



La Real Academia
de Ciencias de
España

en nombre de

The
Interacademy
Panel

on International
Issues



Simposio Internacional sobre el Uso Sostenible de las Aguas Subterráneas (ISGWAS)

Jornada Técnica - 27 de enero



“La gestión del agua en Alicante: Hidrogeología, economía,
medioambiente e instituciones en la Cuenca del Vinalopó y
Campo de Alicante”

Organizado por



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante



Universidad de Alicante, España,
enero 24-27, 2006

1. INTRODUCCIÓN	3
1.1. Objetivos y descripción general de la jornada técnica	3
1.2. Localización geográfica y caracterización hidrológica y socioeconómica del área de estudio	5
1.3. Las aguas subterráneas de la provincia de Alicante	7
1.4. El difícil control de la sobreexplotación y la situación actual	11
1.5. Referencias bibliográficas y fuentes	12
2. EL ABASTECIMIENTO DE AGUAS EN LA CIUDAD DE ALICANTE: AGUAS DE ALICANTE EMPRESA MIXTA. AMAEM	13
2.1. Introducción y antecedentes históricos del abastecimiento	13
2.2. Descripción del Sistema de Abastecimiento	15
2.3. Gestión del Recurso	15
2.3.1. Gestión de Recursos Subterráneos	16
2.3.2. Gestión de los recursos hidráulicos en situaciones extremas	17
2.4. Referencias bibliográficas y fuentes	18
3. LA DESALADORA DEL CANAL DE ALICANTE	19
3.1. Localización geográfica	19
3.2. Objetivo de la visita técnica	19
3.3. Descripción de la actuación	19
3.3.1. Toma de agua de mar	19
3.3.2. Planta desaladora	21
3.3.3. Impulsión del agua desalada	22
3.3.4. Depósito regulador	22
3.3.5. Vertido del agua de rechazo	22
3.4. Referencias bibliográficas y fuentes	23
4. EL EMBALSE DE CREVILLENTE	24
4.1. Localización geográfica	24
4.2. Objetivo de la visita técnica	24
4.3. El Trasvase Tajo-Segura y el Embalse de Crevillente	24
4.4. Sistema Automático de Información Hidrológica (S.A.I.H.), en la Cuenca del río Segura	27
4.5. Alimentación eléctrica	28
4.6. Obras civiles	28
4.7. Referencias bibliográficas y fuentes	29
5. LA GALERÍA DE LOS SUIZOS. Ejemplo paradigmático de un sistema de captación	30
5.1. Localización geográfica	30
5.2. Objetivo de la visita técnica	30
5.3. Descripción de la visita técnica	30
5.3.1. El acuífero de Crevillente y la Galería de los Suizos	30
5.3.2. Principales rasgos de la galería	30
5.3.3. Explotación de agua mediante la galería	33
5.3.4. Características del agua de la Galería	34
5.4. Referencias bibliográficas y fuentes	35
6. BARRANCO Y POZOS DEL TOLOMÓ Y EMBALSE DEL FEDERAL	36
6.1. Localización geográfica	36
6.2. Objetivo de la visita técnica	36
6.3. Descripción de la visita técnica	36
6.3.1. La explotación en el Barranco del Tolomó	36
6.3.2. Consecuencias de la explotación intensiva en el barranco del Tolomó	36
6.3.3. Actuaciones de gestión	39
6.4. Bibliografía y fuentes	40
7. COLABORACIONES Y AGRADECIMIENTOS	41

1. INTRODUCCIÓN

En el contexto del **Simposio Internacional Sobre el Uso Sostenible de las Aguas Subterráneas** (ISGWAS), del *Interacademy Panel* (IAP), se consideró especialmente interesante, que los expertos de todo el mundo y de diversas disciplinas, que van a participar en el mismo, conocieran y analizaran en primera persona un caso práctico en el desarrollo del uso y gestión de las aguas subterráneas. Con ese objetivo se ha elegido la cuenca hidrológica y Sistema de Explotación del Vinalopó. En este territorio y en gran medida por la iniciativa de agricultores, entidades privadas y ayuntamientos, que han buscado el recurso apoyados circunstancialmente en el sector público, se ha ido desarrollando una explotación de los caudales que ha deparado innumerables beneficios sociales y económicos.

Sin embargo, las condiciones hidrogeológicas y climáticas extremas y el desarrollo territorial carente de planificación, pueden desencadenar consecuencias negativas medioambientales, sociales y económicas. Las aguas subterráneas son una parte esencial del sistema de gestión de agua del Vinalopó, pero además han sido el sustento de otras áreas limítrofes, como la ciudad de Alicante y sectores litorales de la Costa Blanca. Son un recurso esencial para consumo humano, el regadío y la industria, además de proporcionar otros muchos servicios ecológicos en las áreas lacustres y lagunares que se encuentran en el dominio de la cuenca y responden también a fines sociales y recreativos. Pero además, aquí en el Vinalopó, las aguas subterráneas son especialmente importantes al enmarcarse en un área semi-árida, de larga tradición en los usos y gestión de los escasos caudales superficiales y recursos subterráneos, de los que han dependido los pobladores históricos de esta comarca para satisfacer sus necesidades y casi los únicos existentes para el consumo humano hasta fechas recientes.

Los efectos negativos de la sobreexplotación han alertado de la insostenibilidad de estas explotaciones a corto plazo; para analizar esta situación paradigmática, discutir los retos y proponer soluciones que contribuyan al uso sostenible de las aguas subterráneas se ha planteado esta Jornada Técnica en el marco del Simposio.

1.1. Objetivos y descripción general de la jornada técnica

La jornada prevista para el día 27 de enero, una vez concluidas las sesiones teóricas del Simposio, pretende acercar a los expertos al conocimiento preciso de la realidad extrema climática y a las condiciones hidrogeológicas de la cuenca del Vinalopó, para luego adentrarse en el análisis de los niveles de tecnología, gestión y eficacia en el uso de las aguas.

La comprensión integral del sistema de explotación pasa, sin embargo, por el análisis previo de las condiciones de indigencia hídrica que sufre la ciudad de Alicante (fuera del sistema hidrogeológico del Vinalopó), que recurrió desde finales del s. XIX a la obtención de recursos desde diversos sistemas externos, entre los que se encuentra el de la zona analizada en la Jornada.

El desarrollo básico del sistema de abastecimiento de agua potable de Alicante se puede enmarcar en tres etapas, que pasan por un concepto de planificación, desarrollo tecnológico, explotación y gestión de infraestructuras hidráulicas bastante complejo. Etapas, que de otra parte, han ido parejas al desarrollo de formación, capacitación e incremento de personal especializado y de los recursos humanos de la entidad Aguas de Alicante E.M. Durante el Simposio se analizarán los orígenes de los recursos hídricos de los que dispone la entidad AMAEM, provenientes de las aguas que gestiona y produce la entidad pública Mancomunidad de Canales del Taibilla, vinculada al Ministerio de Medioambiente, y de los recursos subterráneos que extrae AMAEM de los acuíferos situados en las comarcas del Alto y Medio Vinalopó, para concluir con el análisis de los sistemas de control y gestión de los recursos.

La Desaladora del Canal de Alicante, objeto de la primera de las visitas, ocupará en la Jornada Técnica un espacio concreto en el que se explicará la importancia de su ejecución, dentro de un programa global llevado a cabo por el Ministerio de Medioambiente, que pretende garantizar el abastecimiento actual y futuro de los núcleos de población de este ámbito litoral y que históricamente se venían abasteciendo de las exiguas, y comprometidas a múltiples usos, aguas subterráneas y de los caudales superficiales, tanto autóctonos como obtenidos por medio

de transferencias de otras cuencas (Tajo- Segura y Júcar).

