 a 1973, pues la fuerza del agua la rompió y ya no fue reconstruida) puede justificarse por las entradas evaluadas (con parámetros razonables) teóricamente. Pero las precipitaciones no son continuas ni homogéneas y en consecuencia tampoco lo son las salidas. Vamos a hacer un sencillo cálculo para ver si nos podemos explicar las salidas de decenas de miles de litros por segundo durante unos pocos días. Consideremos (en el caso más generoso) que existen cuatro "reventones" en un año que duran 4 días cada uno; esto supone 16 días. Si en los 349 días restantes del año suponemos que emerge un caudal medio de 100 l/s, que equivale a un volumen de 3 hm³, quedarían 17 hm³ para que saliesen en 16 días (a algo más de 1 hm³ por día), y esto solo es posible si el caudal medio es de 12.300 l/s; para obtener este resultado es necesario que antes de estos supuestos 16 días se produzcan unas precipitaciones (lluvia y sobre todo nieve) de 736 mm. En el caso de que en ese año se hayan producido dos "reventones" (8 días), el caudal sería de unos 25.000 l/s y si solo se considera un "reventón", el caudal podría llegar a alcanzar los 50.000 l/s. Por tanto, el que a finales de Diciembre de 1996 se aforaran 60.000 l/s, está dentro de los cálculos que

hemos hecho, ya que solo la lluvia tuvo un valor mensual de 327,1 m m, sin contar con la nieve que cayó en ese mes y en el anterior.

Pero ¿existe un régimen de precipitaciones que justifique la salida tan descomunal en tan poco tiempo? Consultando los datos de pluviometría de la estación de Riopar, correspondientes a los dos últimos años, 1996 y 1997, se ve que, por ejemplo, el 5-2-1996 cayeron 61,8 m m, lo mismo que el 11-11 de ese mismo año y similar a la precipitación del 13-11-1997 (59,4 m m), que equivalen a un volumen de 1,5 hm³; si éste emergiera por la Cueva de los Chorros en un día, el caudal medio sería de 17.881 l/s, que equivale a 1/3 del aforado a finales de Diciembre de 1996. Claro que el agua que sale por un "reventón" no es solo la que ha caído en un día de lluvia, sino en varias semanas, incluso meses.

En el caso de la Cueva de la Pedorrilla, que emerge agua solo aquellos años de grandes precipitaciones, se observa que existe, en la aparición del agua, un retraso de 2 horas, con respecto al "reventón" de los Chorros. El 11 de Enero de 1996, salía un caudal próximo a los 5.000 l/s, según uno de nosotros (T.R.). (El desnivel entre ambas es de 13 m).

Respecto a la fuente del Espino hay que decir que emerge a una cota de 1580 m s.n.m. y que, como se ha dicho, se trata de una surgencia en "trop plein", por lo que el agua sale solo en contadas ocasiones. En el lugar de resurgencia existe un pozo de unos 15 m de profundidad por 1,5 m de diámetro en donde está instalada una bomba manual (de ahí que se le denomine también a esta fuente la del "pozo de la bomba"), que sirve para extraer agua a los pastores y senderistas, ya que ésta se encuentra a 4 m de profundidad; sin embargo, después de unas semanas de lluvias copiosas "revienta el pozo" e inunda el poljé del Espino, desapareciendo finalmente el agua en el sumidero que existe a 600 m al Norte. Esto fue lo que ocurrió el 1 de Diciembre de 1996, que el agua salía por la boca del pozo con un caudal de 150 l/s. Tal como ya se ha dicho con anterioridad, la fuente sale por la acción de la falla de la fuente del Espino, que pone en contacto las calizas del tramo 5 con las dolomías arcillosas y arcillas dolomíticas del tramo 4, ambos pertenecientes al Senoniense inferior. (Figura nº 18).

Esta falla desvía parte del agua que se dirige hacia la Cueva de los Chorros y tras emerger por la fuente del Espino, pasa a alimentar a otro subacuífero, el del Arroyo de los Molinos-San Agustín; es decir, que el agua que salga por la fuente del Espino deja de hacerlo por los Chorros.

Un fenómeno similar al descrito para la fuente del Espino, sucede en la fuente de la Media Fanega (866/20025), igualmente en "trop plein", que emerge a 1580 m s.n.m. por la acción de la misma falla y que cuando sale lo hace con tanta fuerza que se asemeja a un volcán cuyo agua de erupción eleva las piedras sueltas que estuvieran en la boca de salida.

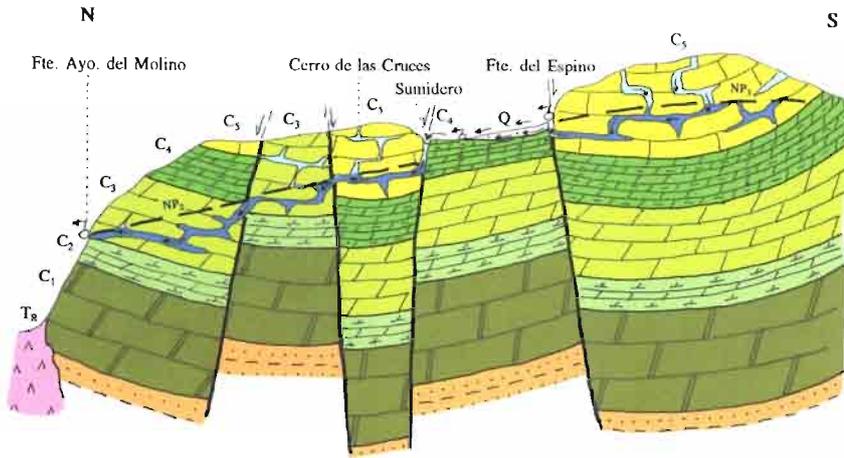


Figura 18. Esquema hidrogeológico de la fuente del Espino.

4.3.3. Conclusiones piezométricas e hidrodinámicas

1ª) En horizontal existen dos sectores, prácticamente independizados hidrogeológicamente y con características hidrodinámicas muy diferentes: el sector occidental, con flujo hacia el Oeste, en el que las fallas normales de gran salto y las de desgarre han puesto en contacto hidráulico las rocas de los tres tramos permeables haciendo que se comporten en realidad como un acuífero monocapa (si se exceptúa el pequeño subsistema superpuesto de Los Calarejos, que está ligado al tramo 5 del Senoniense inferior); y el sector oriental, con flujo hacia el Este, en el que el acuífero es multicapa y en ocasiones pueden darse hasta las siguientes combinaciones de independencia: dolomías del Cenomaniense inferior-medio, dolomías y calizas del Turoniense-Senoniense inferior y calizas del Senoniense inferior; la independencia hidrogeológica en dicho sector es temporal y relativa, ya que en las épocas de grandes precipitaciones (lluvia y nieve), se producen conexiones hidráulicas por pasillos tectónicos a manera de cascadas subterráneas (similares a las que existen en el curso hipogeo de la cueva de los Chorros). La separación entre ambos sectores coincide con los ejes de dos anticlinales en ensilladura: uno, el anticlinal-falla de Arroyo de la Puerta-Aserradero del Río Tús de dirección NNE-SSO, solo hasta aproximadamente 1 km al Norte del vértice geodésico del Calar del Mundo, y otro, el anticlinal de dirección NO-SE que parte de este último punto y se dirige hacia el Arroyo de las Marinas. Dentro del sector oriental se advierte que existe un umbral hidrogeológico, coincidente con el anti-



Foto 24. Polje de la fuente del Espino; en el pie de la Loma de los Viveros se sitúa la fuente (zona sombreada) y a la derecha del coche, el sumidero (julio 1997).

clinal del Arroyo de Tús, que hace que el flujo se dirija al NE y SO a uno y otro lado de la línea divisoria.

2ª) En vertical se pueden distinguir a grandes rasgos, sobre todo en el sector oriental, las tres zonas de Cvijic (1918); estas son, de arriba a abajo:

– En el tramo 5 calizo del Senoniense inferior de fácil disolución está representada la Zona I superior de percolación temporal que se encuentra seca o con circulación libre ocasional y predominantemente vertical (cascadas). A ella está relacionado el dominio de los lapiaces, dolinas y simas y todas las exurgencias en "trop-plein", como los Chorros, La Pedorrilla, Arroyo Bravo (su nombre refleja el carácter virulento del mismo, con aguas repentinas y caudalosas), Espino, Tomajos, Buitre y Media Fanega. Todas ellas tienen un régimen de funcionalidad corto, aunque caudaloso, sobresaliendo Los Chorros con más de 60.000 l/s durante varios días. Las cotas de salidas son elevadas y heterogéneas (1120 a 1630 m.s.n.m.). En el caso de los Chorros, el "reventón" está íntimamente relacionado con las fuertes lluvias (sale sobre los 10 días después de haberse producido la misma) y con las precipitaciones de nieve (entre 15 y 20 días tras haber tenido lugar éstas).

– En el tramo 3 dolomítico del Turoniense, de disolución más dificultosa, está representada la Zona II intermedia o de circulación permanente, libre o forzada,



Foto 25. *Fuente del Espino, sin agua (julio 1997).*



Foto 26 y 27. *Fuente del Espino, con agua (1-XII-1996).*



Foto 28. Sumidero por donde percola el agua de la fuente del Espino.



Foto 29. Detalle del sumidero de la fuente del Espino.

pero predominantemente lateral. Es el dominio de las redes de conductos kársticos menos espectaculares, pero más eficientes, por los cuales el agua discurre y desemboca en las emergencias continuas (100-150 l/s) aunque no tan caudalosas como algunas de la Zona I; es el caso de las fuentes de Los Molinos, San Agustín y Catarraya. Las cotas de salidas son lógicamente inferiores a las de la Zona I y están comprendidas entre 1000 y 1200 m s.n.m. En esta zona de circulación permanente del sector oriental existe en ocasiones una conexión hidráulica en la vertical entre las dolomías del Turoniense y las calizas del Senoniense inferior, como consecuencia del carácter discordante de este último (que ha podido hacer desaparecer el tramo 4 semipermeable) y por la acción de fallas normales que han permitido poner en comunicación lateral estas dos rocas permeables. Dicha hipótesis de conexión hidráulica viene apoyada por el hecho de que las emergencias ligadas claramente al Turoniense presentan caudales "anormalmente elevados" en relación con la pequeña área de alimentación que presentan sus afloramientos.

– En el tramo 1 dolomítico del Cenomaniense inferior-medio está representada la Zona III inferior, llamada de inhibición general, que está permanentemente saturada, si bien los movimientos de agua son lentos y están a expensas de la presión que ejercen las masas de agua de las rocas superiores, que por otro lado tienen con esta zona una comunicación dificultosa, pues existen entre ellas tramos semipermeables, tales como los 2 y 4 (la conexión se produce en horizontal mediante fallas, tal como ocurre en el sector occidental, y sólo en escasísimos lugares se realiza en vertical, favorecida por el carácter discordante del Senoniense inferior). Esta mala conexión hidráulica con las capas suprayacentes, unida a las pequeñas superficies de afloramientos de la roca, hacen que los manantiales sean de relativamente pequeño caudal (<20 l/s) si bien son muy numerosos, ya que emergen siempre que la topografía corta al nivel piezométrico y esto, dada la geomorfología colgada del Calar, se presenta con mucha frecuencia. Las cotas de salida son, lógicamente, las más bajas del Calar y también las más homogéneas (920-980 m.s.n.m.). La mala interrelación con rocas permeables suprayacentes justifica que en ocasiones existan sentidos de flujos contrapuestos, tal como ocurre entre el subacuífero de la Peguera (Cenomaniense inferior-medio) y el de Arroyo del Molino-San Agustín (Turoniense-Senoniense inferior) en el sector comprendido entre los manantiales de Arroyo de los Molinos y San Agustín.

3ª) Los gradientes de los flujos subterráneos son mayores en las zonas superiores y menores en las inferiores. Así, en los subacuíferos del Cenomaniense inferior-medio este parámetro está comprendido entre 0,5 y 1 %; en los del Turoniense-Senoniense inferior, entre 2 y 3 %; y en los del Senoniense inferior, entre 7 y 14 % Este fenómeno está relacionado con la geomorfología de relieve invertido que presenta el macizo del Calar del Mundo, concretamente con su estructura de sinclinal colgado y con su topografía accidentada.

4.4. ENTRADAS (CLIMATOLOGÍA)

Dado que el acuífero se encuentra topográficamente colgado, no cabe esperar otros aportes a éste que los provenientes de la lluvia útil.

Por el método de Thornthwaite, y deducido de las curvas iso-ETR para el año 1970-71, se llega a un valor de ETR para todo el sistema de 475 mm (66,5 hm³/año). Teniendo en cuenta que el valor de la precipitación media anual es de 940,4 mm (131,6 hm³/año), la lluvia útil calculada por este método es de 465,4 mm, lo que equivale a 65,1 hm³/año.

Por el método de Turc la ETR calculada es igual a 513,6 mm y la lluvia útil de 426,6 mm, o bien de 59,7 hm³/año, considerando una temperatura media de 10° C.

Por tanto la lluvia útil está comprendida entre 60 y 65 hm³/año. Teniendo en cuenta que el método de Turc da valores por debajo de la realidad (por eso tomaremos el de Thornthwaite) y que no se ha considerado la precipitación nival (que solo en el subacuífero de Los Chorros- El Espino podría ser de 5 hm³/año, que equivale aproximadamente a la quinta parte de la superficie total del acuífero), el valor de la lluvia útil debe ser de 85 a 90 hm³/año (87 hm³/año de valor medio); aplicando a esta última cifra un coeficiente de infiltración del 80%, nos daría un valor de entradas de 70 hm³/año).

En la figura nº 19 pueden verse las líneas de isovalores climatológicos del Calar del Mundo, concretamente isoyetas (P), iso Evapotranspiración real (ETR) e iso Temperaturas (T), referidas al año hidrológico 1970-71, por ser éste al que se refieren los datos de salidas medidas en las estaciones de aforo.

Con el fin de considerar datos climatológicos más recientes que los del año 70, se han analizado los pertenecientes a los años 1996 y 1997 de la estación termopluiométrica de Riopar (nº 085). De su observación se extraen las siguientes conclusiones:

1ª) La lluvia caída durante el año 1996 fue de 1285,9 m m y durante el 1997 de 1043,1, valores que como vemos superan en bastante a los 940,4 correspondientes al 1970 (este último valor es el considerado en el balance que se ha realizado en el acuífero), por tratarse ambos años de especialmente lluviosos.

2ª) Las precipitaciones tienen lugar a lo largo de todo el año (durante el 1996 y 1997 llovió todos los meses), si bien los mayores volúmenes se concentran en invierno y primavera y sobre todo en otoño (en esta estación cae la misma lluvia o más que en las otras dos juntas citadas). En efecto, durante los meses de Enero, Febrero, Marzo, Abril y Mayo de 1996 la lluvia caída fue de 652,3 m m; durante Septiembre, Octubre, Noviembre y Diciembre este valor fue de 590,9 m m; mientras que en los meses de verano de Junio, Julio y Agosto solo cayeron 42,7 m m. Durante el año 1997, las lluvias caídas durante los períodos considerados, fueron de 361, 611,2 y 70,9 m m, respectivamente.

3ª) Las mayores precipitaciones caídas en un día han sido de 61,8 m m, el 5-2-1996 y el 11-11-1997.

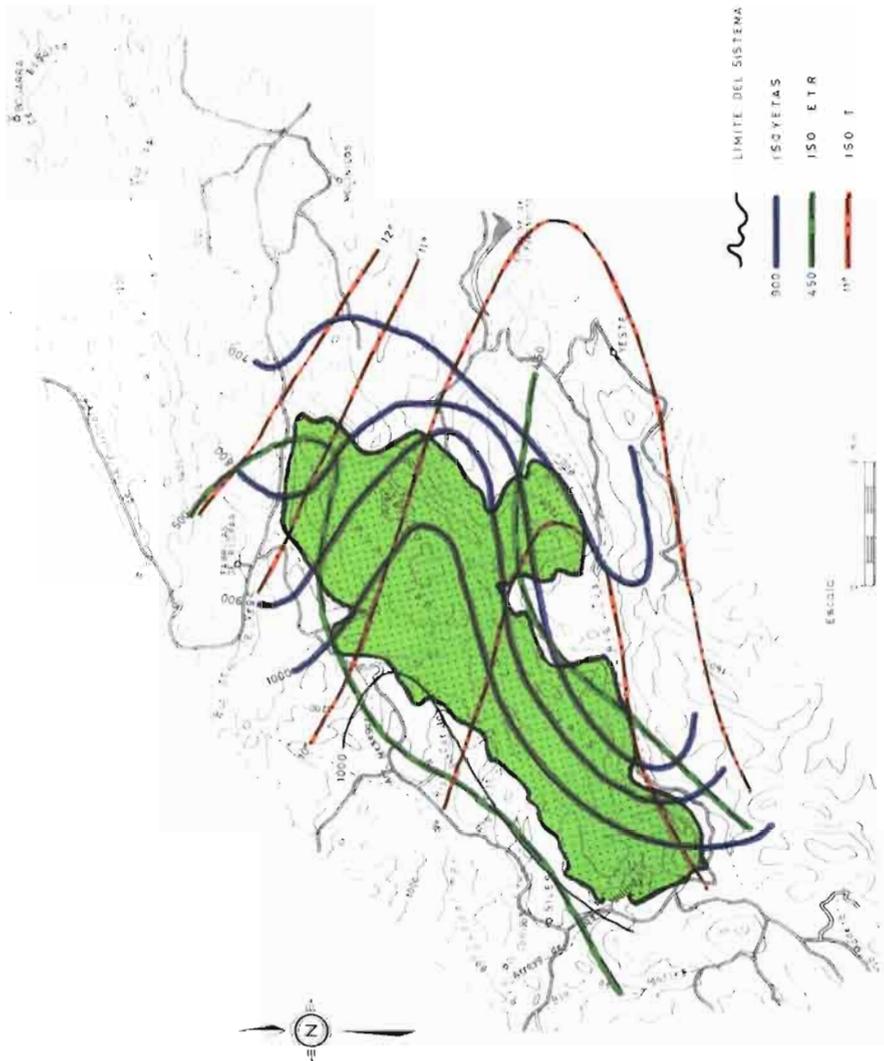


Figura 19. Mapa de isoyetas, iso ETR, y de iso T (1970-71) en el sistema hidrogeológico del Calar del Mundo.

4ª) En los dos años considerados ha nevado, concretamente en 1996 durante los meses de Febrero, Marzo, Noviembre y Diciembre (10 días), y en 1997 durante los meses de Enero y Diciembre (5 días). En ambos casos la nieve alcanzó un espesor próximo al metro en muchos lugares.

5ª) Los vientos dominantes son de procedencia Oeste; le siguen los del Este y en menor medida del Norte y no se manifiestan nunca los del Sur.

6ª) Existe escarcha en los meses de Febrero, Marzo, Abril, Noviembre y Diciembre; rocío en Mayo, Junio, Julio, Agosto, Septiembre y Octubre y niebla en Septiembre, Octubre y Noviembre.

4.5. SALIDAS

Las únicas salidas existentes en el acuífero son las pertenecientes a la escorrentía superficial y a la de los manantiales; éstas pertenecen a 10 subcuencas y fueron controladas en 6 estaciones hidrológicas (figura nº 20), entre las que figura la del C. del M. (fig. 21).

El valor de las salidas totales del sistema, en 1970-71, fueron del orden de los 70 hm³/año.

En el cuadro nº 1 pueden verse los valores de escorrentía total por subcuencas (Et) y sus correspondientes precipitaciones (Pt), así como estos mismos valores (Etx y Ptx) pertenecientes solo a la porción de subcuencas que entran dentro del acuífero del Calar del Mundo. Los coeficientes de escorrentía se han calculado por el cociente entre las escorrentías medidas en las estaciones de aforo de cada subcuenca y las precipitaciones caídas en éstas.

4.6. RECURSOS

Puesto que el acuífero está perfectamente definido, los recursos se deducen del valor de las entradas o bien de las salidas. En cualquiera de los dos casos se aproximan a los 70 hm³/año.

4.7. RESERVAS

Es éste un valor difícil de precisar, sobre todo si se tiene en cuenta el hecho de que existen tres rocas permeables superpuestas cuyas interrelaciones no se conocen con exactitud.

Sin embargo, e indirectamente se puede llegar a estimar un valor mínimo de reser-

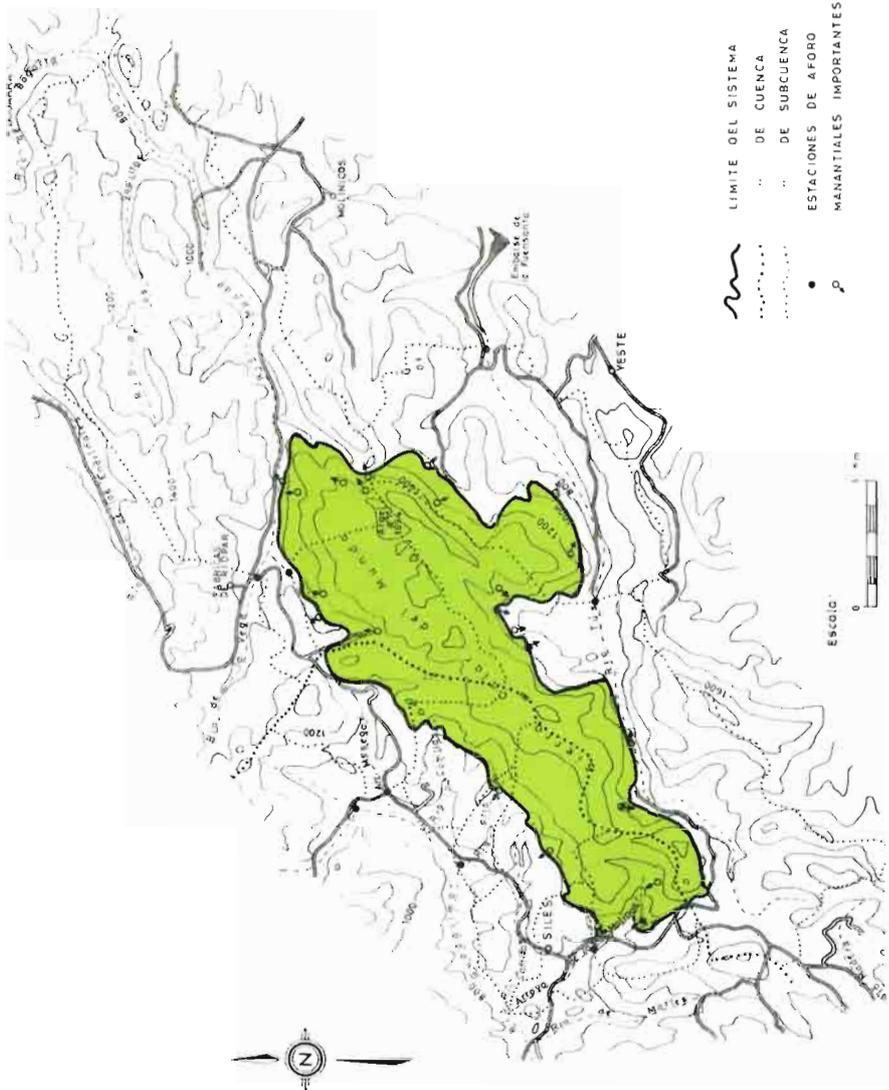


Figura 20. Mapa hidrográfico e hidrológico del sistema hidrogeológico del Calar del Mundo.

