

Anejo 7. CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLÓGICA DE LOS EMBALSES SUBTERRÁNEOS

ANEJO 7. CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLÓGICA de los EMBALSES SUBTERRÁNEOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. EMBALSES SUBTERRÁNEOS	2
2. CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLÓGICA DE LOS EMBALSES SUBTERRÁNEOS	12
2.1 UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 05.28/MONTES ORIENTALES	12
2.2 UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 05.29/SIERRA COLOMERA	17
2.3 UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 05.30/SIERRA ARANA	23
2.4 UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 05.31/LA PEZA	30
2.5 UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 05.32/DEPRESIÓN DE GRANADA	36
2.6 UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 05.33/SIERRA ELVIRA	43
2.7 UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 05.34/MADRID-PARAPANDA	47
2.8 UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 05.42/TEJEDA-ALMIJARA	54
2.9 UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 05.65/PADÚL	60
3. RESUMEN DE DATOS HIDROGEOLÓGICOS	65

1. EMBALSES SUBTERRÁNEOS

En este apartado se tratan los embalses subterráneos del Sistema Cornisa–Vega de Granada, los cuales presentan una gran relevancia en el sistema de gestión, bien como alternativa única para solventar el suministro de las demandas consuntivas de ciertas zonas del sistema (sobre todo en los sectores septentrional y meridional de la Cornisa de Granada) o como fuente de suministro complementaria para los grandes centros de demanda del sistema, constituyendo, en situaciones de escasez, la única fuente de recursos de que dispone el sistema.

Dada la importancia estratégica que presentan los embalses subterráneos en el sistema objeto de análisis se ha considerado necesario proceder a un tratamiento específico de los mismos, tanto en el propio modelo precipitación–escorrentía utilizado para la generación de las series de escorrentía correspondientes al régimen natural (modelo de Temez modificado), como en los modelos usados para conocer la respuesta de los embalses subterráneos más importantes del sistema (Vega de Granada, Sierra Arana y Tejeda–Almijara) ante los diferentes escenarios de gestión analizados.

Asimismo, la descarga natural de los acuíferos vinculados a las zonas de especial protección ambiental (parques naturales de Sierra Huétor y Sierra Nevada) presenta una especial relevancia en el mantenimiento de los caudales ecológicos, coadyuvando con la regulación natural que ejerce el efecto de deshielo para el mantenimiento de los mismos.

En total se han incluido en el Sistema Cornisa–Vega de Granada un total de 27 embalses subterráneos, repartidos en 9 unidades hidrogeológicas (tabla 1). A su vez, estos embalses subterráneos han sido agrupados en 20 acuíferos de simulación, que han sido incluidos en el modelo de gestión conjunta desarrollado en SIMGES.

UH	Subunidad Hidrogeológica	Embalses Subterráneos	Acuíferos considerados en el modelo de simulación de SIMGES
UH 05.31/La Peza	Beas de Granada-Cogollos Vega-Alfacar	31a Noroccidental	17/La Peza-Darro 4/La Peza-Bermejo
	Aguas Blancas	31b Aguas Blancas	18/La Peza-Quéntar
		31c Aº Padules	
	Cerro Carcabal	31e CerroCarcabal	
Güejar-Sierra	31d Güejar-Sierra	19/La Peza-Canales	
UH 05.65/Sierra del Padúl	Víboras-Monachil	65a Genil	5/Padúl-Canales
		65b Víboras-Monachil	20/Padúl-Monachil
	Padúl	65c Dílar	6/Padúl-Dílar
UH 05.28/Montes Orientales	Frailes-Montillana	28a Montillana	11/Alta Coloma-Montillana
	Alta Coloma	28b Manzanillo	
			28c Montejícar
UH 05.29/Sierra Colomera	Sierra Moclin-Los Morrones	29a Los Morrones	14/Los Morrones
		29b Colomera	2/Colomera
	Sierra del Pozuelo-Campanario-El Rayo-Las Cabras	29c Pozuelo-Las Cabras	13/Pozuelo-Las Cabras
UH 05.30/Sierra Arana	Moreda-Periarte-Piñar	30a Periarte-Moreda-Piñar	10/Periarte-Moreda-Piñar
	Sierra Arana	30b Sierra Arana	3/Sierra Arana
	Despeñadero-Cañamaya	30c Despeñadero-Cañamaya	16/Despeñadero-Cañamaya
UH 05.34/Madrid-Parapanda	Sierra de la Ermita-Sierra Pelada-Montefrío	34a Sierra Pelada	1/Madrid-Pelada-Obéilar
	Sierra de Madrid	34b Sierra Madrid	
	Sierra de Obéilar	34c Sierra Obéilar	
	Sierra de Parapanda	34d Sierra Parapanda	15/Parapanda
UH 05.42/Sierra Tejeda-Almijara	Sierra Tejeda	42a Sierra Tejeda	8/Tejeda-Almijara
	Sierra de Almijara	42b Almijara	
	Sierra de las Albuñuelas	42c Agrón	7/Albuñuelas
UH 05.32/Vega de Granada	Vega de Granada	32 Vega de Granada	9/Vega de Granada
UH 05.33/Sierra Elvira	Sierra Elvira	33 Sierra Elvira	

Tabla 1. *Embalses subterráneos definidos en el Sistema Cornisa-Vega de Granada*

Los datos de balances hidrogeológicos que se recogen en las Normas de Explotación de Unidades Hidrogeológicas elaboradas en el desarrollo del Convenio suscrito entre la CHGuadalquivir y el IGME se resumen en la tabla 2.

Unidad Hidrogeológica	Lluvia útil (mm)	Subunidad Hidrogeológica	Sup. Afioram. (km ²)	Infiltrac. Lluvia (hm ³ /a)	Aliment. Lateral Subterránea (hm ³ /a)	Retornos riegos (hm ³ /a)	ENTRADAS (hm ³ /a)	Tasa Infiltración (mm)	Coef. Infiltrac. (%)	Salidas a cauces (hm ³ /a)	Transf. Lateral Subterránea (hm ³ /a)	Bombeos (hm ³ /a)	SALIDAS (hm ³ /a)	
05.28	Montes Orientales	330,5	Frailles-Montillana	35,0	5,5	0,3 (a)	0,0	5,8	157	47,5%	5,1	0,0	0,7	5,8
			Alta Coloma	35,0	8,0	8,0 (a)	0,0	16,0	229	69,2%	15,7 (p)	0,0	0,3	16,0
05.29	Sierra de Colomera	241,3	Sierra de Moclin-Los Morrones	39,0	10,0	0,0	0,0	10,0	256	106,3%	7,0	13,5 (f)	4,5	25,0
			Sierra del Pozuelo-Campanario-El Rayo-Las Cabras	59,0	15,0	0,0	0,0	15,0	254	105,4%	7,0	0,0	0,0	15,0
05.30	Sierra Arana	337,0	Sierra Arana	89,0	30,0	2,0 (b)	0,0	32,0	337	100,0%	31,5	0,0	0,5	32,0
		247,0	Despeñadero-Cañamaya	30,0	7,5	0,0	0,0	7,5	250	101,2%	5,5	2,0 (g)	0,0	7,5
		301,0	Moreda-Periarte-Piñar	41,0	12,5	0,0	0,0	12,5	305	101,3%	3,0	8,0 (h)	1,5	12,5
05.33	Sierra Elvira	205,0	Los Morrones	8,0	1,5	4,5 (c)	0,0	6,0	150	73,2%	0,0	4,0 (i)	2,0	6,0
05.31	La Peza	448,0	Ermita Los Tres Juanes-Atalaya	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	275	61,5%	25,0	22,0 (j)	3,0	50,0
			Cerro Carcabal	181,5	1,0	0,0	0,0	1,0	275	61,5%	25,0	22,0 (j)	3,0	50,0
			Güejar-Sierra	181,5	14,0	0,0	0,0	14,0	275	61,5%	25,0	22,0 (j)	3,0	50,0
			Aguas Blancas	181,5	13,0	0,0	0,0	13,0	275	61,5%	25,0	22,0 (j)	3,0	50,0
			Beas de Granada-Cogollos Vega-Alfacar	181,5	22,0	0,0	0,0	22,0	275	61,5%	25,0	22,0 (j)	3,0	50,0
05.32	Depresión de Granada	379,5	Vega de Granada	200,0	30,0 (n)	47,0 (d)	155,0 (ñ)	232,0	150	39,5%	188,0	4,0 (k)	40,0	232,0
			Mio-Plioceno	800,0	50,0	2,0 (e)	0,0	50,0	63	16,5%	47,0	0,0	5,0	52,0
05.34	Madrid-Parapanda	301,0	Sierra de Parapanda	16,0	4,50	0,0	0,0	4,50	281	93,4%	2,7 (o)	0,0	0,0	11,0
			Sierra de Madrid	8,0	2,00	0,0	0,0	2,00	250	83,1%	1,0	0,0	0,0	11,0
			Sierra de Obéilar	3,0	0,50	0,0	0,0	0,50	167	55,4%	0,2	0,0	0,0	11,0
			Sierra de la Ermita-Sierra Pelada-Montefrío	5,5	3,00	0,0	0,0	3,00	545	181,2%	2,6	0,0	0,0	11,0
			Areniscas de Montefrío	4,5	1,00	0,0	0,0	1,00	222	73,8%	0,8	0,0	0,0	11,0
05.42	Tejeda-Almijara-Las Guájaras	223,0	Sierra Tejeda	33,0	12,50	0,0	0,0	12,50	379	169,9%	12,5	0,0	0,0	12,5
			Sierra de Almijara	118,0	35,00	0,0	0,0	35,00	297	133,0%	35,0	0,0	0,0	35,0
			Sierra de las Albuñuelas	43,0	9,50	0,0	0,0	9,50	221	99,1%	0,0	2,0 (l)	7,5	9,5
05.65	Sierra de Padúl	360,0	Víboras-Monachil	51,0	19,00	0,0	0,0	19,00	373	103,5%	17,5	0,0	1,5	19,0
			Padúl	84,0	27,50	0,0	0,0	27,50	327	90,9%	17,5	7,5 (m)	2,5	27,5
SISTEMA CORNISA-VEGA DE GRANADA		306,7		1.885,5	334,5	63,8	155,0	553,3	177	57,9%	417,6	62,9	72,8	553,3

- (a) Infiltración diferida desde materiales semipermeables adyacentes y otras entradas desconocidas
(b) Alimentación lateral procedente de la subunidad Despeñadero-Cañamaya
(c) Aportes subterráneos profundos
(d) Alimentación lateral procedente de las UHH de borde (05.29/Sierra Colomera y 05.31/La Peza a través de la Fm.Cuaternaria Alhambra, 05.65/Sierra de Padúl a través de la Fm. Cuaternaria La Zubia y 05.33/Sierra Elvira)
(e) Alimentación lateral procedente de la subunidad Albuñuelas (05.42)
(f) Transferencia Lateral subterránea a la Depresión de Granada (05.32)
(g) Transferencia Lateral subterránea a la subunidad de Sierra Arana
(h) Transferencia Lateral subterránea a la Depresión de Guadix (externa al Sistema Cornisa-Vega de Granada)
(i) Transferencia Lateral subterránea a la Depresión de Granada (05.32)
(j) Transferencia Lateral subterránea a la Depresión de Granada (05.32)
(k) Transferencia Lateral subterránea a materiales cuaternarios de la Vega Baja (externas al Sistema Cornisa-Vega de Granada)
(l) Transferencia Lateral subterránea a la Depresión de Granada –Mio-plioceno- (05.32)
(m) Transferencia Lateral subterránea a la Depresión de Granada (05.32)
(n) Incluye la recarga en cauces (Genil, Monachil y Dílar)
(ñ) Incluye las pérdidas en la red de acequias de riego
(o) Descarga a través del manantial de Alomartes (descarga externa al Sistema Cornisa-Vega de Granada)
(p) Una significativa porción de esta descarga corresponde a los manantiales de Arbuñiel (12,5 hm³/a) (descarga externa al Sistema Cornisa-Vega de Granada)

Tabla 2. Balances hidrogeológicos Unidades Hidrogeológicas del Sistema Cornisa-Vega de Granada (Fuente: Normas de Explotación CHG-IGME)

Según estos datos, los recursos renovables de las 9 unidades hidrogeológicas pertenecientes al Sistema Cornisa–Vega de Granada supone un volumen medio anual de 553,3 hm³, de los que 155 hm³ corresponden a retornos de riegos en la Vega de Granada y los 298,3 hm³/a restantes a recarga por infiltración de agua de lluvia (334,5 hm³/a) y transferencias laterales subterráneas (63,8 hm³/a).

Asimismo, entre las UUHH del Sistema Cornisa–Vega de Granada se establecen unas transferencias laterales fijadas en 51 hm³/a. Las transferencias laterales a unidades hidrogeológicas externas al Sistemas Cornisa–Vega de Grabada se evalúan en 8 hm³/a.

Por tanto, los recursos renovables en régimen natural de las 9 unidades hidrogeológicas consideradas corresponderían a 502,3 hm³/a, mientras que los recursos renovables asignables al Sistema Cornisa–Vega de Granda ascenderían a 479,3 hm³/a. De este volumen total de recursos subterráneos, sólo 72,7 hm³/a están regulados mediante extracciones. Otra porción importante, sin determinar en los documentos consultados, corresponde a captación directa en manantiales y/o regulación mediante embalses de superficie.

Los resultados del modelo P–E de Temez aplicado concluyen que la recarga natural que, por infiltración del agua de lluvia, reciben los embalses subterráneos del Sistema Cornisa–Vega de Granada se cifra en un promedio anual de 168,46 hm³, según los resultados del modelo precipitación–escorrentía desarrollado (modelo de Temez modificado), con una oscilación para el periodo analizado (1951–2004) de entre 3,97 y 384,36 hm³/a. Estas cifras suponen que, por término medio, la recarga de los acuíferos constituye el 29,4% de la lluvia útil que registra el sistema (tabla 3).

	LLUVIA ÚTIL (hm ³ /a)	RECARGA por INFILTRACIÓN de AGUA de LLUVIA a los EMBALSES SUBTERRÁNEOS (hm ³ /a)	ESCORRENTÍA SUPERFICIAL DIRECTA (hm ³ /a)
Mínimo	20,84	3,97	16,87
Q25%	297,43	96,65	200,79
Mediana	555,18	169,17	381,97
Promedio	573,91	168,46	405,45
Q75%	784,42	226,30	559,74
Máximo	1.537,88	384,36	1.153,51
Desv.Estándar	355,22	90,25	265,93
Coef Variación	1,616	1,867	1,525

Tabla 3. Resultados modelo de Temez. Escorrentía superficial directa y recarga de embalses subterráneos

Si se analizan los resultados del modelo de Temez comparando los datos de escorrentía total y subterránea (figuras 1 a 4) se percibe con más nitidez la importancia que presentan los embalses subterráneos en la gestión del sistema, puesto que el 44,87 % de los recursos del sistema en los años tipo Seco procede de la descarga de acuíferos (escorrentía subterránea), porcentaje que desciende al 32,56% para los años tipo Medio y al 26,65% para los años tipo Húmedo (tabla 4).

ESCORRENTÍA TOTAL (hm ³ /a) SISTEMA CORNISA-VEGA DE GRANADA				ESCORRENTÍA SUBTERRÁNEA (hm ³ /a) SISTEMA CORNISA-VEGA DE GRANADA			
AÑOS TIPO	SECO	MEDIO	HÚMEDO	AÑOS TIPO	SECO	MEDIO	HÚMEDO
Mínimo	43,14	338,62	774,77	Mínimo	36,25	137,17	223,87
Cuartil 25%	151,79	421,37	902,67	Cuartil 25%	67,55	156,95	240,31
Promedio	222,57	552,24	1002,35	Promedio	99,86	179,81	267,15
Mediana	241,86	548,48	940,06	Mediana	113,91	179,20	247,97
Cuartil 75%	290,54	659,65	1107,13	Cuartil 75%	129,82	207,39	293,58
Máximo	332,63	744,69	1452,96	Máximo	133,99	220,34	338,65
Desv.Estándar	85,41	127,93	178,65	Desv.Estándar	34,04	28,00	37,28
C _v	2,61	4,32	5,61	C _v	2,93	6,42	7,17

Tabla 4. Resultados modelo de Temez. Escorrentía total y escorrentía subterránea del Sistema Cornisa-Vega de Granada

Aún más, para el año más seco de la serie 1951–2004 analizada (año hidrológico 1994–95), el 84,03 % de la escorrentía del sistema procedió de la descarga de los acuíferos.

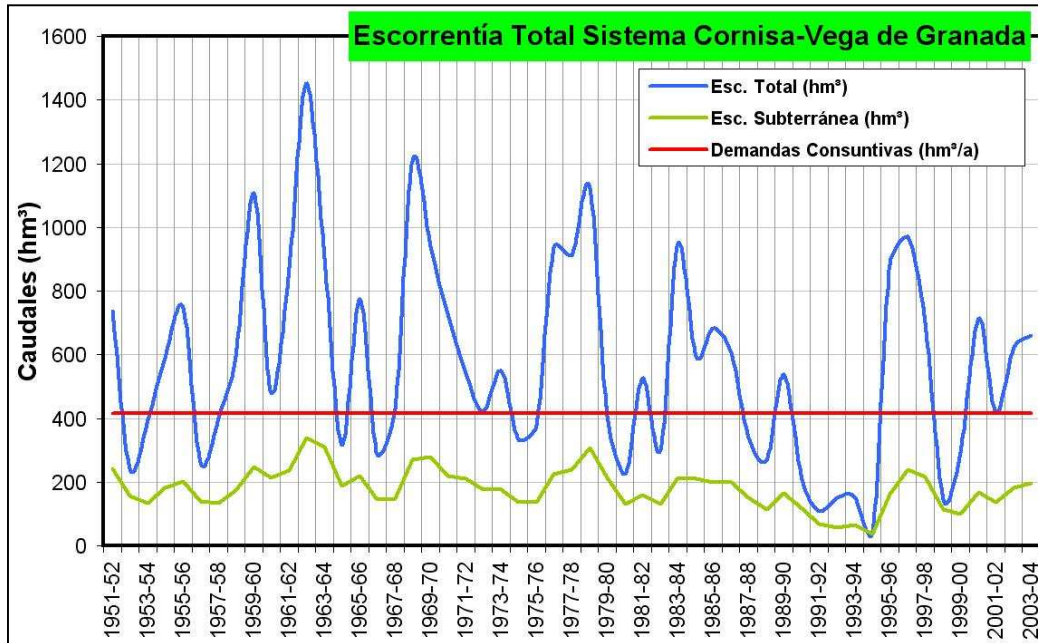


Figura 1. Distribución Anual de la Escorrentía Total y Subterránea del Sistema Cornisa-Vega de Granada. Periodo 1951–2004

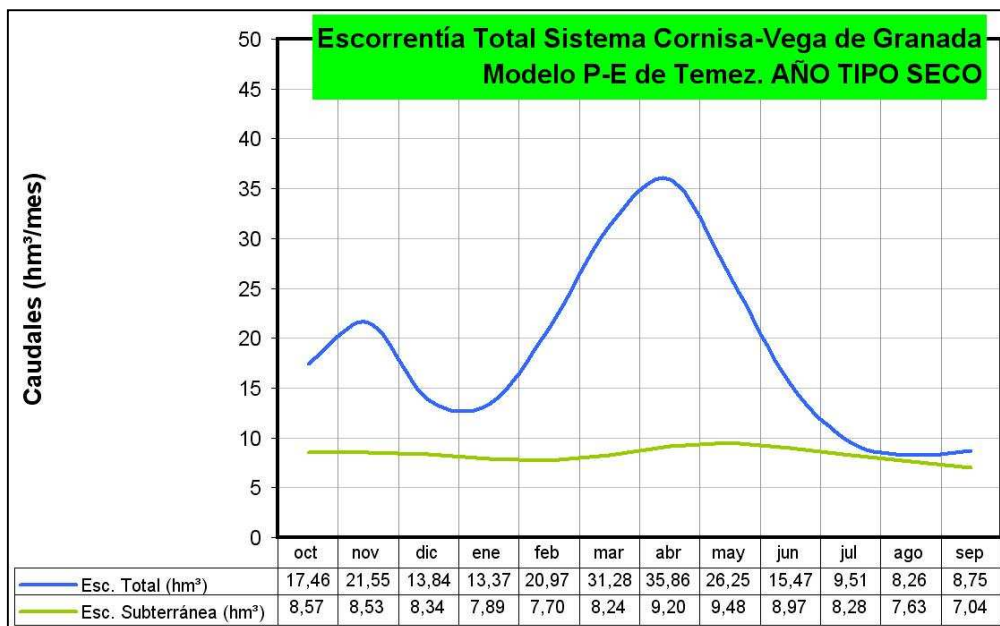


Figura 2. Distribución mensual de la Escorrentía Total y Subterránea (año Tipo Seco) del Sistema Cornisa-Vega de Granada