El Embalse de Crevillente es la siguiente parada dentro del itinerario previsto, cuya importancia recae en varias cuestiones. De un lado mostrar otro de los sistemas de regulación y abastecimiento de recursos hídricos a la zona objeto de análisis; por otro conocer esta infraestructura perteneciente a uno de los sistemas de transferencias entre cuencas, en concreto a las obras del post-trasvase Tajo – Segura; y en última instancia, tener una perspectiva general de la fachada marítima y de la cuenca baja del valle del Río Vinalopó (Fig.1) que nos permitirá entender la complejidad hidrogeológica y las unidades ambientales y socioeconómicas que comparten el territorio y los usos del agua.

Este embalse se integra además dentro de las obras e instalaciones que son gestionadas por el Ministerio de Medioambiente dentro del Sistema Automático de Información Hidrológica

(S.A.I.H.) de la cuenca del río Segura, que se analizará sucintamente en esta misma visita.

Entre los ejemplos paradigmáticos de sistemas de captación de aguas subterráneas en la Cuenca del Vinalopó se sitúa la tercera visita que tiene por objeto la Galería de los Suizos, principal punto de explotación del acuífero de la Sierra de Crevillente, a la sazón uno de los reservorios más destacados de las formaciones carbonatadas de Alicante, sometido a fuertes extracciones que han deparado caídas brutales de los niveles, hasta el punto de haber sido declarado acuífero sobreexplotado y en fase terminal. Hecho que ha conllevado procesos de monitorización y control de las extracciones por parte de las autoridades de cuenca.

La cuarta visita a los pozos ubicados en el paraje del Tolomó permitirá conocer otro sector histórico en importancia de explotación del acuífero de Crevillente. Se realizará una breve revisión de las principales consecuencias que la



Fig. 1. Municipio y Salinas de Santa Pola – Bajo Vinalopó.

explotación intensiva ha conllevado en esta parte del acuífero y además se explicará la presencia del embalse regulador del Federal, como ejemplo de obra de almacenamiento y regulación de aguas subterráneas que emplean los usuarios del acuífero, y pieza clave en la gestión integral de los recursos de este sistema de explotación.

La jornada concluirá en el Alto Vinalopó, en la ciudad de Villena con una mesa redonda en la que se analizará desde una perspectiva multisectorial e interdisciplinaria “La gestión del agua en la cuenca del Vinalopó”.

En suma el objetivo principal de toda la Jornada Técnica es contribuir al uso sostenible de los recursos hídricos en general y de las aguas subterráneas en especial, partiendo de un análisis concreto en la cuenca del Vinalopó, y de las propuestas a realizar y fruto del desarrollo de esta Jornada, en el marco general del Simposio.

1.2. Localización geográfica y caracterización hidrológica y socioeconómica del área de estudio

En la fachada oriental de la Península Ibérica y abierto al mediterráneo (Fig. 2), el Vinalopó conforma una de las cuencas hidrográficas más meridionales de la provincia de Alicante, en el límite sureste de la cuenca hidrográfica del Júcar y de la Comunidad Valenciana. Drena dicha cuenca fluvial un territorio de 1.979 Km², en el que el poblamiento y los usos agrarios, industriales y residenciales pugnan por el aprovechamiento intenso de los escasos recursos de agua.

El curso fluvial del Vinalopó afecta a las demarcaciones geográficas y comarcas del Alto, Medio y Bajo Vinalopó, con veintiún municipios que acogen al 31% de la población de la provincia de Alicante, cuya base fisiográfica de referencia es la cuenca de este río. Sistema fluvial que pertenece a su vez a la división hidráulica y control de gestión hidrológico de la cuenca hidrográfica del río Júcar.

Para entender la complejidad del territorio en que se sitúan los trabajos de la Jornada, hay que aclarar además que este ámbito geográfico-comarcial se integra a su vez en el Sistema de Explotación Vinalopó-Alacantí, que localizado

en el sur de la provincia de Alicante, comprende además de la cuenca del río Vinalopó las de los ríos Monnegre, Rambla del Rambuchar y las subcuencas litorales comprendidas entre el límite norte del término municipal de El Campello y la divisoria con otra cuenca situada al sur, toda bajo la gestión de la Confederación Hidrográfica del río Segura, cuya división administrativa corta al Vinalopó. En última instancia, otro rasgo que acredita la complejidad de la zona y del sistema de explotación es la existencia de habituales y múltiples transferencias entre las cuencas hidrográficas que conforman el mismo.

Así pues este territorio, que alberga una población de 441.956 habitantes, hoy en día sigue nutriéndose en un 30 % de los recursos del Alto y Medio Vinalopó, a expensas de las reservas de sus acuíferos, que han sido aprovechados desde el Bajo Vinalopó y desde la cuenca vecina, donde se encuentra la ciudad de Alicante y municipios aledaños, que suman otros 341.000 habitantes, para el consumo y aprovechamiento de sus recursos.

La penuria de recursos hídricos superficiales ha sido la desencadenante de una dilatada historia de aprovechamientos de agua impuestos por los asentamientos y la densa ocupación, favorecida por las condiciones de comunicación, de accesibilidad topográfica y ecológica. Ello ha brindado un fuerte desarrollo agrario y urbano-industrial, especialmente reconocible en algunos enclaves del Vinalopó. La carencia de aguas superficiales y la localización desigual de los recursos subterráneos provocó desde fechas tempranas regulaciones marcadas por el uso y las costumbres, posteriormente recogidos en ordenamientos exhaustivos de los aprovechamientos que se remontan en sus orígenes a las épocas de ocupación romana y árabe. Estos aprovechamientos los rastreamos documentalmente por pleitos y litigios continuos entre los usuarios, que no han evitado una extracción abusiva de las aguas subterráneas y la sobreexplotación de sus sistemas acuíferos.

Dicha sobreexplotación se ha llevado a cabo hasta finales del s. XX bajo la protección legal de la decimonónica Ley de Aguas de 13 de junio de 1879, vigente durante más de un siglo; lo más destacado ha sido la vigencia en su articulado de la separación antinatural de las aguas subterráneas y superficiales en plena revolución industrial y