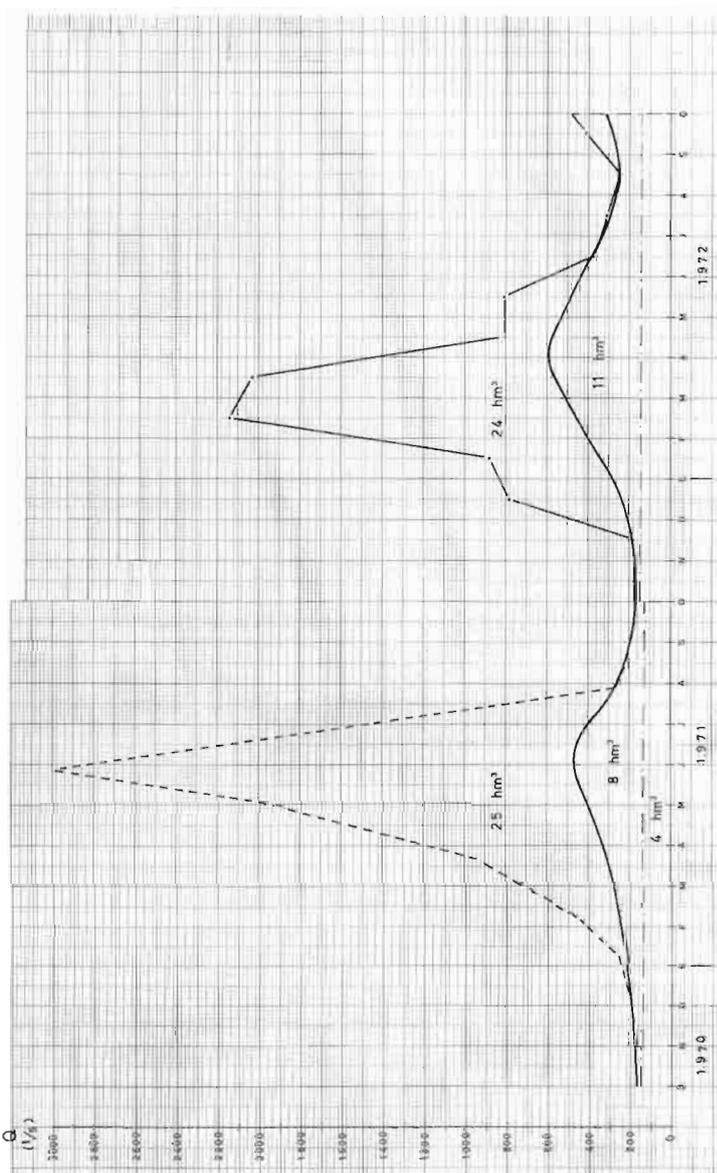


Figura 21. Hidrograma de la estación de aforo Calar del Mundo (años 1970/71 y 1971/72).

Subcuenca	Superficie Km ²	Precipitación (Pt) hm ² /año	Precipitación (Pt.) hm ² /año	Escoorrentía (Et) hm ² /año	Escoorrentía (Et.) hm ² /año	Coefic. escor.	Caudal especif. l/aq./Km ² (*)
Molino de Jarals	107	94	33,3	42	15	0,45	12,5
Puente Alfaro	75	149	15,2	62	6,4	0,42	25,6
Ayo. Los Molinos	19	20	11,8	7	4	0,35	18
Siles	11	11	0,85	?	0,3?	0,35?	?
Río Carrizas	30	30	13,5	?	6?	0,45?	?
Río Frío	7	7	1,2	12	2	1,71	53
Río Cotillas	19	26	10,3	?	4,6?	0,45?	?
Ayo. Mesegar	21	24	8,5	10	3,5	0,42	15
Río Mundo	29	28	25,5	25	22,7	0,89	27
Ayo. Las Quebradas	152	108	11,5	?	5,2?	0,45?	?

(*) El caudal específico resulta del cociente entre la escoorrentía total de la subcuenca y la superficie de la subcuenca.

$$Q \text{ especif.} = \frac{Et_t}{S}$$

Cuadro 1. *Escoorrentía total y por subcuencas en acuífero del Calar del Mundo.*

vas, concretamente las "gravitarias" o "dinámicas", que son las que se sitúan por encima del nivel de las fuentes, mediante el estudio de las curvas de vaciado; éste ha sido realizado minuciosamente por Rodríguez Estrella (1979) en su tesis doctoral, la que se puede consultar en el caso de que se quiera profundizar en el tema; en la presente ocasión solo se darán los principales resultados, ya que la exposición completa podría resultar árida y compleja. En la figura nº 22 puede verse la curva de vaciado y coeficientes de agotamiento en la estación de Calar del Mundo y en el cuadro nº 2 los valores de coeficiente de vaciado (α), caudales al principio del estiaje (Q_0) y reservas gravitarias (V) para cada una de las subcuencas. Según dicho cuadro, las reservas gravitarias totales del acuífero, ligadas a pequeñas fracturas, son de 46 hm³, y las ligadas a grandes fracturas, de un mínimo de 7 hm³, pues solo se pudieron calcular en cinco de las diez subcuencas; en total las reservas gravitarias se estiman en unos 60 hm³, de las cuales el 80% (V_2) corresponden a pequeñas fracturas, mientras que el 20% restante (V_1) pertenecen a grandes fisuras (en el caso de la subcuenca de Calar del Mundo los valores calculados fueron del 95% y 5%, respectivamente, lo que indica que los volúmenes ligados a grandes fisuras se vacían prácticamente en su totalidad en un corto espacio de tiempo).

Las reservas permanentes, es decir aquellas que se sitúan por debajo del nivel de

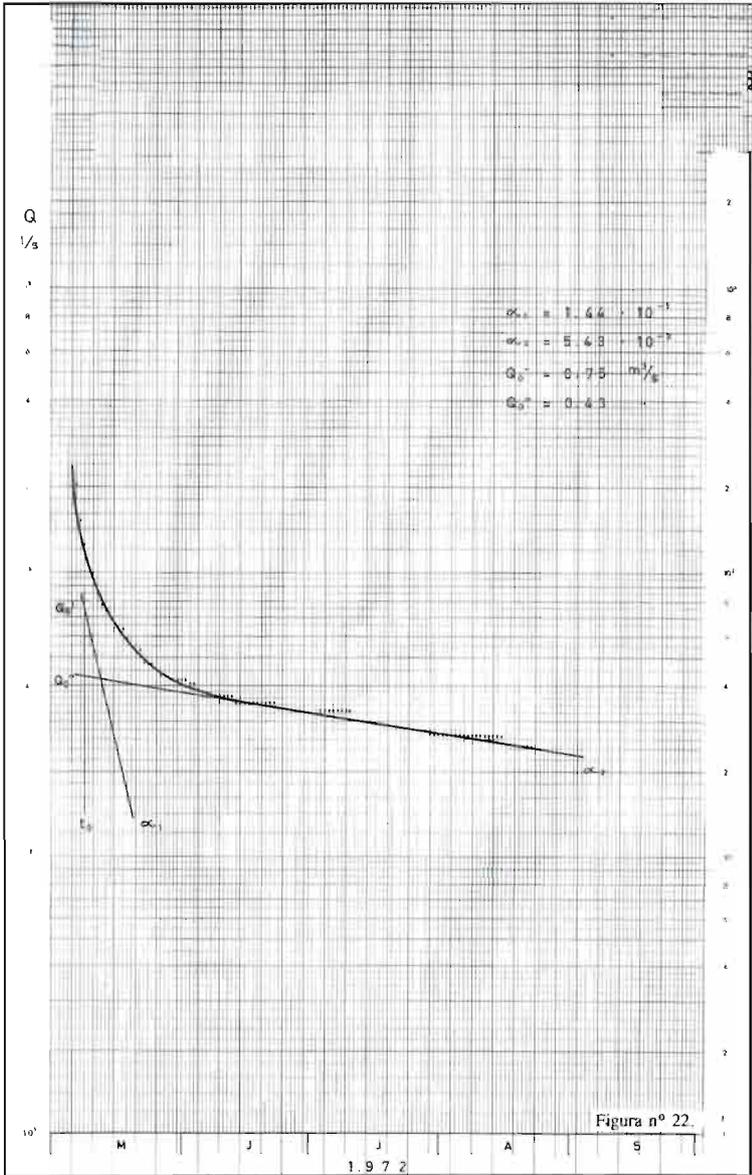


Figura 22. Curva de vaciado y coeficientes de agotamiento en la estación de aforo Calar del Mundo (año 1970/71).

Subcuenca	Estación	O. princip. estiaje		Coeficiente vaciado		Reservas gravitarias			%	
		Q _{o'}	Q _{o''}	α_1	α_2	V ₁	V ₂	V	V ₁	V ₂
Molino Jarals	Molino Jarals	2,4	1,15	$6,97 \cdot 10^{-3}$	$7,94 \cdot 10^{-2}$	2,9	12,5	15,4	81	19
Puente Alfaro	Puente Alfaro	2,5	1,23	$7,93 \cdot 10^{-2}$	$1,02 \cdot 10^{-2}$	2,7	10,4	13,1	79,4	20,6
Ayo. Molinos	Peña Olivar	?	0,5	?	$2 \cdot 10^{-2}$?	2,2	2,2	—	—
Siles		?	0,04 ?	?	$2 \cdot 10^{-2}$?	?	0,2	0,2	—	—
Río Carrizas		?	0,31 ?	?	$1,16 \cdot 10^{-2}$?	?	2,3	2,3	—	—
Río Frío	Cotillas	0,85	0,30	$1,15 \cdot 10^{-1}$	$1,16 \cdot 10^{-2}$	0,6	2,8	3,4	82	18
Río Cotillas		?	0,09 ?	?	$1,18 \cdot 10^{-2}$?	?	0,6	0,6	—	—
Ayo. Mesegar	Alameda	0,75	0,36	$8,52 \cdot 10^{-2}$	$1,19 \cdot 10^{-2}$	0,7	2,6	3,3	78,8	21,2
Río Mundo	Calar Mundo	0,75	0,43	$1,44 \cdot 10^{-1}$	$5,43 \cdot 10^{-2}$	0,4	6,8	7,2	94,4	5,6
Arroyo Las Quebradas		?	0,36 ?	?	$5,43 \cdot 10^{-2}$?	?	5,7	5,7	—	—

Cuadro 2. Reservas gravitarias totales y por subcuencas en el acuífero del Calar del Mundo.

los manantiales, se han estimado (solo para el Cenomaniense inferior-medio) mediante métodos exclusivamente geológicos (cortes, mapas de isopacas, isohipsas, etc.) en 540 hm³ y por tanto las totales superarían, lógicamente, los 600 hm³.

4.8. HIDRÁULICA SUBTERRÁNEA

De acuerdo con el estudio de vaciado llevado a cabo, se han encontrado valores de difusividad comprendidos entre 2000 y 7000 m²/h y de transmisividad entre 85 y 280 m²/h, para escorrentía laminar, y de hasta 5550 m²/h, ligada a grandes fracturas. (Para más información ver la tesis doctoral de Rodríguez Estrella, 1979).

4.9. HIDROQUÍMICA

Todas las aguas del Calar del Mundo pertenecen al mismo tipo de facies hidroquímica, bicarbonatadas cálcico-magnésicas y presentan un residuo seco de 124 a 333 mg/l; el pH es claramente alcalino y oscila entre 7,4 y 8,25.

A pesar de esta gran homogeneidad, si se mira con detalle el tema, se observa que:

1º) El contenido en Ca va disminuyendo de los manantiales ligados al Senoniense inferior (predominio de calizas) a los relacionados con el Cenomaniense inferior-

medio (fundamentalmente dolomíticos). El hecho de que las fuentes ligadas al tramo 5 del Senoniense inferior presenten un relativamente elevado contenido en Mg, viene explicado por la presencia de niveles dolomíticos en sus series. Por otro lado, el que las fuentes ligadas al Turoniense, cuya litología es exclusivamente de dolomías, presenten un contenido en Ca de hasta el 64 %, viene explicado por la frecuente interconexión hidráulica entre estas rocas dolomíticas y las calizas del Senoniense inferior, como ya se puso de manifiesto en los apartados de piezometría y de escorrentía. Por último, los manantiales ligados al Cenomaniense inferior-medio dolomítico son los que mayor contenido en Mg tienen.

2º) Aunque el contenido en residuo seco es muy pequeño, como ya se ha dicho, se observa que éste es mayor en los manantiales ligados al acuífero superior del Senoniense inferior, por la influencia de los animales (existe ganado bovino en la Cañada de los Mojones) y de las plantas, pero sobre todo porque en la parte superior de las calizas se sitúa la zona I (dominio de los lapiaces, dolinas y simas) de gran poder de absorción y en consecuencia no da tiempo de que el agua subterránea se vaya "purificando" por la acción filtrante que poseen las rocas de porosidad primaria. Por esta razón, el agua de los manantiales ligados al Turoniense tienen un menor contenido en residuo seco y en consecuencia son de mejor calidad química. Sin embargo, los manantiales relacionados con las dolomías del Cenomaniense inferior-medio no son los de mejor calidad como cabría esperar, sino los de "menos buena", debido a la influencia que ejercen los materiales yesíferos y carbonados de la facies "Utrillas".

En la figura nº 23 pueden verse tres diagramas de Piper correspondientes a los manantiales pertenecientes al Cenomaniense inferior-medio, al Turoniense y al Senoniense inferior.

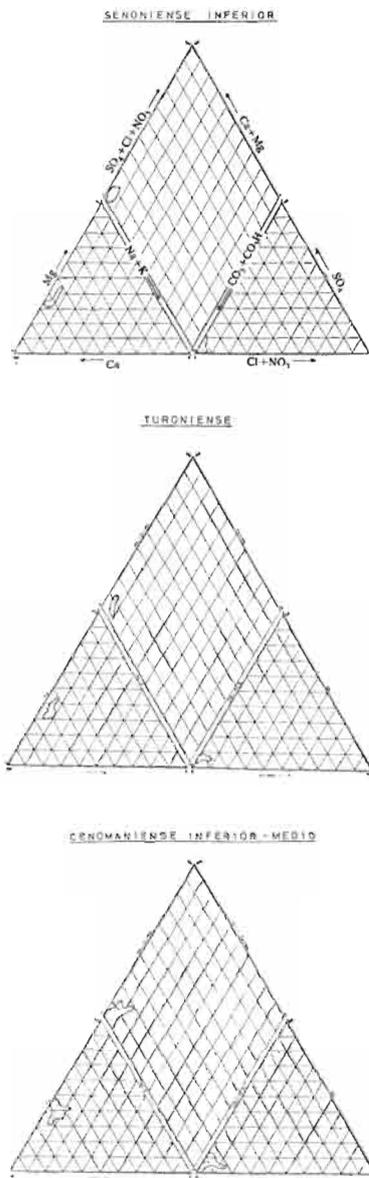


Figura 23. Diagramas de Piper, según rocas permeables, en el Calar del Mundo.

5. GEOHIDROESPELEOLOGÍA

Hemos introducido este término para el presente capítulo, a pesar de ser enrevesado, porque en él se pretende aunar tres disciplinas (Geología, Hidrogeología y Espeleología) en una sola, ya que las tres están interrelacionadas (aunque las investigaciones, sobre todo de las dos últimas, se hayan venido desarrollando por separado). En efecto, de las características litológicas y estructurales de una roca dependerá si ésta constituye acuífero o no; y por otro lado, en una roca carbonatada fracturada va a circular el agua según unos conductos kársticos preferenciales (condicionados por la tectónica), que constituyen las cuevas que exploran los espeleólogos.

5.1. FORMAS KÁRSTICAS DE SUPERFICIE

Siguiendo la clasificación de Llopis Lladó (1.970) para las formas de relieve, éstas se dividen en : Formas de absorción, Formas de conducción o circulación y Formas de emisión o emergencias. Por considerar que las formas de conducción o circulación no constituyen formas de superficie, además de creer que forman por sí solas un tema apasionante, se describirán en capítulo aparte.

5.1.1. Formas de absorción

El estudio del exokarst del Calar del Mundo, ha sido estudiado por López Bermúdez (1974) y por Rodríguez Estrella (1976 y 1979) y son numerosas las formas de absorción observadas; éstas a su vez se van a dividir en formas cerradas y formas abiertas (figura nº 24).

A) Formas cerradas

Lapiaces. Son las formas más sencillas de exokarstificación. Se muestran bajo formas de fisuras, acanaladuras, orificios tubulares, formas aborregadas, cavidades, crestas, estrías y "nidos de abeja". La causa de estos resultados es la acción combinada de los procesos de arroyada, crioclasticidad y acción de los ácidos húmicos.

Hay que destacar el lapiaz entrecruzado existente en el sector NO del Calar, ligado a zonas de cierta pendiente.

Se da conjuntamente megalapiaz y microlapiaz, pasando por un lapiaz intermedio, que es el más frecuente.

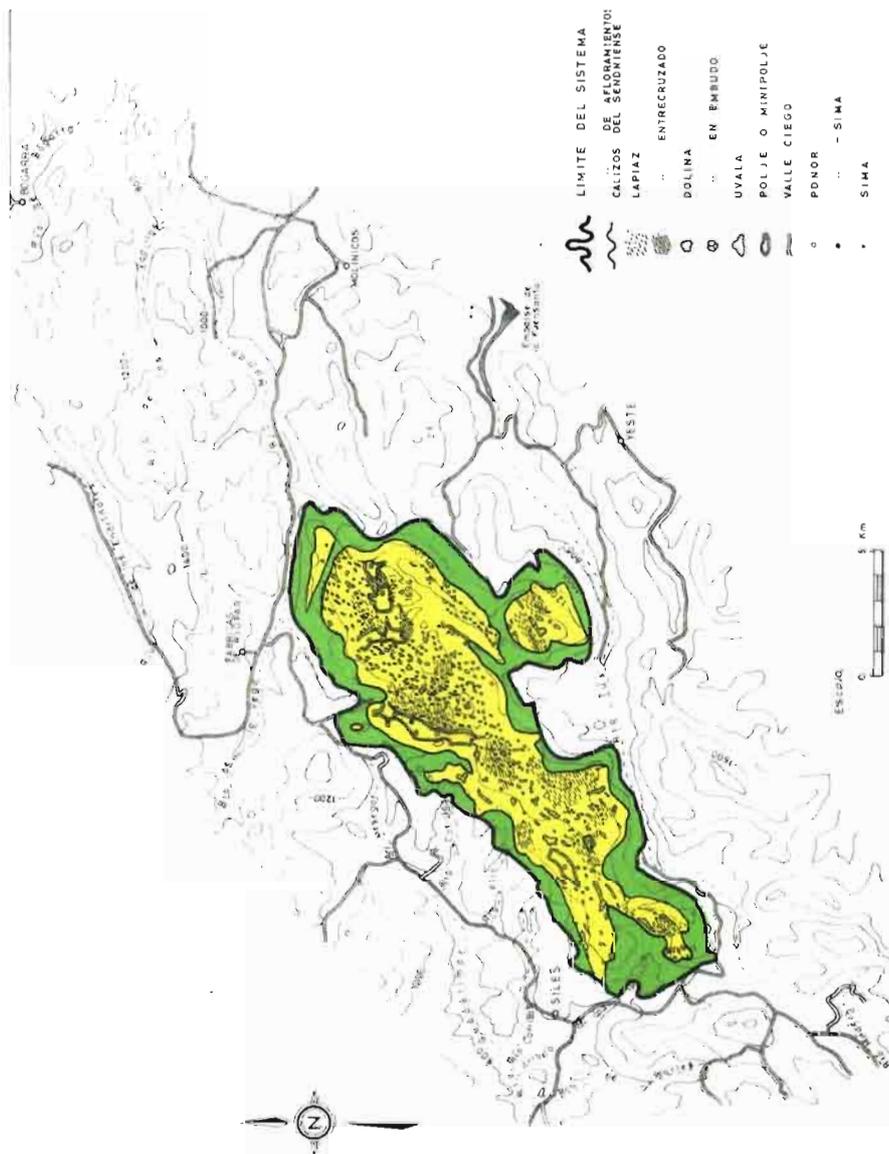


Figura 24. Morfología del exokarst del Calar del Mundo. López Bermúdez (1974) y Rodríguez Estrella (1976).

Dolinas. Son las formas más frecuentes en el Calar y existen más de 1000 en superficie. Se dan dos tipos de dolinas:

Dolinas estructurales. Los mejores ejemplos se dan en la vertiente NO de la Cañada de los Mojones.

Presentan una gran disimetría en sus bordes (uno de los bordes es muy escarpado) y tienen formas elipsoidales.

Se suelen encontrar alineadas con fracturas importantes.

Dolinas de valle. Se encuentran en los valles y pertenecen al tipo de "artesa". En su fondo siempre existe "terra rossa".

Uvalas. Resultan de una evolución, mayor en superficie que en profundidad, de las dolinas.

Muchas de ellas, como las uvalas del Cjo. de los Pocicos, Fuente del Buitre y Fuente de la Media Fanega, alcanzan dimensiones importantes, presentan ponors o sumideros y algunos de sus contactos están condicionados por fracturas, por lo que en cuanto a génesis se refiere se pueden considerar más como pequeños poljés (Cvijic, 1918), que como uvalas, aunque el límite dimensional de 2 km no sea alcanzado.

Poljés. Son las formas superficiales más evolucionadas y de mayor tamaño y vienen relacionadas generalmente con fallas normales.

Se han registrado, en el seno del Calar, tres poljés importantes.

El mayor de ellos es el poljé de la Cañada de los Mojones, con 4 km de longitud y 700 m de anchura máxima. En su seno existen 2 ponors y 2 ponors-sima. Es un poljé seco en el que se han producido dos fenómenos importantes de captura. Tectónicamente viene relacionado con una fosa tectónica y en su bloque hundido existen rocas permeables del tramo 5 del Senoniense inferior, de ahí que este poljé no se inunde nunca y sí constituya una importante zona de absorción con cuatro ponors.

Otro de los poljés es el de la Fuente del Espino de 2 km de longitud por 600 m de anchura máxima. Existe en él un fenómeno de captura. Es un poljé inundado recurrentemente, debido a que en su base afloran las dolomías arcillosas y arcillas dolomíticas del tramo 4 del Senoniense inferior, por la acción de fallas normales que constituyen un horst tectónico. La fuente del Espino o más conocida como el "pozo de la Bomba" es típicamente de "trop plein" y una vez recorridos superficialmente sus aguas 600 m se internan en su totalidad en un poner-sima que conecta con la fuente Arroyo de los Molinos a través de fallas. En los períodos de grandes lluvias, la lámina de agua próximo al sumidero llega a alcanzar varios metros de altura; ocurre un fenómeno curioso y es que tras un fenómeno de estancamiento que puede durar algunos días, el agua es absorbida rápidamente por el sumidero, dando la sensación de que se hubiese destapado el "tapón" que provocaba la inundación del poljé. Este fenómeno puede ser debido a que efectivamente la boca del sumidero esté obstruida la mayor parte del año, como consecuencia del fango y piedras que afluyen a él en la última fase del desagüe del



Foto 30. Foto aérea del exokart (dolinas, uvalas y poljes) del Calar del Mundo, entre las fuentes de los Chorros y El Espino: obsérvese la falla normal que condiciona la existencia de esta última surgencia.

poljé, pero que por presión hidrostática del agua que se almacena encima del sumidero, éste se abre en un momento determinado.