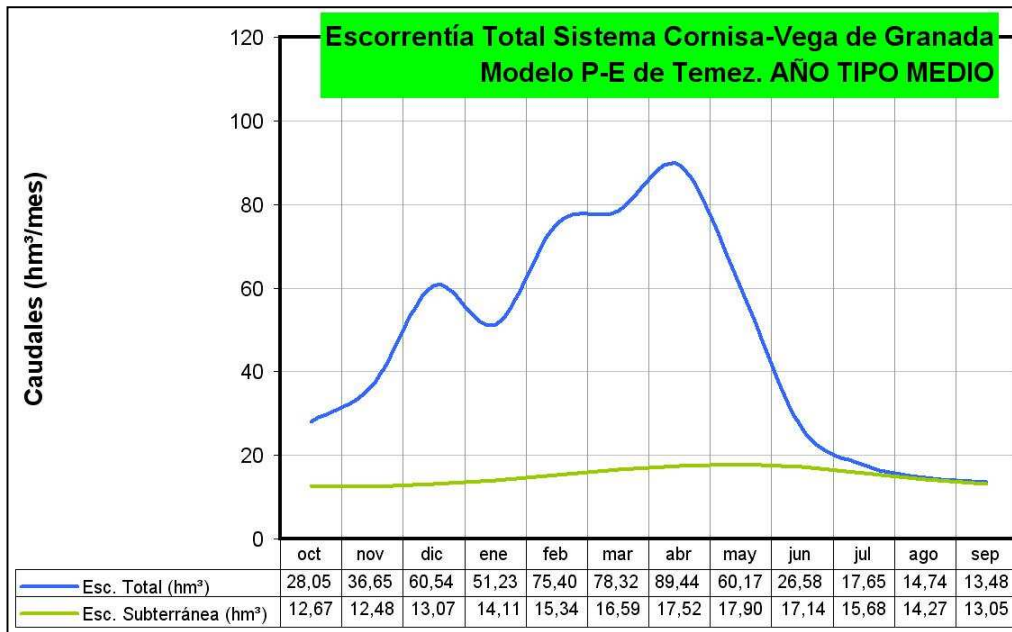


Figura 3. Distribución mensual de la Escorrentía Total y Subterránea (año Tipo Medio) del Sistema Cornisa-Vega de Granada

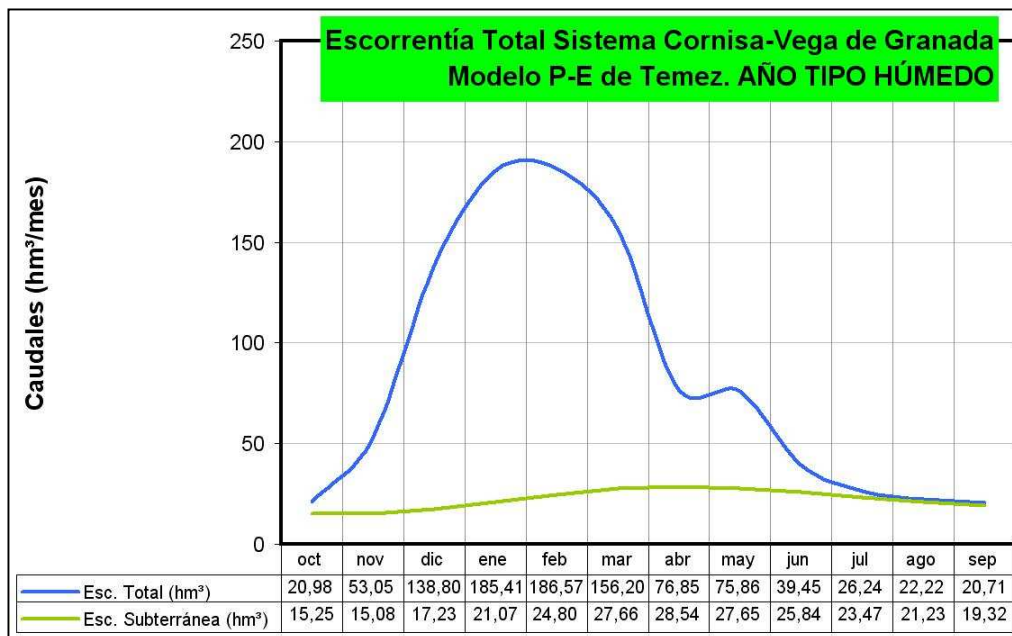


Figura 4. Distribución mensual de la Escorrentía Total y Subterránea (año Tipo Húmedo) del Sistema Cornisa-Vega de Granada

Las cifras obtenidas mediante el modelo P-E de Temez son sensiblemente inferiores a las estimaciones que aparecen en las Normas de Explotación CHG-IGME (334,5 hm³/a), las razones se exponen a continuación (tabla 5 y figura 5):

- En la UH 05.28/Montes Orientales sólo se ha considerado en el modelo P-E Temez la superficie de los afloramientos que pertenecen al Sistema Cornisa-Vega de Granada, de aquí la diferencia entre las cifras de las Normas de explotación para esta UH (13,5 hm³/a) y el modelo P-E Temez (8,0 hm³/a).
- En la UH 05.29/Sierra Colomera los datos de infiltración de agua de lluvia (25,0 hm³/a) que aparecen en las Normas Explotación CHG-IGME implican un coeficiente de infiltración del 105% de la lluvia útil, lo cual es excesivo. Esta cifra sólo se justificaría con aportación adicional procedente de infiltración de materiales semipermeables. La cifra que se ha obtenido mediante el modelo P-E de Temez (12,2 hm³/a) parece más razonable.
- Las cifras correspondientes a la UH 05.30/Sierra Arana son muy similares, así de las Normas de Explotación CHG-IGME se desprende una cifra de 41,0 hm³/a para la descarga en régimen natural a cauces, mientras que el modelo de Temez implica 33,3 hm³/a. Esta diferencia se justificaría por la mayor amplitud de la serie de datos considerada para el modelo P-E Temez (1951-2004).
- En la UH 05.31 las cifras de descarga a cauces que se fijan en las Normas de Explotación CHG-IGME (27,5 hm³/a) es similar a la obtenida mediante el modelo P-E de Temez (31,4 hm³/a)
- Las diferencias para la UH 05.34/Madrid-Parapanda entre las cifras del modelo P-E de Temez (2,7 hm³/a) y las que se citan en las Normas de Explotación CHG-IGME (11,0 hm³/a) son muy notables y radican en que las cifras de las Normas de Explotación para la recarga por infiltración de agua de lluvia suponen un coeficiente de infiltración del 99% de la lluvia útil, lo cual es excesivo, siendo más razonable las cifras que ofrece el modelo P-E de Temez, al menos que no exista una recarga adicional a favor de la infiltración de

materiales semipermeables. Además, las descargas principales de estos embalses subterráneos se asocian al sector oeste (manantiales de Alomartes y El Bañuelo), lo cuales drenan fuera del Sistema Cornisa-Vega de Granada (recursos externos), situándose gran parte de los afloramientos permeables fuera de los límites del Sistema, por lo que las cifras del modelo P-E de Temez serán consecuentemente inferiores.

- Para la UH 05.42/Tejeda-Almijara-Las Guajaras las diferencias entre las cifras de las Normas de Explotación CHG-IGME (55,0 hm³/a) y el modelo P-E Temez (43,3 hm³/a) para la descarga en régimen natural a cauces puede deberse a la mayor amplitud de la serie temporal considerada en el modelo P-E Temez (1951-2004).
- Las diferencias que se aprecian para la UH 06.65/Sierra del Padúl entre las cifras de las Normas de Explotación CHG-IGME (38,5 hm³/a) y el modelo P-E Temez (17,5 hm³/a) para la descarga en régimen natural a cauces se debe a que la descarga de la porción meridional de esta UH se ubica fuera de los límites del Sistema Cornisa-Vega de Granada (descargas al río Dúrcal cifradas en 8,5 hm³/a) y a que en las Normas de Explotación CHG-IGME se ha considerado una recarga por infiltración de agua de lluvia que supone un 96% de la lluvia útil.
- La cifra de descarga en régimen natural correspondiente a la UH 5.32/Depresión de Granada que aparece en las Normas de Explotación CHG-IGME (125,0 hm³/a) parte de considerar dos subunidades hidrogeológicas: la Depresión de Granada y el Mio-Plioceno. En los cálculos realizados mediante el modelo P-E Temez no se ha considerado la subunidad Mio-Plioceno, ya que a efectos prácticos esta se simula como una transferencia lateral hacia la Depresión de Granada. Para esta subunidad hidrogeológica en las Normas de Explotación CHG-IGME se fijan unas transferencias laterales procedentes de UUHH colindantes (05.29/Sierra Colomera, 05.31/La Peza, 05.65/Sierra de Padúl y 05.33/Sierra Elvira) de 47 hm³/a y una recarga por infiltración de agua

de lluvia 30 hm³/a, cifra que se aproxima a lo simulado mediante el modelo P-E Temez (28,1 hm³/a). Las transferencias laterales se simulan mediante el modelo de autovalores que se ha desarrollado para la Depresión de Granada.

Unidades Hidrogeológicas		RECARGA INF. AGUA LLUVIA (hm ³ /a)	TRANSFERENCIA LATERAL (hm ³ /a)	RECARGA RÉG. NATURAL (hm ³ /a)	DRENAJE CAUCES REG. NATURAL (hm ³ /a)	TRANSFERENCIA LATERAL REG. NATURAL (hm ³ /a)	Esc. Subt. Modelo P-E Temez (hm ³ /a)
05.28	Montes Orientales	13,5	8,3	21,8	21,8	0,0	8,0
05.29	Sierra de Colomera	25,0	0,0	25,0	11,5	13,5	12,2
05.30	Sierra Arana	50,0	0,0	50,0	41,0	9,0	33,3
05.31	La Peza	50,0	0,0	50,0	27,5	22,5	31,4
05.34	Madrid-Parapanda	11,0	0,00	11,0	11,0	0,0	2,7
05.42	Tejeda-Almijara-Las Guájaras	57,0	0,00	57,0	55,0	2,0	43,4
05.65	Sierra de Padúl	46,5	0,00	46,5	38,5	8,0	17,5
05.33	Sierra Elvira	1,5	4,5	6,0	0,0	6,0	3,2
05.32	Depresión de Granada	80,0	47,0	129,0	125,0	4,0	28,1
Sistema Cornisa-Vega de Granada		334,5	59,8	396,3	331,3	65,0	179,8

Tabla 5. Datos de balance hidrogeológico en las UHH del Sistema Cornisa-Vega de Granada

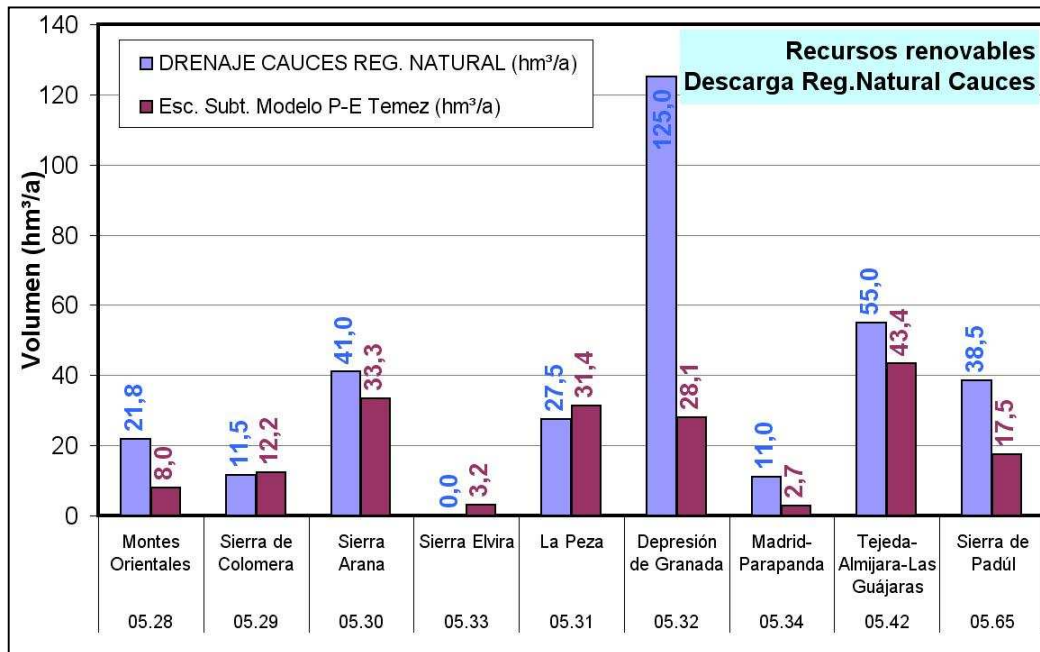


Figura 5. Comparativa descarga a cauces en régimen natural entre las cifras del modelo P-E de Temez y las cifras consideradas en las Normas de explotación CHG-IGME

2. CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLÓGICA DE LOS EMBALSES SUBTERRÁNEOS

A continuación se describen las características hidrogeológicas de los embalses subterráneos del Sistema Cornisa–Vega de Granada.

2.1 UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 05.28/MONTES ORIENTALES

Esta unidad hidrogeológica (figura 7) está formada, principalmente, por acuíferos¹ de tipo carbonatado permeables por karstificación y régimen piezométrico libre.

Las aguas subterráneas de la unidad 05.28/Montes Orientales permite el abastecimiento a las poblaciones de Alcalá la Real y sus diversas pedanías, Campillo de Arenas, Campotéjar, Frailes, Noalejo, Montejícar, Montillana y pedanías de Iznalloz (Domingo Pérez y Dehesas Viejas) y Cambril (Arbunuiel), cuyos consumos superan los 2 hm³/a, de los que son captados en su mayoría mediante bombeo en los diferentes acuíferos de la unidad. Los recursos subterráneos también se explotan para riego, mediante la extracción por bombeos del orden de 1,7 hm³/a, para dotar zonas regables próximas al ámbito geográfico de la unidad hidrogeológica.

Dentro de esta unidad hidrogeológica se diferencian las siguientes subunidades hidrogeológicas² con funcionamiento hidrogeológico diferenciado:

¹ Se entiende por acuífero una formación geológica con propiedades hidrogeológicas acuíferas (presenta funciones transmisiva –capacidad de transmitir flujo subterráneo– y capacitiva –capacidad de almacenar recursos subterráneos–).

² Sector de la unidad hidrogeológica que presenta un funcionamiento hidrogeológico diferenciable del resto y que presentan, por tanto, unos límites hidrogeológicos, régimen piezométrico, modelo conceptual de flujo e hidroquímica concretos.

- Frailes–Boleta
- **Frailes–Montillana**
- Sierra Trigo–Puerto Arenas
- **Alta Coloma**
- Alcalá la Real–Santa Ana
- La Camuña
- Charilla
- Vadillo
- San Pedro–La Rábita

De estas subunidades sólo las de **Frailes–Montillana** y **Alta–Coloma** están incluidos en el Sistema Cornisa–Vega de Granada.

La subunidad hidrogeológica de **Frailes–Montillana** está constituido por el acuífero *Dolomías y Calizas tableadas del Lías*, con potencias entorno a los 300 m. También aparece una formación geológica acuífera del Jurásico superior (*Calizas nodulosas y Calcarenitas Jurasicas*), que se sitúa por encima del anterior generando un sistema hidrogeológico colgado respecto al acuífero principal Liásico. El sustrato impermeable lo componen esencialmente *Arcillas y Yesos del Trías y Margas del Cretácico* en su límite septentrional. Lateralmente hacia el noroeste está aislado por *Margas y Margocalizas Cretácicas* bajo las que se hundén los materiales acuíferos. La estructura geológica está asociada a un anticlinal con cierre periclinal hacia el noroeste, que hacia el suroeste cabalga sobre las margas cretácicas.

La descarga se realiza mayoritariamente hacia el río Frailes a través de los manantiales de Haza Redonda (194010014 –110 l/s–) y Puerta Alta (194020006 –24 l/s–) situados a 960 m s.n.m.

Las aguas subterráneas presentan facies carbonatadas cálcicas con mineralización media y aptas para el abastecimiento urbano.

Atendiendo a criterios de gestión, dentro de esta subunidad hidrogeológica ha sido definido el embalse subterráneo³ de **Montillana**, que drena las aguas subterráneas, fundamentalmente, a la subcuenca del Alto Colomera–embalse de Colomera (2.3.1–Río de las Juntas).

La subunidad hidrogeológica de **Alta Coloma** agrupa los embalses subterráneos de **Manzanillo** –sector septentrional, que descarga fuera del Sistema Cornisa–Vega de Granada– y **Montejícar** –sector meridional, que descarga a la subcuenca que drena a la subcuenca del Cubillas 2.4.1–Cubillas–Deifontes –, se define en virtud del acuífero asociado a las *Calizas y Dolomías del Lías*, que presentan espesores superiores a los 300 m, y que ocupan una superficie permeable de 35 km² aunque la superficie total es mayor, ya que este acuífero se extiende bajo una capa de baja permeabilidad y poca potencia.

Los límites de la subunidad hidrogeológica están constituidos por *Arcillas y Yesos del Trías* hacia el norte y el este. Hacia el sur y el oeste los materiales de la *Serie Margosa del Jurásico–Cretácico* constituyen los límites hidrogeológicos. La estructura geológica viene condicionada por una serie de anticlinales y sinclinales donde los sectores permeables del acuífero se encuentran localizadas en los núcleos de los anticlinales.

El acuífero liásico que constituye la subunidad hidrogeológica de Alta Coloma presenta transmisividades con una gran disparidad de resultados comprendidos entre 2 y 3000 m²/d. Los valores menores se asocian a calizas tableadas del Jurásico medio y los valores de mayor entidad a las calizas y dolomías del Lías.

³ El embalse subterráneo se define en términos de gestión y corresponde a una formación geológica o un conjunto de ellas con propiedades hidrogeológicas acuíferas, que presentan unos límites hidrogeológicos concretos y un funcionamiento hidrogeológico que condicionan que su descarga, en régimen natural, se produzca hacia una única cuenca o subcuenca de drenaje superficial.

Las descargas del embalse subterráneo por su límite nordeste (corresponde a la descarga del embalse subterráneo de Manzanillo) se produce a través del manantial de Arbuniel -193940002⁴- (940 m s.n.m.) con un caudal medio de 456 l/s. Siendo la dirección y sentido preferencial de flujo hacia el norte con un gradiente hidráulico del orden del 0,2% (calculado en referencia a la cota piezométrica medida en el sondeo de abastecimiento a Campillo de Arenas -193970032 y en la cota de surgencia del manantial de Arbuniel).

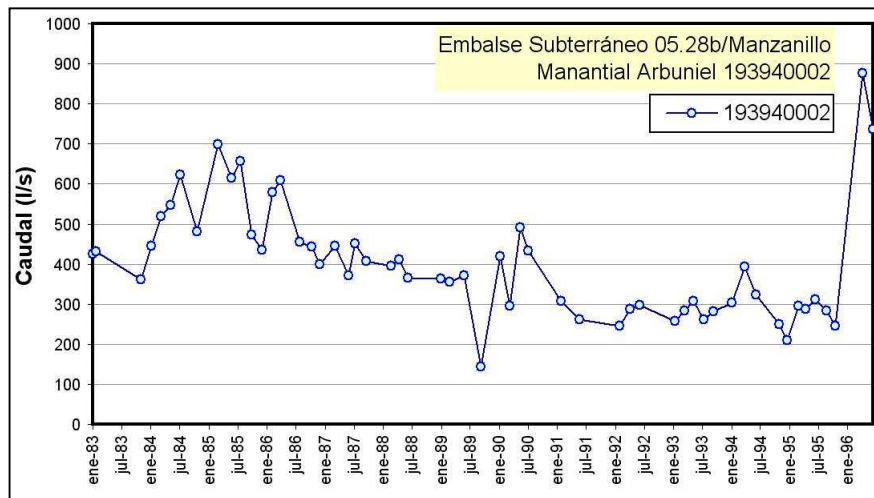


Figura 6. Hidrograma correspondiente a la descarga por el manantial de Arbuniel

El drenaje en régimen natural se realiza hacia el suroeste (corresponde a la descarga del embalse subterráneo de Montejícar) a través del manantial del Nacimiento -203950008- (1.150 m s.n.m.), el cual está regulado por los sondeos de abastecimiento a Montejícar (203950016 y 203950025).

Las aguas subterráneas presentan facies carbonatadas cálcicas, siendo su mineralización media, resultando aptas para el abastecimiento urbano.