Ubicación del área de estudio

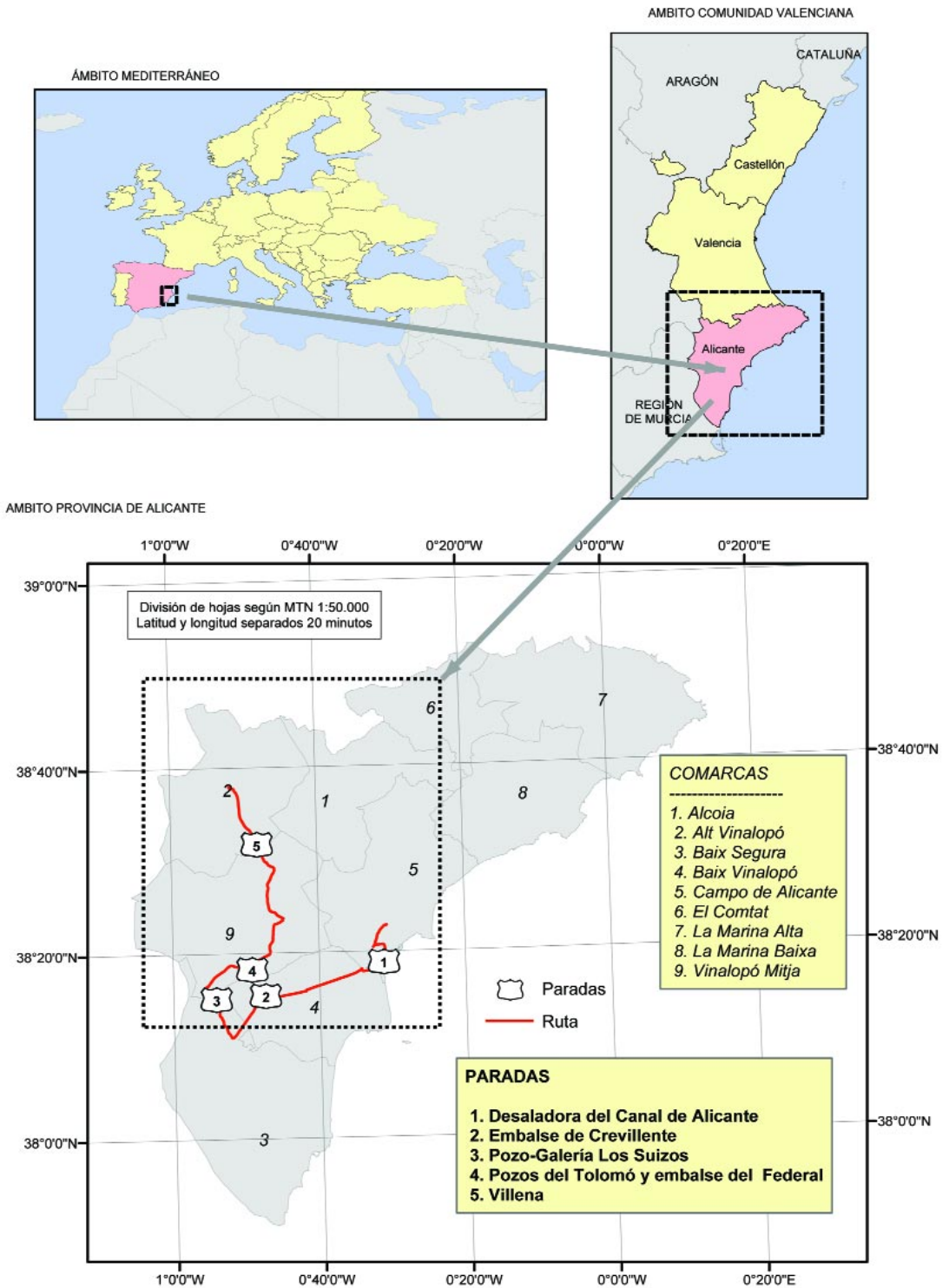


Fig. 2. Ubicación del área de estudio.



Fig. 3. El río Vinalopó a su paso por Elche.

urbanística de la zona analizada. Esta ley, que guardaba por otra parte innumerables virtudes en lo relativo al ordenamiento jurídico y regulación de las aguas, perduró con este handicap hasta la entrada en vigor, en el año 1995, de la nueva Ley de Aguas.

El Vinalopó, a pesar de ser la arteria fluvial más desarrollada de la provincia, con 1.979 km² de cuenca y 89,5 km de longitud, es una corriente intermitente o río-rambla, sin afluentes de consideración y cuya alimentación de cabecera se ciñe a unos escasos manantiales; ya en el tramo alto del río las derivaciones que sufre lo dejan seco en el término de Benejama (Fig. 3). De hecho, sus caudales no llegan al mar y se pierden entre el cono aluvial que forma en el Bajo Vinalopó. Así pues, exceptuado el tramo de la cuenca alta, las corrientes que lo nutren son esporádicas y los caudales permanentes que aparecen en el cauce del río pertenecen a aguas residuales y vertidos industriales de los municipios que lo jalonan, que provocan un alto nivel de contaminación.

Las aportaciones a la cuenca serían de 48 hm³, de los cuales el 50% discurriría epígeamente,

sobre todo en la parte alta. Sin embargo, el valor medio de una larga serie hidrológica de aforos realizada a finales de los años ochenta del pasado siglo, antes de la sobreexplotación de la cuenca, ofrecían un valor medio de 12 hm³. A pesar de ello, en esas mismas fechas, y aún hoy más, los embalses de Elda (s. XVII) y Elche (ss. XVII-XIX) se encuentran aterrados y el balance actual de recursos regulados superficiales para la cuenca es cero. Por ello las aguas subterráneas han constituido la principal y casi exclusiva fuente de recursos del Vinalopó y de otras áreas limítrofes a las que abastece hasta finales del s.XX.

1.3. Las aguas subterráneas de la provincia de Alicante

La provincia de Alicante dispone de numerosas formaciones geológicas con características acuíferas, la gran mayoría de naturaleza carbonatada (Tabla 1). No obstante, la gran complejidad tectónica de la región ha originado una fuerte compartimentación hidrogeológica, cuyo resultado es la existencia de un elevado número de acuíferos generalmente de pequeña extensión.

Los sistemas más grandes se ubican en la parte septentrional de la provincia. Sus mayores dimensiones, conjuntamente con su elevado grado de karstificación y una ubicación climática mucho más húmeda que los de la parte meridional, implica que presenten recursos más elevados. Así, es en esta parte septentrional de la provincia donde se encuentra el mayor número de manantiales y los más caudalosos y espectaculares en cuanto a su funcionamiento hidrodinámico. Desde el punto de vista hidrogeoquímico los acuíferos de esta parte de la provincia suelen presentar aguas de baja mineralización y facies bicarbonatadas cálcicas, lo que las hace adecuadas para el consumo humano.

Los acuíferos de la parte meridional suelen ser de menor extensión y disponen de menores recursos, al estar emplazados en una zona climáticamente más seca. Una gran parte de los mismos, especialmente aquellos que presentaban aguas de buena calidad ubicados en el Valle del Vinalopó, han sufrido explotaciones intensivas. Esta utilización del agua subterránea de forma intensiva responde a varios factores. Por un lado, la bonanza del clima en esta región permite a

esta zona ser favorable para los cultivos intensivos (tomate, vid, frutales,...), y así las extensiones de tierra cultivada se incrementaron mucho a partir de los años sesenta, necesitando grandes volúmenes de agua para su riego. Por otro lado, la carencia de cursos superficiales y unas precipitaciones muy escasas, con valores medios por debajo de 400 mm/año.

La explotación intensiva de los acuíferos ha originado una serie de consecuencias de índole técnica, ambiental, social, económica, administrativa y legal. Entre otras, se pueden destacar el descenso de los niveles piezométricos, con el consiguiente aumento de la altura de elevación y el incremento de los costes de explotación; la afección a las superficies de agua libre, ya sean arroyos, ríos, lagunas o humedales; la salinización de acuíferos, tanto interiores (por procesos

de contaminación por disolución de sales evaporíticas), como costeros, debido a la intrusión marina; y los problemas legales relacionados con las afecciones y propiedades del agua. Sin embargo, gran parte del desarrollo agrícola y económico de la provincia de Alicante se debe al agua de los acuíferos. En este sentido, son muchos los terrenos puestos en explotación agrícola intensiva y dotados exclusivamente con aguas subterráneas; y de igual forma, el incremento de población estival por el turismo, que ha ido aumentando la demanda de agua año tras año, se ha podido satisfacer históricamente gracias a una mayores extracciones de agua subterránea.

La calidad de las aguas subterráneas es un problema adicional, ya que varía mucho de unos reservorios a otros; aunque en general los aflora-

Tabla 1. Balance hídrico y caracterización de los sistemas acuíferos de la cuenca del Vinalopó. Fuente: Oficina Planificación Hidrológica Cuenca Hidrológica del Júcar.