Por último, en el extremo SO del Calar existe otro poljé, el de La Laguna, cuyas dimensiones son 2500 m de largo por 800 m de ancho. Se trata de un poljé inundado



Foto 31. *Lapiaz en "nidos de abeja"*.



Foto 32. *Lapiaz entrecruzado*.



Foto 33. *Lapiaz en "nidos de abeja"*.



Foto 34. *Lapiaz con "formas aborregadas"*.



Foto 35. *Dolina tipo embudo.*



Foto 36. *Dolina tipo artesa.*

recurrentemente, ligado a una fosa tectónica, en cuyo bloque hundido afloran las dolomías arcillosas y arcillas dolomíticas del tramo 6 del Senoniense inferior y las arcillas del Plioceno. Se observa en su seno un pequeño "hum", o islote rocoso, y un ponorsima.

Todos estos poljés tienen un origen tectónico y su altitud media es de 1300 m.s.n.m., evidentemente superior a los 1000 m que presentan los poljés típicamente mediterráneos.

Valles ciegos. Existen valles ciegos en el Arroyo de Tús y a 1,5 km al E. del Cjo. del Pocico. Ambos valles ciegos aprovechan el trazado de sendas fallas.

B) Formas abiertas

Simas. Entre las más importantes figuran las del Pisto, Las Simas, dos ponors-sima del poljé de La Cañada de los Mojones, Sima del Guarda y Sima 21.

Ponors. Destacan entre otros los dos del poljé de la Cañada de los Mojones; uno en el poljé de la Fuente del Espino, uno en el poljé de la Laguna, uno en la uvala de la Media Fanega, uno en la uvala del Buitre, uno en la uvala del Cjo. del Pocico y uno en el puntal de Moropeche.

Cuevas. La mayoría de las simas mencionadas, dan lugar en profundidad a cuevas. Las más importantes conocidas son la de Los Chorros, La Pedorrilla, El Farallón, Bco. de los Pinos, Camino y Sima 21. Por su importancia, de ellas nos ocuparemos en un apartado específico.

5.1.2. Formas de emisión

Se han inventariado 144 fuentes en el Calar del Mundo y éstas, según su importancia, se pueden dividir en: surgencias y exsurgencias; las primeras son emergencias de alimentación alóctona, de pequeño caudal y de tipo intermitente y las segundas proceden de aguas colectoras del aparato kárstico, presentan un caudal importante (aunque fluctuante) y pertenecen al tipo de permanentes.

Las surgencias son como producto de una diaclasa que actúa como colectora de agua y que escurre por la superficie de los estratos que corta la diaclasa; existen más de 110 manantiales de este tipo con caudales inferiores a los 10 l/s, y cuyas cotas de salida son diferentes de unos a otros, aunque siempre salen en contacto permeable-impermeable (fuentes en "diversiment"); se trata de surgencias suspendidas o colgadas.

Existen unas 30 exsurgencias y de éstas la más importante es la de la Cueva de los Chorros, que cuando "revienta" la cueva salen por ella hasta 60.000 l/s; otras exsurgencias son las fuentes de Arroyo Frío (150 l/s), Arroyo del Molino (150 l/s), Arroyo Frío de Raspilla (120 l/s), San Agustín (100 l/s), Catarraya (100 l/s), etc.



Foto 37. *Laguna de Siles en el polje del mismo nombre (enero 1998).*



Foto 38. *Ponor en el fondo de una dolina que afecta a la "terra rossa".*

Otro tipo de emergencias es el de "trop-plein" que salen cuando "revientan", como vulgarmente se dice, y que lo hacen después de las lluvias fuertes o intensas nieves. A este tipo corresponden la fuente del Espino o "pozo de la Bomba" (2334-20016), fuente del Buitre (2334-20024) y fuente de la Media Fanega (2334-20025); existen también fuentes de "trop-plein" en el interior de la Cueva de los Chorros. Todas estas fuentes salen en contacto entre los colectores kársticos saturados y un acuícludo lateral, por acción de fallas.

5.2. CAVIDADES SUBTERRÁNEAS

La infiltración en superficie y la posterior circulación en profundidad, viene condicionada por las fracturas existentes en las calizas del Cretácico superior y por los planos de estratificación, de ahí que la circulación se verifique en forma típica de línea quebrada en la Zona III de Cvíjic y que las cuevas se asienten en calizas del Senoniense inferior y excepcionalmente en las dolomías del Turoniense.

En el artículo de Plá Salvador, publicado en la revista Lapiaz (1987), aparecen descritas las principales cavidades existentes y catalogadas las 57 que se han encontrado en la superficie del Calar del Mundo (figura nº 25). Cabe destacar las Cuevas de los Chorros, la Pedorrilla, el Farallón, Barranco de los Pinos (nº 4), Cueva del Camino (nº 14) y Sima nº 21.

A continuación se van a describir solo las principales, siguiendo literalmente, en los cuatro primeros apartados de cada una de ellas (localización, antecedentes, acceso a la cavidad y descripción topográfica y morfológica) el texto de la referida publicación de Plá Salvador; las figuras que se adjuntan, correspondientes a estas cavidades, han sido extraídas, igualmente, de dicho artículo, salvo la Pedorrilla que se tomó del Club Avenc.

5.2.1. Cuevas de los Chorros

5.2.1.1. *Localización y generalidades*

Término municipal: Riopar (Albacete).

Lugar: Valle de las Truchas, Calar del Mundo.

Cuenca hidrográfica: Río Segura (Río Mundo).

Recorrido total topografiado: 14.597 m.

Recorrido total explorado: 20.000 m con múltiples incógnitas.

Desnivel: 160 m.

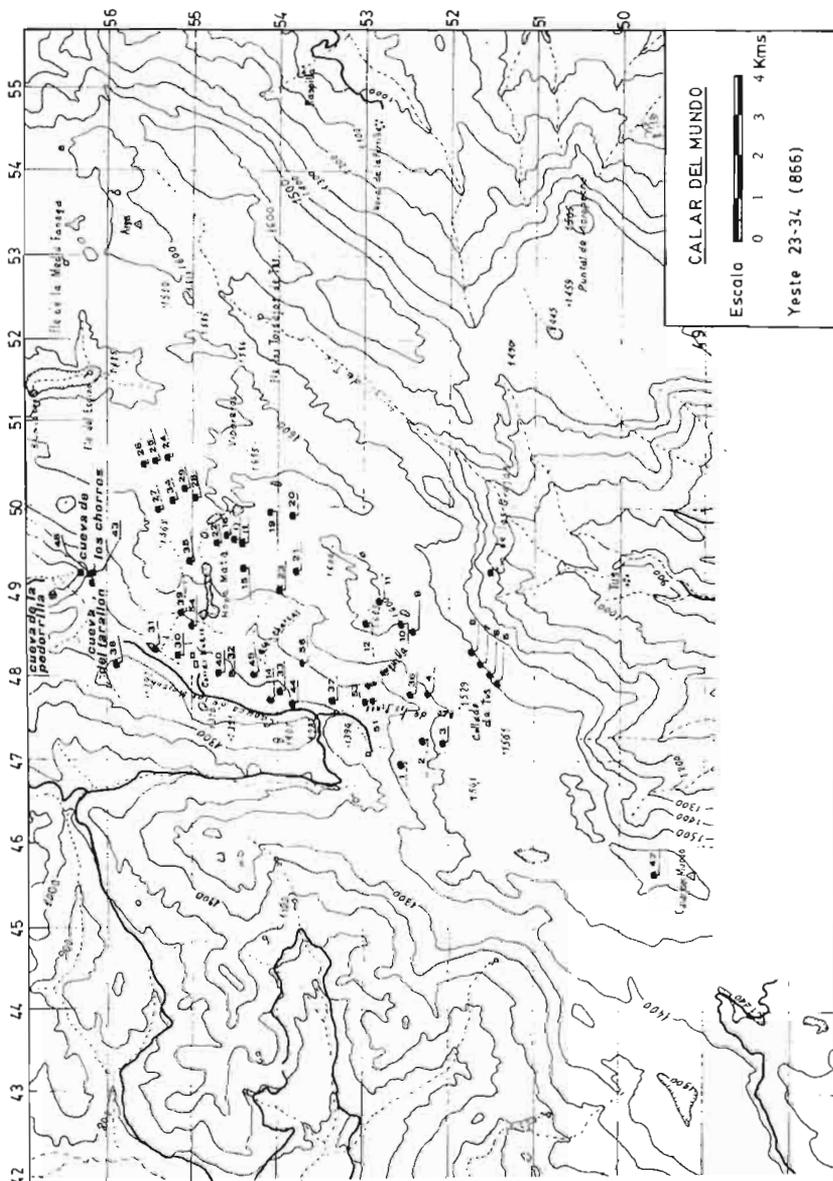


Figura 25. Cavidades catalogadas en la superficie del Calar del Mundo.

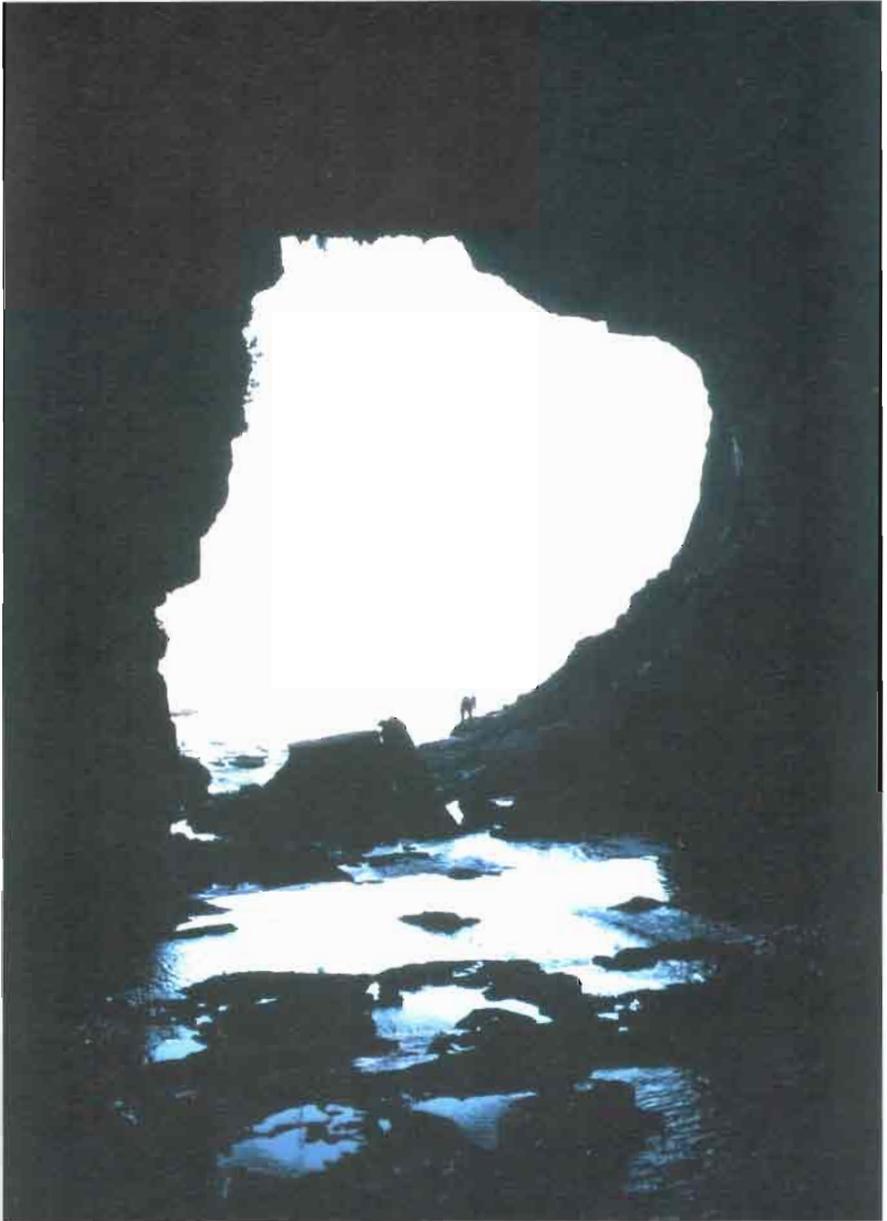


Foto 39. *Boca de la Cueva de los Choros.*

Localización en el plano: Hoja 866 (23-34), con coordenadas U.T.M. X=549,250; Y=4256,300 y a 1.122 m s.n.m.

5.2.1.2. *Antecedentes*

Es la más importante conocida en el Calar del Mundo y fue explorada por primera vez por el Grupo SPEOS de Alcoy en 1965.

5.2.1.3. *Acceso a la cavidad*

Situados en la cabecera del Valle de las Truchas, hay que tomar una senda que partiendo de la ladera derecha del mismo sigue zigzagueante superando unos 220 metros de desnivel muy pronunciado, para alcanzar la parte alta de un pedregal de gran desnivel. Una vez alcanzado el extremo superior del mismo, se inicia una senda a través de una cornisa, a media altura del gran cortado que enmarca la cabecera del valle, planeando en dirección a la cueva que se encuentra en una cota algo más baja, invirtiendo desde la explanada una hora aproximadamente.

La boca se abre a un tercio de altura sobre el enorme acantilado y en su parte más profunda, alcanzando unos 15 metros de anchura por cerca de 25 m de altura, de la que sale un río subterráneo, que se precipita en una cascada de 80 metros de altura, formando el nacimiento del Río Mundo.

5.2.1.4. *Descripción topográfica y morfológica* (Figura nº 26)

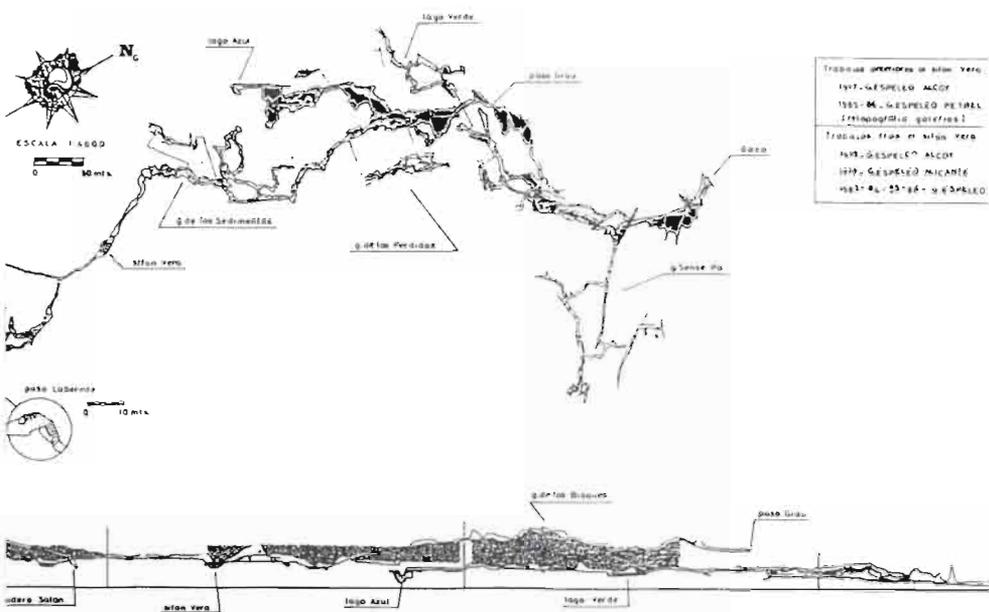
Lo extenso de su recorrido, no nos permite entrar en detalles, por lo que nuestra descripción será orientativa, con el fin de dar una idea global de la cavidad.

Al entrar en la cueva nos encontramos con una amplia galería orientada al Sur, por donde circula el río, ésta se tuerce unos 50° al Oeste alcanzando tras los primeros 300 metros la Sala Cornelio Richart, en donde se divide la cueva en dos brazos, uno al SSE por la Vía Sense Pa y el otro al ESE, por la Vía Principal. En el tramo en cuestión se observa una fuerte erosión, quedando ubicada la galería entre calizas y dolomías, observándose planos de estratificación sobre el techo y algún tramo de falla, así como algunos fenómenos clásticos.

Sobre esta galería, denominada C.E. Alcoy, se desarrolla una red cavernaria de medianas dimensiones ubicada principalmente entre fallas, con morfología típicamente freática.

La Vía Sense Pa, con un recorrido de casi 350 metros, queda emplazada en una

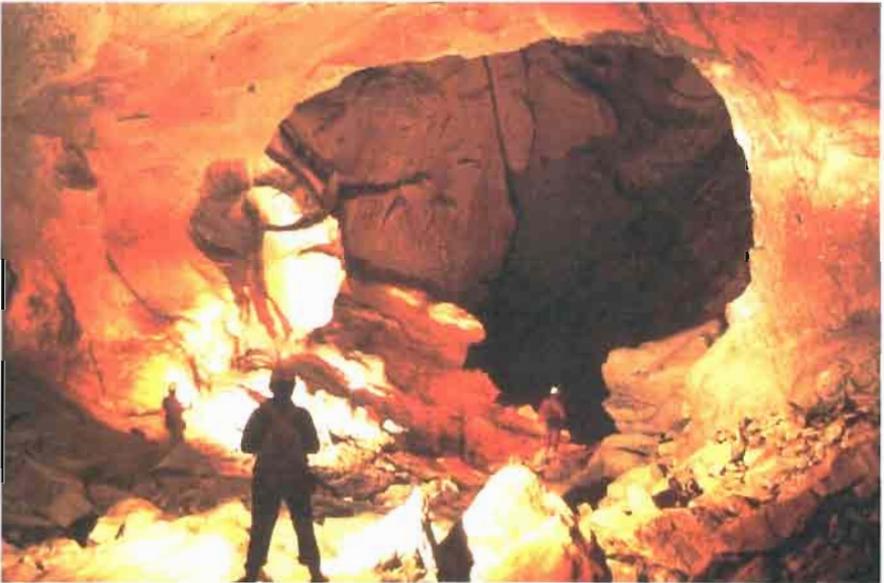
CHORROS RIOPAR (ALBACETE)



lleva al Salto del Diablo, a unos 2,50 metros sobre el río, debiendo saltar nuevamente el río para alcanzar la pared izquierda, en cuyo punto, otra cornisa descendente nos llevará a la Sala de la Pértiga y lago del mismo nombre. El tramo recorrido es de grandes dimensiones, alcanzando alturas de 3 a 15 metros. Su morfología es típicamente freática, observándose una erosión potente en sentido vertical, con calizas en los techos y dolomías en la base.

Para alcanzar la parte alta de la Pértiga, por donde prosigue la vía principal, debemos escalar la pared NE por una canal, rodeando la sala por su parte superior hasta alcanzar la pared O sobre el lago, operación que encierra dificultades y riesgo. En este punto se puede colocar una escalerilla de 5 metros con el fin de evitar el riesgo al resto del equipo.

Situados ya sobre la Pértiga, se abre un tubo a presión que da entrada a la Galería Seca, estrangulada en su parte central, de unos 55 metros de recorrido, en la que predomina la arcilla, los bloques de forma laminar y una potente corrosión, con anchuras de 3 a 5 metros y alturas de 2 a 3 metros. Al final de la Galería Seca volvemos a encontrarnos con el río que dejamos en la Pértiga, habiendo pasado sobre un amplio sifón que une ambas partes a través del Lago de la Pértiga.



Fotos 40 y 41. *Cueva de los Chorros.*

Frente al balcón que da al río podemos proseguir escalando la pared para alcanzar una pequeña plataforma altamente corroída, siguiendo en sentido ascendente por la pared frontal a través de una especie de canal que nos conduce a la base de la sima que da acceso a una vía superior, por la que proseguiremos.

De nuevo en la plataforma anterior y descendiendo al río, podemos seguir por una amplia galería, en la que la presencia de grandes marmitas dificulta el progreso, a no ser que se lleve neopreno o bote neumático. Las galerías del río nos llevan a la Sala del Campamento a través del Paso 7 de Abril y, a la Sala de la Fuente, para lo cual debemos cruzar a nado o en bote dos amplios tramos. Estas galerías presentan amplias dimensiones, alcanzando anchuras de 2 a 5 metros y alturas de hasta 7 metros. Su morfología queda reducida a una fuerte erosión a lo largo de los casi 200 metros de su recorrido en dirección ESE, ubicándose toda ella en dolomías.

De nuevo en la base de la sima de acceso a las galerías superiores, denominado Paso del 16 de Agosto, escaltaremos unos 3 metros de pared para alcanzar la galería superior, por la que seguiremos nuestra descripción, debiendo anclar una escalerilla de unos 5 metros.

La Vía Superior, desde su acceso hasta la Sala del Campamento, presenta un recorrido de unos 80 metros, alcanzando alturas del orden de los 10 metros y anchuras de 2 a 5 metros. A través del techo y la pared izquierda se abren bifurcaciones que nos llevan a la Vía de las Perlas o que se unen entre sí formando anillos. A mitad del tramo, aproximadamente, se abre una plataforma a la derecha en la que se observa abundante concreción y degoteo; este punto se denomina La Colada y da paso a las Vías de Chopo, Diaclasas y Pas Grau o Nou Pas. Este punto, junto con la Sala del Campamento, forma la denominada Zona de Confluencia de Direcciones, ya que desde aquí podemos escoger cualquier vía, a las que tenemos acceso directo.

Siguiendo por la Sala del Campamento en dirección ESE, se encuentra el Paso del 7 de Abril que da acceso a través de una sima de 4 metros al río. Sobrepasando la sima nos encontramos con el Lago Estático Inferior, al que le sigue la Sala del Cocodrilo, la Sala de la Fuente y el Lago Largo. Las características de este segundo tramo de la Vía Superior cambia radicalmente de una morfología freática a una morfología tectónica, en la que la erosión se ve presente y muy activa. Sus alturas y anchuras varían constantemente, formando salas de amplias dimensiones que alternan con pasos reducidos.

La Sala de la Fuente presenta procesos corrosivos y clásticos, observándose así mismo varios pendants. En su extremo ESE se abre el Lago Largo, de unos 50 metros de recorrido, que tras un sifón se une con el Lago Benjamín. A mitad de la Sala de la Fuente y a su izquierda, entre el techo y la pared, se abre una unión con la Vía Chopo, que procedente de la Sala de la Colada se dirige hacia la Sala de Albacete. Esta vía, de variadas dimensiones, tiene un recorrido de 250 metros, encontrándonos con anchuras de 2 metros y alturas de hasta 3 metros que se alternan con estrechos pasos de no más de 40 cm, gateras, laminadores, etc. Su morfología varía mucho, encontrando zonas de



Foto 42. *Cueva de los Chorros.*



Foto 43. *Cueva de los Chorros.*

erosión, y otras prácticamente seniles. Al final de la vía se abre el Lago Chopo, que ocupa todo un corredor, dando estrada a una serie de fallas estrechas en las que se observa una fuerte actividad hídrica proveniente de un drenaje muy directo y de considerable caudal.