⁴ Número de identificación del punto de agua en la Base de Datos AGUAS del IGME

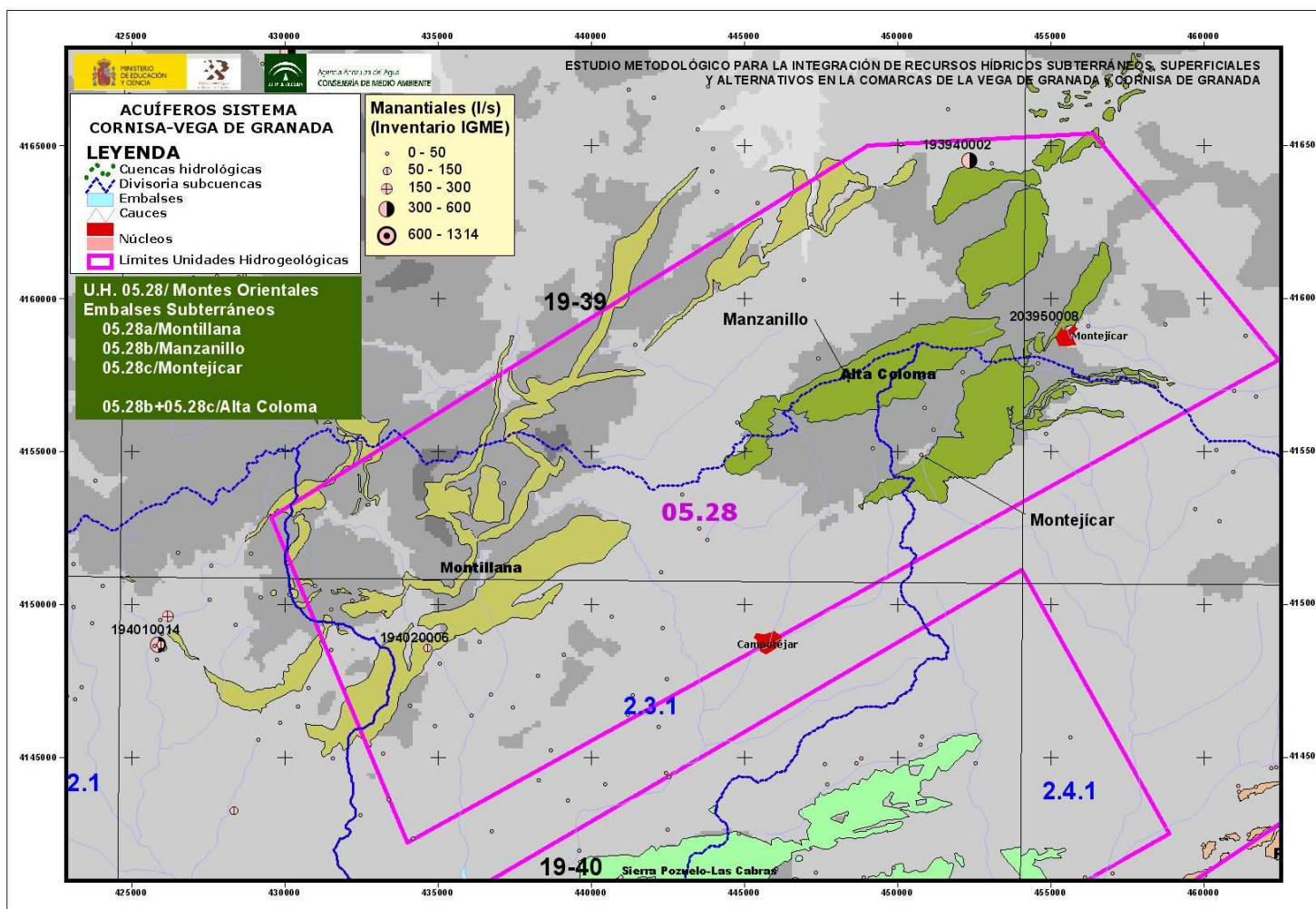


Figura 7. Embalses subterráneos de la U.H. 05.28/Montes Orientales pertenecientes al Sistema Cornisa-Vega de Granada

2.2 UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 05.29/SIERRA COLOMERA

Esta unidad hidrogeológica (figura 8) corresponde a un sistema carbonatado permeable por fisuración y karstificación de carácter mayoritariamente libre dentro del cual se pueden distinguir tres formaciones geológicas acuíferas: *Dolomías y Calizas del Lías inferior*, *Calizas tableadas, nodulosas y oolíticas del Dogger* y los *Materiales Detríticos Pliocuaternarios de la Depresión de Granada*.

Dentro de esta unidad hidrogeológica se distinguen dos subunidades hidrogeológicas de funcionamiento hidrogeológico diferenciado:

- Sierra de Moclín–Los Morrones
- Sierra del Pozuelo–Campanario–El Rayo–Las Cabras

La subunidad hidrogeológica de la **Sierra de Moclín–Los Morrones** se vincula al acuífero constituido por las *Dolomías y calizas del Lías* que presentan espesores superiores a 500 m. Presenta un gran afloramiento que conforma la Sierra de Moclín–Los Morrones que representa el 80% de la superficie permeable total y varios afloramientos aislados con un funcionamiento hidráulico independiente: Sierra del Cortijo Escúzar, Sierra de la Chozuela, Sierra de Limones y Sierra del Cauro. En total cuenta con superficie de afloramientos permeables de 39 km².

El sustrato impermeable y los límites están formados por materiales margosos del Cretácico inferior pertenecientes al Subbético Medio, con la excepción del extremo suroccidental que presenta materiales calcáreos que lo ponen en contacto directo con el acuífero de la Depresión de Granada.

La estructura geológica corresponde a un manto de cabalgamiento de materiales calcáreos del Subbético Interno que se superpone sobre la Subunidad de Sierra del

Campanario–El Rayo–Las Cabras y su frente se localiza en las proximidades del río Colomera. Hacia el sur en su extremo occidental, estos materiales se ven recubiertos por depósitos pliocuaternarios de la Vega de Granada.

La transmisividad obtenida en el sondeo de abastecimiento a Moclín y Olivares – 194050026– fue de entre 4 y 6 m²/d y en el de abastecimiento a Olivares – 194060039– de entre 10 y 40 m²/d.

La alimentación del acuífero liásico se realiza exclusivamente por infiltración directa de las precipitaciones de agua de lluvia (10 hm³/a). Las descargas se producen a través de varios manantiales agrupados en sus bordes, entre los que destacan: el de Tiena –194110008– en la zona meridional, Bancal Alto –194050002– en el entorno del río Velillos y El Cauro –1940600014– y Las Fuentes –1940600017– en el extremo nororiental. Aparte de las mencionadas, también se producen descargas difusas en el extremo nororiental al cauce del Río Colomera y de mayor magnitud en su extremo suroccidental hacia el cauce del Río Velillos y de forma subterránea hacia la Depresión de Granada.

El nivel piezométrico en la Sierra de Moclín–Los Morrones varía según sectores; en las proximidades de Colomera, viene impuesto por el manantial de las Fuentes – 194060017– situado a una cota de 780 m s.n.m. y en Moclín, por el manantial de Bancal Alto –194050002– situado a la misma cota. En el resto de la unidad, los niveles oscilan entre los 720 m s.n.m. del Manantial de Tiena –194110008– y los 640 m s.n.m. en el cauce del Río Velillos. La circulación se produce principalmente en dirección SO, y en menor medida NE.

En la subunidad hidrogeológica de la Sierra de Moclín–Los Morrones existen sectores acuíferos no saturados y el espesor saturado explotable se considera de unos 70 m, por lo que si se considera que únicamente el 70% de su extensión presenta el

mencionado espesor explotable, y se aplica un coeficiente de almacenamiento de 2×10^{-2} , se obtienen unas reservas mínimas explotables de unos 38 hm^3 .

El acuífero presenta baja explotación, el uso de los sondeos realizados completan, básicamente, el abastecimiento de Moclín y sus pedanías.

Las aguas subterráneas presentan facies bicarbonatada cálcica con una mineralización media y aptas para el abastecimiento urbano

A efectos del modelo de simulación de la gestión conjunta, la subunidad hidrogeológica de la Sierra Moclín–Los Morrones ha sido subdividido en dos embalses subterráneos: **Los Morrones** (vertiente Velillos, que drena a la subcuenca 2.2.0–Bajo Velillos) y **Colomera** (vertiente Colomera, que drena a la subcuenca 2.3.0–Bajo Colomera).

La subunidad hidrogeológica de la **Sierra del Pozuelo–Campanario–El Rayo–Las Cabras** se define en función del acuífero de *Calizas y Dolomías masivas del Lías inferior* pertenecientes al dominio Subbético Interno. Las formaciones permeables presentan un espesor que puede llegar a los 400 m y la superficie de los afloramientos es de 59 km^2 .

El sustrato impermeable está constituido por *Arcillas y Margas del Trías* que no llegan a aflorar. Los límites de borde en la zona septentrional están formados por materiales margosos jurásicos y en las zonas oriental y occidental, corresponden a cierres periclinales donde el acuífero se hunde bajo materiales margosos jurásicos. En el borde meridional, el acuífero se pone en contacto con el de la Depresión de Granada al ponerse en contacto sus materiales permeables con los materiales detríticos de la Depresión de Granada.

Geológicamente los materiales permeables forman parte del núcleo de tres anticlinales con dirección N25E que forman parte de las sierras del Campanario, El Rayo y Las Cabras y se encuentran separados por sinclinales apretados, asociados en algunos casos a frentes de cabalgamiento, en los que afloran materiales margosos jurásicos, que pueden llegar a independizar diferentes acuíferos.

Los ensayos de bombeo realizados en tres sondeos dentro del acuífero arrojan unos valores de transmisividad de entre 100 a 750 m²/d.

La alimentación del acuífero liásico se realiza únicamente a través de la infiltración directa de las aguas de lluvia (15 hm³/a). Las descargas se producen de forma subterránea, hacia la depresión de Granada. La principal descarga natural visible de esta subunidad corresponde al manantial de La Laguna -194130014- que se encuentra prácticamente seco debido a los bombeos de los sondeos del Pozuelo -194070002-. Otras salidas importantes corresponden a los sondeos de abastecimiento a Colomera -1940/6/26- y los sondeos del Pozuelo -194070002-, El Frage y La Nava -194080023-, que se utilizan para regadío.

En la subunidad hidrogeológica se diferencian claramente dos sectores por la posición del nivel piezométrico, uno que englobaría al menos la zona oriental de las Sierras del Rayo y Campanario, así como la Sierra del Pozuelo, con el nivel situado a una cota de 710-730 m s.n.m. (sondeo del Pozuelo -1940/7/2-, Benalúa -1940/3/39- y Colomera II -1940/6/26-); y otro que afectaría al sector suroriental, con el nivel piezométrico situado a una cota de 820 m s.n.m., mucho más elevada, (sondeo del Frage y La Nava -1940/8/23-). La circulación se produce en dirección sur hacia la Depresión de Granada.

La oscilación piezométrica, al menos en algunos sectores de la subunidad hidrogeológica, parece ser importante; así en el sondeo Benalúa (1940/3/39) se registró una elevación de unos 24 m desde septiembre de 1995 a mayo de 1996.

No existen datos sobre reservas de agua explotables acumuladas en los acuíferos que componen la unidad, ya que no se conoce el coeficiente de almacenamiento ni la estructura en detalle. Considerando un espesor saturado de 100 m y aplicando un coeficiente de almacenamiento conservador de 2×10^{-2} , las reservas mínimas potencialmente explotables en el acuífero de las Sierras del Pozuelo–Campanario–El Rayo–Las Cabras serían de 118 hm³.

Las facies de las aguas del acuífero liásico presentan una diferenciada variabilidad según los diferentes sondeos: en la Sierra del Rayo –194030039–, el agua presenta facies sulfatada cálcica; en la Sierra del Campanario –194060026– las aguas son de facies sulfatada magnésica y en la Sierra del Pozuelo y sector suroriental de la unidad las facies son bicarbonatadas cálcicas. En el conjunto de la unidad, las aguas se consideran entre aceptables y tolerables para el abastecimiento urbano, donde las facies sulfatadas podrían explicarse por la presencia de materiales evaporíticos del Trías a muro del acuífero y/o asociados a los grandes pliegues estructurales del mismo.

A efectos del modelo de simulación de la gestión conjunta, la subunidad hidrogeológica de la Sierra del Pozuelo–Campanario–El Rayo–Las Cabras ha sido subdividido en un sólo embalse subterráneo: **Pozuelo–Las Cabras** (que drena a la subcuenca 2.4.1–Cubillas–Deifontes).

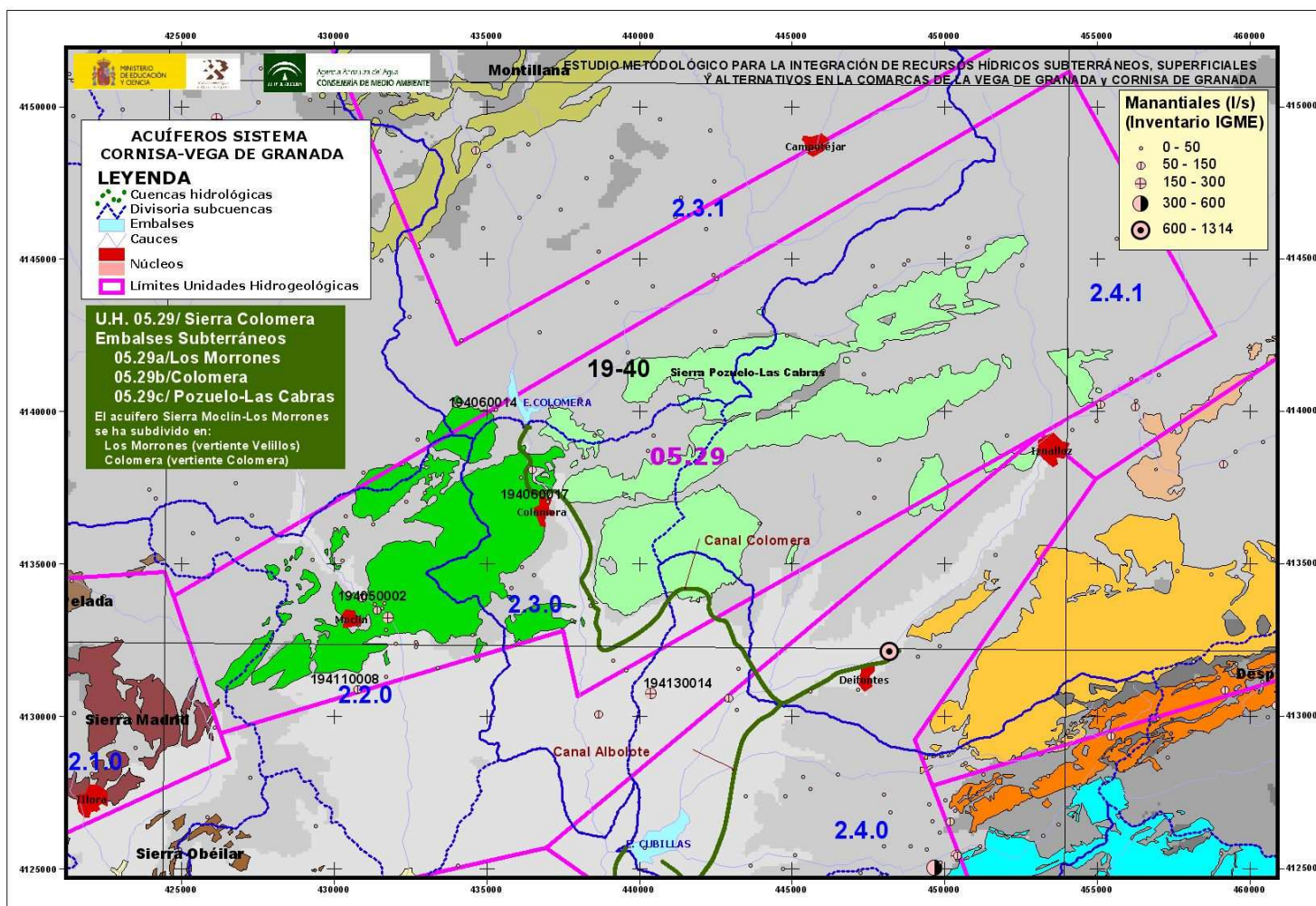


Figura 8. Embalses subterráneos U.H. 05.29/Sierra Colomera del Sistema Cornisa-Vega de Granada

2.3 UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 05.30/SIERRA ARANA

Esta unidad hidrogeológica (figura 10) corresponde a un sistema carbonatado permeable por fisuración y karstificación, de carácter predominantemente libre, aunque en la Formación de Moreda existen sectores confinados bajo recubrimientos pliocuaternarios. Los afloramientos permeables suponen una superficie de 143 km².

En función de la litología de los materiales permeables y de su funcionamiento hidrogeológico pueden diferenciarse tres subunidades hidrogeológicas:

- Sierra Arana
- Despeñadero–Cañamaya
- Moreda–Periate–Piñar

La subunidad de **Sierra Arana** se define en virtud del acuífero de *Calizas y Dolomías del Jurásico* del Subbético Interno, que presenta una potencia del orden de 450 m y una superficie de 89 km². El sustrato impermeable no se conoce pero podría tratarse, al menos en su borde norte, de materiales margosos sobre los que cabalga. El borde meridional lo constituye una banda de materiales margosos cretácicos aflorantes en el flanco meridional del anticlinal, que en profundidad podrían faltar en el sector suroccidental, favoreciendo una posible comunicación con la subunidad de Despeñadero–Cañamaya. Los bordes oeste y este están constituidos por materiales detríticos semipermeables de las depresiones de Granada y Guadix. El límite septentrional del acuífero está definido por los materiales olistostrómicos que constituyen el acuífero de Moreda–Periate–Piñar. Este contacto podría permitir conexiones hídricas a través de los olistolitos permeables.

La estructura geológica viene condicionada por una estructura anticlinal que se extiende según una franja de 60 km de longitud en dirección NE–SO, con una gran

continuidad y homogeneidad litológica. El núcleo del anticlinal está formado por la serie calizo–dolomítica, y las zonas superiores, los materiales margosos del cretácico.

En la subunidad de Sierra Arana la alimentación se produce principalmente por infiltración directa del agua de lluvia sobre los afloramientos permeables (30 hm³/a). Debe existir, además, una alimentación subterránea procedente de la Subunidad Despeñadero–Cañamaya. La mayor parte de la descarga de la subunidad se produce a través del manantial de Deifontes –194140021–, con 1.000 l/s de caudal medio y situado a una cota de 700 m s.n.m. Existen individualizados algunos pequeños sectores, responsables de la aparición de manantiales situados a cotas más elevadas, como el manantial de Fuente Alta de Huélago –204080004–, situado en el extremo oriental de la unidad a una cota de 1.000 m s.n.m. Este manantial que se encuentra seco desde hace décadas, llegó a registrar caudales superiores a 60 l/s.

Algunos análisis isotópicos parecen indicar que se producen además descargas ocultas hacia la subunidad de Moreda–Periate–Píñar, que serían responsables de la surgencia del manantial de Faucena –204050008–.

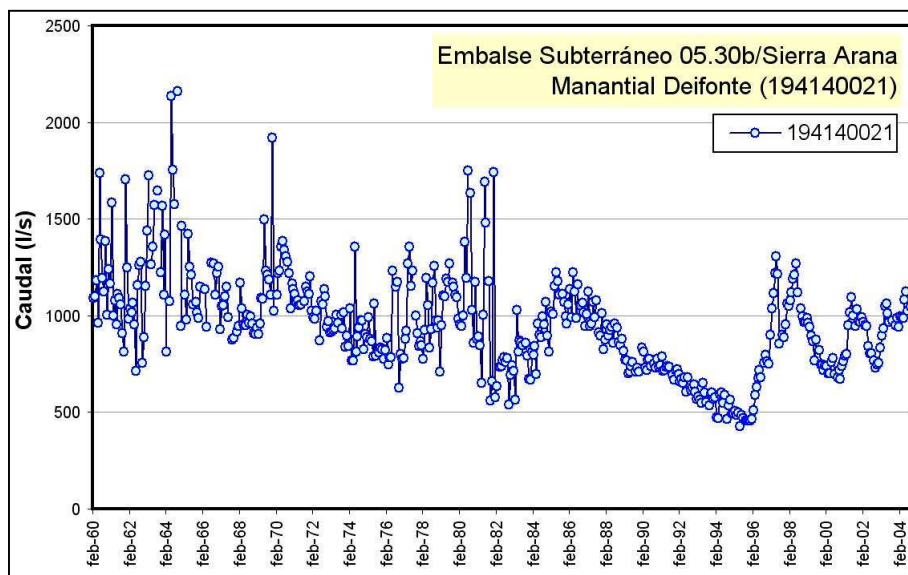


Figura 9. Hidrograma de la descarga del manantial de Sierra Arana

El coeficiente de agotamiento del manantial de Deifontes –194140021– es de 0,58 año⁻¹ y el volumen almacenado estimado en el acuífero sobre la cota de emergencia es de 55 hm³. En los sondeos de regulación del manantial de Deifontes se han registrado valores de transmisividad muy elevados del orden de 30.000 m²/d y un coeficiente de almacenamiento de 10⁻². La transmisividad, según sondeos existentes en el extremo oriental de la unidad de Sierra Arana, presenta valores también muy elevados comprendidos entre 2.000 y 6.000 m²/d, en cambio, en el sondeo –204070029–, situado en la misma zona que el anterior, se obtuvo una transmisividad de 225 m²/d.