UNIDAD HIDROGEOLOGICA	BALANCE HIDRICO (hm ³ /año)					DIAGNOSTICO
	Recursos	Explotación Mínima	Explotación Tipo	Excedentes	Déficit	
SIERRA OLIVA	3,00	3,70	4,61	0,00-	1,61	En estudio
JUMILLA - V ILLENA	17, 00	33,70	34,29	0,00	17, 29	Sobreexplotado (D.P.1987)
YECLA –VILLENA - BENEJAMA	26,00	40,26	48,02	0,00	22, 02	Explotación de reservas
SIERRA DE MARIOLA	16,30	11,90	13,13	3,17	0,00	Equilibrio
PEÑARRUBIA	4,00	5,43	5,72	0,00	1,72	Explotación de reservas
CARCHE –SALINAS	4,00	11,79	15,26	0,19	11,46	Explotación de reservas
ARGUEÑA- MAIGMO	6,50	5,48	6,78	1,73	2,01	Explotación de reservas
AGOST-MONNEGRE	1,75	3,96	5,54	0,06	3,85	Explotación de reservas
SIERRA DEL CID	1,90	2,49	3,14	0,86	2,10	Explotación de reservas
QUIBAS	5,50	6,79	8,33	0,39	3,22	Explotación de reservas
SIERRA CREVILLENTE	2,00	15,06	16,00	0,00	14,00	Sobreexplotado (D.P.1987)
ACUÍFEROS LOCALES Y RETORNOS RIEGOS	6,90	9,63	11,50	3,25	5,50	Explotación d e reservas
TOTALES	94,85	150,19	172,32	9,65	84,78	No sostenible con recursos propios

Tabla 2. Características básicas de las unidades hidrogeológicas relacionadas con el sistema de explotación del Vinalopó. Año 1989. Fuente: Inventario de recursos hidráulicos del sistema de explotación del Vinalopó. Confederación Hidrográfica del Júcar. 1993. Nota: Los datos de los acuíferos sobreexplotados Sierra de Crevillente y Jumilla-Villena, se han extraído de los Planes de Ordenación de las Extracciones y corresponden al año 1987.

Unidad Hidrogeológica	Superficie (km ²)	Puntos agua con aprovecha.	Puntos agua sin aprovecha.	Explotación media (hm ³)	Superficie regada 1989 (ha)	Cotas m.s.n.m.
Agost-Monnegre	50	9	10	5,5	2.703	110-340
Argueña-Maigmo	130	18	25	-	6.930	350-670
Carche-Salinas	270	22	43	14	11.511	340-500
Peña Rubia	34	15	8	6,9	963	370-410
Quibas	317	18	98	8,5	-	330-570
Sierra Del Cid	112	10	33	3,2	7.405	75-530
Sierra Mariola	287	29	36	-	5.784	402-730
Sierra Oliva	310	10	11	3,9	2.670	657-720
Yecla-Villena-Benejama	440	96	128	49	17.137	380-530
Sierra Crevillente	90	19	22	15,06	8.676	20
Jumilla-Villena	340	41	-	34,25	12.700	400-425
Acuíferos Interés Local	181	35	20	8,6	6.102	23-664

mientos calizo dolomíticos presentan las mejores calidades, la aparición de extensiones triásicas, los altos niveles de sobreexplotación de los acuíferos, la contaminación agrícola y los vertidos urbanos e industriales producen puntuales alteraciones.

El balance hídrico de la cuenca (véase la Tabla 1) arroja los siguientes datos: la explotación de agua subterránea es de unos 150 hm³ de media, de los cuales un alto porcentaje (del 40% al 63%) son extracciones sobre las reservas, ya que las recargas por la lluvia útil son mínimas (54,2-94,8 hm³) en comparación con los bombeos. Existe una situación de desequilibrio para los acuíferos de Yecla-Villena-Benejama, Carche-Salinas y Argueña-Maigmo, que podrían tener una recuperación de reservas parcial si se limitaran las extracciones y se introdujeran sistemas de recarga y corrección del déficit hídrico. En estado de sobreexplotación y agotamiento, declarados en fase terminal por la administración hidráulica, se encuentran los acuíferos de la Sierra de Crevillente, Quibas y Sierra del Cid, en los que desde finales de los años ochenta se viene efec-

tuando una explotación minera de los recursos de agua según informes técnicos de la Confederación Hidrográfica del Júcar del año 1.989.

Los niveles desde los que se extrae el agua en la cuenca en algunos puntos (650 m en la Sierra de Crevillente) y los índices de salinidad, advierten de los costes añadidos que implica el uso de estas aguas subterráneas, procedentes de acuíferos esquilados, donde el coste energético y la baja calidad del agua repercuten sobre la economía de las explotaciones agrarias y la calidad de los productos. La paradoja evidente de la cuenca del Vinalopó, sobre todo de su parte Media y Alta, como ya se ha expuesto anteriormente, resulta de ser el ámbito que aporta los recursos que abastecen no sólo a su área comarcal, que aglutina a unas 30.000 hectáreas de riego, a un elevado número de industrias y a 209.430 habitantes, sino que además resuelve un 30% de las demandas de áreas comarcales del Bajo Vinalopó (239.335 habitantes y 21.746 hectáreas de regadío) y del Campo de Alicante (341.000 habitantes y 18.892 hectáreas de regadío).

1.4. El difícil control de la sobreexplotación y la situación actual

La sobreexplotación de los acuíferos del Vinalopó (véase la Tabla 2), con un déficit de 84,78 hm³/año, es un claro handicap que limita la sostenibilidad de los cultivos intensivos, principal dedicación agrícola de la zona y obligados a utilizar agua con una salinidad superior a 2.000 mg/l en algunas explotaciones, lo cual disminuye la calidad y productividad de las cosechas, con bombeos en un 20% de los casos a profundidades superiores a los 475 metros, resultando antieconómica la extracción de agua por los costes energéticos.

La escasez de recursos y el déficit hídrico existente es una realidad inveterada en el Vinalopó, así como la reivindicación histórica, constatada documentalmente, de traer caudales desde otras cuencas, que remonta sus orígenes al s XIV. Es sin embargo desde la década de los años ochenta del siglo pasado cuando se han intensificado los problemas de escasez y sobreexplotación de aguas subterráneas en el Vinalopó, asociados tanto a periodos recurrentes de sequías como a problemas estructurales generados por el sistema económico imperante y a la inexistente planificación y ordenación del territorio, lo que ha conllevado la recuperación con mayor intensidad de proyectos de trasferencias entre cuencas, que han sido recogidos en los planes, Hidrológico de Cuenca del Júcar, aprobado en 1997 y en el Plan Hidrológico Nacional aprobado en el año 2002.

Es obvio que la tradición agraria del Vinalopó avala a una cuenca que, lejos de derrochar agua, ha sabido hacer economía de la misma bajo numerosas soluciones y que no ha escatimado hacer frente a los costes del agua, muy por encima de los estándares y tarifas que se manejan en otras cuencas (en concreto en la del Júcar contemplada en la planificación hidrológica nacional como cuenca cedente). Sin embargo, es igual de obvio, la necesidad de una escrupulosa gestión de la demanda urbana, industrial y por supuesto medioambiental, sobre todo si tenemos en cuenta que las normativas comunitarias establecen objetivos y horizontes para su cumplimiento.

La escasez de dotaciones hídricas ha repercutido en la situación crítica en la que se encuentra

el regadío intensivo del Vinalopó, que ha sufrido el abandono de tierras de cultivo por la insuficiencia de recursos, y por hechos estructurales propios del encarecimiento de los factores de la producción, de adecuación a los nuevos sistemas de mercado y de adaptación a los marcos de competitividad que impone la Política Agraria Común.

Los agricultores del Vinalopó han desarrollado importantes esfuerzos ante la necesidad de gestionar con alto nivel de eficacia los recursos presentes y futuros mediante la constitución de Juntas de Usuarios, encaminadas a desarrollar las acciones necesarias para financiar y construir las infraestructuras de captación, regulación, transporte de caudales y aplicación de técnicas de riego. Todo ello encaminado a la adaptación a las nuevas tecnologías y a la normativa que regula la Planificación Hidrológica en España y la Directiva Marco Europea, que requieren y suponen un control exhaustivo del uso de los recursos convencionales y no convencionales y de la gestión y economía de los mismos.