De nuevo en la Sala de la Fuente, y siguiendo las galerías que a partir de este punto toman dirección E. a través de la Vía de la Negror, recorremos un tramo de unos 190 metros, excavado totalmente en roca dolomítica, de paredes negras punzantes, con enormes pendants, que zigzaguea en un fácil tramo para el espeleólogo, con una anchura media de 3 metros y alturas que oscilan entre los 2,5 y 5 metros.

El tramo descrito es prácticamente un tubo freático de amplias dimensiones, observándose en algunos puntos cruces de fallas por las que penetran aportes hídricos más o menos importantes. Todo este tramo y parte de la Sala de la Fuente queda bajo las aguas durante las avalanchas del río, volviendo al cauce del mismo a través de una amplia falla que une éste con la parte ONO de dicha sala.

Al final de la Galería de la Negror nos encontramos con el Lago Verde ubicado en una sala de unos 60 m de recorrido con profundidades de hasta 8 metros y alturas de 6 metros a partir del nivel del agua. A su entrada, por el embarcadero del Lago Verde y en dirección NE entramos a la Sala de Albacete, de amplias dimensiones, en la que en 1966 se montó un campamento con 3 tiendas y cocina. La sala sigue la dirección NE formando una amplia plataforma de 8 metros de anchura y 30 de larga. En su extremo NE se abre la unión con la Vía Chopo y la Sala del Pato y Lago Benjamín. Así mismo, por la parte alta de su extremo NE se abre una estrecha grieta que une esta sala con la Galería F.V.M.

Siguiendo el Lago Verde por su extremo SE, el techo baja hasta formar un estrecho túnel de no más de un metro de anchura por 0,80 metros de altura y 2 de largo, denominado Paso Pla, que da entrada al Lago Escondido, de unos 12 metros de diámetro, 6 de profundidad y una altura de unos 8 metros desde el agua. Frente a la entrada del lago, se encuentra el acceso a la Sala de la Cascada de Cristal, debiendo escalar unos 2 metros por un canal con cierta dificultad.

Tras este paso se encuentra una sala de unos 60 metros de larga por 10 de ancha y más de 12 metros de altura, de paredes lisas y morfología freática. Al fondo se encuentra una gran colada proveniente de las vías altas de la zona y concretamente de la Vía del Bany de María y Laberinto Cerrada. Tras pasar por la parte alta de la colada se abre otra gran sala de roca negra y erosionada. A la izquierda en dirección SE, una cornisa da paso a la Vía del Bany de María, remontando dicha cornisa, mientras que al fondo de la sala, en dirección SO, se abre la Vía del Río Blanco y Lago Azul.

La Vía del Lago Azul tiene un recorrido de unos 350 metros y su dirección media es SSO. En general las galerías son amplías, comunicando con el Laberinto Sec en varios puntos. La presencia de abundante agua forma en su suelo una gruesa capa de carbonato cálcico de inmaculada blancura, que contrasta con el negro azabache de sus

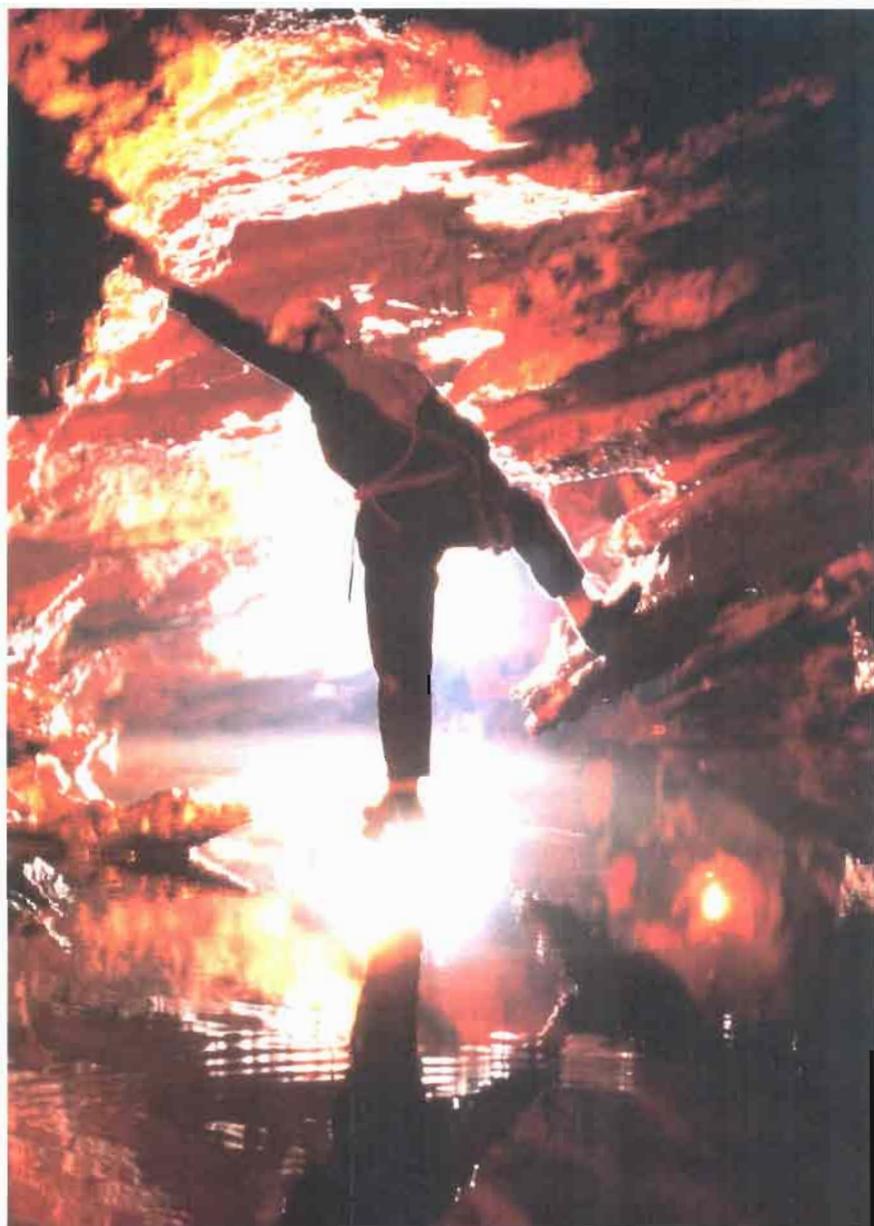


Foto 44. *Cueva de los Chorros.*



Foto 45. *Cueva de los Chorros.*

paredes, lo que le da el nombre de Río Blanco, formado por la sucesión de amplios gourgs. Su morfología freática presenta abundantes pendants, una roca lisa y proliferación de golpes de gubia en todo su recorrido. En su trayecto se encuentra el Lago dels Aluvions que inunda toda la galería principal, el Gran Gourg, de 10 metros de anchura por 30 de recorrido y el Lago Azul, de enorme profundidad con el Sifó Negre.

El Laberinto Sec es una red de galerías fangosas, cuyas dimensiones oscilan entre los 80 cm de anchura por 3 de altura y los 2 metros de anchura por 1 de altura. Este Laberinto, ubicado en una zona reticular de morfología también freática, no está detenidamente explorado, existiendo un paso que comunica con la Galería Fang, no topografiado, habiéndose explorado en una de las últimas expediciones alcoyanas, en las que se descubrieron varios ramales vírgenes, presumiendo que debe existir una amplia red totalmente inédita.

De nuevo al pie de la cornisa antes mencionada que da paso al Bany de María y Laberinto Cerrada, ascendemos unos 3 metros por la pared que presenta forma de terraza o balcón. Tras pasar un laminador de techo muy bajo, nos encontramos al pie de una diaclasa cerrada al E y abierta en un gran balcón a la Sala de la Cascada de Cristal, al O. Ascendiendo en vertical, en oposición, alcanzamos a los 4 metros una galería ascendente con dirección ESE, de 1 a 2 metros de anchura por 2 a 3 metros de altura. A unos 15 metros se abre una comunicación con el Río Blanco por la derecha y a unos 40



Foto 46. *Cueva de los Chorros.*



Foto 47. *Cueva de los Chorros.*

metros se encuentra la entrada al laberinto del Bany de María y de Cerrada. Siguiendo por el segundo a la izquierda, en dirección NNE, nos encontramos con un tramo de unos 70 metros, al final de los cuales se abre la unión con las galerías altas de la Vía del Pas Grau. Así mismo este tramo, por su parte superior, comunica con la Sala del Pato y con el Bany de María a través de tubos de presión, en los que la corrosión ha tenido un papel muy importante en su evolución. Este tramo queda enclavado en la zona de calizas, observándose algunos desplomes.

Colocados en el punto de unión con las galerías superiores, tenemos hacia el ENE una amplia galería, cuya anchura oscila entre los 2 y 6 metros con alturas de 2 a 4 metros, por un plano inclinado más o menos pronunciado. Siguiendo estas galerías pasamos a las de la F.V.M., que tras el recorrido de unos 180 metros, se cierran dando un paso a ras del suelo a una gatera de unos 50 cm de anchura por unos 40 de altura, denominado Pas Grau. A la izquierda de estas galerías se abren una serie de tubos que dan acceso a una extensa red laberíntica, topografiada (a falta de comprobar puntos confusos), que se une con la Sala de Albacete a través de una estrecha diaclasa.

Tras el Pas Grau se abre una nueva galería denominada Laberinto de los Sumideros, formado por una vía principal de dimensiones medias, con 2 y 3 metros de anchura por 1,50 a 2,5 metros de altura, a cuya izquierda se abren tubos de pequeñas dimensiones que finalizan por lo general en sumideros cubiertos por barro. La vía principal



Foto 48. *Cueva de los Chorros. Estalagmitas a ambos lados de una fisura.*

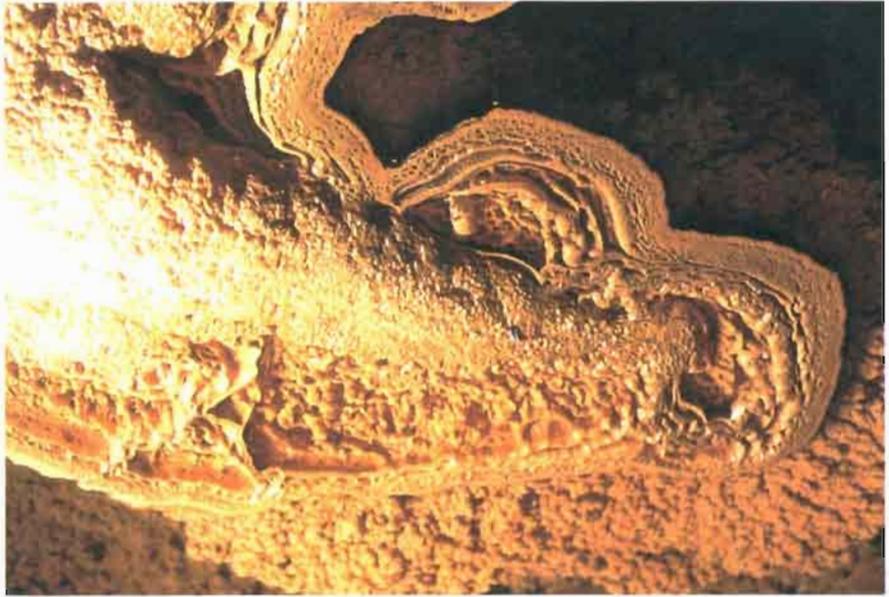


Foto 49. *Cueva de los Chorros. Detalle de una concreción de calcita de color rojizo, por la presencia de hierro en las aguas que la formaron.*

de este tramo tiene un recorrido de 150 metros al final de los cuales se abre la Sala y Lago de la Cascada, formada en la intersección de un plano de estratificación horizontal y una falla. En este punto abundan las concreciones y los aportes hídricos, provenientes de los techos y de la falla principalmente.

Atravesando el lago en dirección SSE penetramos en el llamado Caragol, que tras una serie de descensos en zigzag a través de laminadores, pasos estrechos y tubos, alcanza la parte alta de la Colada, de más de 15 metros de altura.

Descendiendo la gran Colada alcanzamos la base de la sala homónima en la que se encuentra al NO la entrada a la Vía Chopo y hacia el SSE, por la parte alta la entrada a la Vía de las Perlas o de las Diaclasas, cuyo paso es muy difícil por encontrarse colgado sobre una profunda grieta.

La Vía de las Diaclasas forma una red de amplias dimensiones en su parte central, formando una sala de casi 20 metros de larga por 10 de anchura y 3 de altura, a partir de la cual arrancan una serie de tubos en la parte alta de la Sala Cornelio Richart. La inmensa red no está totalmente explorada ni mucho menos topografiada, existiendo un paso que comunica la Sala de la Pértiga y el Laberinto Alcoy. Esta vía se le calcula un recorrido explorado de unos 250 metros.

Regresando al punto de unión entre el Laberinto Cerrada y la Vía del Bany de María y siguiendo por la derecha en dirección SO aproximadamente, remontamos una pequeña colada que proviene de un estrecho agujero en un tramo de unos 5 metros a través de un laminador muy bajo. Pasado dicho agujero penetramos en un tubo de unos 60 cm de anchura por 1 metro de altura media. El recorrido de esta vía o laberinto es muy agotador, no estando totalmente explorado ni topografiado, se extiende en zigzag a lo largo de unos 220 metros.

A derecha e izquierda se abren varios tubos, penetrando algunos de éstos por debajo de las Galerías G. Picazo, al laberinto Cerrada e incluso a la misma Galería G. Picazo por donde tienen comunicación.

Situados de nuevo en la unión entre la galería superior y el laberinto Cerrada, remontamos una pared de aproximadamente 2,50 metros entrando en la sala G. Picazo, de unos 2 metros de altura media por 8 a 10 metros de anchura que se desarrolla en dirección SSO para seguir la vía superior hacia el Lago de la Pértiga. Este tramo se caracteriza por su amplitud, alcanzando una anchura media entre 5 y 8 metros, con alturas que oscilan entre los 2 y 5 metros en un recorrido de unos 60 metros hasta la Sala dels Blocs, en donde se levanta una gran cúpula formada por la unión de varias fallas con un enorme cono de derrubios en bloques de gran tamaño. Su altura es de unos 20 metros por 40 de longitud.

Al fondo del derrubio y a la derecha, se abre otra entrada a la Vía del Bany de María en dirección NNE, y al SSE la continuación hacia el Sifón Vera.

Tras unos 100 metros de iniciar este tramo, alcanzamos el Campamento III ubicado en una galería rellena de sedimentos arcillosos, de unos 5 metros de anchura por 30 de largo y 2 de altura media, cuya dirección es NNE-SSO.

Siguiendo la galería, a los 30 metros de recorrido, se inicia un fuerte descenso que da paso a una amplia galería de hasta 20 metros de anchura por 2 metros de altura media y 140 metros de recorrido en dirección O al principio y SSO en la gran mayoría del tramo, alcanzando el Lago del Brillo tras una fuerte rampa de arenas y cantos.

La morfología del tramo es totalmente freática, con profusión de marmitas, canales, golpes de gubia, etc.

A la derecha del tramo en cuestión y en su parte más ancha y alta, antes de iniciar el descenso por dicha rampa, se abre la Vía dels Balcons que nos conducirá al Lago del Despiste a través de una zona activa, semi-inundada, de amplias dimensiones, con unos 470 metros de recorrido.

Se da por supuesto que el Lago del Despiste y el Sifó Negre, quedan unidos bajo las aguas y que el río subterráneo fluye bajo el nivel de sus aguas.

Ya a orillas del Lago del Brillo, cuya superficie supera los 50 m², se abre un sifón por donde desaparece el río.

Atravesando el lago en su orilla SE se abre una amplia galería ascendente, inicián-

dose el último tramo de la cueva que nos lleva al Sifón Vera en un accidentado recorrido de unos 130 metros.

Al llegar al lago del Sifón Vera, de unos 50 m², la galería se hunde en un buzamiento de más de 45° para formar el sifón.

La falla que forma la parte última de la cueva antes del Sifón Vera, ha sido escalada en varias ocasiones en busca de una unión superior tras el sifón, sin que se haya logrado comunicación alguna; no obstante las exploraciones dieron como resultado el descubrimiento de una pequeña galería freática.

El Sifón Vera

Queda ubicado en una sala de unos 12 metros, de anchura y 40 de longitud, ocupada por un lago de 10 metros de profundidad desde la superficie del agua, con una capacidad que podemos valorar en unos 2.500 m³.

La temperatura del agua alcanza los 8á C en la época de estío, ignorando sus variaciones estacionales.

Al fondo del sifón y en su parte derecha según se entra se abre una bifurcación sin explorar, debiéndola tener muy en cuenta al realizar la inmersión con el fin de no perderse. La dirección general del tramo es SSE y su techo forma varios pendans de hasta 2 metros.

Tras el paso del Sifón Vera se abre el Lago R. Plá, cuya superficie aproximada es de unos 22 m², abriéndose una galería en su extremo SSE, por donde afluye el río tras un nuevo sifón. Sobre esta galería se abre otra colgada de unos 8 metros sobre el lago, debiendo escalar la roca para alcanzar la continuación de la cueva.

La cavidad tras el Sifón Vera

Tras un recorrido de unos 60 metros a partir del ascenso desde Plá, en dirección SSE, a través de una galería de 2 metros de anchura por más 8 metros, ésta se bifurca, tomando el ramal derecho de dirección SO y el izquierdo SE, denominado el segundo Vía de las Marlecoritas. Esta vía, que forma un laberinto de grandes proporciones tiene un recorrido global de unos 800 metros topografiados, superando los 1.000 de exploración. En general, la vía queda enclavada en un sistema reticular de tubos freáticos, alternando zonas de fluctuación con zonas freáticas y zonas de aireación, por lo que conjugan las galerías activas con las seniles y semiactivas a tenor de sus alturas, encontrándose procesos de reconstrucción que alternan con los fenómenos corrosivos y erosivos.

Ante el planteamiento de estos aspectos, la topografía recorre en todas direcciones

una vasta zona con galerías de diversas medidas, alternando las amplias salas con los conductos estrechos.

Las abundantes bifurcaciones nos dan idea de la amplitud de la vía, pudiendo alcanzar recorridos insospechados.

En general la vía forma un amplio arco que iniciándose en el N se abre hacia el E para volver hacia el S encerrando en su interior el gran Lago Sanus y la Galería Cipo.

Volviendo al punto de partida y siguiendo por el SO, a través de la Vía de los Pendants, nos encontramos con una galería casi rectilínea de dirección constante SO, con anchuras de 2 a 3 metros y alturas que oscilan entre los 2 y 8 metros. Esta vía comprende las galerías E.V.E. y Túnel del Tiempo, formando un conjunto de más de 600 metros de recorrido. Su aspecto es muy homogéneo, típicamente freático en una zona de fluctuación que queda totalmente inundada en las avalanchas de agua que en varias ocasiones al año sufre la cueva. Los abundantes pendants, marmitas y toda clase de formas freáticas a presión hidrostática y libre, junto con una fuerte corrosión, da unas características determinadas irrevocables de su presente actividad.

La vía sólo presenta un punto de verdadera dificultad técnica, siendo ésta la subida desde el Lago T. Miró a una galería superior, ya que hay que escalar una pared en dificultísimas condiciones, debiendo ser instalada una escalerilla de unos 10 metros. El resto del tramo pasa de amplias dimensiones a estrechos pasos sucesivamente, debiendo cruzar en varias ocasiones el río o los lagos que inundan parte del trayecto.

Las bifurcaciones aparecen tanto a derecha e izquierda, como en profundidad, alcanzando el río en las zonas bajas y altas y formando chimeneas o entrando a zonas laberínticas mal exploradas y sin topografiar en la actualidad.

Al final de la Vía de los Pendants se abre la Sala R. Segura, de amplias dimensiones. A la izquierda y en dirección NNE se abre la Vía de los Ferri, con un recorrido de unos 550 metros, topografiados, habiéndose explorado más de 800 metros. Esta zona se caracteriza por su amplitud, alcanzando anchuras de 10 metros y alturas de hasta 12 metros. Su morfología freática es menos acusada, observándose procesos clásticos abundantes, que forman una fuerte rampa ascendente en su conjunto. Al final de la vía y en su ramal derecho, se abre la gigantesca Chimenea David Pérez, cuya altura sobrepasa los 80 metros, encontrándose cerca de la Hoya Mata, situada sobre el Calar del Mundo; de la chimenea se precipita una cascada que llega pulverizada a la base provocando una fuerte lluvia.

Esta gigantesca chimenea puede ser la puerta de entrada a una vasta zona cavernaria bajo la zona de Viboreros, considerando que finalice muy cerca de la superficie exterior del Calar del Mundo.

En la Sala Sant Jordi de la Vía de los Ferri, es factible el montaje de un campamento de operaciones, por encontrarse a gran altura sobre el río principal y considerar que las avalanchas invernales no alcanzan esta cota.

Siguiendo la vía principal a partir de la Sala Roberto Segura, se abre una amplia

galería de más de 10 metros de anchura por unos 4 a 5 de altura, dando paso a los lagos Rubén y Coderch de gran profundidad y que inundan toda la sala. Estos lagos deben pasarse con gran precaución, ya que se desconoce la salida de sus aguas, formando parte del río hipogeo principal, pudiendo ser arrastrado por la corriente el espeleólogo incauto. En las exploraciones del 79 se cruzaron por la izquierda, lo que no significa que sea la parte de menos peligro. Tras recorrer una pequeña zona seca se abre el Lago del Sumidor, en el que se observa la entrada y salida de aguas, formando un conjunto cavernario de unos 170 metros de recorrido. De nuevo fuera del agua, pero a través del río, recorreremos una galería ubicada en una gran falla que alcanza en algunos puntos los 20 metros de altura, formando un verdadero enrejado de pendants a partir de los 8 metros de altura. Tras un recorrido de 100 metros entramos en el Lago A. Olcina, de más de 350 m², ubicado en una sala de techo bajo y redondeado. Después de un recorrido de 35 metros a nado siguiendo la pared derecha, entramos en una galería más estrecha, ascendente, que nos conduce por la derecha al Lago Cruz Roja y a la izquierda a otra galería de no más de 2 a 3 metros de anchura por 4 a 6 metros de altura. A la derecha de la salita y sobre el techo se abre una comunicación con las galerías superiores en el punto de la Sala del Viento, y a la izquierda siguiendo una galería con pendants, a los 60 metros de recorrido se alcanza un tramo de gours fangosos, dando la galería un brusco cambio de dirección a la izquierda y un segundo a la derecha. En este punto y ascendiendo en vertical por una gran colada, penetramos en una galería superior, a través del Balcón del Diablo. La galería inferior sigue unos 40 metros en dirección al río o vía principal, haciéndose cada vez más estrecha y finalizando en una serie de tubos que se asoman a la galería del río a gran altura.

A partir del Balcón del Diablo se observan tres galerías: hacia el NO se abre la de los Sedimentos, torciendo a los 15 metros de recorrido al NE, dirección que no pierde en su conjunto, aunque en su recorrido de más de 260 metros forma varios zig-zags. Toda esta galería queda cubierta por una gruesa capa de sedimentos, y en su último tramo desciende fuertemente, reduciendo sus dimensiones y bifurcándose en otras dos galerías, que no fueron ya topografiadas ni exploradas en su totalidad.