Las aguas subterráneas de la Subunidad de Sierra Arana presentan facies bicarbonatadas cálcicas, con un total de sales disueltas de 500–700 mg/l y de sulfatos de 200 mg/l (manantial de Deifontes). No se observan signos de contaminación orgánica y son aptas para el abastecimiento urbano.

A partir de aguas subterráneas de la unidad se abastecen las poblaciones de Deifontes, Iznalloz y Los Villares (pedanía de La Peza).

Además, las aguas del manantial de Deifontes son conducidas a través del canal de Deifontes para el abastecimiento a Pinos Puente (90 l/s) y esporádicamente a Maracena, Albolote, Atarfe, Peligros y El Chaparral.

La subunidad hidrogeológica Despeñadero–Cañamaya se concreta a partir del acuífero constituido por los materiales carbonatados de las diferentes escamas tectónicas de la Dorsal Bética que pueden llegar a espesores de 700 m y que forman una alineación de 30 km adosados al borde meridional del acuífero de Sierra Arana.

El sustrato del acuífero es difícil de precisar debido a la verticalidad e inversión de los términos calizos, exceptuando el sector oriental que lo constituyen los términos terciarios impermeables de las mismas capas invertidas.

El límite en el borde septentrional está constituido por las margas cretácicas del flanco meridional del anticlinal de Sierra Arana, junto con arcillas paleógenas de la Dorsal. Al sur está definido por materiales impermeables maláguides. Los extremos occidental y oriental limitan con materiales semipermeables del relleno de las depresiones de Granada y Guadix, respectivamente. Geológicamente el acuífero consta de un conjunto de escamas que se presenta como una banda paralela al sur de la subunidad de Sierra Arana y cabalga sobre su sinclinal.

La alimentación de la Subunidad Despeñadero–Cañamaya se produce exclusivamente por infiltración directa de las precipitaciones (7,5 hm³/a). Cada escama o grupo de escamas conectadas poseen un funcionamiento independiente, cuyas descargas se producen a distintas cotas. Las escamas más altas corresponden a los tramos bajos de Cañamaya y tienen su drenaje a la cota de 1.550 m, mientras que los drenajes más bajos corresponden a la escama de Despeñadero y se producen en la cota de 1.350 m. Existen, además, áreas de drenaje notables como las salidas del río de la Ermita, de Prado Negro y arroyo de los Villares.

En la zona suroccidental deben producirse además descargas subterráneas hacia la subunidad de Sierra Arana. Las reservas del acuífero Despeñadero–Cañamaya puede estimarse en 48 hm³, considerando un descenso máximo de 80m y un coeficiente de almacenamiento de 2×10^{-2} .

Las aguas subterráneas de este acuífero presentan facies bicarbonatadas cálcicas y son aptas para el abastecimiento urbano.

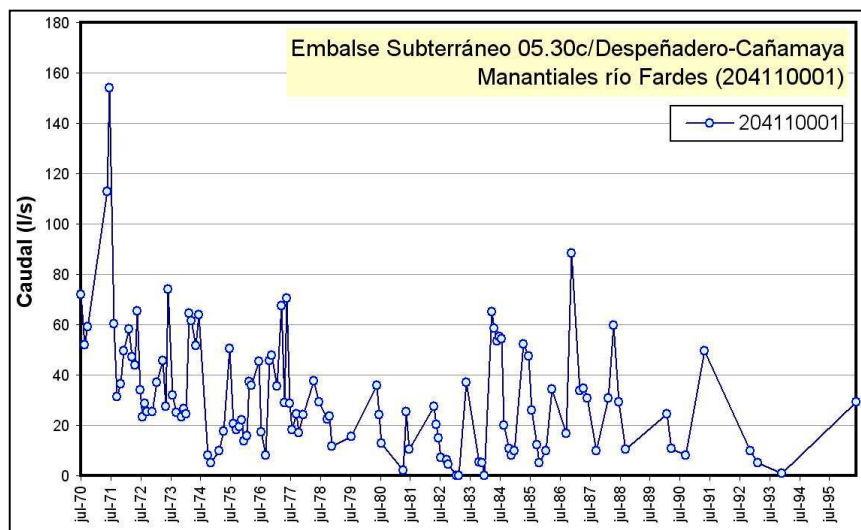


Figura 10. Hidrograma de la descarga de los manantiales del río Fardes (Despeñadero-Cañamaya vertiente Guadix)

La subunidad hidrogeológica **Moreda-Periarte-Piñar** se define en virtud de un conjunto de materiales con diferentes comportamientos hidrogeológicos, luego no corresponde a una subunidad con límites y funcionamiento bien definido. Las formaciones geológicas implicadas corresponden a:

- Olistolitos Carbonatados del Jurásico.
- Calcarenitas y conglomerados de la Formación Moreda.
- Conglomerados, arenas y calizas del Pliocuaternario.

Los afloramientos carbonatados subbéticos que constituyen los olistolitos se encuentran embutidos en una matriz margosa flyschoides, con una superficie total cercana a los 24 km²; las calcarenitas de la formación Moreda tienen una extensión de unos 17 km² y los depósitos pliocuaternarios se extienden principalmente en dos sectores, corredor de Bogarre (44,2 km²) y sector de Huélagos (41,8 km²).

En los acuíferos de la subunidad Moreda-Periarte-Piñar se han registrado valores de transmisividad muy bajos, comprendidos entre los 3 y 50 m²/d, en un bombeo realizado en el sondeo -204050026-.

La alimentación de la subunidad Moreda-Periate-Piñar procede, principalmente, de la infiltración del agua de lluvia a través de los olistolitos calcáreos (7 hm³/a) y de las calcarenitas de la Formación de Moreda (5,5 hm³/a) y en menor medida por aportes subterráneos procedentes de Sierra Arana. También debe existir una recarga por percolación desde los materiales pliocuaternarios que cubren amplias zonas de la subunidad, principalmente en el corredor de Bogarre (44 km²) y en el entorno de Huélago (42 km²). Las descargas se deben producir mayoritariamente de forma subterránea hacia la Depresión de Guadix. Las principales descargas visibles se producen en su extremo occidental: manantiales de Periate -204050016 y 204050017- (2,5 hm³/año), situados a una cota de 800 m s.n.m. y manantial Faucena -204050008- (0,45 hm³/año), situado a una cota de 930 m s.n.m. Algunos olistolitos calcáreos no guardan

relación hidráulica y sus niveles piezométricos se encuentran entre 1.020 y 1.061 m s.n.m.

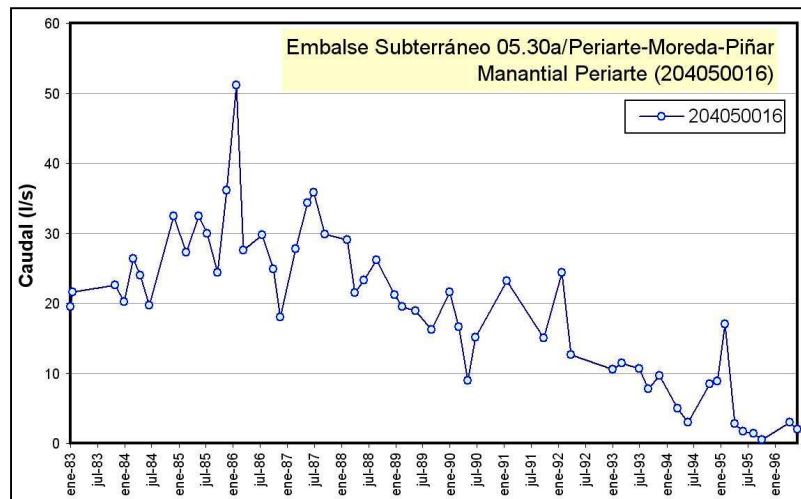


Figura 11. Hidrograma de la descarga del manantial de Periate

En el sector oriental parece existir una divisoria paralela al arroyo de Huélago, hacia el sur el nivel piezométrico se sitúa a cota 700, mientras que al norte se encuentra a 840m. Las reservas de la subunidad Moreda-Periate-Piñar (considerando exclusivamente los materiales olistolíticos y las calcarenitas de la formación Moreda y que un 70 % de dichos afloramientos se encuentran saturados), para un descenso máximo explotable de 70 m y un coeficiente de almacenamiento de $1,5 \times 10^{-2}$, se estiman en 30 hm³.

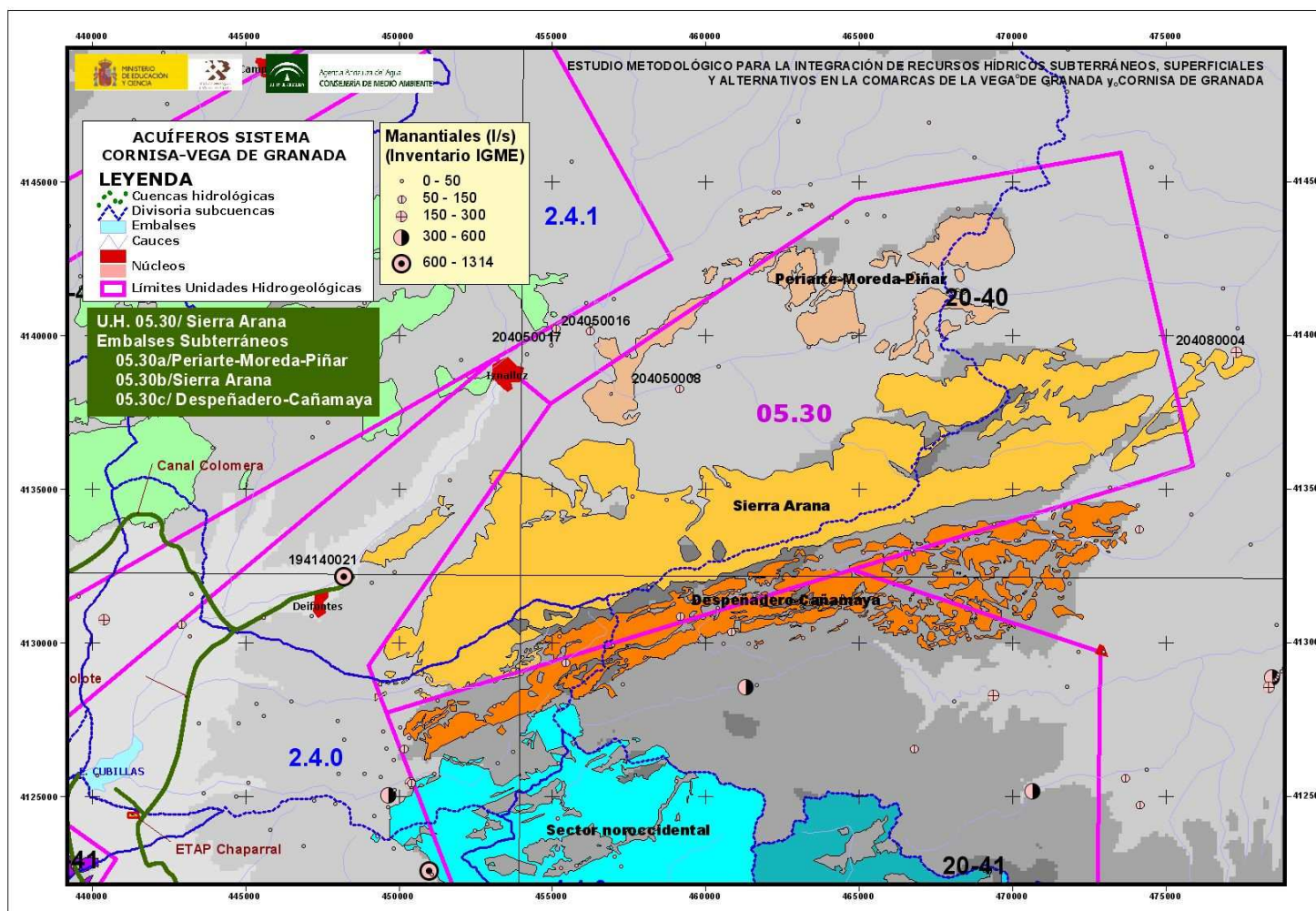


Figura 12. Embalses subterráneos U.H. 05.30/Sierra Arana del Sistema Cornisa-Vega de Granada

2.4 UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 05.31 /LA PEZA

La unidad hidrogeológica de La Peza corresponde a un sistema carbonatado permeable por fisuración y karstificación con funcionamiento libre. Los afloramientos permeables suponen una superficie de 181,5 km², constituyendo una de las unidades más relevantes influyentes en la Vega de Granada.

El principal acuífero está compuesto por *Calizas, Dolomías, Mármoles y Calcoesquistos de los mantos de Zujeiro y de Alfaguara*, aunque dentro de la unidad se pueden distinguir otro tipo de formaciones permeables, constituidas por: *Calizas y Dolomías jurásicas del Subbético*; gravas, arenas, limos y conglomerados del cuaternario; calcarenitas bioclásticas y calizas detríticas del Terciario postorogénico; calcarenitas y calizas del Terciario pre y sinorogénico.

El límite septentrional, que la separan de la de Sierra Arana, coincide con los cauces de los ríos Bermejo y Fardes. Este límite se asocia a la unidad carbonatada del manto de la Alfaguara junto con las calizas y dolomías del Subbético Interno. No se ha detectado la unidad detrítica inferior del manto de la Alfaguara, por lo que se supone que la unidad carbonatada de este manto está despegada, disponiéndose directamente sobre el Jurásico del Subbético, lo que hace que ambas unidades estén conectadas hidráulicamente aunque la zona de descarga de las dos converja en el cauce del Río Fardes.

El límite suroriental es de carácter cerrado por el contacto con el Nevado-Filábride formado por los micaesquistos del Manto del Mulhacén, que constituye así mismo el sustrato de la unidad. El límite occidental lo constituyen los materiales detríticos del Neógeno y el Cuaternario de la Depresión de Granada. Mediante la cartografía hidrogeológica se ha podido determinar que la transferencia de agua subterránea desde los carbonatos del Alpujárride a la Depresión de Granada está

limitada en buena parte del contacto entre ambas unidades, a causa del carácter expansivo de la formación limosa de base de la Depresión de Granada. Por esta cuestión existen distintos tramos en este límite que son de carácter cerrado o abierto en función de la posición de esos limos basales. En el límite noreste, la unidad se enfrenta a la Depresión de Guadix, contacto que se encuentra en una casuística análoga al de la Depresión de Granada, ya que los limos del Serravaliense medio-Tortoniense inferior, en gran parte del contacto, impiden la conexión de las calizas y dolomías alpujárrides con los niveles más transmisivos de la Depresión de Guadix.

Como límite meridional se toma el cauce del río Genil a su paso por Güéjar-Sierra, límite que se considera abierto y en continuidad hidráulica con la unidad hidrogeológica de Sierra de Padúl, aunque debido al estrechamiento que se produce en los afloramientos alpujárrides se eligió esta franja para diferenciarlas.

Las estructuras más características de esta unidad son las superficies de cabalgamiento a favor de las cuales se emplazan los mantos de corrimiento que configuran el Orógeno Bético durante la Orogenia Alpina. Se trata de planos de cizalla de muy bajo ángulo que limitan y superponen unidades tectónicas, también denominadas, por orden de importancia ascendente, escamas, mantos y complejos. La estructura de la unidad es muy compleja, pudiendo definirse como una gran escama cabalgante, en la que se apilan los mantos del Zujeiro, de la Alfaguara y de La Plata sobre los materiales del Nevado-Filábride al sureste y sobre el Subbético Interno al noroeste. Los cabalgamientos presentan en general una dirección NE-SO a ENE-OSO, que indica una dirección promedio de compresión NO-SE. La vergencia de las estructuras indica un sentido del desplazamiento, en la mayor parte de los casos, noroeste.

Otras estructuras ligadas a la compresión alpina son las fallas inversas y los pliegues. Los pliegues principales son visibles en las ventanas tectónicas (los

anticlinales) y en los –klippes– (los sinclinales). A mayor escala el corredor Alpujárride constituye un sinclinorio limitado al norte y al sur por dos estructuras anticlinales. La del norte es la Sierra Arana y la del sur es el gran anticlinal de fondo de Sierra Nevada (complejo Nevado–Filábride). Las fallas inversas son enormemente frecuentes en toda la zona, aunque determinar su carácter alpino o posterior es difícil.

Otro tipo de estructuras que se dan en la unidad son las fallas normales. Están ligadas a la etapa extensional post–alpina de edad Serravaliense superior–Messiniense (o Tuoliense). Las más importantes en la zona son las que limitan la cuencas neógenas de Granada. Estas fallas se agrupan en tres familias: N70–80E; N10–30E; y N120–150E. Parece que a partir del Plioceno los esfuerzos pudieron volver a ser compresivos, y estas antiguas fallas normales hayan tenido rejugos posteriores como desgarres.

Se han podido medir los valores de las transmisividades dentro de la unidad gracias a diversos sondeos realizados en la zona, entre los que se encuentran el de abastecimiento a Cogollos Vega en el que se obtuvo 42 m²/d; el abastecimiento a Beas de Granada donde se obtuvieron entre 70 y 105 m²/d; los abastecimientos a los núcleos urbanos de Peligros, Pulianas y Güevéjar en los cuales se llegan a transmisividades de 3.500 m²/d durante el bombeo y 2.700 m²/d en la recuperación y el de la Fábrica de Explosivos Santa Bárbara en el que se alcanzaron valores de 2.300 m²/d.

La unidad hidrogeológica La Peza recibe su alimentación exclusivamente a partir de la infiltración de las precipitaciones (50 hm³/a), descargando esos recursos hacia los límites abiertos de la misma y hacia los ríos que la surcan.

La compleja estructura de la unidad, formada por un apilamiento de mantos corrimiento en materiales del Alpujárride, implica la existencia de numerosas zonas en

las que la intersección de las metapelitas de base de cada manto, unida a la fuerte pendiente topográfica, hace que produzcan numerosos niveles de descarga al coincidir ambas superficies, por lo que se generan drenajes por manantiales colgados en los que el agua que ya se había infiltrado en la unidad vuelve a emerger para, a posteriori, reinfiltrarse en el mismo acuífero aguas abajo o pasar a formar parte de la escorrentía superficial que es canalizada por los ríos existentes.

Las suma de descargas visibles de la unidad más el volumen de extracciones por sondeos asciende a un total de 67,8 hm³/a

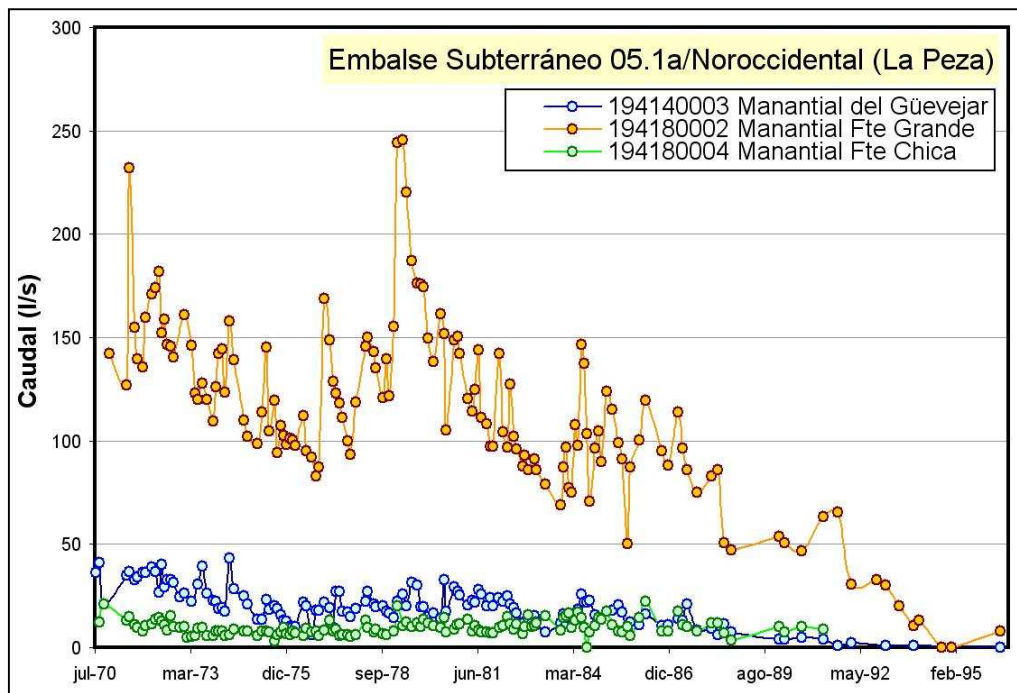


Figura 13. Hidrográfico de las descargas del sector noroccidental de la UH 05.31/La Peza

Aunque no existen datos sobre reservas de agua explotables acumuladas en los acuíferos que componen la unidad, ya que no se conoce el coeficiente de almacenamiento ni la estructura en detalle. Si se considera una superficie de acuífero saturada de al menos 130 km² en 100 m de espesor y se aplica un coeficiente de almacenamiento de 2×10^{-2} se obtiene una cifra de 260 hm³ de reservas

potencialmente explotables, cifra que puede considerarse como una estimación de la potencialidad del embalse subterráneo.