El Sistema de Explotación del Vinalopó, dentro de la Comunidad Valenciana centra además en estos momentos el debate político en torno a los recursos de agua. Fuera de un análisis racional, técnico-científico, guiado por la coherencia con la realidad hídrica y medioambiental que rige en estos espacios en el s. XXI y por la necesaria proyección de cualquier actuación en materia de planificación hidrológica a largo plazo, la zona objeto de análisis se ha visto envuelta en la controversia de sectores sociales y políticos con intereses particulares muy contrapuestos.

Mientras unos defienden la política de trasferencias como la solución idónea y garante de la sostenibilidad de la economía de la zona, otros sectores entienden un trasvase de aguas para solucionar la sobreexplotación de los acuíferos del sistema y satisfacer las necesidades de los agricultores; mientras las necesidades de usos urbanos y residenciales de fuerte crecimiento en toda la zona pero sobre todo en el litoral, hacia donde se vienen enviando los recursos desde finales del s. XIX deben abastecerse con aguas procedentes de plantas desaladoras.

En la actualidad, a pesar de la aprobación de la Ley de Aguas y de sus reglamentos de desarrollo, la aprobación del Plan de Cuenca del Júcar, la modificación de la Ley de Aguas, la reciente

modificación del Plan Hidrológico Nacional y las exigencias de la Directiva Marco, hemos de insistir en el lento dinamismo de las soluciones necesarias para este espacio y de la aún precaria puesta en marcha de las mismas, provocada por la falta de consenso entre las partes enfrentadas y hecho que sigue siendo un handicap para el futuro de sostenibilidad la cuenca.

La política del Ministerio de Medioambiente, partiendo de una planificación y ordenación territorial, propone soluciones integrales basadas en la modernización y mejora de los sistemas hidráulicos de captación, regulación, abastecimiento y regadío, la desalación, la utilización de aguas residuales, el control y minimización de las afecciones ambientales y del ahorro de recursos, así como la recuperación de los costes de inversiones y ambientales; dichas propuestas chocan con las soluciones defendidas por colectivos que tratan de abordar soluciones rápidas, garantes de caudales, ante todo para el abastecimiento y desarrollo urbano, y menos comprometidas con el territorio y las generaciones venideras en el ámbito medioambiental.

1.5. Bibliografía y fuentes

- Bru Ronda, C. (1992) *LOS CAMINOS DEL AGUA: EL VINALOPO*. Confederación Hidrográfica del Júcar-Secretaría de Estado para las Políticas de Agua y Medio Ambiente, MOPT. Valencia. 267 Págs.
- Bru Ronda, C. (1993) *LOS RECURSOS DE AGUA: SU APROVECHAMIENTO Y ECONOMÍA EN LA PROVINCIA DE ALICANTE*. Editado por la Fundación Cultural C. A. M. Alicante. 484 páginas.
- Bru Ronda C. y Rico Amorós, M.A. (1996): "Recursos Hídricos y Usos del Agua" en *ORDENACIÓN DEL TERRITORIO Y PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA EN EL EJE DE DESARROLLO ECONÓMICO DEL VINALOPÓ* (Alicante).Dpto de Análisis Geográfico Regional Departamento de análisis Económico Aplicado. Universidad de Alicante, Alicante. 192 pg.
- Bru Ronda C. y Cabrera Román C. (1999) *AGUAS DE ALICANTE*. Empresa AMA-Excmo. Ayto. de Alicante, Alicante. 265 pg.
- Bru Ronda C. (2002): "LOS REGADÍOS INTENSIVOS DEL VINALOPÓ, ALICANTE". En *Agua, regadío y sostenibilidad en el Sureste peninsular*. Coordinación: Julia Martínez Fernández y Miguel Angel Esteve Selma. Colección NUEVA CULTURA DEL AGUA. Editorial BAKEAZ.. Noviembre de 2002. 242 pg.
- Oficina Planificación Hidrológica Cuenca Hidrológica del Júcar. Balance hidráulico y caracterización de los sistemas acuíferos de la cuenca del Vinalopó. Inventario de recursos hidráulicos del sistema de explotación del Vinalopó. Confederación Hidrográfica del Júcar. 1993

2. EL ABASTECIMIENTO DE AGUAS EN LA CIUDAD DE ALICANTE: AGUAS DE ALICANTE EMPRESA MIXTA DE ABASTECIMIENTO. AMAEM

2.1. Introducción y antecedentes históricos del abastecimiento

La ciudad de Alicante se sitúa cercana a la región del sudeste peninsular donde las precipitaciones son exiguas e irregulares, quedando su eficacia disminuida por la notable intensidad con la que se presentan y la elevada evapotranspiración potencial existente. Además no hay ríos autóctonos que aseguren un caudal regular y permanente, ya que los cursos de agua, barrancos y ramblas, tienen un funcionamiento intermitente y esporádico. Por último, las formaciones permeables son reducidas y encuentran mermada su capacidad de almacenamiento por las condiciones de sus estructuras geológicas.

En suma, la realidad es la indigencia hídrica que sufre nuestra ciudad, lo que conduce a la necesidad de obtener recursos fuera de nuestro enclave o al acopio de los mismos desde diversos sistemas que, en cualquier caso, pasan por un concepto de planificación, desarrollo, explotación y gestión de infraestructuras hidráulicas bastante complejo.

En este sentido, se puede enmarcar en tres etapas el desarrollo básico del sistema de abastecimiento de agua potable de Alicante, etapas que han sido desarrolladas paralelamente a un continuo y creciente desarrollo de su capital humano.

– Las aguas hipogeas, fundamentan el primer sistema de suministro público a la ciudad, y único hasta la primera mitad del siglo XX. El sistema primigenio, que se remonta cuanto menos a época musulmana, al parecer, debió consistir en procedimientos elementales de elevación de aguas poco profundas. Durante los siglos XVII y XVIII, la tecnología permite elaborar minados y excavación de pozos y galerías, constituyendo las norias y los molinos de agua parte esencial de la economía hidráulica, llegando estos a perdurar hasta los albores del XX.

– La creciente demanda de recursos y los períodos recurrentes de sequía, fueron el estímulo que motivó desde fines del siglo XIX y comienzos del siglo XX la ejecución de notables obras hidráulicas. La primera de ellas fue la traída de aguas de La Alcoraya, cuya inauguración tuvo lugar en 1881. Su distribución domiciliar se llevó a cabo mediante aguadores que recorrían la ciudad con sus cántaros procedentes de las cinco fuentes instaladas en el espacio urbano.

Este primer intento fue secundado por un nuevo proyecto si cabe aún más ambicioso e innovador, el proyecto del “Canal de Alicante”, que con una longitud total de 48 km, transportaría en 1898 las aguas de los pozos artesianos de Sax, sitios en el Alto Vinalopó. El caudal aportado fue de 10 l/s, que repartidos entre el censo del momento, suponía una dotación de 21,6 l/hab/día, dotación superior con mucho a la que figuraba en ese momento en otras capitales.

La Sociedad General de Aguas de Barcelona, responsable del abastecimiento a la ciudad desde el año 1911, inicia en la mitad de la tercera década de ese siglo, importantes inversiones que se materializarían en el aumento de la capacidad de transporte de la traída de aguas, la ampliación de la red urbana, la reprofundización de los pozos y la adquisición de nuevas captaciones subterráneas, aunque este último hecho se produciría ya en los años setenta. Se llega de este modo al final de un periodo de consolidación y expansión del abastecimiento urbano y la municipalización del servicio a través de la Sociedad Aguas de Alicante.