Hacia el ESE, a partir del Balcón del Diablo, se abre otra galería de la que se han recorrido unos 100 metros sin llegar a su fin, no habiéndose topografiado.

Por último, hacia el SO, se abre la tercera galería, de amplias dimensiones, contando con anchuras de 7 a 10 metros y alturas de hasta 5 metros. Esta asciende en un principio proliferando las concreciones en un tramo de unos 90 metros alcanzando la Sala del Viento, en la que se abre una sima inexplorada, apareciendo en sentido SO una fuerte corriente de aire, llegando a apagar la llama del casco en algunos puntos. Esta sala, de 20 metros de larga por 8 de anchura, abre una amplia boca en su extremo SO, sobre el techo a unos 5 metros de altura, dando paso a la Galería Artemio Cuenca, de unos 4 metros de anchura media por 3 a 5 de altura y un recorrido de 140 metros. En todo este tramo se nota la fuerte corriente de aire, y sus paredes, techos y suelos que-

dan cubiertos por la concreción. Al final, la galería queda cortada por una falla NNE-SSO formando una sima de unos 20 metros de profundidad que no ha sido explorada hasta la fecha, finalizando aquí el recorrido que en Agosto de 1979 se alcanzó.

5.2.1.5. *Geoespeleología*

Aunque dentro de la cueva nos pueda parecer que sus galerías presentan una disposición laberíntica y caprichosa, si nos fijamos en su dibujo en planta veremos que en general presentan formas alargadas, como consecuencia de que se adaptan a fracturas cuyas direcciones están comprendidas entre N 40° E y N 80° E, y N 140° E y N 180° E, siendo las más frecuentes las de dirección N 40° y N 140° E, que forman entre sí 80°. Estas fracturas que condicionan la geomorfología de la cueva tienen su respuesta en la Geología de superficie.

En la figura nº 27 pueden verse las fracturas que aparecen en el mapa nº 1 de la cartografía general y sobre ellas se ha dibujado de forma simplificada el trazado de la Cueva de los Chorros. Desde el principio de la cueva hasta el final, ésta se adapta a las siguientes grandes fracturas: N 140 E, N 82 E, N 175 E, N 47 E, N 157 E y N 40 E.

Todas las fracturas referidas se encuentran situadas en el borde oriental de la fosa tectónica de la Cañada de los Mojones. Según la figura nº 27, la cueva debe continuar, a partir del Sifón Terminal (último punto explorado), al menos 300 m, por una galería con dirección similar a la que traía ya desde la Boca del Lobo, quizá algo más desviada hacia el Este (N 60 E); ésta sería relevada por otra de dirección N 135 E, durante otros 300 m, para ser por último desviada a la dirección N 35 E, al menos durante 1500 m; este último tramo sufre varios desplazamientos (al menos dos) hacia el Este, por la acción de fallas de desgarre levóginas de dirección N 160 E. A partir de aquí (final de la Cañada de los Mojones) nada se puede decir en cuanto a la evolución de la Cueva de los Chorros; es muy posible que termine ahí (porque ahí también termina la zona fracturada del graven de la Cañada de los Mojones); pero si así no fuese, el desarrollo se haría hacia el vértice geodésico del Calar del Mundo, pero no llegaría, pues a un kilómetro al Norte de éste existe un umbral hidrogeológico que separa el sector occidental del oriental y las cuencas hidrogeológicas del Segura y Guadalquivir. Por tanto, a partir del Sifón Terminal la cueva es muy posible que continúe 2 km más (hasta el final de la Cañada de los Mojones) en dirección predominante de N 35 E y a partir de aquí el desarrollo es confuso, pero en el mejor de los casos solo podría alcanzar 2,5 km hacia el SO.

Se han encontrado dolomías grises oscuras del Turoniense en la Cueva de los Chorros, concretamente en la Sala de las Dolomías, Cascada Rosa, Sala de la Pértega, Vía de la Negror (color negro de las dolomías), Laberinto Cerrada, Vía del Lago Azul, etc. Como se ve todas ellas están representadas solo en la primera

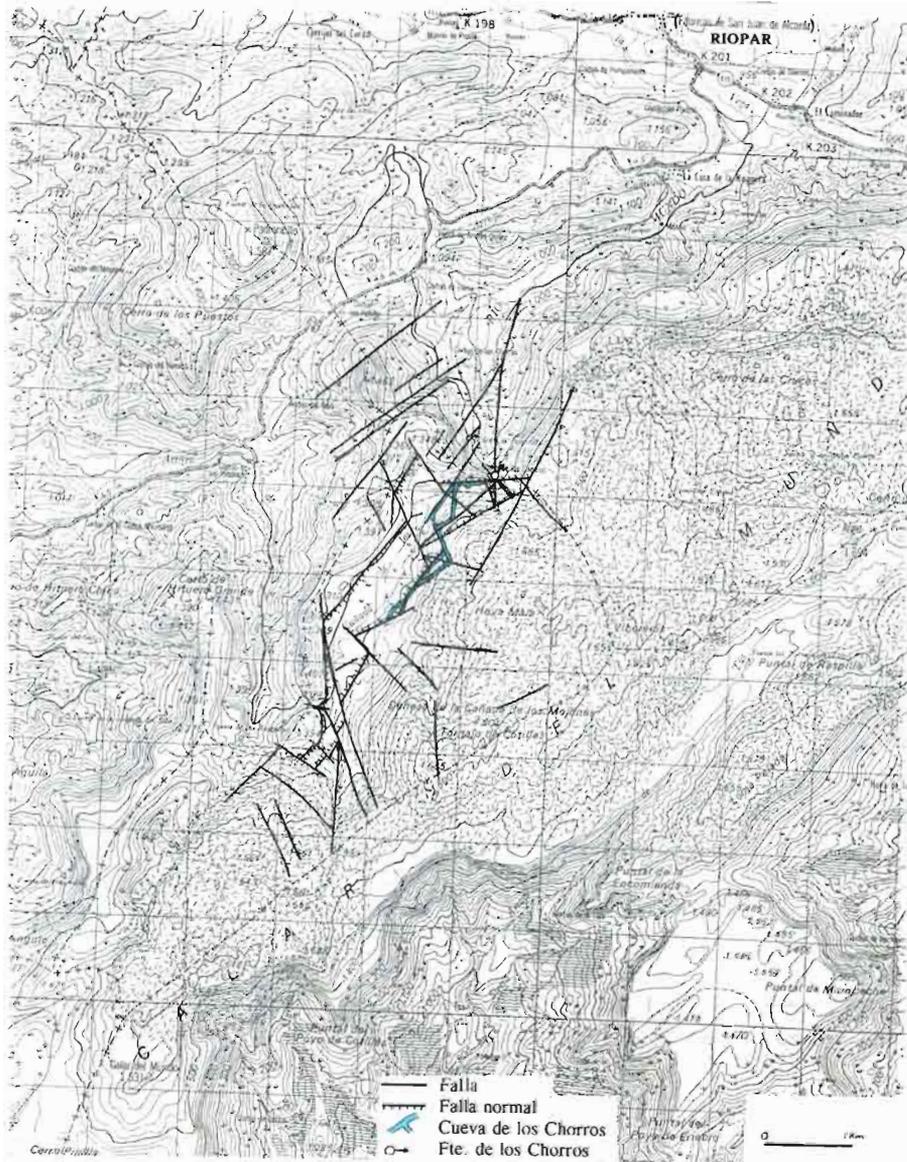


Figura 27. Fracturas de superficie en relación con la Cueva de los Chorros.

cuarta parte del recorrido de la cueva. lo cual es lógico, ya que en este sector se encuentran las cotas topográficas más bajas de la cueva (ésta tiene desde su boca hasta el final explorado un perfil generalizado ascendente, cuyo desnivel es de 160 m); por otro lado, en la boca de la cueva aflora el techo del tramo 4 (base del Senoniense inferior), lo que quiere decir que las dolomías del Turoniense están inmediatamente debajo y la acción de cualquier falla normal ha podido levantarlas hasta la cueva.

Otras fallas normales identificadas dentro de la cueva se localizan en los siguientes puntos: Cascada Rosa, Lago Largo, Lago Chopo, Lago Verde, Lago de la Cascada, Lago de la Pértiga, Sifón Vera, Chimenea David Pérez, Lago del Sumidor y Sifón Terminar; la mayoría de estas fallas tienen una dirección NE-SO y concretamente la que corta el Sifón Terminar, al final de lo hasta ahora explorado en la cueva, se ha podido identificar en superficie con una importante de dirección N 60 E. El que estas fallas estén ligadas a cascadas y chimeneas no es casual, ya que son las que provocan las diferenciaciones topográficas en la vertical y los saltos de pendiente en la cueva.

5.2.1.6. *Hidroespeleología*

La circulación es fundamentalmente libre, aunque también existe (y existió más aún en un tiempo pasado) circulación forzada, como lo prueba la presencia, en las paredes y en el fondo, de cantos redondeados; pero sobre todo son los sifones los que atestiguan este tipo de circulación a presión.

Como se ha visto, en el interior de la cueva son numerosos los lagos. Hagamos una reflexión elemental: para que se quede estancada el agua en estos lugares es necesario, por un lado la existencia de una topografía hasta cierto punto llana, y por otro que en el fondo de ellos esté representado un material impermeable o semipermeable que retenga el agua, como puede ser el tramo 4 del Cretácico superior, constituido por dolomías arcillosas y arcillas dolomíticas; la aparición de estos últimos materiales es provocada muchas veces por fallas, de ahí que los lagos estén también relacionados con fallas, como se dijo en el apartado anterior.

La circulación del agua está ligada a un tipo de fracturas con una dirección muy determinada. Así, observamos que las galerías de dirección N 25°-60° E son las que presentan agua (karst vivo o activo), mientras que las de dirección N 115°-165° E normalmente están secas (karst fósil). Las primeras, corresponden a fallas de relajación (fracturas más abiertas) y son posteriores a las segundas que pertenecen a zizalla (fracturas ligadas a la compresión y por tanto están más cerradas). Esto viene apoyado por el hecho de que la cueva tiende a adoptar una dirección predominante de SO-NE.

5.2.2. Cueva de la Pedorrilla

5.2.2.1. *Localización y generalidades*

Término municipal: Riopar (Albacete).

Lugar: La Pedorrilla (margen izquierda del Valle de las Truchas).

Cuenca hidrográfica: Río Segura (Río Mundo).

Recorrido total: 1.206 metros.

Desnivel: No se tiene datos.

Localización: Hoja 866 (23-24), con coordenadas U.T.M. X=548,950; Y=4256,650, determinada como "Fuente de la Pedorrilla", siendo su altura s.n.m. 1.135 metros aproximadamente.

5.2.2.2. *Antecedentes*

Fue explorada por primera vez durante la *Expedición Río Mundo 66*. Más tarde Artemio Cuenca consiguió explorar la última galería, inundada en la primera exploración. Por último, entre 1981 y 1983, el Espeleo Club Avenc dio un gran impulso a su conocimiento, pasando de 165 m topografiados a 1.135 m.

5.2.2.3. *Acceso a la cavidad*

Se asciende por la ladera izquierda del Valle de las Truchas, en dirección a unos cortados rocosos. A pocos metros de ellos pasa una senda, la cual debemos tomar en dirección ascendente, llegando a la cueva tras unos 300 metros de recorrido.

La boca se abre en la base de un gran acantilado, formando un rincón en forma de cuña, y de ella nace un riachuelo seco en el estío generalmente. Posee otra boca menor.

5.2.2.4. *Descripción topográfica y morfológica.* (Figura nº 28)

La cavidad inicia su entrada hacia el NO torciendo a los pocos metros al SO. A través de un tubo freático se alcanza el río subterráneo que desaparece en una grieta inferior, surgiendo al exterior a la izquierda de la boca de entrada y a ras de tierra, siendo este conducto impenetrable.

Siguiendo galería adentro, ya sobre el río, se encuentra a la izquierda y a unos 35 metros de la entrada un tubo ascendente de unos 20 metros de recorrido que da entrada a la Sala Marisol en dirección SE, de unos 10 metros de larga por 4 de anchura media y

CUEVA DE LA PEDORRILLA Riopar

E. C. AVENI. G. E. RIO MUNDO. S. C. VIENNE.

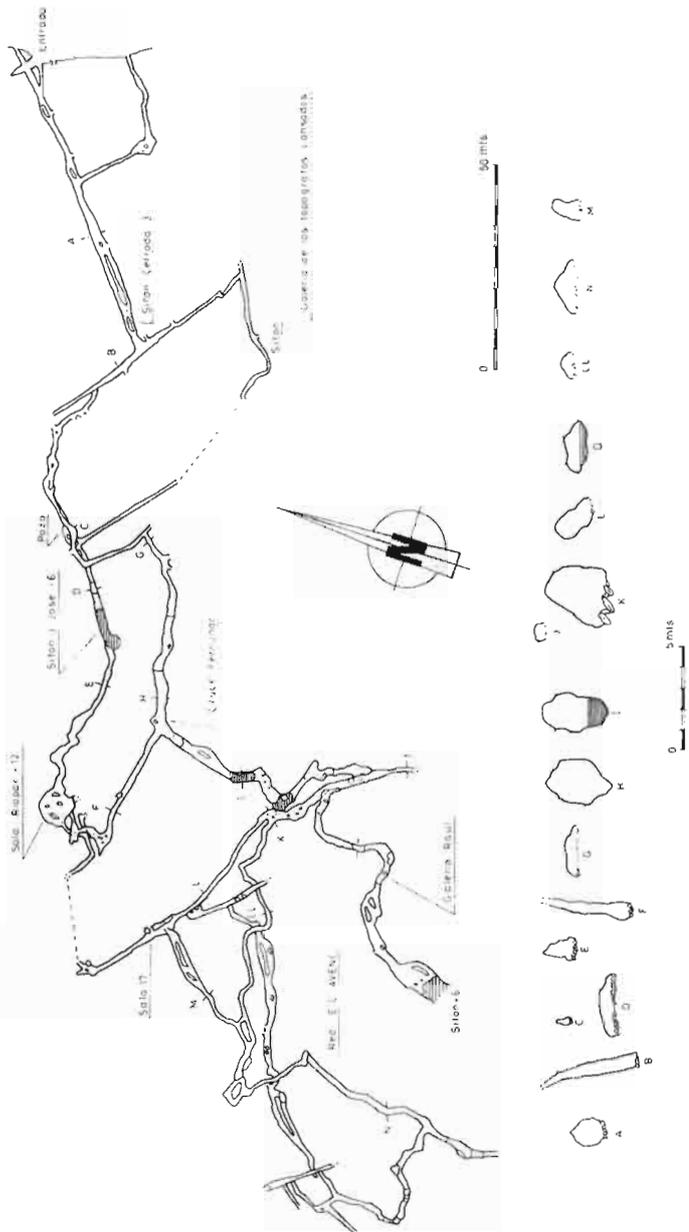


Figura 28. Topografía de la Pedorrilla.



Foto 50. *Cueva de la Pedorrilla.*



Foto 51. *Cueva de la Pedorrilla. "Estalactitas" de arcilla roja, ligadas a una fisura, con forma de "bosque de abetos".*



Foto 52. *Cueva de la Pedorrilla.*

10 de altura. Al fondo y en dirección ENE se abre otro conducto que nos lleva al exterior y a unos 6 metros de altura sobre el suelo del escarpe rocoso a unos 25 metros a la izquierda de la boca de entrada.

Nuevamente en el río, seguimos un tramo en la misma dirección indicada anteriormente, de unos 40 metros, observando a la izquierda la salida del río a través de una grieta impenetrable.

Al final de la galería, una falla transversal NO-SE corta en ángulo de 90° el tramo en cuestión, formando una galería tectónica (diaclasa Carmen) de 45 metros de recorrido y una anchura media de 45 cm, cuya morfología en perfil de huso nos da idea de su evolución freática. (Hasta aquí fue lo que topografiaron la Expedición Río Mundo y Artemio Cuenca; lo que sigue fue explorado por Espeleo Club Avenc, cuya descripción tomamos literalmente).

Si tomamos la dirección SE, al final de la diaclasa encontramos, a la derecha, una estrecha galería (Galería de los Topógrafos Cansados) que nos conduce a una nueva diaclasa; a los 9 m aparecen unos tubos de presión que tras descender por uno de ellos salimos sobre una galería circular de mayores dimensiones; esta galería en dirección NE está inexplorada, siguiendo la dirección NO unos 10 m, remontamos una pequeña repisa donde a los pocos metros y a la izquierda hay una galería sifonada.

En todo este tramo se observa la aparición de pequeños cantos rodados, así como una pulimentación en sus paredes con formaciones de "golpes de gubia", lo que con-



Foto 53. *Cueva de la Pedorrilla.*



Foto 54. *Cueva de la Pedorrilla.*

firma la fuerte corriente de agua que pasa a través de ella. Recorriendo 7 m aparece un pozo de 3 m., que tras descenderlo nos encontramos con otro sifón, donde comienza una diaclasa de considerable altura y a los 14 m. se estrecha haciéndose imposible su continuación. Por su dirección se cree que pueda comunicar con la diaclasa de los Sapos.

Volviendo otra vez a la diaclasa Carmen y tomando la dirección NO, subimos en oposición hasta llegar al inicio de una galería, por la que sale una fuerte corriente de aire, la cual seguimos durante 40 m a través de estrechas galerías fósiles hasta llegar a un resalte que se presenta como una reducida gatera ascendente a 1,5 m del suelo. Antes de llegar al resalte existe un pasaje inferior que nos conduce directamente al sifón Juan José.

Una vez superado el resalte salimos a un tubo de presión recubierto su suelo de arena, que nos conduce a una estrecha gatera, en cuya entrada y a la derecha se abre un pozo de reducidas dimensiones y unos 5 m de profundidad por el que llegamos a la galería inferior que nos conduce al sifón Juan José, donde comienzan a verse las primeras formaciones de arcilla en forma de "abeto"; a los pocos metros encontramos a la izquierda la diaclasa de los Sapos, la cual se hace impracticable a los 30 m de recorrido, pero se observa una pequeña corriente de agua en dirección SE.

De nuevo en la gatera se aprecian grandes cantidades de arena fina acumulada, debido a su fácil transporte por el agua, por lo que hubo que desobstruirla ya que se



Foto 55. *Cueva de la Pedorrilla.*

encontraba totalmente taponada impidiendo el paso. Una vez forzada la gatera llegamos a una pequeña sala de decantación de sifón, donde la cantidad de arcilla es considerable y debido a la impermeabilidad de la misma el grado de humedad aumenta notoriamente. Continuando por la galería, tras subir varios escarpes de arcilla bastante incómodos llegamos a una diaclasa de penosa progresión y siempre en sentido ascendente hasta conectar con una galería descendente de 0,5 m. de altura, predominando un su techo las acanaladuras producidas por el paso de una fuerte corriente de agua. Conforme vamos avanzando, la galería gana en altura y anchura hasta llegar al cruce Fernando.

Hacia el O una diaclasa muy erosionada y ligeramente remontante nos lleva hasta la base de una chimenea -en el verano del 83 se escaló la misma, haciéndose impracticable a los pocos metros-. Siguiendo por la diaclasa llegamos a la Sala Riopar, de interesantes características ya que constituye la estancia mayor de la cavidad, siendo sus dimensiones de 10 x 8 x 5 m formada en un punto de unión de diaclasas, encontrándose en estado completamente caótico, debido a la erosión por disolución que ha sufrido. Salimos de la sala por una galería descendente y fuertemente erosionada que nos conduce al sifón J. José.

Otra vez en el cruce Fernando y siguiendo por la galería Sur, observamos la aparición de un enorme tubo de presión, así como un mayor aporte hídrico, que da lugar a la formación de pequeños lagos al igual que una mayor acumulación de arcilla. Este tubo



Foto 56. *Cueva de la Pedorrilla.*

finaliza tras un resalte, en una diaclasa transversal (Diaclasa Marie-Pierre) de dirección SE-NO.

En dirección SE nos encontramos con una galería que a los pocos metros se transforma en una gatera impracticable debido a un tapón de arcilla. En el verano del 83 se intentó forzarla, ya que se detectó el paso de una fuerte corriente de aire. sin poder conseguirlo.

Volviendo al empalme y siguiendo en dirección NO la galería es de mayores dimensiones, observándose en algunas zonas un pequeño goteo. A escasos metros de recorrido, a la izquierda, y tras un resalte de unos 30 m se abre una galería (galería Raúl) con abundantes marmitas con agua. Esta galería a los 70 m aproximadamente finaliza en un laminador sifonado.

Continuando por la diaclasa Marie-Pierre, tras atravesar sin dificultad una gatera y antes de llegar a la Sala 17, se encuentra a la izquierda y a 1,5 m del suelo un conducto que nos lleva a una fractura, que remontándola en oposición unos 5 m accedemos a las entradas de las dos galerías que forman la Red E.C. Avenc.

Regresando, una vez más, a la diaclasa Marie-Pierre nos adentramos en la Sala 17 que se encuentra situada en la base de un pozo de 17 m al cual se accede a través de la Red E.C.A.

Continuando en dirección NO la diaclasa va perdiendo en anchura; al final se encuentra un pozo de unos 2 m de diámetro sin explorar, así como el comienzo de un



Foto 57. *Cueva de la Pedorrilla.*

pequeño meandro que por su dirección y características creemos puede comunicar con una galería secundaria que parte de la Sala Riopar.

La Red E.C. Avenc está compuesta por un conjunto de tres galerías entrecruzadas que está situada al SO de la diaclasa Marie-Pierre. Estas galerías se caracterizan, en general, por ser de reducidas dimensiones, contener gran cantidad de arcilla y un grado elevado de humedad.

En este complejo de galerías se encontraron "Marlekoritas", raras formaciones elipsoidales con tendencia a presentar los dos ejes mayores; también se hallaron cristales de calcita en forma de "dientes de cerdo", apiñados en el interior de una marmita.

En resumen se puede decir que esta red debido a su profundidad respecto a la boca de entrada actúa absorbiendo el agua en forma de embudo hacia el interior, terminando todas sus galerías en lenguas de arcilla sifonadas.

5.2.2.5. *Geoespeleología*

Esta cueva está fuertemente condicionada por la tectónica, especialmente en la primera cuarta parte, a partir de la boca de entrada; en efecto, las galerías son muy rectilíneas y se adaptan a fracturas de dirección N 55 E y N 125 E (nombres como diaclasa Carmen, apoyarían dicha idea). Estas fracturas tienen su correspondencia con fallas que han sido cartografiadas en superficie y corresponden a los lotes N 35-55 E y N 125-150 E; las primeras presentan la misma dirección que las fallas principales de la fosa tectónica de la Cañada de los Mojones, de ahí que la cueva de la Pedorrilla presente en general una alineación de N 55 E, similar a la que tiene la Cueva de los Chorros; esta es la razón por la que creemos que ambas cavidades son singenéticas. La última cuarta parte de la cueva (tramo final) es más leveríntica y menos lineal existiendo, por tanto, un menor condicionamiento de la tectónica a la morfología.

Debido a que esta cueva se desarrolla a niveles topográficamente superiores a los de la Cueva de los Chorros (hay una diferencia de 13 m entre bocas), los materiales por los que discurre, aunque pertenecen igualmente al Senoniense inferior, corresponden lógicamente a estratos superiores, dada la estructura en sinclinorio suave del Calar. Por tanto, en esta cueva solo están representadas las rocas carbonatadas del tramo 5 y no es probable que aparezca el tramo 4 margocalizo y mucho menos el tramo 3 de dolomías, como ocurría en los Chorros; la ausencia de toponímicos que hacen referencia a colores distintos del claro (por ejemplo Vía de la Negror, en los Chorros), apoyaría esta hipótesis.