En la unidad, la facies hidroquímica más abundante es la bicarbonatada cálcicomagnésica con residuos secos del orden de los 365 mg/l. Respecto a la calidad de las aguas para abastecimiento urbano, se puede considerar que son aptas para el mismo.

No se dispone de datos referentes a la evolución piezométrica en ningún punto acuífero dentro de esta unidad.

De esta unidad se aprovechan 3,4 hm³/a de manantiales y pozos, para abastecimiento de los núcleos urbanos de Cogollos Vega, Peligros, Pulianas, Güevéjar, Nívar, Alfacar, Víznar, Huétor Santillán, Beas de Granada, Quéntar, Tocón de Quéntar, La Peza y Güéjar-Sierra.

Para el regadío de la zona se estiman valores de utilización de las aguas subterráneas de unos 5 hm³/a.

Dentro de la unidad se pueden distinguir varios embalses subterráneos (figura 14):

- **Cerro Carcabal**
- **Noroccidental** (Beas de Granada–Cogollos Vega–Alfacar)
- **Sinclinal del Arroyo Padules**
- **Aguas Blancas**
- **Güejar – Sierra**
- Fardes (externo al sistema Cornisa–Vega de Granada)
- Manto de Narvéez (externo al sistema Cornisa–Vega de Granada)

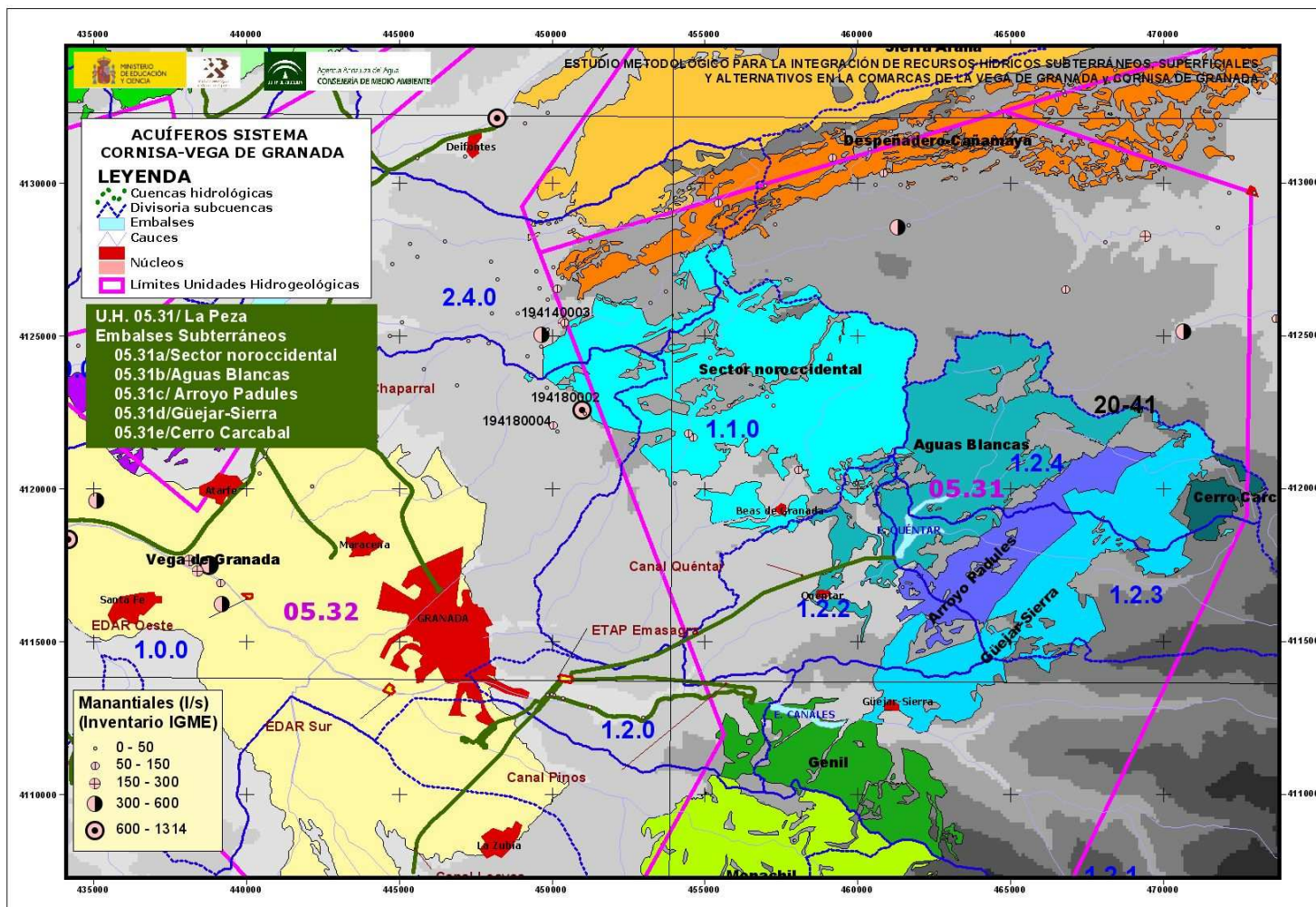


Figura 14. Embalses subterráneos U.H. 05.31/La Peza del Sistema Cornisa-Vega de Granada

2.5 UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 05.32/DEPRESIÓN DE GRANADA

La Depresión de Granada se trata de una unidad hidrogeológica en general detrítica y permeable por porosidad intergranular, aunque también existen horizontes acuíferos carbonatados y calcareníticos permeables por fisuración–karstificación o mixta.

Geológicamente la Depresión es una de las cuencas postorogénicas intramontañosas de las Cordilleras Béticas. En ella se depositaron materiales neógenos y cuaternarios con elevadas potencias y fuertes variaciones laterales de facies. Estos materiales se ven afectados por una etapa tectónica distensiva de fractura bastante compleja, que en muchos sectores condicionan la paleogeografía. En otros puntos los materiales se observan suavemente plegados en líneas generales.

A rasgos generales se puede decir que la unidad tiene una forma alargada en dirección E–O, aumentando el espesor de sedimentos en la zona central (bajo el Río Genil) y disminuyendo progresivamente hacia los bordes norte y sur.

Dentro de esta unidad se pueden distinguir dos subunidades hidrogeológicas con un funcionamiento hidrogeológico diferenciado:

- Vega de Granada
- Mio–Plioceno

La subunidad hidrogeológica **Vega de Granada** se caracteriza por estar definido por un acuífero libre de porosidad intergranular, en el que se pueden diferenciar dos sectores según su comportamiento hidráulico:

- La **Vega Baja** se define en función de los materiales aluviales del Holoceno. La geometría del acuífero se conoce con detalle gracias a los numerosos sondeos mecánicos realizados donde los resultados obtenidos dan un espesor de la zona central saturada de 250 m, descendiendo hacia los bordes hasta los 50m. La superficie que ocupa es de 150 km².

Los límites del este sector son de carácter cerrado de naturaleza impermeable, exceptuando los comprendidos entre los Baños de Sierra Elvira y Pinos Puente que son abiertos de tipo carbonatado, los constituidos por la Formación Alhambra, de carácter semipermeable en Jun y Huétor Vega y los que constituye la Formación Zubia, de carácter permeable entre Huétor Vega y Otura. En cuanto al sustrato impermeable es de naturaleza limo-arcillosa.

La transmisividad del acuífero cuaternario de la Vega de Granada sufre variaciones según sectores, estando comprendida entre 900 y 9000 m²/d, con un valor medio aproximado de 4000m²/d, que disminuye hacia los bordes debido a la pérdida de permeabilidad y espesor de la zona saturada. Su gradiente hidráulico oscila entre 1,5 y 0,12% y su variación indica que la circulación regional tiene dirección aproximada este-oeste. El coeficiente de almacenamiento de los materiales de la Vega Baja oscila entre el 5 y el 10% y su porosidad eficaz es del 6%.

- La **Vega Alta** que se comporta como un acuífero-acuitardo y se localiza en la parte oriental de la Vega de Granada ocupando una superficie total de 50km y llegando espesores de hasta 160 m como ocurre en la formación de Zubia, donde se comporta como un acuífero mermado debido a la presencia de niveles conglomeráticos cementados en algunos puntos. En parte de la Vega, al existir confinamiento hidráulico en algunos niveles del acuífero, pueden darse captaciones surgentes.

La recarga de la Vega de Granada se producen principalmente en el sector oriental y tiene lugar a través de infiltración de aguas de lluvia sobre la superficie permeable, infiltración de las aguas de escorrentía de la cuenca del Alto Genil en especial a través de sus principales cauces (Genil, Dílar y Monachil), infiltración a través de la red de acequias de regadío sin revestir, retornos de las aguas de regadío y por aportaciones laterales de borde procedentes de escorrentía de materiales menos permeables miopliocenos y entradas ocultas desde el sistema carbonatado de Sierra Elvira.

El principal eje de drenaje se producen a través el sector occidental y lo constituye el río Genil a partir del Puente de los Vados, también son importantes las descargas hacia el Río Cubillas. Otras salidas a considerar se realizan a través de los canales de riego, manantiales y bombes destinados a regadíos y abastecimientos urbanos e industriales.

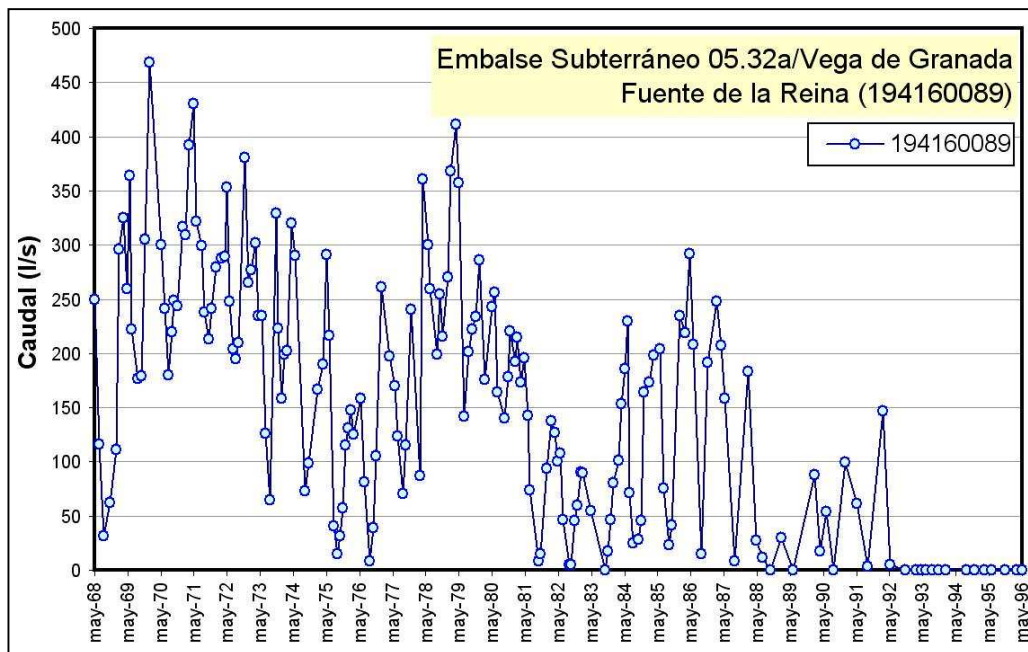


Figura 15. Hidrograma de la descarga de la Fuente de la Reina (una de las principales manantiales de la Vega de Granada)

Las aguas del acuífero de la Vega de Granada presentan una notable mineralización, con conductividades entre 350 y más de 3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y son fundamentalmente duras. La facies hidroquímica dominante es bicarbonatada cálcica y, en menor proporción, sulfatada, coincidiendo con los sectores de salinidad mayor, como son el Aeropuerto–Romilla, los Baños de Sierra Elvira–Alitaje y el área de Pulianas–Maracena. Las facies magnésicas dominan en el sector de la Cartuja–Pulianas, estando en el resto, por lo general, poco representadas.

En general, respecto su calidad, se caracterizan como aptas para el abastecimiento urbano, puede presentar peligro de alcalinización del suelo bajo y unos riesgos de salinización variables en el caso de su uso para el riego y los altos valores de dureza total media las hacen desaconsejable para la mayoría de los requerimientos industriales.

Dentro de la Vega se emplazan una serie de pozos habitualmente de escasa profundidad (10–40m) y una serie de sondeos y piezómetros con profundidades que varían entre los 50 y 200 m, llegando en un solo caso a los 290 m. Según los datos disponibles de estos piezómetros se observan unos mínimos registrados tras la época de sequía de comienzos de los 90 y el comienzo de la recuperación llegó a dar oscilaciones máximas de hasta 20 m. Teniendo en líneas generales las variaciones interanuales valores de entre 0,5 y 4 m, dependiendo de la distancia a las zonas de drenaje del acuífero o presencia de bombeos cercanos.

Los usos de aguas subterráneas corresponden a los bombeos para abastecimiento, cifrándose el volumen de agua subterránea con destino a abastecimiento urbano de 13,2 hm^3/a , aunque en años secos este valor puede incrementarse considerablemente debido al uso de los sondeos de abastecimiento a Granada que pueden llegar a bombear un caudal del orden de 1.200 l/s.

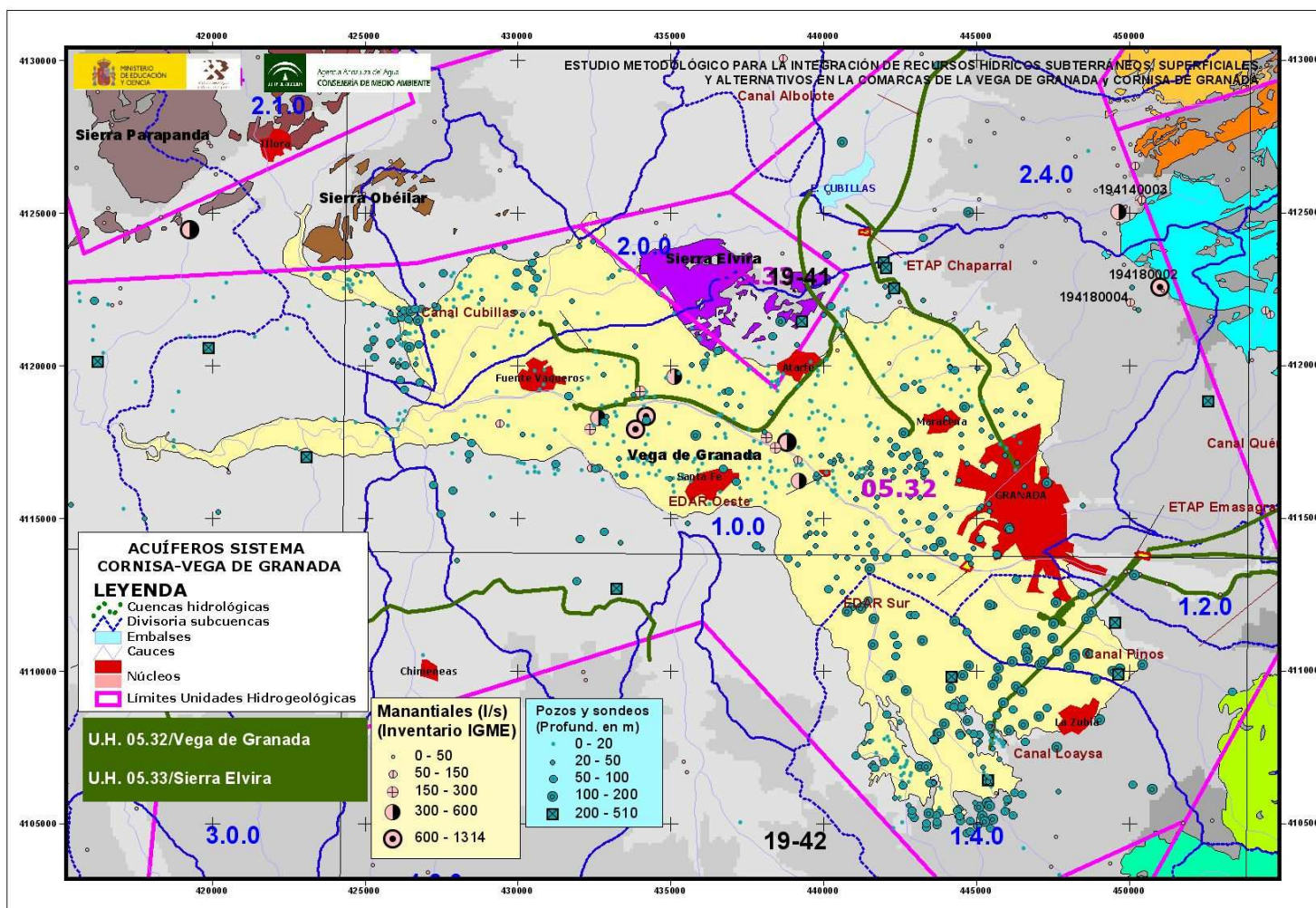


Figura 16. Embalse subterráneo UH 05.32/Vega de Granada del Sistema Cornisa-Vega de Granada

En la subunidad hidrogeológica **Mioplógeno** no se puede considerar un único acuífero, debido a la presencia predominante de materiales poco permeables y a la desconexión de los afloramientos del conjunto que ocupa unos 800 km² de superficie. Las formaciones geológicas que poseen interés como acuífero local son las siguientes:

- *Aluvial y terrazas del Río Genil*, en los sectores de Villanueva de Mesía, Huétor Tájar y Vega de Tocón, cuyo comportamiento está estrechamente ligado al funcionamiento de los cauces superficiales. En la Vega de Tocón y Vega de Huétor Tájar-Villanueva de Mesía el espesor conocido del aluvial es de 56 y 20-25 m, con superficies de afloramiento de 4 y 20 km² respectivamente.
- *Materiales del Mioplógeno* representados por conglomerados, areniscas, calcarenitas y calizas de -Páramos-. Sólo las calcarenitas tortonienses y las calizas de -Páramos- parecen presentar buenas condiciones hidráulicas. El conjunto funciona como un acuitardo multicapa con una circulación restringida a los tramos más conglomeráticos. Su espesor es variable, pudiendo alcanzar 300m. No presenta un nivel piezométrico único. Su funcionamiento se desconoce en detalle. Las calizas de -Páramos- presentan afloramientos poco continuos y constituyen un nivel acuífero de relativa importancia en aquellos sectores en que se encuentra alimentado por las formaciones del Plio-Cuaternario. Se caracteriza por poseer unas buenas condiciones acuíferas, aunque su potencial hidráulico no se ha determinado aún. El sector más favorable se encuentra comprendido entre Huétor Tájar-El Turro y el límite meridional de la unidad en este sector.
- *Conglomerados, arenas y limos del Plio-Cuaternario*. En general se comportan como un acuitardo. El predominio de la fracción conglomerática puede caracterizar al acuífero como de media-baja permeabilidad como es el caso de la Formación Alhambra. El nivel piezométrico de dicha formación no es único ni libre y responde a un dispositivo multicapa. En algunos sectores el

confinamiento hidráulico de los niveles transmisivos más profundos puede dar lugar a aguas surgentes.

La recarga del subsistema se produce, fundamentalmente, por infiltraciones de agua de lluvia a través de las capas permeables, por las aportaciones laterales procedentes de las sierras carbonatadas de su entorno y los retornos de regadíos. Las salidas del sistema tienen lugar a través del drenaje natural a la red fluvial del río Genil y los escasos bombeos existentes.

La facies dominante de las aguas subterráneas es en general, bicarbonatada cálcica y raramente magnésica, con contenidos salinos menores de 1000 mg/l. Algunos de sus niveles acuíferos, como la Formación Alhambra, al este de Granada, proporcionan aguas de facies bicarbonatadas cálcicas y cálcico-magnésicas, y salinidades comprendidas entre 600 y 1000 mg/l. Los conglomerados, areniscas y calcarenitas del Mioceno, localizados en el límite oriental de la unidad presentan aguas bicarbonatadas cálcicas o cálcico-magnésicas y contenidos salinos entre 400-800 mg/l. Las calizas del Pontiense (calizas de Páramos) dan aguas con facies bicarbonatadas cálcicas o cálcico-magnésicas con salinidades medias de 600 y 1000 mg/l. En áreas con intercalaciones del Mioceno superior y del Pliocuaternario, la facies dominante es sulfatada cálcica y sus contenidos salinos están comprendidos entre 700-850 mg/l.

La piezometría del sistema no se conoce con precisión, pero se disponen datos del aluvial de la Vega de Tocón donde los niveles se sitúan a una profundidad comprendida entre 5 y 7 m, con caudales de explotación del orden de los 7-10 l/s y unos descensos previsibles de 10 a 20 m. En el aluvial de Huétor Tájar-Villanueva de Mesía el nivel piezométrico se encuentra a una profundidad de 4 m.

2.6 UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 05.33/SIERRA ELVIRA

La unidad hidrogeológica de Sierra Elvira (figura 16), la integran unos 200 m de calizas y dolomías del Lías inferior y medio, que constituyen un acuífero libre de alta permeabilidad debida a procesos de fisuración y karstificación bien desarrollados, cuyos afloramientos permeables ocupan una superficie de 10 km².