– Las nuevas fuentes de recursos hídricos, pronto se muestran insuficientes para la creciente demanda sobre todo del litoral, lo que obliga al Ayuntamiento de Alicante, a integrarse en la Mancomunidad de los Canales del Taibilla, que dispone de caudales procedentes del río Taibilla, ubicado en la vecina Cuenca del Segura. Sin embargo, no a mucho tardar, en el decenio de los años sesenta, la propia Mancomunidad de los Canales del Taibilla se ve desbordada para satisfacer las demandas de sus comuneros, que habían pasado de 2 a 26 en tan solo 1 década.

En este contexto, surge a la luz pública en 1967 el Proyecto del Trasvase Tajo-Segura,



Fig. 5. Procedencia del agua abastecida por AMAEM

cuya conclusión va pareja a las nuevas infraestructuras que realiza Aguas de Alicante, vertebradas en dos líneas de actuaciones principales: la mejora del transporte de los caudales procedentes del Alto Vinalopó, mediante el doblaje y sustitución del primitivo Canal del Cid en todo su tramo de mampostería, trabajos que aún hoy están vigentes y permiten trasegar caudales superiores a 2000 l/s; y de otra, diversificar y dirigir las captaciones de agua subterráneas hacia acuíferos con mejor calidad de agua y mayores recursos.

Sin embargo, todos estos esfuerzos se han tornado insuficientes y las necesidades de agua seguirán creciendo según las previsiones futuras, por lo que la etapa contemporánea busca sus nuevas fuentes de recursos en las desaladoras, como la del Canal de Alicante, con una producción nominal de 50.000 m³/día de agua para consumo humano.

2.2. Descripción del Sistema de Abastecimiento

Los recursos hídricos disponibles por AMAEM para el abastecimiento de agua potable a los municipios que presta servicio, como se ha visto, tienen dos orígenes bien diferentes: los que recibe de La Mancomunidad de los Canales del Taibilla, y los que extrae de los acuíferos situados en las comarcas del Alto y medio Vinalopó .

Los primeros se distribuyen por los municipios de Alicante y San Vicente del Raspeig, mientras que los segundos, además de estos dos municipios, abastecen a Petrer, Monforte del Cid, parte de Novelda, San Juan y Campello.

Los recursos de La Mancomunidad de los Canales del Taibilla proceden de:

- Río Taibilla.
- Trasvase Tajo-Segura.
- Desaladoras de agua de mar.

Los derechos de AMAEM de explotación de los acuíferos situados en las comarcas del Alto y Medio Vinalopó ascienden a un volumen anual de 31.044.300 m³. Estos se captan mediante 20 sondeos perforados en las unidades hidrogeológicas siguientes:

- U.H.G. 08.41 Peñarubia.
- U.H.G. 08.36 Villena-Benejama.
- U.H.G. 08.43 Argueña-Maigmo.

- U.H.G. 08.50 Sierra del Cid.
- U.H.G. 08.99 Acuífero de interés local.

2.3. Gestión del Recurso

La gestión de recursos hídricos en las regiones áridas y semiáridas del ámbito Mediterráneo, como es el caso de Alicante, es una tarea compleja, en la que intervienen un gran número de factores hidrológicos, ambientales y de gestión que deben considerarse para proporcionar un abastecimiento que permita asegurar y combinar unos niveles mínimos de calidad de vida así como de protección medioambiental. Las sequías, tan frecuentes en el ámbito Mediterráneo, intensifican aún más estos problemas. Dado que son fenómenos impredecibles (tanto en su ocurrencia como en su duración), la previsión y la preparación son elementos clave para reducir su impacto.

En este sentido, el modelo actual de abastecimiento, utilizado por Aguas de Alicante, E.M., combina de forma eficiente dos tipos de recursos (Fig. 6):

- *Superficiales*: procedentes de la Mancomunidad de los Canales del Taibilla, y por tanto, sin competencias para gestionar su explotación, manteniendo solamente el control de la distribución. Una característica básica de este tipo de recurso es el predominio de los recursos frente a las reservas.
- *Subterráneos*: Procedentes de concesiones administrativas de aprovechamiento de aguas subterráneas propias – ya sean explotadas con captaciones de titularidad de AMAEM o ajena -, y por tanto con posibilidades de controlar el ciclo integral de gestión, abarcando tanto su captación, transporte como distribución. En este tipo de recursos al contrario que en el caso anterior, priman las reservas frente a los recursos.

Este sistema de uso combinado de aguas de procedencia superficial y subterránea, ha permitido sentar las bases que proporcionan al abastecimiento, las suficientes garantías de suministro, tan necesarias para un abastecimiento de magnitud creciente como es el de Alicante y sus poblaciones colindantes, como para asegurar el suministro ininterrumpido de agua potable a la población, incluso en épocas especialmente adversas

como en las que nos encontramos actualmente inmersos, utilizando para ello tanto los recursos como las reservas de agua subterránea, preservadas durante las épocas de menor demanda.

La mencionada garantía de suministro se fundamenta tanto en una adecuada y eficaz gestión en el uso conjunto de ambos tipos de recursos, como en su integración con otras técnicas de gestión del agua, como pueden ser la utilización de fuentes alternativas de agua para usos no potables, la utilización de los mercados del agua, la gestión de la demanda, tecnologías de reutilización, etc. Muy importante es también, la correcta planificación del efecto de los cambios que puedan producirse en el futuro sobre la demanda de recursos hídricos y su disponibilidad.

2.3.1. Gestión de Recursos Subterráneos

El alto grado de eficacia alcanzado en la gestión de recursos subterráneos, por parte de Aguas Municipalizadas de Alicante, E.M., se ha basado siempre en el amplio conocimiento del medio en el que se desarrolla su actividad, de este modo, ha sido fundamental para la evaluación de recursos de agua subterránea:

ciones existentes en los acuíferos explotados, mediante el control de la precipitación, utilizando para ello estaciones meteorológicas propias además de las ya existentes y gestionadas por diversos organismos públicos.

- El uso de las técnicas geofísicas de superficie y de profundidad, más novedosas, para caracterizar las propiedades hídricas del subsuelo, los límites de los acuíferos, la disposición de los diferentes horizontes acuíferos, lo cual ha permitido profundizar en el conocimiento de la realidad de los acuíferos, su extensión, volumen y reservas disponibles, así como sus posibilidades de explotación.

Una adecuada optimización en la explotación y distribución de aguas subterráneas, mediante:

- Utilización de las últimas tecnologías para el diseño, perforación, construcción, equipado, acabado, desarrollo y desinfección de pozos, así como la utilización de técnicas de rehabilitación de pozos en las diversas circunstancias previsibles, con el objetivo de alargar al máximo la vida útil de las captaciones utilizadas para abastecimiento humano. Mención aparte, merece el empleo de las más sofisticadas técnicas de protección de captaciones, con control telemétrico a tiempo real de los principales parámetros de funcionamiento – consumo por fases, coseno de F, temperatura, amperaje, etc. –, que permiten las más altas garantías en la continuidad de la producción, limitando al máximo las consecuencias de las posibles averías en la disponibilidad del recurso.

- Utilización de un “*Sistema Integral de Control de Captaciones*”, consistente en un software automatizado, que a partir de los datos de explotación - niveles estáticos y dinámicos, caudales de explotación, volúmenes, consumo eléctrico, etc. –, obtenidos por los correspondientes sensores y transmitidos por telemando (Fig. 7), evalúa el estado de las bombas de impulsión, estableciendo diferentes estados de alarmas en función de la deficiencia en su funcionamiento. Está integrado en un sistema de G.I.S. hidrogeológico, en el que se incluye junto con todos los datos referentes a los sistemas de explotación: hidroquímica, ensayos de bombeo, columnas litológicas y esquemas constructivos, características de las tuberías de distribución y sus elementos de control (arquetas, ventosas, descargas, ...), etc...