Una característica litológica diferenciadora de esta cueva, en relación con la de los Chorros, es la gran abundancia de arcilla roja situada en el techo, suelo y paredes de las galerías (no presenta disposición estratigráfica), que llega incluso (de un año para otro) a taponar los accesos y pasillos estrechos. Se trata de arcillas de des-

calcificación y no se pueden confundir con los materiales más arcillosos del tramo 4 porque presentan un color rojo y no amarillento y porque no están interestratificadas con las calizas.

Otro material sedimentario encontrado, aunque de escasa presencia, está constituido por gravas y arenas calcáreas situadas siempre en el fondo del cauce del río hipogeo, que resultan ser el producto de la acción erosiva del agua en contacto con las rocas cretácicas con velocidad y capacidad desgajadora.

5.2.2.6. *Hidroespeleología*

Esta cueva, por la altura topográfica a la que se encuentra, se sitúa en la zona saturada del acuífero, y en consecuencia no tiene agua permanente circulante; solo sale agua por la boca después de unas fuertes lluvias y su vida es efímera. Se trata por tanto de un agua de paso, sin almacenamiento de reservas.

La circulación, cuando existe, es fundamentalmente libre, aunque también puede ser forzada, como lo prueban la presencia de sifones (Sifón Cerrada, Sifón 5, Sifón Juan José) y de huellas pulimentadas.

La presencia de gravas y arenas en el fondo de algunas galerías, pone en evidencia el carácter aluvial de estos cursos, que se asemejan enormemente a los ríos superficiales; en efecto, cuando el caudal de aquellos no es muy grande rige la dinámica de caída libre, con la acción de la gravedad sobre su superficie del agua; la diferencia surge cuando por el río pasa tanta agua que los conductos se llenan (ahora en el techo no existe la atmósfera, aunque sea subterránea, sino la propia roca y por tanto el río no se puede desbordar), se produce una sobrepresión allí donde existe circulación forzada y se aumenta el efecto erosión disolución. Cuando la "avenida" ha pasado, los procesos de humedad, aireación incluso gelifracción se encargan de que predomine ahora la disolución sobre la erosión, que desemboca por último en la descalcificación (paso de caliza a arcillas). Por eso en las zonas kársticas no saturadas hay más arcillas rojas ("terra rossa") que en las saturadas.

Los escasos lagos que existen en esta cueva, se mantienen con agua un cierto tiempo, como consecuencia de que se ubican sobre un sustrato de arcillas de descalcificación, con elevado grado de impermeabilización. Por tanto, los lagos aquí no son representativos del nivel piezométrico, como ocurría en la Cueva de los Chorros (allí se situaban en fisuras NE-SO ligadas al karst activo), sino que presentan una situación aleatoria; en efecto, el Lago Angelita se sitúa en una falla de dirección NE-SO, pero en cambio los lagos del cruce Fernando se localizan en la diaclasa Marie Pierre de dirección NO-SE.

5.2.3. Cueva del Farallón

5.2.3.1. *Localización y generalidades*

Término municipal: Riopar (Albacete)

Lugar: El Farallón (prácticamente sobre la Cueva de los Chorros).

Cuenca hidrográfica: Río Segura (Río Mundo).

Recorrido total: 600 metros aproximadamente.

Desnivel: (no se tienen datos).

Localización: Hoja 866 (23-24), con coordenadas U.T.M. X=548,125; Y=4255,875 y a l.320 m.s.n.m.

5.2.3.2. *Antecedentes*

Fue localizada por primera vez en Abril de 1965, explorando unos 150 metros por el grupo espeológico alcoyano. En la *Expedición Río Mundo 66* se encargó de su exploración y topografía el grupo alicantino.

5.2.3.3. *Acceso a la Cavidad*

Desde la Cueva de la Pedorrilla debemos seguir la senda en dirección S hacia el Calar, llegando tras pasar el acantilado, a un pequeño barranco que proviene de la Cañada de los Mojones. Ascendiendo unos 60 metros por el mismo pasaremos a su margen derecha, dirigiéndonos campo a través hacia la parte alta del farallón sobre la Cueva de los Chorros, subiendo unos 60 metros por encima del barranco y adentrándonos hacia el acantilado, junto a un pequeño rellano con un pino. Su boca presenta unos 2,5 metros de diámetro, descendiendo unos 2 metros.

5.2.3.4. *Descripción topográfica y morfológica* (Figura nº 29)

La entrada se inicia en dirección SE en una pequeña pendiente, llegando a una primera sala de suelo detrítico, observándose signos de erosión-corrosión y formas litogénicas antiguas.

A partir de esta sala, a unos 10 metros de la entrada se observan dos continuaciones.

La bifurcación izquierda al SSE es la de más recorrido, alcanzando los 375 metros. En su estructuración han desempeñado un papel muy importante los planos de estratificación, que presentan buzamientos entre los 30° y 45° hacia el O siguiendo la galería

en sus primeros 100 metros dirección SE y el resto hacia el S en cuyo tramo forma unas oscilaciones de pocos grados al SSE y al SSO. En su conjunto la morfología es freática, observándose cúpulas erosivas, golpes de gubia, etc. En el tramo que nos ocupa proliferan las concreciones de todo tipo formando una galería de gran belleza. En la Sala Alcoy se observa un potente proceso reconstructivo con abundancia de gours, estalactitas, estalagmitas y coladas. Pasada la Sala de Alicante aparecen importantes procesos graviclásticos hasta llegar a la Sala de las Espadas, en donde los fenómenos litogénicos aparecen en todo su esplendor.

Las dimensiones de la galería descrita oscilan, a lo largo de sus 375 metros, con anchuras de 5 a 10 metros y alturas de 3 a 8 metros.

De nuevo en la primera sala de entrada y siguiendo la galería en sentido SO podemos recorrer una serie de laminadores, tubos, galerías superpuestas, etc. con una extensión total de unos 225 metros cuyas características morfológicas son semejantes a la galería antes descrita.

5.2.3.5. *Geoespeleología*

La cueva tiene una alineación generalizada de casi N-S, adaptándose a una pequeña falla de esta dirección que se ha localizado en superficie, perteneciente al cortejo de fracturas que definen la fosa tectónica de la Cañada de los Mojones; no obstante, la primera parte, próximo a la boca, es condicionada por una importante falla, de casi 1,5 km de longitud, que presenta una dirección de N 150 E y un carácter de desgarre levógiro (la depresión de la Cañada de los Mojones sufre un desplazamiento hacia el NO en el bloque septentrional de esta fractura).

Los estratos presentan una dirección de casi N-S y un buzamiento de 30 a 45° hacia el Oeste, constituyendo el pequeño cerro en donde se localiza, un sinclinal de dirección NNE-SSO.

Dicha cueva, al encontrarse a 128 m por encima de la boca de Los Chorros, solo está formada por rocas carbonatadas del tramo 5.

5.2.3.6. *Hidroespeleología*

Esta cueva, por la gran cota topográfica a la que se encuentra, se sitúa claramente en la zona no saturada del acuífero, y en consecuencia no tiene agua ni siquiera después de las grandes lluvias; se trata por tanto de una cueva fósil, sin funcionalidad en la actualidad y el agua que pueda haber en algún momento, es agua de paso hacia niveles más inferiores del karst.

La circulación, cuando existió, fue exclusivamente libre, pues no aparecen sifones

en la cueva. Como se dijo en la descripción, presenta una morfología típicamente "freática" (aluvial) y en su interior ha debido haber una gran circulación y un gran poder erosivo, como lo prueba la existencia de cúpulas erosivas y "golpes de gubia".

Por las razones que ya hemos enunciado, no es posible que existan lagos en su interior pues, ni siquiera hay arcillas de descalcificación (como en la cueva de la Pedorrilla) que pudieran tapizar una pequeña cuenca llana de recepción, y allí quedar estancada el agua.

Respecto a la edad relativa de las tres cuevas que hemos descrito hasta ahora, pensamos que la más antigua es la del Farallón, le sigue la de la Pedorrilla y por último, la de Los Chorros. Esto viene apoyado por la cota topográfica a la que se encuentran sus bocas (siendo la más antigua la de mayor altura) y por su funcionalidad (no funcional la del Farallón, esporádica ocasional la de la Pedorrilla y funcional aunque irregular la de Los Chorros). Esta bajada topográfica de la actividad hídrica con el tiempo, ha sido motivada por el descenso generalizado, en todo el mundo, del nivel de base en los últimos milenios, que ha reprofundizado el nivel erosivo de las aguas en el continente y en consecuencia también el nivel kárstico; (sí bien en la actualidad parece ser que está aumentando el nivel del mar por el deshielo de los polos motivado por la capa de ozono y por el efecto invernadero).

5.2.4. Sima del Barranco de los Pinos (nº 4)

5.2.4.1. *Localización y generalidades*

Término municipal: Vianos (Albacete)

Lugar: Barranco de los Pinos.

Cuenca hidrográfica: Cuenca cerrada de la Cañada de los Mojones.

Recorrido total: 200 metros

Profundidad máxima: 102 metros

Localización: Hoja 866 (32-24) Coordenadas U.T.M. X=547,800; Y=4252,275 y a 1.480 metros s.n.m.

5.2.4.2. *Antecedentes*

Fue localizada por primera vez en 1.966 durante una prospección del grupo alcaetano. Más tarde el grupo de Crevillente inicia su exploración y en 1.975 se alcanza la cota -102 tras un laborioso trabajo de desescombro y paso de un pequeño sifón. Por último, el Grupo Espeleológico de Cartagena, instala la sima y rehace la topografía que publicamos.

5.2.4.3. Acceso a la cavidad

A partir del corral situado en la parte S de la Cañada de los Mojones, se inicia una senda que sube por el Barranco de los Pinos, encontrándose en su margen derecha, a unos 20 metros de la senda. No debe confundirse con otras dos simas que se encuentran antes de alcanzar ésta.

5.2.4.4. Descripción topográfica y morfológica (Figura nº 30)

La sima presenta una boca de 2 por 3,5 metros a la que le sigue una vertical de 16,5 metros. La morfología de este primer pozo es típicamente absorbente o de sumidero. A partir de este punto se sigue una diaclasa en *oposición*, alcanzando una salita en la que aparecen las primeras circulaciones hídricas. Tras la misma se inicia un meandro de unos 20 metros de recorrido, de pequeñas dimensiones, en el que se pueden observar formas primitivas de erosión-corrosión a presión hidrostática y formas de libre circulación hipogea. Al final del meandro se abre una salita concrecionada y tras pasar un estrecho orificio se abre una sima de 12 metros por la que se forma una pequeña cascada. La base de la misma forma una sala descendente alcanzando a no más de 12 metros una nueva sima de 11 metros de vertical y unos 4 por 10 metros de anchura, en cuyo extremo N se abre otro pozo de 7 metros, otro de 4 metros y una sima final de 27 metros con dos repisas, cuya bóveda se eleva a gran altura.

En general la sima ubicada en una falla, toma dirección ENE en su primera mitad, dirigiéndose al N en su segunda.

Al final de la cavidad y en su parte más profunda se abre un estrecho conducto impracticable e inundado por donde desaparece el riachuelo.

5.2.4.5. Geoespeleología

Como su propio nombre indica, se trata de una sima y en consecuencia tendrá un mayor desarrollo en vertical que en horizontal.

Se ubica en la terminación meridional de la Cañada de los Mojones y en esa zona existen numerosas fallas de dirección N 160 E y N-S, de ahí que la sima se adapte en horizontal a estos dos tipos de fracturas. En vertical la gruta experimenta una morfología escalonada con descenso hacia el Oeste; ello es debido a la existencia de numerosas fallas normales, sintéticas a la fosa tectónica de la Cañada de los Mojones, que hunden sus bloques hacia el Oeste. Los planos de estas fallas son muy verticalizados, si bien el buzamiento tiende a dirigirse hacia la fosa. Las bases de estos peldaños forman un ángulo con los planos verticalizados de las fallas, de aproximadamente 90° y

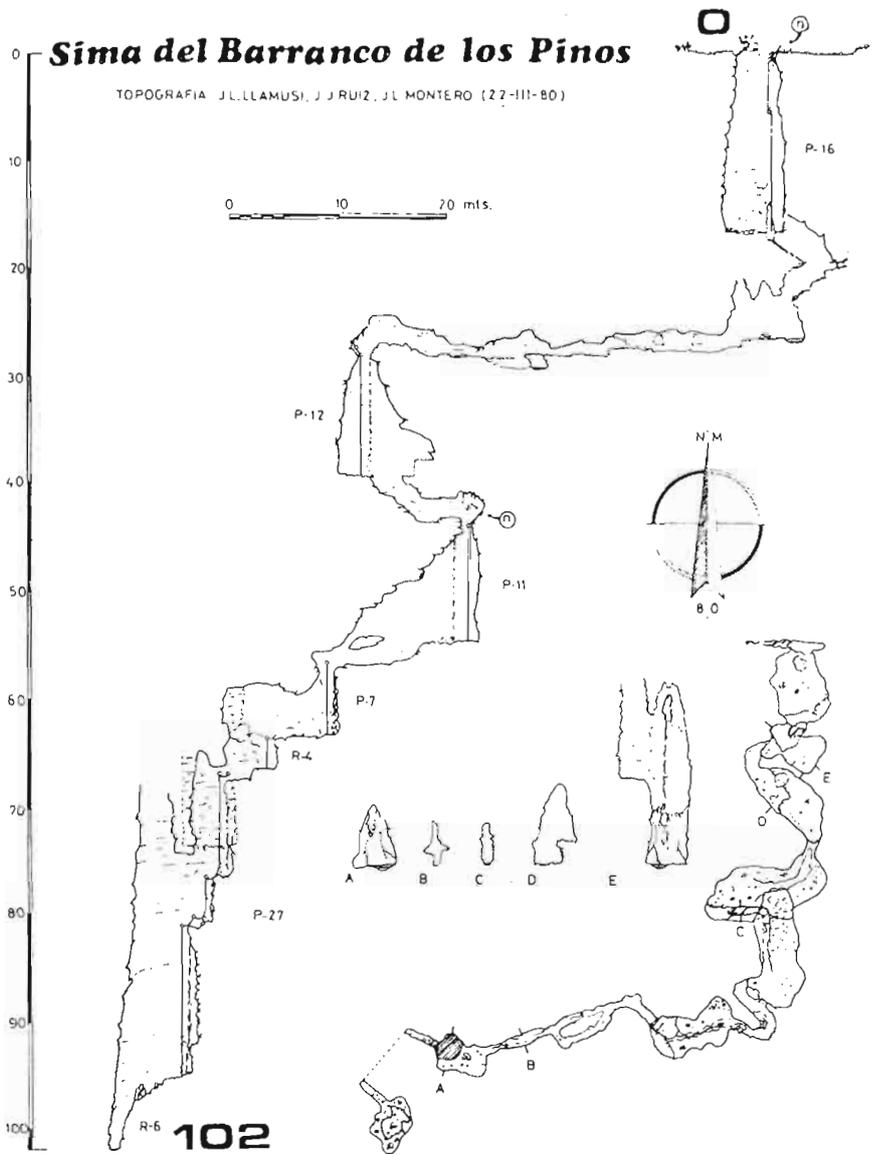


Figura 30. Topografía de la Cueva del Barranco de los Pinos (nº 4).

tiene una disposición subhorizontal o buzante suavemente hacia el Este; éstas superficies se adaptan a los planos de estratificación pertenecientes al flanco occidental del sinclinal de Tornajo de Cotillas.

5.2.4.6. *Hidroespeleología*

La función hídrica de esta sima, como la de todas las del Calar del Mundo, es absorbente o de sumidero y, puesto que su morfología es vertical, la duración del agua en el interior de la misma es mínima; solo al final de la cavidad existe un conducto, inundado debido a su estrechez, por donde desaparece el riachuelo, después de haberse producido lluvias importantes.

Por tanto, el agua que pueda haber en la cavidad en un momento determinado es agua transitoria, ya que al ubicarse su boca a gran altura en el techo del Calar (1.480 m s.n.m.) y tener solo (investigado) 102 m de profundidad no puede encontrarse, ni siquiera el fondo de la misma, en la zona saturada, de ahí que en esta última se vea cómo desaparece el riachuelo en su camino descendente.

5.2.5. Cueva del Camino (nº 14)

5.2.5.1. *Localización y generalidades*

Término municipal: Vianos.

Lugar: Cañada de los Mojones.

Cuenca hidrográfica: Cuenca cerrada de la Cañada de los Mojones.

Recorrido total topografiado: 103,60 m.

Recorrido total explorado: 200 m.

Profundidad máxima: 33 m.

Localización: Hoja 866 (23-24). Coordenadas U.T.M. X=547,600; Y=4254,125 y a 1.280 m.s.n.m.

5.2.5.2. *Antecedentes*

Fue localizada y reconocida en la *Expedición Río Mundo 66*. Más tarde el grupo de Crevillente alza una primera topografía poco precisa. En 1970 en la *Operación España* el grupo S.I.S. del C.E. de Tarrasa vuelve a topografiarla detallando únicamente la planta y secciones transversales.

En 1980 el grupo alcoyano explora detalladamente la cavidad e intenta forzar el

sifón terminal, observando que queda totalmente taponado sin posibilidad de continuación.

5.2.5.3. Acceso a la cueva

La cueva se encuentra a unos 500 m al Norte de la entrada al valle de la Cañada por un camino forestal, a unos 150 m al Este, en una gran explanada. Está ubicada junto al referido camino (de ahí su nombre).

5.2.5.4. Descripción topográfica y morfológica (Figura nº 31)

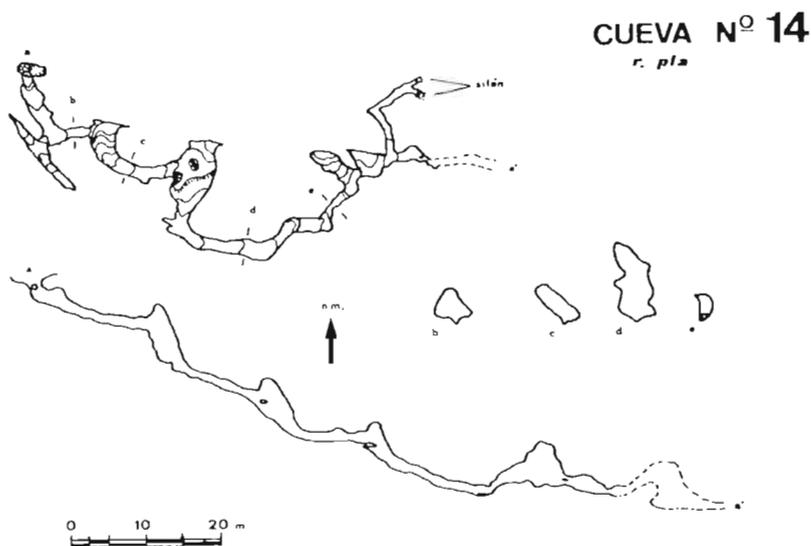


Figura 31. Topografía de la Cueva del Camino (nº 14).

Abre su boca en un pequeño ponor-sima de una dolina bajo una gran piedra que taponas su entrada, dejando una estrecha grieta, justa para el espeleólogo.

Se inicia en un pozo de 2 m de profundidad al que le sigue un escalón de un metro, alcanzando una sala de 3 m. de anchura por 5 de larga y 2 de altura, cuyo techo desciende hasta formar un amplio laminador en dirección SSE. Al final de la sala y a la



Foto 58. *Ponor-sima de la Cueva del Camino.*

derecha se abre un paso que da a una sala de aspecto caótico y rellena de sedimentos. Siguiendo al E la galería continúa en un tramo de 5 m de recorrido por 1,80 m de altura y 2 de anchura, alcanzando una sima de 7 m de profundidad de pared inclinada, formando una sala de considerables dimensiones en forma de embudo cuya base desemboca en un tubo de unos 10 m de recorrido, ovalado y con buzamiento al S. El tubo descrito finaliza en una sala de 7 x 10 x 5 m., formando una terraza con dos amplios orificios que dan paso a una planta inferior. Al S de la sala se abre otra pequeña de techo bajo, continuando la galería hacia el Este por un nuevo tubo de techo bajo en principio que se alza a mitad de tramo unos 4 m con una anchura media de 1,60 m. Siguiendo la cavidad, siempre en sentido descendente, llegamos a un tubo de 12 m de recorrido por un metro máximo de anchura y entre 1 y 1,50 m de altura por 60 cm de anchura. Tras un paso estrecho ascendemos 1,50 m alcanzando una sala inclinada que desemboca en otra sala circular a 1,50 m del suelo. En su extremo E existe otra salita, y entre ambas, hacia el N se abre un túnel de 1 m de diámetro y 12 m de recorrido, que finaliza en dos pequeños sifones infranqueables.

De nuevo en la última sala mencionada, y siguiendo en dirección E, pasamos un estrecho agujero a través de una zona de morfología freática entre la que debemos deslizarnos para alcanzar en sentido ascendente una grieta. Pasado este difícil tramo descendemos unos 3 m y nos encontramos con una galería de dimensiones considerables, para entrar en un laminador de 0,5 m de altura por 1,30 m de anchura, inundado, alcanzando la superficie del agua alturas inferiores a los 20 cm desde el techo de ésta, por lo que en dos ocasiones el espeleólogo debe introducir la cabeza en el agua para forzar dichos pasos, debiendo recorrer un tramo de unos 10 m en estas condiciones.

Tras el laminador inundado se abre una nueva galería de unos 20 m de recorrido de techo alto y anchuras de hasta 3 m para desembocar de nuevo en otro laminador muy bajo, pero seco y de 8 m de recorrido. Nuevamente la galería se ensancha y toma altura recorriendo otro tramo de unos 15 m para alcanzar el sifón terminal. A la izquierda, según se entra, se abre otra galería ascendente de unos 50 m de recorrido con base totalmente cubierta de arcillas, hasta la mitad de la galería, formando un profundo meandro en su centro de hasta 2 m de profundidad, unos 40 cm de anchura y techo a unos 2 m de altura, finalizando en un laminador impenetrable.

La morfología de la cavidad presenta, desde su entrada hasta la sala, redondas formas de erosión-corrosión tanto a presión como a libre circulación.

Los sedimentos arcillosos se amontonan en el sifón, antes de la sala redonda, siendo más abundantes a partir de esta sala.

El sifón terminal queda totalmente obstruido por sedimentos, dejando un pequeño tubo en su parte más profunda de no más de 30 cm de diámetro.

5.2.5.5. *Geoespeleología*

La Cueva del Camino se ubica dentro de la fosa tectónica de la Cañada de los Mojones, en su borde occidental, y más concretamente próximo a la intersección de dos fallas: una de más de 2 km de longitud, de dirección N 160 E, que presenta un carácter de desgarre sinistrorsum, y otra más corta, de dirección N 60 E, que se trata de falla normal; la primera (de cizalla) pertenecería al karst fósil y la segunda (de distensión) al karst activo, como se verá en el apartado siguiente. Estas dos fracturas han condicionado la morfología de la cueva, ya que presenta un primer tramo de dirección N 140 E al que le sigue otro de dirección N 60 E.