El sustrato impermeable esta formado por margas y arcillas del Trías en facies Keuper, las cuales llegan a aflorar, debido posiblemente a procesos diapíricos. El afloramiento del sustrato triásico impermeable en el centro de la unidad la divide en dos sectores. El occidental, también conocido como **sector de Los Morrones**, presenta unos 8 km² de superficie, mientras que el oriental, **Ermita Los Tres Juanes-Atalaya**, dispone de unos 2 km².

Los bordes de la unidad están formados por importantes fallas normales que ponen en contacto los materiales permeables del Lías con el relleno detrítico Plio-Cuaternario de la Depresión de Granada.

Todo el borde septentrional y oriental se enfrenta a materiales arcillosos del Plioceno de baja permeabilidad, por lo que las principales salidas se producen hacia límites meridional y occidental, en los que los materiales carbonatados de la unidad se enfrentan a las gravas y arenas del acuífero de la Vega de Granada

La estructura geológica de los materiales postorogénicos de la unidad no presenta una gran complejidad tectónica al no haber sido sometidos a grandes esfuerzos. Por ello, presentan estructuras tabulares únicamente trastocadas por fallas normales debidas a las tensiones distensivas posteriores a la Orogenia Alpina. Por el contrario, los materiales subbéticos de Sierra Elvira sí están intensamente deformados por tal orogenia.

El rasgo más significativo de Sierra Elvira es su individualización mediante fallas normales de borde de gran salto y la extrusión de los materiales triásicos de facies Keuper, de modo probablemente diapírico, que divide el afloramiento en dos sectores. El afloramiento más oriental incluye los parajes denominados como Ermita de Los Tres Juanes–Cerro de la Atalaya y presenta una serie monoclin, de dirección NE–SO y buzamiento al NO, fallada normalmente según direcciones NO–SE y NE–SO que originaron la compartimentación de la serie en pequeños horst y graben dentro del horst general de Sierra Elvira.

El afloramiento occidental conocido como sector de Los Morrones, que es el que presenta mayor superficie, corresponde a un anticlinal de dirección NE–SO, en el cual el flanco más oriental aparece replegado al tiempo que produce, en algunos sectores, inversión de la serie por sinclinales tumbados. La estructura desaparece al norte, bajo los aluviones del Río Cubillas, posiblemente en coincidencia con una falla normal de dirección E–O. Al suroeste una falla normal de dirección SE–NO, corta casi perpendicularmente a la estructura de plegamiento comentada y presenta, en el borde hundido, materiales cuaternarios de relleno de la Depresión de Granada.

No se dispone de ningún ensayo de bombeo controlado en la unidad, siendo los únicos datos existentes a éste respecto los del sondeo de Azucarera de la Vega, S.A. –1941/6/0099–, donde se obtuvieron valores de transmisividad comprendidos entre 10.000 y 40.000 m²/d y en el que se midió un caudal específico de 100 l/s/m. En el mismo sondeo se estimaron coeficientes de almacenamiento comprendidos entre el 2 y el 5 %, que se justifican sobre la base de la alta karstificación del acuífero y al carácter libre del mismo.

La unidad hidrogeológica de Sierra Elvira presenta un funcionamiento hidrogeológico peculiar que se manifiesta en el elevado termalismo de sus aguas y en la alta concentración salina de las mismas. La alimentación superficial se produce por

infiltración del agua de lluvia (1,5–1,7 hm³/a) y a través de los aportes subterráneos procedentes de flujos profundos (4–5 hm³/a).

Las características de las aguas subterráneas de esta unidad, con facies de tipo sulfatado cálcica, elevada temperatura y salinidad, se explican por efecto del lavado de las sales del sustrato triásico mediante flujos profundos ascendentes, que parecen estar vinculados con alguna de las unidades Béticas o Subbéticas situadas más al norte.

También se baraja la posibilidad de que la alimentación profunda de Sierra Elvira pueda provenir de la unidad hidrogeológica de Sierra Arana, al existir posibilidades de conexión geológica y al estar la piezometría más alta en ésta última. También se menciona la posibilidad de que los materiales detríticos de la Depresión de Granada pudieran conectar hidráulicamente las dos unidades, condicionada esta conexión, a su vez, por la existencia de una fracturación profunda.

En cuanto a las salidas del sistema, no existe ningún punto de descarga significativo, identificándose algunas surgencias de escasa entidad provocadas por la intercalación de tramos margosos entre materiales más permeables y que drenan por lo tanto pequeños acuíferos colgados (1,5–1,7 hm³/a). La descarga del sector de Los Morrones se produce de forma oculta en el contacto con el acuífero de la Vega de Granada (4–5 hm³/a), en el tramo comprendido entre el balneario de los Baños de Sierra Elvira y la población de Pinos Puente. Esta transferencia lateral hacia el acuífero detrítico se manifiesta en la disminución de temperatura y de la salinidad del agua en el sentido del flujo subterráneo y en la existencia de facies hidroquímicas intermedias entre cada una de las unidades. De igual modo, la morfología de las isopiezas también corrobora la descarga de este sector hacia el acuífero de la Vega de Granada, situándose la piezometría en la zona de contacto a cotas de 560–570 m s.n.m.

La descarga lateral del sector de Los Tres Juanes, parece que se realiza por el borde suroeste, existiendo conexión hidráulica con el sector de Los Morrones, tal y como evidenciaría la hidroquímica prácticamente análoga de las aguas subterráneas existentes en ambas.

El nivel piezométrico del acuífero muestra una tendencia ascendente del nivel que se rompe entre los años 1998 y 2001 a partir del cual se vuelve a recuperar su pendiente positiva, debido probablemente al efecto conjunto producido por la disminución de las extracciones y el aumento de las precipitaciones tras un largo periodo seco.

No existen datos sobre reservas de agua explotables para unidad, ya que no se conoce el coeficiente de almacenamiento ni la estructura en detalle. Si se considera una superficie de acuífero saturada de al menos 8 km² en 200 m de espesor y se aplica un coeficiente de almacenamiento de 2×10^{-2} se obtiene una cifra de 32 hm³ de reservas potencialmente explotables, cifra que puede considerarse como una estimación aproximada de la potencialidad del embalse subterráneo.

No se realiza un uso para abastecimiento urbano del acuífero puesto que todos los núcleos de población que se encuentran en la unidad hidrogeológica o en sus alrededores tienen sus fuentes de abastecimiento fuera de la unidad. El único sondeo que se destinaba a este uso, sondeo Los Tres Juanes -194170242-, que abastecía a la localidad de Atarfe, fue abandonado por problemas derivados de la elevada salinidad de sus aguas. Por tanto, el principal uso de las aguas de este acuífero es el agrícola, que es explotado mayoritariamente a través de las captaciones -194160240 y 194160244- (3,3 hm³/a).

2.7 UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 05.34/MADRID-PARAPANDA

Esta unidad hidrogeológica (figura 19) situada en el sector central de las Cordilleras Béticas, está constituida por distintas subunidades hidrogeológicas que pertenecen a distintos dominios litoestratigráficos.

- Sierra de Parapanda
- Sierra de Madrid
- Sierra de Obéilar
- Sierra de la Ermita-Sierra Pelada-Montefrío
- Areniscas de Montefrío

De los acuíferos apuntados, se realiza el estudio de todos excepto el de Montefrío que no está incluido dentro de la zona de influencia.

La subunidad hidrogeológica de **Sierra de Parapanda** se trata de una formación de carácter libre constituido por *Calizas y Dolomías del Lías*, que presentando espesores superiores a los 650m y una superficie de los afloramientos permeables de aproximadamente 16 km².

El sustrato impermeable está formado por margas del Cretácico, sobre las que cabalgan los materiales permeables, también suponen el límite por su flanco este que suponen la desconexión con la Sierra de Madrid. Hacia el oeste limita con materiales de carácter impermeable del jurásico y al sur, con sedimentos cuaternarios que provocan el confinamiento una mínima parte del acuífero.

Las estructuras geológicas corresponden a la unidad alóctona de Parapanda-Hacho de Loja perteneciente al Subbético Interno Septentrional. Constituyen un manto limitado mediante fallas inversas y cabalgamientos sobre los materiales margosos del

cretácico, formando un klippe con ausencia de Trías en su base. Al sur de la Sierra de Parapanda los materiales carbonatados del Jurásico están recubiertos por materiales recientes, llegando a aflorar a modo de pequeños retazos en Íllora y sus proximidades.

La recarga de la subunidad de Sierra de Parapanda se realiza únicamente a través de la infiltración del agua lluvia a través de la superficie permeable (4,5 hm³/a).

La principal descarga del acuífero se produce a través del manantial de Alomartes (figura 17) –184140010– situado en la margen meridional y fuera de los límites del sistema Cornisa–Vega de Granada, con un caudal medio de drenaje de 134 l/s y una cota de surgencia de 605 m s.n.m. El análisis del hidrograma de este manantial evidencia el marcado carácter kárstico del embalse subterráneo, registrándose amplias oscilaciones interanuales de caudal que hacen que éste varíe entre los 50 y los 300 l/s, habiéndose medido puntas de hasta 500 l/s.

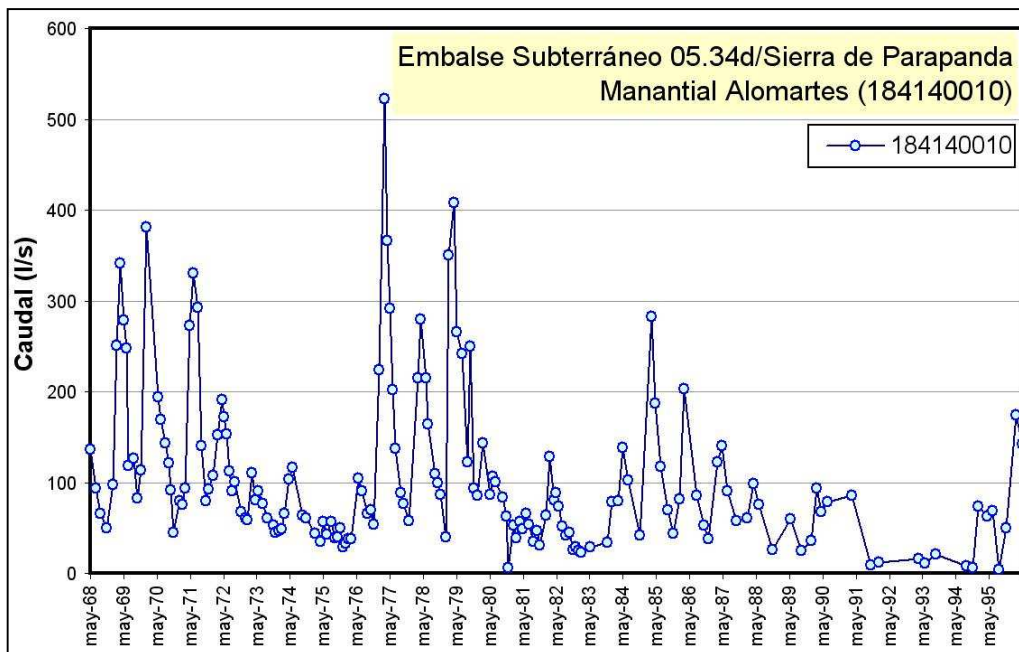


Figura 17. Hidrograma correspondiente a la descarga del manantial de Alomartes

En la margen noroccidental de la subunidad también existe otra zona de drenaje representada por el manantial de Los Cerezos –184130009– y los manantiales –184130017 y 184130018– situados a una cota del orden de 1100 m s.n.m. Se considera por lo tanto, que el flujo subterráneo se establece en el sector septentrional hacia el norte y en el meridional hacia el sur, siendo probable que la divisoria de aguas subterráneas coincida con la línea de máximas alturas de la sierra.

Las aguas subterráneas presentan facies bicarbonatada cálcico–magnésicas con residuos secos comprendidos entre los 240 y los 400 mg/l, con una calidad apta para el uso urbano.

Los datos estimados sobre las reservas de aguas explotables en el acuífero, considerando una superficie de materiales saturados de al menos 7 km² y 100m de espesor, aplicando un coeficiente de almacenamiento de 2×10^{-2} , se cifran en 14 hm³ de reservas potencialmente explotables.

La subunidad hidrogeológica **Sierra de Madrid** coincide con la sierra homónima y viene definida por los mismos materiales Calizos y dolomíticos del Lías que conforman la Sierra de Parapanda, presenta carácter predominantemente libre con una extensión de los afloramientos permeables de 8 km². Los materiales de este acuífero cabalgan sobre los materiales impermeables margosos del Cretácico y del Terciario, estando parcialmente confinados hacia el sur por efecto de los recubrimientos cuaternarios y pliocuaternarios.

Geológicamente este acuífero presenta similares características a las descritas para la Sierra de Parapanda, constituido por escamas orientadas en dirección norte–sur limitadas por fallas inversas y cabalgamientos que constituyen un klippe.

El acuífero se alimenta mediante la recarga que procede de la infiltración del agua de lluvia (2 hm³/a). Sus principales salidas están dirigidas hacia distintas surgencias que se sitúan en la margen meridional y septentrional de la subunidad, existiendo aquí cierta componente de flujo en dirección N-S.

Las aguas subterráneas presentan facies bicarbonatada cálcico-magnésica de baja mineralización con conductividades inferiores a los 450 µS/cm y residuos secos comprendidos entre los 240 y los 400 mg/l, siendo aptas para el abastecimiento urbano.

La piezometría en el sector meridional se ubica a unos 750 m s.n.m. en uno de los sondeos de abastecimiento a Íllora -184140034-. Algo más al norte se sitúan las Fuentes del Alzao -184140007- a 860 m s.n.m., de Madrid -184140029- a 940 m s.n.m. y Fuente Alta -184140030- a 1100 m s.n.m. Estas variaciones en la cota de drenaje de los distintos materiales implican cierto grado de compartimentación de la subunidad. Al nordeste de la sierra el nivel piezométrico debe situarse a unos 1000 m s.n.m. en Fuente Grande -184140031- mientras que al oeste el nivel piezométrico desciende a cotas inferiores a los 800 m s.n.m. en el arroyo de la Cañada donde se produce parte de la descarga de la subunidad.

Los datos sobre la estimación de las reservas de aguas explotables en el acuífero, considerando una superficie de materiales saturados de al menos 13 km² y 100m de espesor, a la que al aplicarle un coeficiente de almacenamiento de 2×10^{-2} , resulta un volumen de 26 hm³ de reservas potencialmente explotables.

La subunidad hidrogeológica **Sierra de Obéilar** se concreta en función de las calizas y Dolomías pertenecientes al Subbético Interno con un comportamiento hidráulico de acuífero libre aunque puedan presentarse algunos sectores donde exista cierto confinamiento provocado por los niveles detríticos cuaternarios y

pliocuaternarios. Presenta una gran compartimentación, constituida por bloques de materiales permeables aislados sobre sustrato impermeable. La superficie que ocupan los materiales permeables rondan los 3 km².

El sustrato impermeable está formado por materiales del Cretácico y el Triásico, que crean a su vez la compartimentación anteriormente mencionada.

Desde el punto de vista geológico la Sierra de Obéilar presenta una estructura muy compleja caracterizada por la alta compartimentación de los bloques calizos aflorantes, de modo que éstos quedan delimitados por fallas en todo su contacto, apareciendo flotando sobre margas del Cretácico inferior y medio y sobre una formación margoarcillosa de las Zonas Internas.

La recarga del acuífero se realiza exclusivamente a partir de la infiltración procedente del agua de lluvia (0,5 hm³/a). La inexistencia de surgencias en los límites de los distintos bloques que la forman, indicaría que el drenaje de los mismos se realiza de forma diferida hacia los arroyos Charcón-Escóznar, tributarios del Genil por su margen derecha.

La facies hidroquímica de las aguas subterráneas es bicarbonatada cálcico-magnésica con baja mineralización y aptas para el abastecimiento urbano.

La subunidad hidrogeológica **Sierra de la Ermita-Sierra Pelada-Montefrío** se define en función de calizas pisolíticas y oolíticas del Lías inferior-medio, contando con una importante extensión lateral en la que pueden existir desconexiones como consecuencia de la presencia de materiales impermeables del Keuper.

Los límites del acuífero están conformados por materiales margosos y margocalizos del Lías medio-superior. Ocupando estos, en ciertas zonas, una potente

serie suprayacente a los materiales del acuífero que provoca su comportamiento como acuífero confinado en dichas zonas.

La estructura geológica del acuífero está constituida por afloramientos calizos jurásicos que constituyen un conjunto de pliegues en relevo, de dirección ONO-ESE, a lo largo de cuyos ejes anticlinales afloran materiales permeables del Jurásico inferior.

La recarga se realiza, al igual que en el resto de acuíferos de la unidad, a través de la infiltración del agua de lluvia. El principal punto de descarga es el manantial del Cortijo del Bañuelo -184130015- en el que se han llegado a tomar medidas puntuales de caudal próximas a los 200 l/s, estando situado en el punto más bajo entre los materiales permeables del Lías y los materiales margosos, a 800m s.n.m.

Las aguas subterráneas del acuífero, según análisis de los sondeos de abastecimiento de Montefrío -183130034- y el manantial del Bañuelo -183130015-, presenta facies sulfatada bicarbonatada cálcico-magnésica con conductividades comprendidas entre los 600 y los 950 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

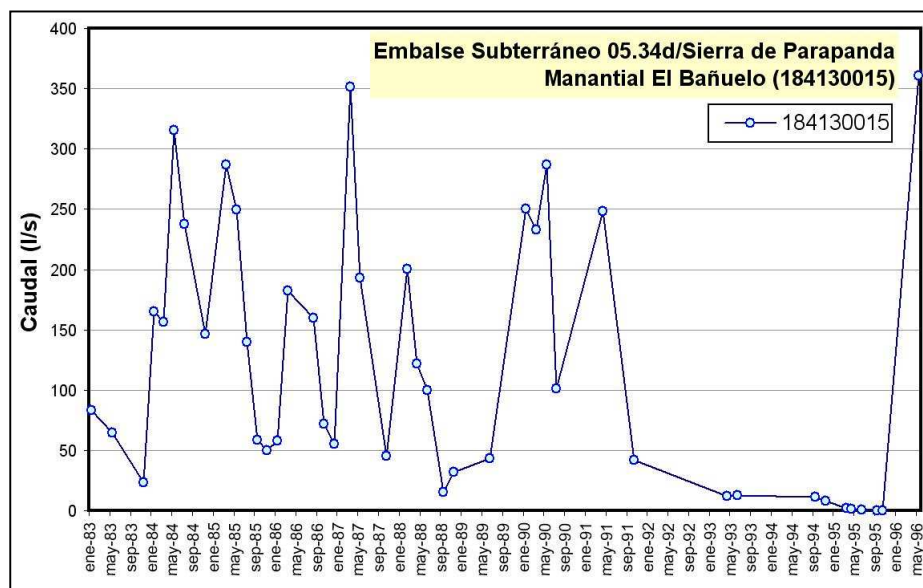


Figura 18. Hidrograma correspondiente a la descarga del manantial de El Bañuelo

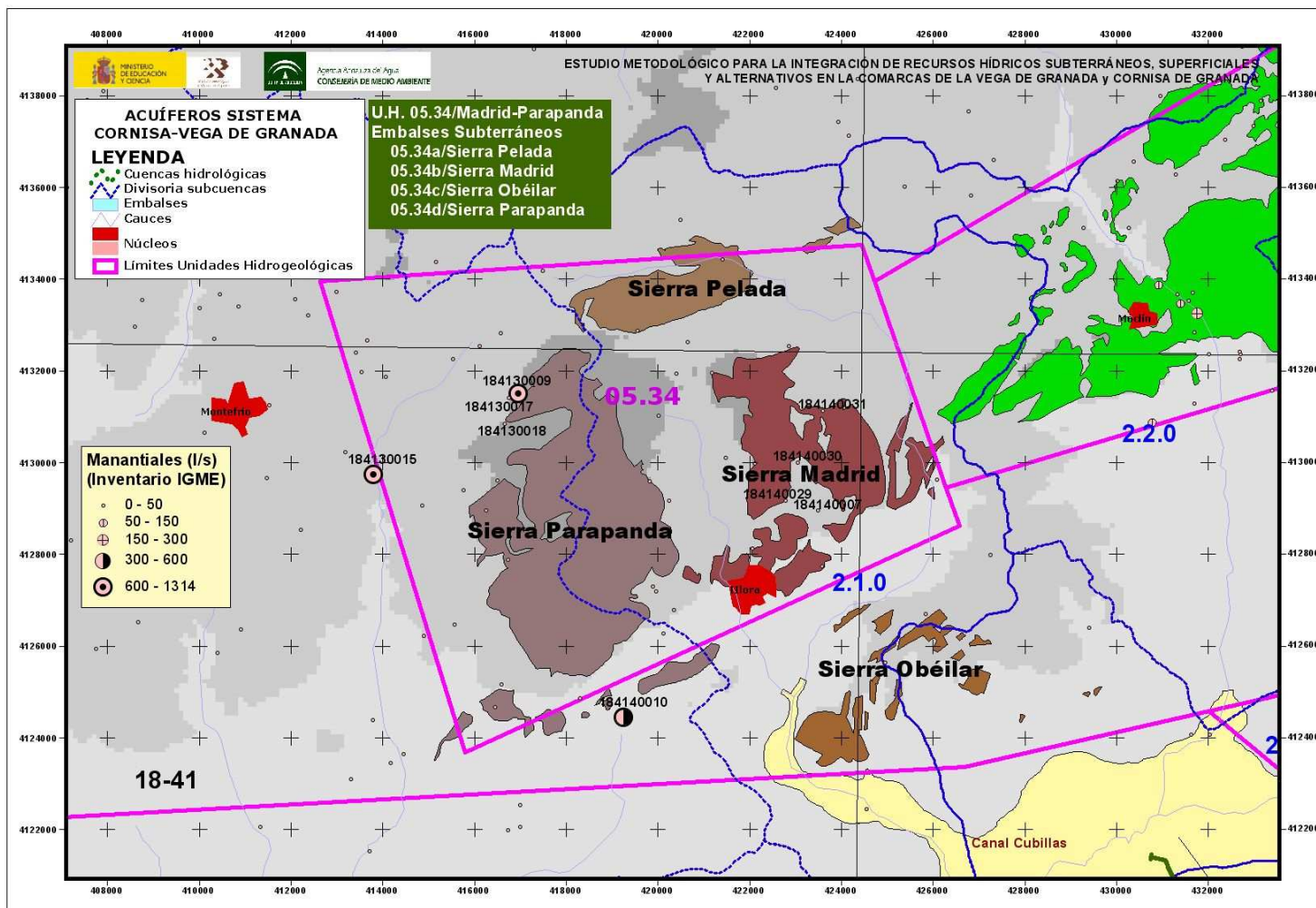


Figura 19. Embalses subterráneos U.H. 05.34/Madrid-Parapanda del Sistema Cornisa-Vega de Granada

2.8 UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 05.42/TEJEDA-ALMIJARA

La unidad hidrogeológica de Tejeda-Almijara-Las Guajaras (figura 21), está constituida por formaciones carbonatadas pertenecientes a diferentes mantos de corrimiento del complejo Alpujárride (*Calizas, Dolomías y Mármoles Alpujárrides*), que conforman un extenso acuífero con alta permeabilidad debida procesos de fisuración y karstificación.