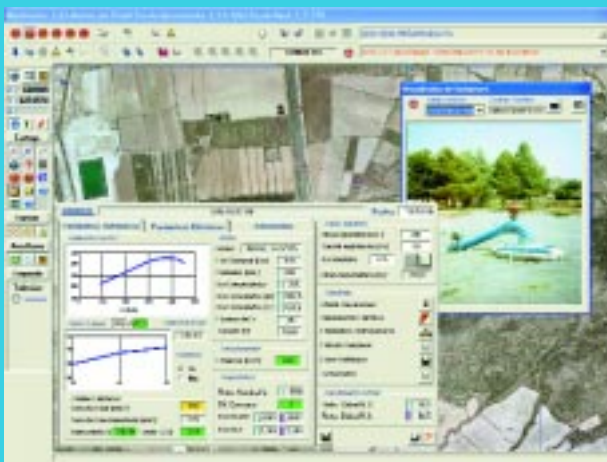


Fig. 6. Sistema de Control Hidrogeológico.

Un exhaustivo conocimiento de los acuíferos captados, mediante:

- El desarrollo de métodos y técnicas contrastadas para el cálculo de la recarga y su variabilidad temporal y espacial en las diversas condi-



Fig. 7. Sistema de Telemando.

- Utilización de un Banco de Pruebas, el cual es empleado tanto para la obtención de las curvas características reales de la componente hidráulica de las bombas utilizadas en la impulsión – que posteriormente serán utilizadas por el Sistema Integral de Control de Captaciones -, así como para verificación de la correcta reparación por parte de los talleres reparadores concertados, asegurando de este modo un óptimo grado de eficacia en la maquinaria reparada, así como la elección en todo momento de aquellos talleres más eficientes en sus reparaciones.
- Utilización de las más novedosas técnicas y metodologías tanto para la detección de fugas como para la reparación y rehabilitación de las conducciones de distribución, asegurando de este modo el máximo rendimiento, minimizando los volúmenes de explotación necesarios para satisfacer la demanda de agua potable a la población abastecida. Para controlar el nivel de pérdidas, se dispone de un exhaustivo control tanto de entrada como de salida a las canalizaciones, apoyado además en técnicas de aforos diferenciales.

Una correcta Gestión de los distintos sistemas acuíferos empleados en la producción de agua potable, mediante:

- Utilización de técnicas de gestión de acuíferos –controlando tanto la evolución de recursos como de reservas-, tanto para su utilización normal como en situaciones de emergencia, considerando las posibles repercusiones de la explotación tanto en la cantidad como en la calidad del recurso.
- Evaluación de las consecuencias de la utilización intensiva de acuíferos incluyendo grandes

descensos piezométricos, cambios en la calidad del agua por efectos naturales y antrópicos, elaboración de planes de emergencia ante sequías y situaciones extremas. Desarrollo de técnicas de modelización para la explotación sostenible de estos acuíferos, haciendo especial hincapié en las medidas necesarias para la protección del recurso – protección inmediata de la captación, inventario de actividades potencialmente peligrosas en el entorno de las captaciones, propuestas de perímetro de protección, etc. -.

- Utilización de modelos de automatización para los criterios de selección en la producción. Ante la multitud de variables que pueden influir en la elección de los orígenes del agua producida procedentes de los distintos sondeos disponibles, se automatiza dicho proceso de selección, a partir de los requerimientos de demanda y de las condiciones propias de cada sondeo – nivel piezométrico, calidad química, volumen máximo de extracción, interacción con otros sondeos en explotación, etc... – permitiendo en todo momento, el sistema de producción más racional, y por añadidura, el que permita un mayor ahorro en coste energético.
- Utilización de recursos hídricos alternativos al suministro de agua potable – aguas subterráneas someras procedentes de pequeños acuíferos locales bajo suelo urbano, y agua superficial procedente de las depuradoras locales -, para satisfacer las demandas de agua destinadas a usos marginales como pueden ser el riego de zonas verdes ajardinadas, limpieza de calles y otros usos que no requieran unos cánones de calidad química tan estrictos como los que requieren los destinados al consumo humano.

2.3.2. Gestión de los recursos hidráulicos en situaciones extremas

Un capítulo aparte merecen aquellas medidas utilizadas en el abastecimiento para la gestión de los recursos hidráulicos disponibles, *“en circunstancias de sequías extraordinarias, de sobreexplotación grave de acuíferos, o en similares estados de necesidad, urgencia o concurrencia de situaciones anómalas o excepcionales”*, medidas que permiten la minimización de los efectos de la falta de recursos y sus repercusiones negativas

en la población abastecida. Dichas pautas de funcionamiento establecidas en el “*Plan de Emergencia ante situaciones de Sequía*” –elaborado por Aguas Municipalizadas de Alicante, E.M., en cumplimiento de la Ley 10/2001, del Plan Hidrológico Nacional, que establece en su artículo 27 las bases de la gestión planificada de sequías–, se fundamentan en dos pilares básicos:

- LA GESTIÓN DE LA DEMANDA : encaminadas al ahorro de los recursos, mediante la aplicación de Medidas Voluntarias, destinadas fundamentalmente a la información pública y a la educación y concienciación ciudadana –Gestión de Clientes, Racionalización de usos, Campañas de información, Campañas escolares–; así como imposición de Medidas Obligatorias, apoyadas en la prohibición y en la sanción, incluyendo la posible modificación de tarifas.
- ACTUACIONES SOBRE LA OFERTA: al amparo del artículo 56, del texto refundido de la Ley de Aguas, de 2001 y encaminadas fundamentalmente hacia el incremento de las garantías de suministro, ya sea mediante:
 - El incremento de los caudales disponibles en los pozos existentes –aplicando técnicas de rehabilitación y estimulación de los sondeos de extracción–. En este sentido se intensificarán las programaciones de estimulación y desarrollo de los sondeos de explotación con el fin de obtener siempre los caudales necesarios con el menor descenso de nivel posible, permitiendo de este modo un correcto equilibrio entre el consumo eléctrico y la producción, y lo que es más importante una moderación en el ritmo

de descenso de los niveles piezométricos, lo que permite un mejor aseguramiento de la garantía de suministro.

- La incorporación de caudales alternativos - Puesta en explotación de Sondeos de Reserva, incremento del uso de agua recuperada, captaciones de agua subterránea no potable para usos marginales, Negociación de derechos temporales de uso del agua, acudir al centro de intercambio de derechos de uso del agua, utilización de la transferencia Júcar-Vinalopó, cuando esta este disponible.
- El incremento puntual de los volúmenes de explotación establecidos en las dotaciones asignadas por el Organismo de Cuenca correspondiente. Empleando nuevas captaciones que serían incorporadas al sistema de abastecimiento y utilizadas para aumentar, de forma puntual, el caudal y los recursos globales de explotación asignados en la concesión, solamente en circunstancias de sequías extraordinarias, no suponiendo en la práctica, de forma permanente, el aumento de los recursos destinados al suministro.
- El incremento en la eficiencia de la distribución de caudales, intensificando el control de fugas, factor de vital importancia para la mejora del rendimiento hidráulico de la red de distribución de agua potable.

2.4. Bibliografía y fuentes

- 1- Aguas de Alicante Empresa Mixta - 2005

3. LA DESALADORA DEL CANAL DE ALICANTE

3.1. Localización geográfica

La Planta Desaladora Canal de Alicante está situada en el paraje de Aguamarga, en el término municipal de Alicante junto a la carretera N-332, y dentro del Sistema de Explotación Vinalopó-Alancafí.