Toda la cavidad se desarrolla en rocas carbonatadas del tramo 5 (Senoniense inferior) y solo en las partes superiores se han detectado arcillas rojas de descalcificación, que proceden en su mayor parte de la superficie de la Cañada de los Mojones.

La cueva se dirige en horizontal, como ya se ha dicho, hacia el NE (condicionada por la falla de N 60 E), pero en vertical se adapta a los planos de estratificación que presentan un buzamiento de 30° hacia Este, el mismo que se ha medido en superficie.

5.2.5.6. *Hidroespeleología*

Es ésta una cueva "viva", en el sentido de que existe una funcionalidad en los procesos kársticos, al haber en su interior agua permanente que corresponde a la zona saturada. En efecto, aún en las épocas de mayor estiaje, el agua no desciende más de la cota del laminador ya descrito.

La profundidad del agua es variable, según la estación, pero está comprendida normalmente entre 25 y 30 m; sin embargo se tiene conocimiento de que, en ocasiones excepcionales de años muy lluviosos y con precipitaciones de nieve, el agua ha salido por la boca de esta cueva, a manera de "trop plein", con caudales superiores a los 50 l/s. Lo que sí es más frecuente, y esto está confirmado por uno de nosotros (F.B.), es que experimente una subida de hasta 20 m (a unos 5 m de la boca), fenómeno que, además, queda registrado en los techos de la cueva, mediante unas señales horizontales oscuras correspondientes al nivel del agua.

Ya se apuntó, en el apartado geológico anterior, que el segundo tramo de la cueva se adaptaba a una falla de dirección N 60 E, que era normal y que por tanto estaba relacionada con el karst activo; en efecto, es en este tramo donde se encuentra el agua (aparte de encontrarse a mayor profundidad).

La morfología de la cueva es "freática" y en ella han tenido lugar circulación libre y forzada; ésta última queda demostrada por la existencia de sifones y de estrías en las paredes. En cualquier caso la cueva presenta, ya desde su entrada, formas de erosión-corrosión muy desarrolladas.

5.2.6. Sima 21

5.2.6.1. *Localización y generalidades*

Término municipal: Vianos.

Lugar: Campo de dolinas de Viboreros.

Cuenca hidrográfica: Campo de dolinas de Viboreros.

Recorrido total: 60 metros.

Profundidad máxima: 98 metros.

Localización: Hoja 866 (23-24). Coordenadas U.T.M. X=549,150; Y=4253,750 y 1.560 metros s.n.m.

5.2.6.2. *Antecedentes*

Fue localizada por el grupo espeleológico del C.E. de Crevillente en 1977 y explorada por el grupo Speos de Alcoy en 1978 con ocasión de las *Jornadas Espeleológicas* organizadas por el C.E. de Crevillente.

5.2.6.3. *Acceso a la cavidad*

La localización presenta grandes dificultades al encontrarse en el enorme campo de dolinas del O de Viboreros, en una zona sin prácticamente referencias. El mejor itinerario es ascendiendo por el Barranco de las Charcas, tomando la vaguada izquierda hasta su cabecera, en donde debe encontrarse la Sima 23. A partir de ésta, hacia el SE y a unos 400 metros, de distancia se encuentra la dolina que ubica la sima.

La boca se encuentra bajo un cortado al fondo de una gran dolina, y alcanza los 10 metros por unos 3 de altura, iniciándose de inmediato una fuerte rampa que desemboca a unos 10 metros de la entrada en la vertical de la primera sima.

5.2.6.4. *Descripción topográfica y morfológica* (Figura nº 32)

El primer tramo de 10 metros debe ascenderse por la rampa arrimados a la derecha de la entrada. A partir de este punto se abre la primera sima escalonada de 35 metros cuya morfología se identifica con la de los típicos sumideros torrenciales, encontrando en su base una rampa de derrubios, cantos rodados y bloques clásticos. En la primera planta de la sima de entrada se observa la unión de tres roturas, dos de ellas paralelas NE-SO y otra que las corta en su extremo NE en sentido SE-NO en cuyo extremo NO

SIMA N° 21

r. pla

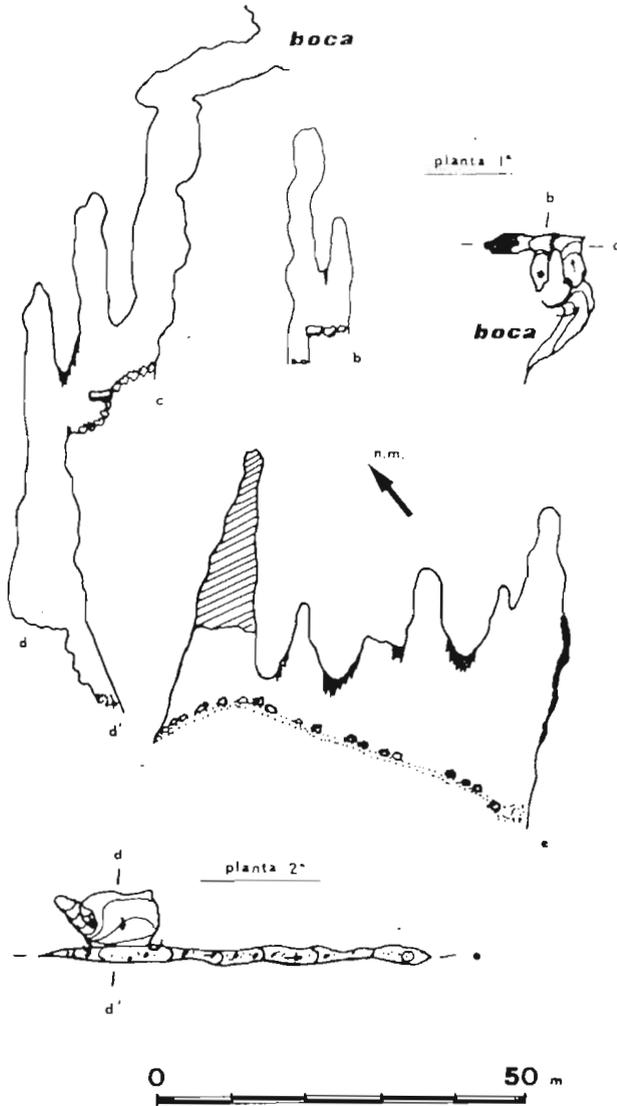


Figura 32. Topografía de la Sima 21.

se abre la segunda sima, de 30 metros en voladizo y una amplitud del orden de los 10 a 15 metros por la que cae una fuerte lluvia proveniente de la cúpula que la culmina. En la base del pozo se abre una plataforma de 8 por 12 metros, encontrando en su extremo NO tras un gran bloque, una considerable corriente de agua que junto con la que se acumula en la planta se precipita en el borde suroeste, donde se abre una amplia grieta, continuación de la sima, profundizando 10 metros más hasta llegar a una galería excavada en una gran falla, que se desarrolla en sentido NO-SE. Al NO se estrecha hasta hacerse impenetrable, desapareciendo las aguas que provienen de la plataforma anterior, mientras que por el SE, se ensancha hasta 1,50 metros, prosiguiendo en profundidad en una rampa de unos 20° a lo largo de más de 40 metros finalizando en un sumidero de barro y piedras.

En la segunda sima, los procesos erosivos se presentan muy activos, así como la corrosión. La 2ª planta queda cubierta por una gruesa capa de sedimentos y bloques clásticos, procedentes en su mayoría de las simas superiores. Sus paredes presentan una fina capa de arcillas a causa de las inundaciones.

El corredor final presenta varias cúpulas, que junto con la morfología típicamente freática del conjunto nos puede llevar a la teoría de encontrarnos ante una génesis endokárstica de evolución inversa, sirviendo en un principio de *trop-plein* y más tarde de sumidero.

5.2.6.5. *Geoespeleología*

Está ubicada próximo al núcleo del anticlinal de los Vivoreros, constituido por rocas carbonatadas del tramo 5. Este pliegue está afectado sobre todo por fallas normales de dirección NE-SO, pero también por otras de cizalla de dirección NO-SE; estas fallas, identificadas en superficie, han condicionado el trazado de la sima, que se adapta a las mismas.

Además de las calizas y dolomías del tramo 5 (Senoniense inferior), se ha encontrado en su interior enormes bloques carbonatados del Cretácico superior y cantos cuarcíticos de la raña pliocena, además de arcillas de descalcificación "terra rossa".

5.2.6.6. *Hidroespeleología*

Al tratarse de una sima, tiene una morfología vertical típica de sumidero torrencial, por donde penetran grandes volúmenes de agua hacia la zona saturada; esto puede comprobarse por la presencia abundante de bloques clásticos y cantos rodados cuarcíticos pertenecientes a la raña pliocena.

La presencia de arcillas rojas de descalcificación ponen de manifiesto que la sima se encuentra en la zona no saturada y que el agua que pueda aparecer, durante su exploración, es agua de paso procedente de la lluvia (se ve caer en las cúpulas y desaparecer en las grietas basales).

La teoría de Pla (1987) de que podría tratarse de una cavidad con "génesis endokárstica de evolución inversa, sirviendo en un principio de trop-plein y más tarde de sumidero", resulta muy posible ya que hoy día, en superficie topográfica igualmente casi plana y a 1500 m de altura, actúa como trop-plein su vecino "Pozo de la Bomba" o fuente del Espino (la boca de la sima 21 se encuentra a 1560 m s.n.m.). Este fenómeno, de que las fuentes de trop-plein aparezcan con el tiempo cada vez a menor altura y vayan desapareciendo la de mayor altura, viene relacionado con el descenso generalizado del cambio de base a nivel mundial, ya referido con anterioridad. Por tanto, es muy posible que con el tiempo ya no vuelva a salir más la fuente del Espino (de hecho ya sale solo en circunstancias ocasionales), lo mismo que la de la Media Fanega (1580 m s.n.m.), que está ubicada a mayor altura que la del Espino, hace ya muchos años que no sale agua.

5.3. TIPOLOGÍA DEL KARST

Cvikic (1918) clasifica a los karst en Holokarst y Merokarst. Vamos a describir las características que definen a uno y a otro y después se asemejará el karst del Calar del Mundo a uno u otro tipo.

El Holokarst se caracteriza por:

1º Presentar una potencia total grande de la masa caliza, para que el karst pueda evolucionar ampliamente.

2º El nivel de base kárstico está situado a gran profundidad, en relación con la superficie topográfica.

3º El relieve es juvenil, con desniveles de cierta importancia, entre las zonas altas y los niveles de base locales.

4º El muro impermeable está por debajo de los talweg epigeos.

5º Están perfectamente desarrolladas las formas kársticas y los fenómenos de circulación subterráneos más variados.

6º Las posibilidades de evolución en sentido horizontal y vertical son ilimitadas.

7º Son ausentes o escasos los niveles interestratificados de arcillas y dolomías.

El Merokarst, por el contrario, se caracteriza por:

1º Presentar una menor potencia de calizas.

2º El nivel de base no se encuentra a gran profundidad.

3º El muro impermeable aflora en los talweg epigeos, dándose en su intersección las salidas hídricas.

4º No se desarrollan ciertas formas kársticas, tratándose, por tanto, de un karst parcial, imperfecto o poco evolucionado.

5º Está constituido por calizas más o menos margosas, ricas en carbonato magnésico. Estas rocas impuras se disuelven en menor grado que las calizas puras típicas del Holokarst, y suministran una gran cantidad de arcilla de descalcificación.

En el caso concreto del Calar del Mundo se encuentran características intermedias entre estos dos tipos de karst, por lo que podemos clasificarlos como un karst de transición del tipo Jura.

Los hechos en los que me baso son los siguientes:

1º El espesor del acuífero es importante (700 m) aunque tal vez no alcance los espesores de los Holokarst típicos europeos.

2º El nivel de base kárstico (facies "Utrillas") está situado a gran profundidad, en relación con las cotas más elevadas del Calar.

3º El relieve es juvenil, con desniveles de cierta importancia, entre las zonas altas y los niveles de base locales.

4º El muro impermeable aflora en los talweg epigeos, dándose en su intersección las salidas más importantes de agua.

5º Están bastante bien desarrolladas las formas kársticas y los fenómenos de circulación.

6º Está constituido por calizas y dolomías (y margocalizas y margas intercaladas), así como por abundantes arcillas de descalcificación en superficie (fondo de las dolomías y lapiaz) y en profundidad (por ejemplo, en el tramo existente entre el "Lago del Brillo" y la "Sala de Casteret", en la Cueva de los Chorros).

Según Mijatovic (1975), los acuíferos kársticos se pueden dividir, en primera instancia, en libres y cautivos. Sin considerar estos últimos, que dicho autor los denomina "sistemas kársticos artesianos" (por no encontrarse el Calar del Mundo en este caso), los primeros (libres) pueden subdividirse a su vez en "sistemas de fisuras-disolución" y "sistema de cursos aislados".

1º *Sistemas de fisuras-disolución.*

Son propios de karsts con relieves topográficos bajos y en los que el gradiente hidráulico es débil. Las fracturas son generalmente pequeñas (milimétricas). No hace falta demostrar que el Calar del Mundo no se encuentra encuadrado en este tipo.

2º *Sistemas de cursos aislados.*

Son propios de karst de relieves montañosos. Las fracturas son ya importantes, del tamaño de centímetros, incluso de metros. Los pasos de circulación de agua se sitúan en los lugares preferenciales (fracturas). La velocidad de escorrentía es elevada.

da (cm/seg.). Las capas impermeables no están ausentes, aunque son escasas y de pequeño espesor. El impermeable de base está a gran profundidad, por debajo del nivel del mar.

Vistas estas características se deduce que el Calar del Mundo se ajusta más a este tipo de "cursos aislados", aunque no del todo, puesto que el impermeable de base llega a aflorar en superficie y no precisamente a cotas bajo el nivel del mar. Este tipo de Mijatovic (1975) corresponde, prácticamente, con el Holokarst de Cvijic (1918).

En cuanto a los factores que condicionan las formas kársticas existentes y la evolución de los mismos, el Calar del Mundo se trata de un karst de montaña (Llopis, 1970) o de tipo Jura, propio de las regiones plegadas del Mediterráneo.

Desde un punto de vista estructural, dada su estructura en sinclinorio y las abundantes fracturas existentes, se trata de un karst estructural.

En cuanto a su filogenia se refiere, se puede definir como karst viviente con formas de karst muerto en las que no se ve actualmente ninguna actividad.

Por su estado evolutivo estamos ante un karst policíclico, con formas vivas y muertas, existiendo y habiendo existido circulación libre y circulación forzada.

Por último, desde un punto de vista climático corresponde a un karst de régimen nivo-pluvial.

Estas últimas asignaciones para el karst del Cala del Mundo coinciden con las ya mencionadas por López Bermúdez (1974).

5.4. EDAD DEL KARST

Existe una relación entre la base de la karstificación y la erosión kárstica, y ésta depende de las condiciones paleogeográficas y paleohidrogeológicas. En general, se puede decir que a todo período de emersión de las calizas corresponde una actividad kárstica.

En el caso concreto del Calar del Mundo, los primeros movimientos ascensionales tuvieron lugar en el Cretácico superior, debido a la acción diapírica del Trías, como lo demuestra la existencia de discordancias intracretácicas en el Calar. Por otro lado, deducimos que posteriormente al Cretácico superior no existió en esta zona depósito alguno de materiales (Eoceno, Oligoceno, y tal vez ni siquiera Mioceno), por lo que el Calar del Mundo debía construir un área ya emergida, antes de originarse el plegamiento principal de las Béticas. Según este razonamiento, en teoría, y a modo de hipótesis, la karstificación pudo iniciarse ya en el Cretácico superior (Senoniense).

Este área emergida en el Cretácico superior se vio sometida, en el Mioceno, a los esfuerzos principales del plegamiento de las Cordilleras Béticas, dando como resultado un incremento ascensional que debió acentuar aún más la actividad kárstica del Calar.

Pero tal vez tuvo su actividad más intensa de karstificación en el Plioceno, y sobre todo en el Cuaternario, como consecuencia, primero, de la epirogénesis que sucedió al plegamiento principal, y segundo, condicionado por el clima frío que originó las glaciaciones en el Cuaternario y que modificó el nivel de base del mar.

Una prueba, que de poder ser demostrada paleontológicamente tendría gran validez, es el hecho de existir en la superficie del Calar y en el interior de la cueva una "raña" de cantos de cuarcita, que es idéntica a la encontrada en la Hoja de Alcaraz, y que allí posa directamente y en posición paraconcorde con el Mioceno superior, por lo que se le atribuye una edad Pliocena.

Resumiendo, diremos que el karst del Calar del Mundo pudo iniciarse ya en el Cretácico superior, ser acentuado en parte en el Mioceno y cobrar su mayor actividad kárstica en el Plioceno y Cuaternario antiguo (Pleistoceno). Esta última fase de actividad (Cuaternario) es la que sostiene Geze (1965) para los karsts europeos; sin embargo, se piensa que en nuestro caso del Calar pudo iniciarse con anterioridad, siendo probablemente en el Plioceno cuando cobró su mayor importancia. Esta es la edad que atribuyen Gutiérrez Elorza y Peña Monne (1975) para el karst de la Sierra de Javalambre (provincia de Teruel).

5.5. KARST Y CLIMA

Ya se ha dicho que el karst ha presentado su mayor actividad en el Plioceno y Cuaternario antiguo, precisamente por la acción de la nieve, y más concretamente por los cambios hielo-deshielo. Las aguas frías de la fusión son precisamente muy activas, por presentar mayor contenido en anhídrido carbónico y ser más puras. Sabemos que un agua a 0º puede disolver cuatro o cinco veces más caliza que otra a 30á, aunque esta estimación ha de tomarse con reservas, puesto que el papel de la temperatura no puede juzgarse en la karstificación aisladamente de otros factores termodinámicos.

Por otro lado, en el cambio de agua a hielo se produce un aumento de volumen que agranda las grietas de las rocas y facilita la karstificación (gelifracción). Vemos, por tanto, que el factor climático va a ser decisivo en la formación del karst.

Entendiendo por clima periglacial (según Derruau, 1965) "aquel en que el hielo desempeña un papel importante en una gran parte del año, pero que es discontinuo, y el hielo-deshielo forma un conjunto de procesos de gran importancia" podemos considerar que el clima del Calar del Mundo es periglacial.

En la parte alta del Calar el bosque desaparece casi por completo, y sólo existe vegetación (pequeñas matas) en las zonas arcillosas existentes en las dolinas; el resto está ocupado por rocas desnudas que han sufrido la acción del hielo, dando como resultado formas típicas de este tipo de erosión, como a continuación veremos.

En el caso del Calar del Mundo han ejercido mayor influencia las sucesiones hielo-

deshielo que la duración del hielo, ya que la nieve sólo tiene presencia como máximo seis meses al año, y por otro lado las calizas, al estar diaclasadas, favorecen más estos fenómenos.

No existe, por tanto, "tjale" o subsuelo helado, ya que éste necesita nueve o diez meses de permanencia de la nieve para su formación.

El clima periglacial del Calar del Mundo corresponde al dominio de las elevadas altitudes, tan frecuente en la pradera alpina, y ejerció su acción a partir del Cuaternario antiguo; incluso lo ejerce en la actualidad. Las formas ligadas a este clima tuvieron lugar una vez que el karst estaba ya iniciado, como lo demuestra la existencia de formas periglaciares en el seno de las dolinas.

Formas de erosión

Se distinguirá para su estudio, el modelado en los rellanos y el modelado en las ventientes. Dentro del primer apartado definiremos formas en las rocas calizas, y por otro lado las formas observadas en las arcillas de descalcificación existentes en las dolinas.

A) Modelo de los rellanos

a) *En las rocas*

Las rocas, en sus fracturas y planos de estratificación, se ven sometidas a los cambios de volumen en los procesos de hielo-deshielo, dando como resultado una fragmentación de las mismas. A este fenómeno se le llama gelifracción o crioclasticidad. De ahí que sean tan frecuentes en el Calar los "campos de piedras" de diferentes tamaños, pero todas estas piedras con aristas angulosas.

b) *En las arcillas*

En las arcillas de descalcificación de las dolinas se han podido observar formas muy curiosas originadas por la acción del hielo, como son:

Pipkrake

En la uvala del cortijo de los Pocicos se ha puesto de manifiesto, en invierno, que debajo de los granos de tierra existe hielo, en formas de bastoncitos o columnitas fibrosas, que elevan los granos algunos centímetros del suelo; estas columnitas están asociadas en pequeños manojos.

Rosas de piedras: "sorted polygons", de Washburn (1973); "polygons a triage", de Tricart y Cailleux (1967)

Es frecuente encontrar en las dolinas pequeños montones de piedras calizas for-

mando un círculo o una forma geométrica irregular y rodeados de arcillas. El diámetro de estos montones no suele superar el metro y medio y la distancia entre unos y otros suele ser de dos a tres metros. Esto es lo que Derruau (1965) ha denominado "suelos poligonales". La inversa no se ha observado, esto es, círculos de piedras en cuyo interior existe arcilla. Su génesis aún no está clara, pero al parecer se debe a la acción del hielo.

Parece ser que estos suelos poligonales se dan a partir de los 1.750 m; sin embargo, aquí los hemos encontrado a sólo 1.300 m.s.n.m., aunque muy embrionarios.

Irregularidades superficiales

Se ha observado en las arcillas de descalcificación pequeñas irregularidades en la superficie del terreno, dando lugar a pequeños "domos y cubetas" de algunos centímetros de diámetro y algunos centímetros de altura o profundidad.

Césped almohadillado

Son montículos que normalmente tienen un tamaño del de las madrigueras de los topos y que en el Calar, en el Cortijo del Pocico, por ejemplo, pueden tener de 20-30 cm de diámetro por 10-15 cm de altura. Están recubiertos de vegetación. Se forman en el Calar desde los 1.000 m hasta los 1.300 m.

Según Derruau (1965), tardan en formarse de cuatro a cinco años.

Su génesis no está clara, pero parece ser que sean debidos a una segregación del hielo.

B) Modelado de las vertientes

Este modelado resulta de la acción de la crioclasticidad y de la solifluxión. El primero de los fenómenos origina acumulación de piedras, y el segundo, acumulación de barro. Este último fenómeno tiene menos importancia que el primero, ya que los materiales constituyentes del Calar son fundamentalmente calcáreos, y sólo se da cuando una dolina está próxima a la ruptura de pendiente y "derrama" su arcilla de descalcificación; pero, en general, las dolinas están situadas en el centro del sinclinal. No obstante, también se dan "coladas de barro".

Acumulación de bloques: "coulées de blocaille", de Tricart y Cailleux (1967); "stones streams", de Embleton y King (1968); "block slopes", de Washburn (1973).

Dada la fuerte pendiente, tanto de la vertiente Norte como la Sur del Calar (30°-35°), la acumulación de bloques angulosos es anárquica y exenta de material arcilloso; no obstante, la acción de la gravedad hace que los bloques de mayor tamaño ocupen posiciones más bajas, topográficamente.