La unidad hidrogeológica está constituida por las siguientes subunidades hidrogeológicas:

- Sierra de Tejeda.
- Sierra de Almijara.
- Albuñuelas (sector Agrón).
- Alberquillas.

De todos ellos, el más meridional es el de las Alberquillas, que no está representado en la zona de estudio.

La subunidad hidrogeológica **Sierra de Tejeda** se define por los afloramientos de calizas, dolomías y mármoles con una superficie de 91,5 km², de los cuales 33 km² se encuentran dentro de la Cuenca del Guadalquivir.

Sus límites están bien definidos, por el norte corresponde a las metapelitas del manto de la Herradura, al oeste otra unidad metapelítica perteneciente al manto de las Guájaras y al sur los esquistos del manto de Salobreña.

La estructura geológica se caracteriza por las estructuras típicas de la Orogenia Alpina, entre las que se engloban los cabalgamientos que presentan una dirección NE-

SO a ENE–OSO, la vergencia de las estructuras indica un sentido del desplazamiento noroeste. Otras estructuras relacionadas con la compresión alpina son las fallas inversas y los pliegues, que junto con las fallas directas debidas a la etapa extensional postalpino.

Sólo se tienen datos hidrodinámicos de un pozo conocido como La Cantera, en el que se midió un caudal específico que variaba entre 5 y 10 l/s/m y un valor de transmisividad de 170 m²/a.

La recarga del acuífero se realiza a través de la infiltración del agua de lluvia (35 hm³/a), estando su funcionamiento hidrogeológico muy condicionado por factores estructurales.

En la zona septentrional, que es el que influye a la zona de estudio, el flujo se establece en dirección oeste–este, hacia las cabeceras de los ríos Alhama y Játar, apuntándose la posibilidad de que parte de los recursos se transfieran hacia el norte, hacia la Cuenca del Guadalquivir, en concreto hacia el afloramiento existente entre el Arroyo de la Madre y el Río Alhama. Las cotas de surgencia de los principales manantiales en esta zona se sitúan entre 1000 y 1010 m s.n.m. En la zona meridional, fuera de la zona de estudio, se han distinguido dos sectores, el de Alcaucín–Canillas de Aceituno, en el que el flujo subterráneo se dirige hacia los principales afluentes del Río Vélez y el del Río Tuvilla, que descarga hacia el Río Algarrobo. Los sondeos existentes en este sector meridional presentan cotas absolutas del nivel piezométrico a 1.070–1.080 m s.n.m., mientras que cerca de Alcaucín pasan a tener sus niveles a 500 m s.n.m., al igual que los manantiales próximos.

Las aguas subterráneas presentan facies bicarbonatadas cálcica y cálcico–magnésica, siendo aptas para el abastecimiento urbano.

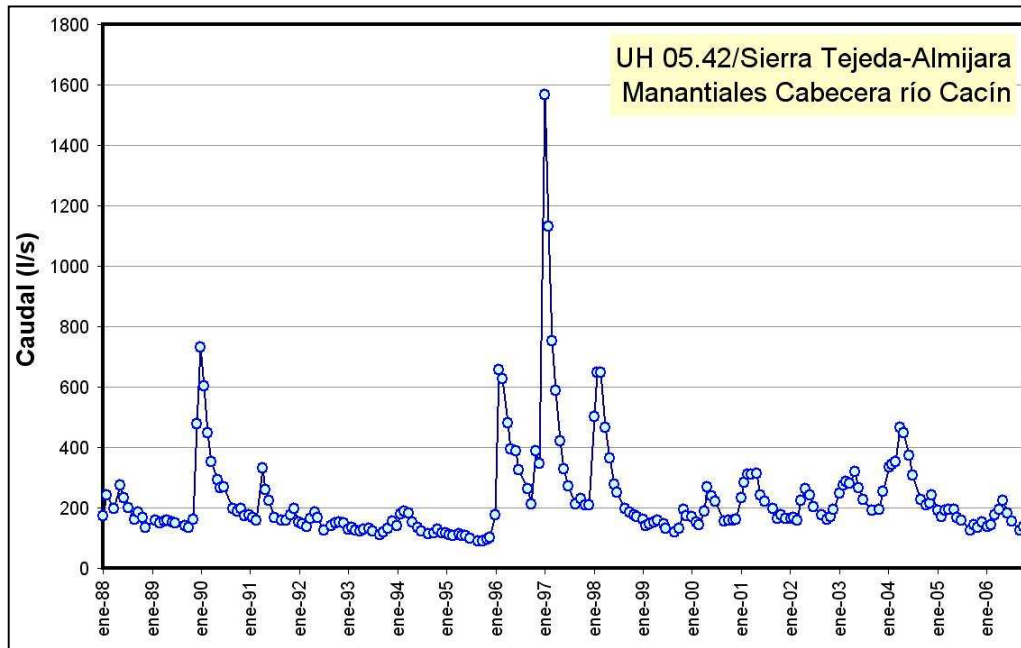


Figura 20. Hidrograma descarga subterránea cabecera río Cacán
(aforos realizados por la CHG)

La subunidad hidrogeológica **Sierra de Almijara** viene definido por las mismas formaciones carbonatadas que el acuífero de Sierra Tejeda, pertenecientes al complejo Alpujárride. Ocupa una superficie de 260 km² de los cuales 58 pertenecen al sector oriental del mismo, que se conoce como Sierra del Chaparral. El sector septentrional del acuífero, con 118 km², está incluido dentro de la Cuenca del Guadalquivir.

Los límites están constituidos mayoritariamente por formaciones metapelíticas, excepto por su borde septentrional en el que se encuentra solapada por formaciones terciarias pertenecientes a la Depresión de Granada. Geológicamente tiene similares características al acuífero de la Sierra de Tejeda, influenciado por la Orogenia Alpina a la que se asocian principalmente cabalgamientos, pliegues y fallas inversas.

Las transmisividades del acuífero alpujárride, medidas en el pozo Venta del Jaro situado en el río Acebuchal, muestra unos valores comprendidos de 20 a 150 m²/d con un caudal específico algo inferior a 0,5 l/s/m y del que se dedujo un coeficiente de almacenamiento de 0,1–0,2 %.

La alimentación del acuífero tiene lugar por infiltración del agua de lluvia caída sobre los materiales permeables, dirigiéndose el flujo subterráneo hacia el norte y hacia el sur, debido a la existencia de una divisoria hidrogeológica que parece coincidir con la divisoria de aguas superficiales que separa la Cuenca Sur y la Cuenca del Guadalquivir. En el sector septentrional, incluido dentro de la Cuenca del Guadalquivir, las aguas circulan hacia el sector norte, descargando entre 1120 y 920 m s.n.m. en los manantiales situados en la cabecera de los ríos Cacán y sus tributarios. En el sector meridional, el flujo subterráneo se dirige hacia el sur, y en concreto hacia los manantiales situados en la cabecera de los ríos Torrox, Higuera, Chillar y Verde y en menor medida a los ríos de Miel y Jate. Las cotas de surgencia de los principales manantiales varían entre los 515 m s.n.m. en el río Torrox y los 230 m s.n.m. del Río de la Miel. En la cabecera del Río Verde los manantiales surgen a dos cotas distintas, 600 y 400 m s.n.m. En el sector sureste conocido como sector del Chaparral, existe un flujo subterráneo desde los sectores más occidentales hacia el Río de la Toba, donde tienen lugar las principales descargas, presentando el manantial más representativo (Fuente Santa) una cota de surgencia de 460 m s.n.m.

Las aguas subterráneas del acuífero de la Sierra Almirajara presentan facies bicarbonatadas cálcica, aptas para el abastecimiento urbano.

La subunidad hidrogeológica **Albuñuelas** (Agrón) se define en función de los afloramientos de calizas, dolomías y mármoles que ocupan una superficie de 256 km², de los cuales 43 km² se incluyen dentro de la Cuenca del Guadalquivir.

Presenta límites abiertos en contacto con el acuífero de la Sierra de Almirajara, con las formaciones detríticas terciarias de la Depresión de Granada al norte, Padúl al noreste y Albuñuelas al sureste, estando cerrado el flujo subterráneo al oeste del acuífero debido a la superposición de los limos postorogénicos del Terciario.

La recarga se realiza a través de la infiltración del agua de lluvia ($56 \text{ hm}^3/\text{a}$), comportándose el acuífero como un bloque homogéneo en el que la recarga se distribuye hacia los límites abiertos del mismo. Las principales descargas por medio de manantiales ($41 \text{ hm}^3/\text{a}$) se sitúan fundamentalmente en el límite este, hacia la Cuenca Sur, no obstante hacia la Cuenca del Guadalquivir la piezometría indica que existe una descarga oculta orientada según las líneas de flujo, concretamente en el límite noroccidental de la subunidad. En todo el límite septentrional del acuífero se prevé una transferencia ($13 \text{ hm}^3/\text{a}$) oculta a través de los carbonatos alpujárrides, situándose en la zona de borde la piezometría a una cota que varía entre los 800 y los 1000 m s.n.m., mientras que en el límite noroeste, concretamente en las inmediaciones de Agrón, las líneas de flujo apuntan hacia el noroeste encontrándose las isopiezas de 1100 y 1000 m s.n.m. próximas al límite de la unidad. Valorándose el total de descargas en $56 \text{ hm}^3/\text{a}$.

Las aguas subterráneas del acuífero presentan facies bicarbonatadas cálcica y bicarbonatada cálcico-magnésica, aptas para el uso urbano.

No existen datos sobre reservas de agua explotables en los acuíferos que componen el conjunto de la unidad, ya que no se conoce el coeficiente de almacenamiento ni la estructura en detalle. Si se estima una superficie del acuífero saturada de al menos 470 km^2 en 100 m de espesor y se aplica un coeficiente de almacenamiento de 2×10^{-2} se obtiene una cifra de 940 hm^3 de reservas potencialmente explotables, cifra que puede considerarse como una estimación aproximada de la potencialidad del embalse subterránea.

No se dispone de datos referentes a la evolución piezométrica en ningún punto acuífero dentro de esta unidad.

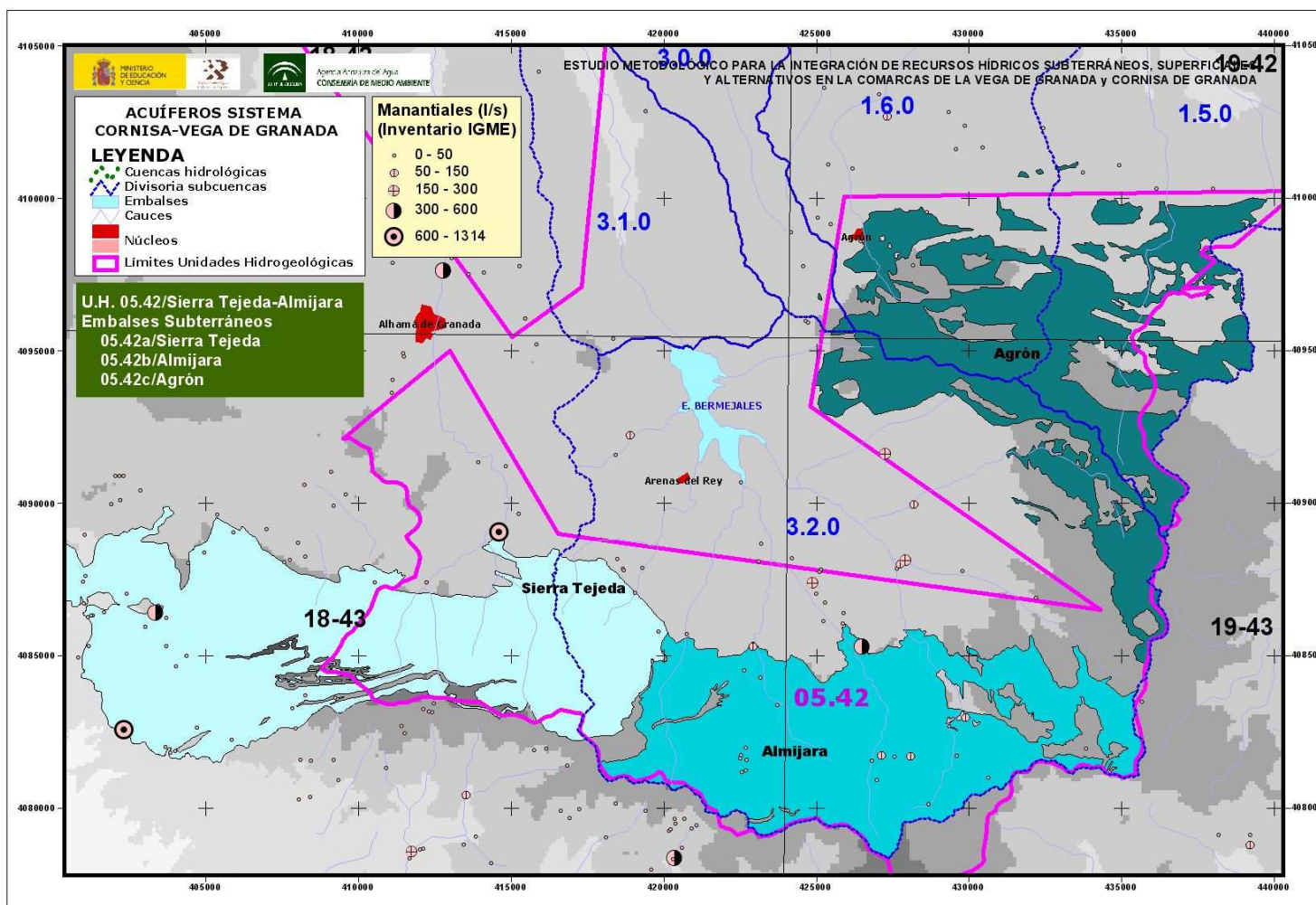


Figura 21. Embalses subterráneos de la U.H./05.42/Tejada-Almjara del Sistema Cornisa-Vega de Granada

2.9

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 05.65 / PADÚL

La unidad hidrogeológica de la Sierra de Padúl (figura 22) está integrada por diferentes mantos de corrimiento del complejo Alpujárride, formados por calizas, dolomías, mármoles y calcoesquistos, que constituyen un extenso acuífero libre con alta permeabilidad debida procesos de fisuración y karstificación. Se puede dividir en dos subunidades hidrogeológicas:

- Víboras–Monachil
- Padúl

La subunidad hidrogeológica **Víboras–Monachil** se concreta en función de los materiales carbonatados del Alpujárride, en particular los mantos de Trevenque y del Víboras, aunque dentro de la unidad se distinguen también otras formaciones permeables, integradas por las siguientes litologías: gravas, arenas, limos y conglomerados del Cuaternario; calcarenitas bioclásticas y calizas detríticas del Terciario postorogénico; calcarenitas y calizas del terciario pre y sinorogénico. Ocupando la superficie permeable un total de 51 km².

La subunidad queda definida por el norte mediante un límite abierto con el de la Sierra de la Peza que coincide con el paso del Río Genil sobre los materiales alpujárrides en el estrechamiento formado por éstos al sur de la población de Güéjar–Sierra; al este conectaría mediante un límite cerrado con los esquistos, metapelitas, etc. del Nevado–Filábride; al oeste con la Depresión de Granada en donde los carbonatos se enfrentan a los limos basales de la Depresión de Granada y al sur con el cabalgamiento del Trevenque. Este límite meridional, de tipo mecánico, lo forma el levantamiento de las filitas y cuarcitas de la base del manto del Trevenque, haciendo que este contacto con el sector sur de la unidad sea cerrado.

En el contexto geológico, la estructura de la unidad es muy compleja, pudiendo definirse como una gran escama cabalgante con una dirección predominante NO-SE, en la que se observan escamas alóctonas procedentes de otros mantos. Asimismo presenta otro tipo de estructuras como son los pliegues visibles en las ventanas tectónicas y en los -klippes-, fallas inversas y normales.

El valor de la transmisividad, obtenido en uno de los dos pozos utilizados para el abastecimiento de la localidad de Gójar -1942/8/62-, es de 600 m²/d.

El acuífero alpujárride recibe su recarga, exclusivamente, a través de la infiltración de las precipitaciones (19 hm³/a). Dentro de él se pueden observar tres sectores con un comportamiento hidrogeológico diferenciado: el primero situado en la margen oriental, en el que la emergencia de los niveles de base del manto del Trevenque provoca la existencia de numerosos manantiales colgados con cotas de surgencia de hasta 1780 m s.n.m. -204210013-; el sector norte, que drena hacia el embalse de Canales y el sector del río Monachil, donde la piezometría indica el comportamiento ganador de éste a lo largo de todo su trayecto sobre materiales del Alpujárride. Esta cuestión se ha verificado posteriormente mediante aforos diferenciales a lo largo del río en el mencionado estudio.

Las aguas subterráneas presentan una facies bicarbonatada cálcico-magnésica, siendo aptas para el abastecimiento urbano.

La subunidad hidrogeológica Víbora-Monachil ha sido subdividida en dos embalses subterráneos (figura 22): **Genil** y **Monachil**. El primero de ellos se vincula con el río Genil, receptor principal de la descarga; mientras que el segundo se vincula con el río Monachil.

La subunidad hidrogeológica **Padúl** ocupa una superficie aproximada de 84 km² y se define en función de su principal manto aflorante constituido por el manto del Trevenque, caracterizado por presentar dolomías y mármoles muy fracturados conocidos con el nombre de kakiritas.

El sustrato impermeable está constituido por las formaciones metapelíticas de base asociadas a cada manto de corrimiento. El acuífero conecta hidráulicamente con el relleno detrítico de la Depresión de Granada en su margen occidental y con la Depresión de Padúl–Lecrín en la margen suroccidental. El borde septentrional es cerrado por el levantamiento de las filitas del manto del Trevenque, al igual que el límite oriental el cual se encuentra enfrentado a los materiales impermeables del Nevado–Filábride. El borde suroccidental abierto, es por el que se produce la principal descarga de esta subunidad, hacia la Depresión de Padúl–Lecrín.

Las estructuras geológicas más características del acuífero son las superficies de cabalgamiento a favor de las cuales se emplazan los mantos de corrimiento que configuran el orógeno bético durante la orogenia Alpina. Se trata de planos de cizalla de muy bajo ángulo que limitan y superponen unidades tectónicas, también denominadas, por orden de importancia ascendente, escamas, mantos y complejos. Otras estructuras presentes son las fallas directas e inversas, de carácter alpino o postalpino respectivamente, y los pliegues visibles en las ventanas tectónicas y en los klipfes.