Foto 59. *Césped almohadillado.*

Sin embargo, allí donde la pendiente es más suave (inferior a 30°) los derrubios ya no sólo descienden por la acción de la gravedad, sino por la acción de los pipkrakes y por arrastre sobre una ligera capa de barro. Se observa entonces una alternancia de lechos finos arcillosos y lechos groseros de cantos calizos angulosos, no superiores a 10 cm de diámetro; es lo que se denomina "grézes litées" o derrubios ordenados.

Esta alternancia tal vez sea debida a una mayor o menor intensidad del hielo en cada año. Los años de mayor acción originan los lechos de cantos angulosos, y los años de menor acción, los lechos arcillosos.

Estos derrubios ordenados se observan muy bien en la ladera septentrional del Calar, próximo al nacimiento del río Mundo.

6. PROPUESTAS DE ACTUACIÓN EN EL CALAR DEL MUNDO

Como se ha podido ver en esta memoria, estamos ante un macizo kárstico de interés nacional, incluso internacional, por sus características geológicas, hidrogeológicas y espeleológicas. Sin embargo, a pesar de su importancia, no se conoce lo suficientemente fuera de la región del Sureste; la publicación de este libro contribuiría sin duda a su divulgación en el ámbito científico (karstólogos) y deportivo (espeleólogos y senderistas).

Además de los puntos de vista científico y deportivo, hay que considerar también el turístico, pues es una lástima que un paisaje de tan gran belleza, por sus contrastes naturales, no sea admirado por las gentes de cualquier lugar.

Por último, está el tema de su conservación y preservación de los impactos ambientales, que en los últimos tiempos están produciéndose por desaprensivos o por ignorantes, tanto en el interior de la cueva, como en sus exteriores.

Para potenciar las visitas al lugar por parte de estudiosos, deportistas y curiosos en general, y sobre todo para proteger del deterioro incontrolado de la actividad antrópica, se propone llevar a cabo las siguientes actuaciones:

1º) Creación de un Patronato interprovincial del macizo kárstico del Calar del Mundo, coordinado por la Excm. Diputación Provincial de Albacete, en el que deberían estar representados los ayuntamientos implicados, o al menos aquellos que lo desearan, en especial los de Riopar y Siles; también podrían pertenecer a este ente, personalidades con responsabilidad política (en el tema turístico) y capacidad de ejecución, así como otras prestigiosas por sus conocimientos en geología, botánica, espeleología, medio ambiente... etc. Su misión sería la de potenciar el turismo de la zona y el deporte al aire libre, así como la investigación del macizo kárstico, todo ello conjugado con el más estricto y escrupuloso respeto del medio ambiente. Este Patronato sería subvencionado en parte por las tasas económicas que se recogieran en las visitas a la cueva y al exokarst de la meseta.

2º) Encontrar otras posibles entradas, desde superficie, al interior de la Cueva de los Chorros, pues el acceso a la misma tras el sifón de Vera, resulta dificultoso, además de prolongar peligrosamente la estancia en la cueva de sus visitantes. Estas aperturas han de buscarse en la zona de falla del borde oriental de la fosa de la Cañada de los Mojones; para ello el mapa de fracturas en superficie que se ha confeccionado en el presente trabajo, debe contribuir para conseguir tal fin.

3º) Adecuar el camino de acceso hasta la boca de entrada de la Cueva de los Chorros, bien ensanchando algo (dentro de lo posible) el piso, o bien colocando discretos utensilios que no constituyan impacto visual (barandillas, cadenas, asideros, etc) en aquellos puntos de mayor riesgo, en los que el precipicio esté próximo o que el camino sea estrecho; estas medidas contribuirían a la seguridad vial, pues hoy por hoy está cuestionada.

4º) Acondicionar sólo una parte de la Cueva (la entrada y algunas salas del principio) para ser visitada por el público en general, de una forma vigilada y controlada. Con ello se obtendría un beneficio económico que ahora no se tiene y por otro lado se evitaría un perjuicio que ya se va teniendo con la visita de incontrolados. El resto de la cueva quedaría para los estudiosos y especialistas en Espeleología.

5º) Fomentar también la visita, pedagógica e incluso turística, de la parte alta superficial del Calar, pues existe un exokarst muy bien desarrollado (dolinas, uvalas, poljés, fuentes de "trop-plein", etc.), tan digno como lo pueda ser el endokarst. Para ello se acondicionaría el acceso, que a ser posible debería ser único con el fin de poder controlarse por un vigilante. Se obtendrían beneficios económicos y se evitarían perjuicios por el descontrol.

6º) Con el fin de que siempre salga agua por la Cueva de los Chorros (ya se ha visto que su caudal es muy irregular, por tratarse de una exsurgencia de tipo kárstico), se propone extraer agua mediante sondeos **solo cuando sea necesario** (veranos en los que la fuente esté prácticamente seca), del acuífero del Cenomaniense inferior-medio y elevarla hasta la boca de la cueva. Con ésto se conseguirían los siguientes beneficios:

- a) Incrementar el turismo, por el efecto de la "cascada permanente".
- b) Aprovechar los regantes este caudal aguas abajo en épocas de sequía.
- c) Mantener el ecosistema del Río Mundo, ya que nunca se quedaría seco.

Los sondeos se realizarían al Oeste de la Cueva y se elevarían unos 150 m. Los costes, si no hubiese subvención por parte de los organismos oficiales, serían sufragados por los beneficiarios más directos: hoteleros y regantes.

Experiencias similares se han llevado a cabo en otros lugares del SE español, tales como en las fuentes del Algar en Benidorm, a las que se acercan en verano los turistas montados en burros, sin saber si el agua que se precipita por la cascada es procedente de la lluvia o del interior de la tierra extraída por bombeo.

BIBLIOGRAFÍA

- CUENCA PAYÁ, A. (1976) . Influencia de los elementos morfoestructurales en la génesis del endokarst de Calar del Mundo (Prov. de Albacete, España). Cuadernos de Geología. V. 18 pp. 67-82. Murcia.
- CUENCA PAYÁ, A. (1987). Síntesis y actualización de los conocimientos sobre la Geología del karst del Calar del Mundo (Albacete). Rev. Lapiaz nº 7 pp 37-44. Federac. Valenc. de Espeol.
- CVIJIC, J. (1918). Hydrographie souterraine et évolution morphologique du karst. Rec. Trav. Inst. Geogr. alpine. 6. nº4, p.1-56.
- DERRUAU, M. (1966). Geomorfología. ed. Ariel. Barcelona
- ESPELEO CLUB AVENC (198). Cueva de la Pedorrilla. Lapiaz nº 13. pp. 17-20.
- GEZE, B. (1965). Les conditions hidrogéologiques des roches calcaires. Chron. d'Hydrog. nº 7 B.R.G.M., pp. 9-39.
- I.G.M.E.- I.N.C. (1972). Estudio Hidrogeológico Cazorla-Hellín-Yecla. Madrid.
- LEHMAN, O. (1932). Die karsthydrographie. Enzyklopadie der Erdkunde. 6. Leipzig und wien, Deuticke, 212 p.
- LÓPEZ BERMÚDEZ, F. (1974). El karst del Calar del Mundo (Albacete). Est. Geograf. vol. XXXV, nº 136 Inst. Juan Sebastián Elcano, C.S.I.C. Madrid. pp. 359-404.
- LLOPIS LLADÓ, N. (1970). Fundamentos de hidrología kárstica. Edit. Blume. Barcelona. 269 pp.
- PLÁ SALVADOR, R. (1966). Nuevas prospecciones en el Calar del Mundo. Geo. y Bio karst., año III, nº 9, Barcelona, pp. 21-22.
- PLÁ SALVADOR, R. (1987). Trabajos espeleológicos desarrollados en el karst del Calar del Mundo y Cueva de los Chorros (Albacete). Rev. Lapiaz nº 7 pp 1-36. Federac. Valenc. de Espeol.
- RODRÍGUEZ ESTRELLA, T. y GRANADOS GRANADOS, L. (1973). El Cretácico superior de las hojas de Alcaraz, Lietor y Yeste, Zona Prebética. Primer Coloq. de Estrat. y Paleog. del Cretac. de España. Bellaterra-Tremp. Emp. Nac. Adaro de Inv. Min. S.A. Serie 7. nº 1. Madrid.
- RODRÍGUEZ ESTRELLA, T. (1976). El sistema hidrogeológico del Calar del Mundo. Simp. Nac. Hidrog. Valencia. A.G.E. Grupo de Trab. de Hidrog. pp. 317-338.
- RODRÍGUEZ ESTRELLA, T. (1979). Geología e Hidrogeología del sector de Alcaraz-Liétor-Yeste (Prov. de Albacete). Síntesis geológica de la Zona Prebética. Tesis doctoral. Univ. de Granada (leída en 1978). IGME. T. 97, 566 pp. Colecc. Memor. Madrid.
- RODRÍGUEZ ESTRELLA (1996). Cartografía geológica y memoria de la Hoja de Yeste, a escala 1:50.000. Inédito. ITGE. Madrid.

- ANÓNIMO. Tratado de Montería del Siglo XV. Manuscrito del Museo Británico publicado y anotado por el Duque de Almazán. Madrid MCMXXXVI. Alaba Ediciones.
- ULLASTRE, J. y MASRIERA, A. (1968). Introducción al estudio geoespeleológico del borde NO del Calar del Mundo (Riopar-Albacete). *Geo y Bio karst.*, año V, nº 16-17. Barcelona. pp. 4-19.

PLANOS

MAPA GEOLÓGICO DEL CALAR DEL MUNDO Y ZONAS ADYAS

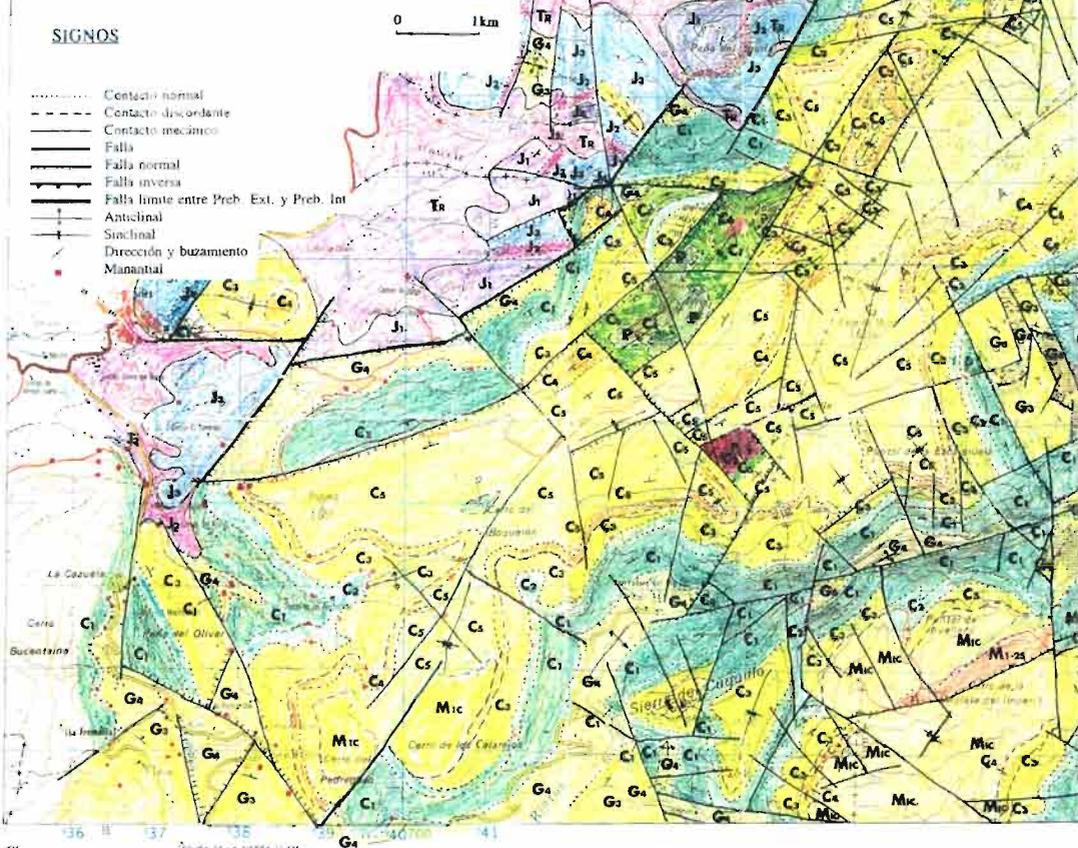
T. RODRÍGUEZ ESTRELLA

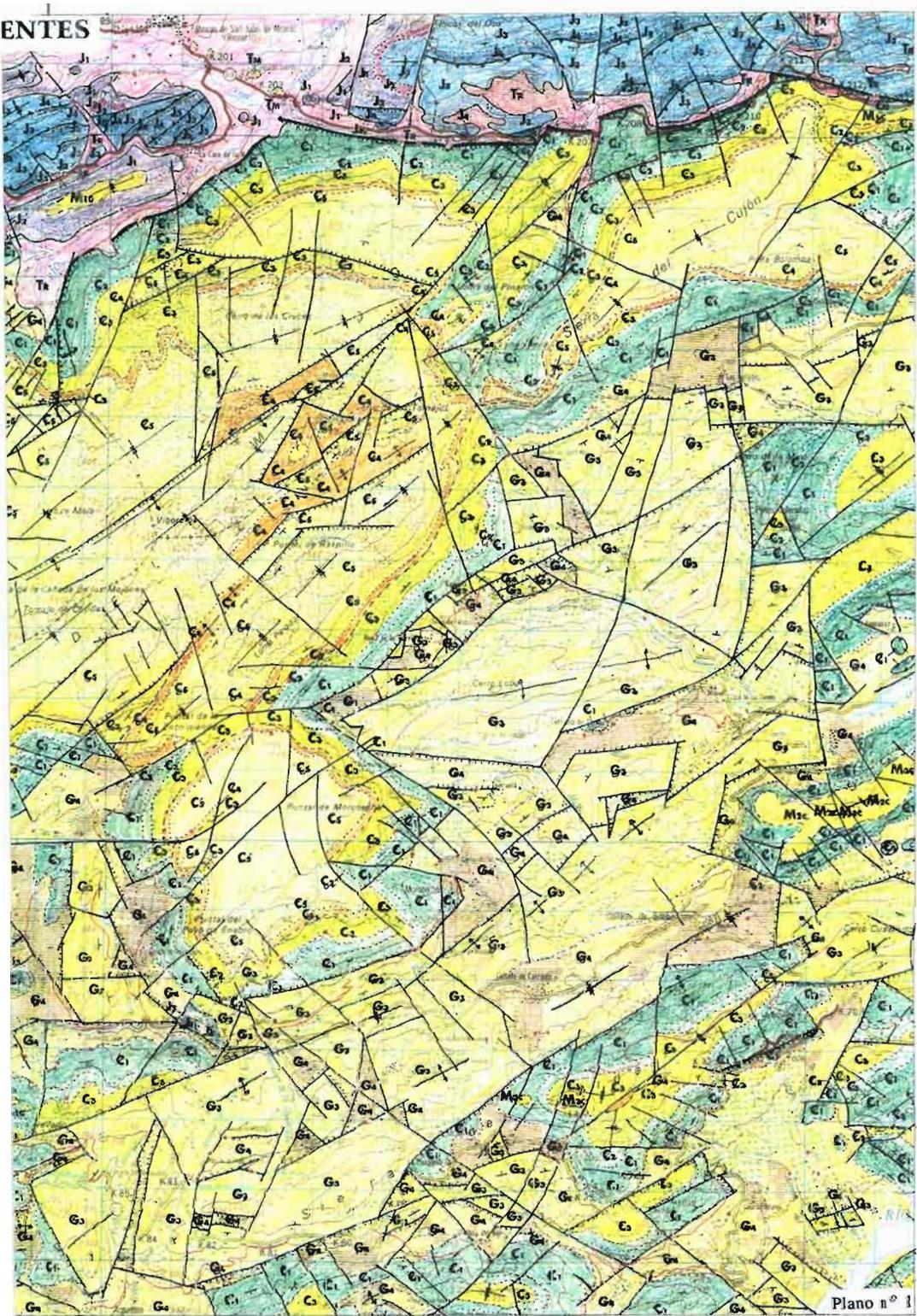
LEYENDA

CUATERNARIO	Q	Al	Aluvial
	P	P	Indiferenciado (conglomerados, arenas y limos)
PLIOCENO	M-P	P	Arcillas y cantos de cuarzitas ("raña")
	M ₁₋₂	M-P	Conglomerados, brechas y limos
MIOCENO	SUPERIOR	M ₁₀	Margas y calizas lacustres
		M ₁₁	Calizas lacustres
	MEDIO	M ₁₂	Calizas bioclásticas masivas
		M ₁₃	Calizas bioclásticas masivas
INFERIOR	M ₁₄	Areniscas, arenas y margas blancas	
	M ₁₅	Calizas masivas	
CRETÁCICO	SUPERIOR	C ₁	Areniscas y calizas
		C ₂	Calizas
		C ₃	Dolomías arcillosas
		C ₄	Calizas con "cailloux noirs" y micritas dolomitizadas
	TURON	C ₅	Dolomías arcillosas, dolomías y arcillas dolomíticas
		C ₆	Dolomías y dolomías arcillosas
		C ₇	Dolomías oscuras
		C ₈	Dolomías arcillosas y arcillas dolomíticas
	CENOMAN	C ₉	Dolomías y eventualmente calizas en la base
		C ₁₀	Arenas, conglomerados y arcillas (Facies "Weald-Utrillas")
		C ₁₁	Arenas, arcillas y a veces calizas (Facies "Utrillas")
		C ₁₂	Calizas subnodulosas con "cailloux noirs" y margas
ALBIENSE	G ₁	Calizas oolíticas	
	G ₂	Dolomías y calizas oolíticas	
BARR. APT.	G ₃	Caliz. nodul. (Oxf. sup.) y margac. y margas (Kimm. inf.)	
	G ₄	Dolomías de romboedros y calizas en el techo	
MAMM.	J ₁	Arcillas dolomíticas, dolomías arcillosas y calizas	
	J ₂	Dolomías microcristalinas	
	J ₃	Dolomías y calizas conchíferas	
	J ₄	Arcillas abigarradas con yesos y areniscas	
DOOGER	T ₁		
	T ₂		
IAS	T ₃		
	T ₄		
TRIÁSICO	T ₅		
	T ₆		

SIGNOS

-----	Contacto normal
-----	Contacto discordante
-----	Contacto mecánico
-----	Falla
-----	Falla normal
-----	Falla inversa
-----	Falla límite entre Preb. Ext. y Preb. Int.
-----	Anticlinal
-----	Sinclinal
-----	Dirección y buzamiento
-----	Manantial





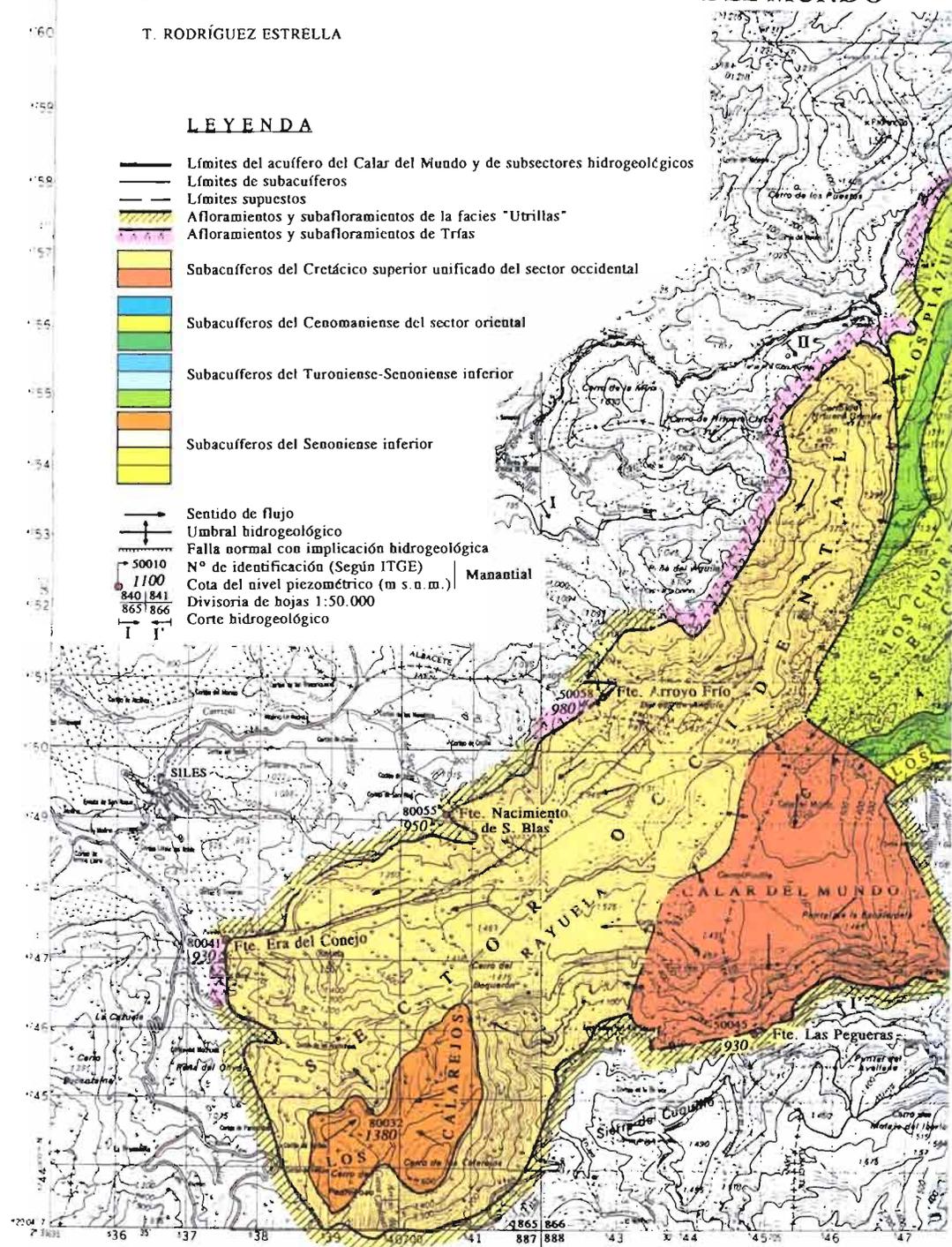
MAPA HIDROGEOLÓGICO DEL CALAR DEL MUNDO

T. RODRÍGUEZ ESTRELLA

LEYENDA

-  Límites del acuífero del Calar del Mundo y de subsectores hidrogeológicos
-  Límites de subacuíferos
-  Límites supuestos
-  Afloramientos y subafloramientos de la facies "Utrillas"
-  Afloramientos y subafloramientos de Trías
-  Subacuíferos del Cretácico superior unificado del sector occidental
-  Subacuíferos del Cenomaniense del sector oriental
-  Subacuíferos del Turoniense-Senoniense inferior
-  Subacuíferos del Senoniense inferior
-  Subacuíferos del Senoniense inferior
-  Subacuíferos del Senoniense inferior
-  Sentido de flujo
-  Umbral hidrogeológico
-  Falla normal con implicación hidrogeológica
-  Nº de identificación (Según ITGE)
-  Cota del nivel piezométrico (m s.n.m.)
-  Divisoria de hojas 1:50.000
-  Corte hidrogeológico

Manantial





DIPUTACIÓN DE ALBACETE