La única recarga que recibe el acuífero se realiza por medio de la infiltración del agua de lluvia a través de la superficie permeable (27,5 hm³/a). El drenaje se realiza a través de los ríos Dílar (4 hm³/a) hacia la Cuenca del Guadalquivir, Dúrcal (8,5 hm³/a) y Torrente (2,5 hm³/a) en la Cuenca del Guadalfeo y fundamentalmente en su borde

meridional, bien a través de los manantiales del borde de la Depresión de Padúl-Dúrcal o bien de modo no visible alimentando a los acuíferos detríticos de esta depresión.

La facies hidroquímica de las aguas subterráneas es bicarbonatada cálcico-magnésica con residuos secos del orden de los 0,3 g/l, si bien aparecen manantiales con mayores contenidos salinos y facies que han llegado a ser sulfatadas. En general, se puede considerar que las aguas son aptas para el abastecimiento urbano.

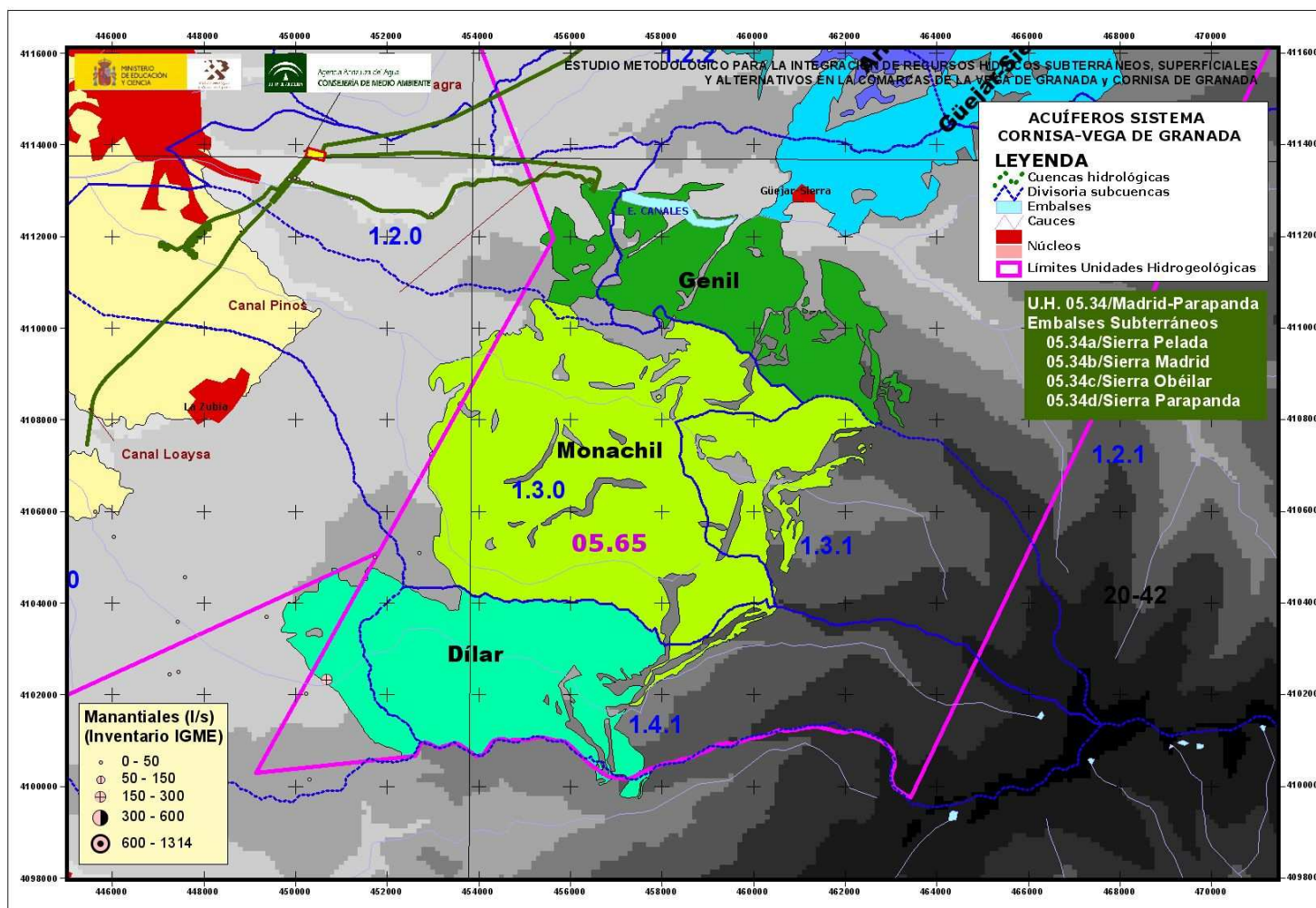


Figura 22. Embalses subterráneos U.H. 05.65/Padúl del Sistema Cornisa-Vega de Granada

3. RESUMEN DE DATOS HIDROGEOLÓGICOS

En total se han incluido en el Sistema Cornisa-Vega de Granada un total de 27 embalses subterráneos, con un global de recursos renovables promedio anuales de 179,84 hm³, oscilando entre 36,25 y 338,65 hm³/a para el periodo considerado (1951-2004) (figura 118) . Según años tipo, se obtiene un volumen de recursos anual de 99,86 hm³ para el año Tipo Seco, 179,81 hm³ para el año Tipo Medio y 267,15 hm³ para el año Tipo Húmedo (ver figura 23). La distribución mensual de recursos subterráneos según años tipos se muestra en la figura 24.

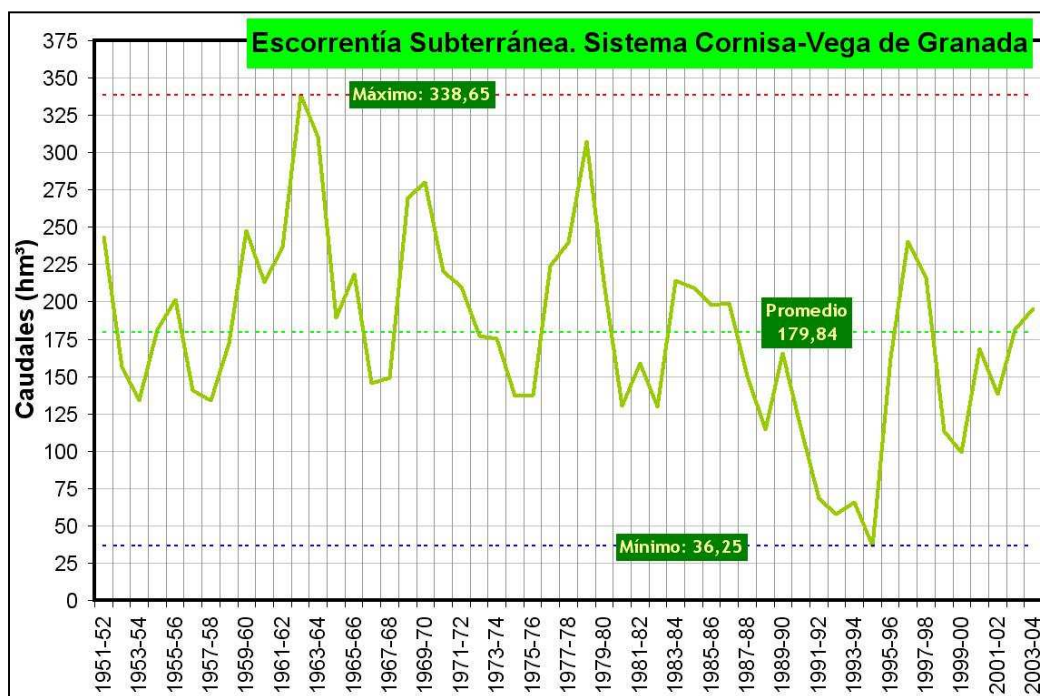


Figura 23. *Escurrentía subterránea Sistema Cornisa-Vega de Granada*
Distribución Anual en Régimen Natural (modelo P-E Temez
modificado)

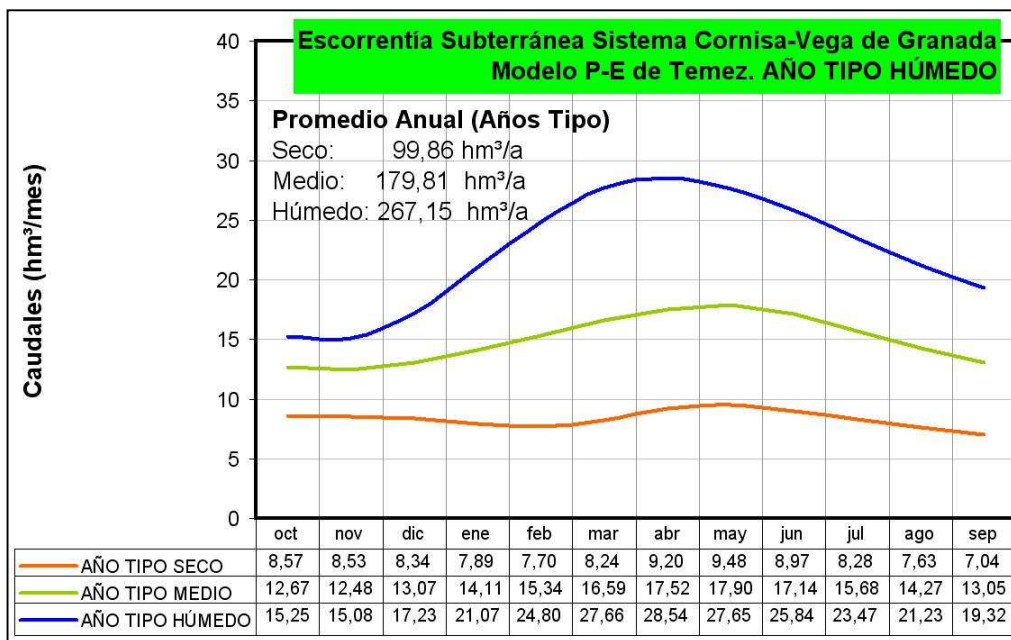


Figura 24. Escorrentía subterránea Sistema Cornisa-Vega de Granada
Distribución Mensual Años Tipo en Régimen Natural (modelo P-E
Temez modificado)

Según el modelo de Temez modificado aplicado, el volumen promedio almacenado en los embalses subterráneos por encima de la cota de rebose o **reservas de agotamiento**⁵, para las condiciones del régimen natural (serie 1951–2004), se cifraría en 222,25 hm³ (tablas 6 y 7), que es una cifra algo inferior a la capacidad de almacenamiento superficial en embalses de que dispone el Sistema Cornisa-Vega de Granada, cifrado en 248,05 hm³.

⁵ Volumen de aguas subterráneas almacenadas en el embalse subterráneo por encima de la cota rebose, correspondería al volumen de agua que se drenaría por el rebose hidrogeológico, a lo largo del tiempo, si la recarga se anulase.

Unidad hidrogeológica	Embalse Subterráneo	Superf. Afloram. (km ²)	Reservas agotamiento ^(a) (hm ³)	Escorrentía Subterránea (hm ³ /a)
UH 05.31/La Peza	31a Noroccidental	52,88	14,44	12,28
	31b Aguas Blancas	32,04	4,54	7,33
	31c A ^o Padules	13,72	2,06	3,32
	31d Güejar-Sierra	30,17	6,19	7,77
	31e Cerro Carcabal	3,26	0,57	0,71
UH 05.65/Sierra del Padúl	65a Genil	16,52	4,00	5,03
	65b Víboras-Monachil	43,34	5,70	7,16
	65c Dílar	22,83	4,26	5,35
UH 05.28/Montes Orientales	28a Montillana	27,64	1,27	2,96
	28b Manzanillo ⁽¹⁾	14,20	0,99	2,31
	28c Montejicar ⁽¹⁾	12,89	1,19	2,77
UH 05.29/Sierra Colomera	29a Los Morrones	23,49	1,07	2,50
	29b Colomera	15,22	0,57	1,34
	29c Pozuelo-Las Cabras	59,23	3,59	8,38
UH 05.30/Sierra Arana	30a Periarde-Moreda-Piñar	17,68	1,90	3,76
	30b Sierra Arana	86,40	76,30	28,34
	30c Despeñadero-Cañamaya	6,96	1,18	1,20
UH 05.34/Madrid-Parapanda	34a Sierra Pelada	4,58	0,23	0,53
	34b Sierra Madrid	10,21	0,52	1,22
	34c Sierra Obéilar	2,80	0,11	0,32
	34d Sierra Parapanda	7,10	1,20	0,63
UH 05.42/Sierra Tejada-Almijara	42a Sierra Tejada ⁽²⁾	94,29	16,55	20,77
	42b Almijara ⁽²⁾	73,17	12,84	16,12
	42c Agrón	73,69	6,82	6,48
UH 05.32/Depresión de Granada		206,07	51,64	28,07
UH 05.33/Sierra Elvira		8,24	2,56	3,21
SUMA		958,62	222,25	179,84

(a) Volumen promedio anual (serie 1951-2004) de reservas almacenadas en el embalse subterráneo por encima de la cota de rebose

(1) En el modelo para la simulación del uso conjunto estos dos embalses subterráneos se han considerado como uno único (28bc Alta Coloma)

(2) En el modelo para la simulación del uso conjunto estos dos embalses subterráneos se han considerado como uno único (42abTejada-Almijara)

Tabla 6. Recursos hídricos subterráneos del Sistema Cornisa-Vega de Granada

Según los datos que se presentan en las tablas 6 y 7, los embalses subterráneos del Sistema Cornisa-Vega de Granada disponen de una capacidad de almacenamiento por encima de la cota de rebose de 0,23 hm³ opor cada km² de afloramientos permeables, por termino medio, oscilando entre 0,04 y 0,88 hm³/km²

Unidad hidrogeológica	Superf. Afloram. (km ²)	Reservas agotamiento (hm ³)	Escorrentía Subterránea (hm ³ /a)
UH 05.31/La Peza	132,07	27,79	31,41
UH 05.65/Sierra del Padúl	82,69	13,96	17,53
UH 05.28/Montes Orientales	54,73	3,45	8,05
UH 05.29/Sierra Colomera	97,94	5,23	12,21
UH 05.30/Sierra Arana	111,05	79,38	33,29
UH 05.34/Madrid-Parapanda	24,69	2,05	2,71
UH 05.42/Sierra Tejada-Almijara	241,15	36,20	43,37
UH 05.32/Vega de Granada	206,07	51,64	28,07
UH 05.33/Sierra Elvira	8,24	2,56	3,21
SUMA	958,62	222,25	179,84

Tabla 7. *Recursos hídricos subterráneos del Sistema Cornisa-Vega de Granada según Unidades Hidrogeológicas*

Las reservas de agotamiento de un embalse subterráneo dependen del estado piezométrico, de la geometría (volumen de roca acuífera) y de los parámetros hidrodinámicos, por lo que se trata de un concepto dinámico, es decir, para cada instante de tiempo se definen una reserva de agotamiento.

Considerando las reservas de agotamiento promedio calculadas para el periodo 1951-2004 de los diferentes embalses subterráneos asociados al Sistema Cornisa-Vega de Granada, éstos se pueden agrupar en las siguientes categorías:

- Embalses subterráneos de elevado volumen de reservas de agotamiento, puesto que presentan una capacidad de regulación anual promedio superior a los 10 hm³, categoría en la que se incluyen: 31a-Sector Noroccidental (UH

05.31/La Peza); 30b–Sierra Arana (UH 05.30/Sierra Arana); 42a/Tejeda y 42b/Almijara (UH 05.42/Tejeda–Almijara) y 32–Vega de Granada (UH 05.32/Vega de Granada).

- Embalses subterráneos de capacidad de regulación moderada, ya que presentan una capacidad de regulación anual promedio inferior a los 10 hm³ pero superior a 5 hm³, categoría en la que se incluyen: 31d–Güejar–Sierra (UH 05.31/La Peza); 65b–Víboras–Monachil (UH 05.65/Padúl) y 42c/Agrón (UH 05.42/Tejeda–Almijara).
- Embalses subterráneos de capacidad de regulación baja, ya que presentan una capacidad de regulación anual promedio inferior a los 5 hm³ pero superior a 2 hm³, categoría en la que se incluyen: 31b–Aguas Blancas y 31c–Aº Padules (UH 05.31/La Peza); 65a Genil y 65c Dílar (UH 05.65/Padúl) 29c Pozuelo–Las Cabras (UH 05.29/Sierra Colomera) y 33–Sierra Elvira (UH 05.33/Sierra Elvira).
- Embalses subterráneos de capacidad de regulación muy baja, ya que presentan una capacidad de regulación anual promedio inferior a 2 hm³, categoría en la que se incluyen: 31e–Cerro Carcabal (UH 05.31/La Peza); 28a–Montillana y 28bc–Alta Coloma (UH 05.28/Montes Orientales); 29a–Los Morrones y 29b–Colomera (UH 05.29/Sierra Colomera); 30a–Moreda–Piñar y 30c–Despeñadero–Cañamaya (UH 05.30/Sierra Arana); 34a–Sierra Pelada, 34b–Sierra Madrid, 34c–Sierra Obéilar y 34d–Sierra Parapanda (UH 05.34/Madrid–Parapanda).

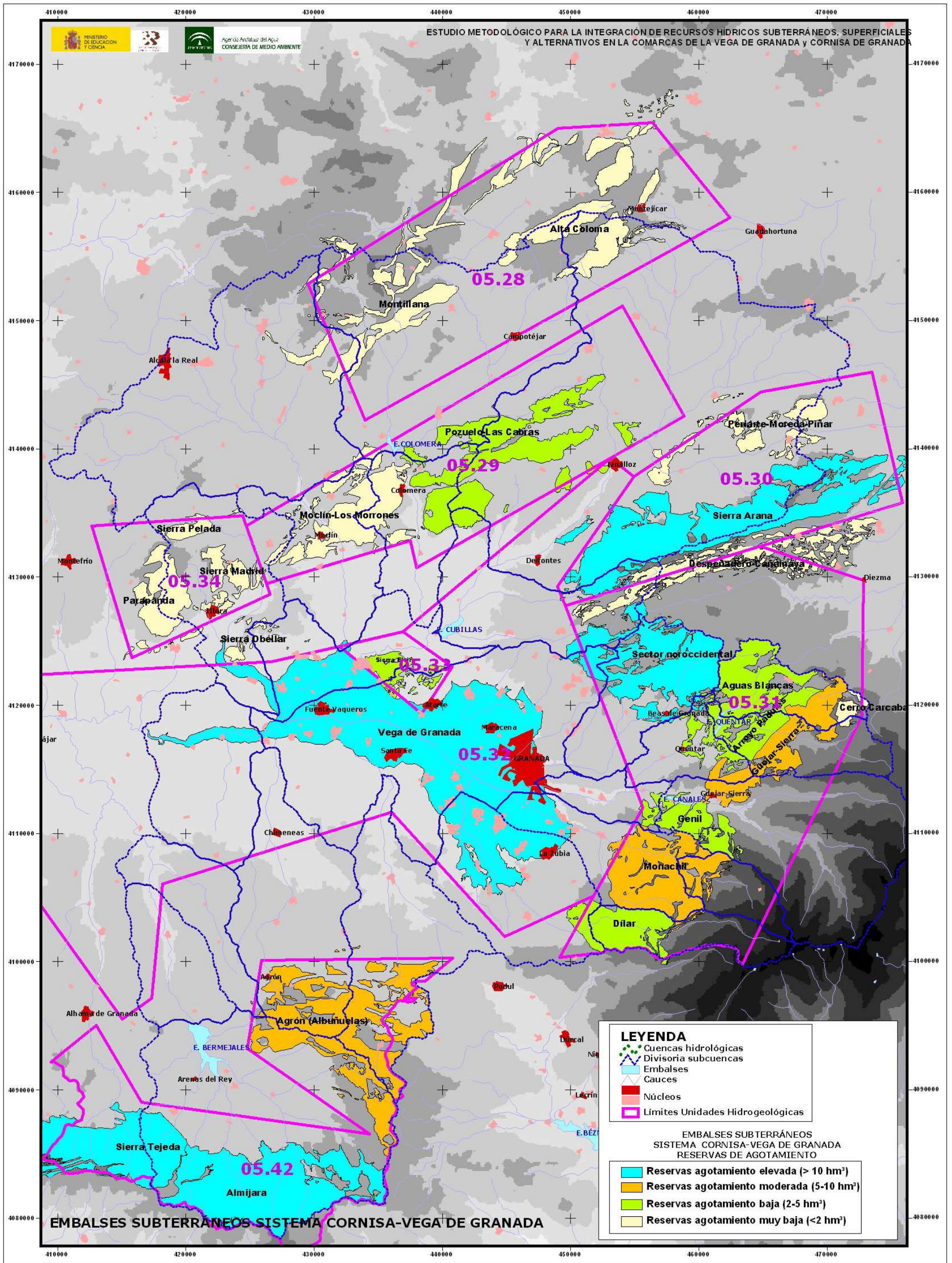


Figura 25. Reservas de agotamiento de los embalses subterráneos del Sistema Cornisa-Vega de Granada