3.2. Objetivo de la visita técnica

La Desaladora del Canal de Alicante forma parte de un programa de ejecución de cuatro Plantas Desaladoras que aportarán unos 80 hm³ de agua desalada al sistema hidráulico de la Mancomunidad de los Canales del Taibilla, organismo autónomo del Ministerio de Medio Ambiente encargado de la prestación del esencial servicio público de abastecimiento de agua potable a una población de unos 2 millones de habitantes (en época estival se aproxima a los 3 millones) de 77 municipios, de los que 32 pertenecen a la provincia de Alicante (más del 50% de la población), 43 a la Región de Murcia (todos, excepto Yecla y Jumilla) y 2 (Férez y Socovos) a Castilla-La Mancha.

El objetivo que pretende el Ministerio de Medio Ambiente con este programa es el de garantizar, complementariamente con otros recursos, el abastecimiento actual y futuro de los correspondientes núcleos de población.

3.3. Descripción de la actuación

La Desaladora del Canal de Alicante produce 18 hm³ anuales de agua desalada y ha sido objeto de contrato de concesión durante un periodo de 15 años, al igual que la Desaladora del Nuevo Canal de Cartagena (24 hm³ anuales), ubicada en la costa murciana. El programa se completa con las dos nuevas actuaciones de desalación denominadas Ampliaciones de las Desaladoras de la Mancomunidad de los Canales del Taibilla en Alicante y Murcia, en el Anexo de Inversiones del Plan Hidrológico Nacional.

La Secretaría de Estado de Aguas y Costas del Ministerio de Medio Ambiente adjudicó la concesión de la Desaladora de agua marina del Canal de Alicante a la Unión Temporal de Empresas constituida por FERROVIAL-AGROMAN S.A., NECSO ENTRECANALES CUBIERTAS S.A., INFILCO S.A. Y CADAGUA S.A. La Asistencia Técnica a la Dirección de las Obras ha sido realizada por PROINTEC S.A.

La Desaladora de agua marina del Canal de Alicante produce diariamente 50.000 m³ de agua potable (Tabla 3) que se incorporan al Canal de Alicante de la Mancomunidad de los Canales del Taibilla aguas arriba de la toma de abastecimiento a Elche. Situada en el paraje de Aguamarga, en el término municipal de Alicante junto a la carretera N-332, los caudales aportados son consumidos directamente en los términos de Elche, Santa Pola, Alicante y San Vicente del Raspeig.

La Desaladora consta de las siguientes unidades:

- Toma de agua de mar
- Planta Desaladora
- Impulsión del agua desalada
- Depósito regulador y conexión al Canal de Alicante
- Vertido del agua de rechazo

3.3.1. Toma de agua de mar

La toma de agua de mar se ubica en las proximidades de la instalación desaladora, en la zona de servidumbre de protección del dominio público marítimo-terrestre. La captación se efectúa mediante una batería de 18 pozos en cada uno de los cuales se ha instalado una bomba sumergible de una capacidad de hasta 360 m³/h a 28 m.c.a. de capacidad de bombeo. El agua de mar es impulsada a la planta a través de una conducción de PRFV de diámetro 1.100 mm. con una longitud de 677 m.

La potencia instalada de 2.500 kva se suministra desde un centro de transformación (20.000/380 voltios) situado junto a la batería de pozos. En él se alojan los sistemas de control local de la toma.

P1: Desaladora del Canal de Alicante



Unidades hidrogeológicas y embalses del área de estudio



Mapa de contexto general



□ Zona cubierta en el modelo digital de elevaciones

Ortoimagen procedente del SigPac

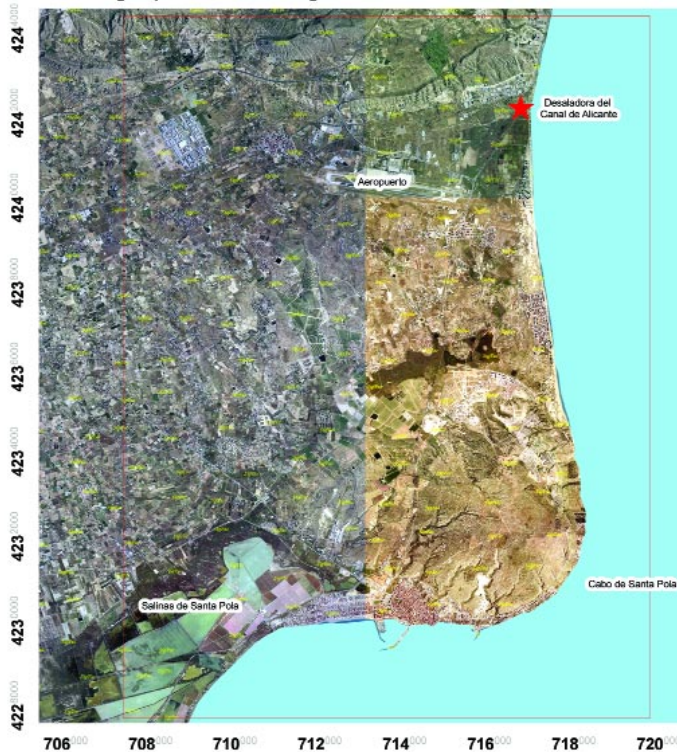


Fig. 8. P 1: Desaladora del Canal de Alicante. Localización.

3.3.2. Planta desaladora

Pretratamiento:

El pretratamiento de agua de mar garantiza las condiciones óptimas (físicas y químicas) del agua de alimentación al proceso de desalación. En la Desaladora del Canal de Alicante (Figs. 9 y 10), la alta calidad del agua de toma, requiere un mínimo pretratamiento; no obstante, por garantía de funcionamiento, se incluyen las siguientes etapas del mismo:

- Dosificación de desinfectante (hipoclorito sódico).
- Dosificación de coagulante (cloruro férrico).
- Filtración sobre lecho de arena silíceo en lámina libre.
10 filtros de 6,60 por 10,95 metros en planta con lecho filtrante de 1,00 m. y velocidad de filtración de $6\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ de superficie.
- Bombeo intermedio de agua de mar filtrada.
6 bombas centrífugas de cámara partida con variador de velocidad de $1.150\text{ m}^3/\text{h}$ a 30 m.c.a.
- Dosificación de acidificante (ácido sulfúrico).
- Dosificación de dispersante (hexametáfosfato sódico).



Fig. 9. Panorámica de la planta.

- Filtración de seguridad.
6 filtros de presión con cartuchos de polipropileno de 5 μm . de sección de paso.
- Reducción de cloro libre residual previo a la membrana (bisulfito sódico).



Fig. 10. Nave de Proceso.

Desalación:

El proceso de desalación adoptado es el de ósmosis inversa. Para ello se han instalado 7 bastidores de membranas con las siguientes características:

- Producción unitaria del bastidor: 7.200 m³/día.
- Nº de módulos: 100
- Nº de membranas por módulo: 7
- Conversión: 42%
- Salinidad del permeado < 400 mg/l

Las características básicas de las membranas utilizadas son:

- Tipo de membrana: arrollamiento en espiral
- Material: Poliamida aromática de tejido cruzado
- Productividad standard: 19 m³/día
- Rechazo de sales: 99,75%
- Presión máxima de operación: 700 m.c.a.

Asociado a cada bastidor se disponen 7 trenes de alta presión para suministro y recuperación de energía al sistema. Constan de los siguientes componentes:

- Bomba de alta presión centrífuga de cámara partida (760 m³/h a 700 m.c.a., 1.709 kw)
- Motor eléctrico (potencia motor 1.120 kw, 6.000 voltios)
- Turbina de recuperación tipo Pelton (440 m³/h a 640 m.c.a., 732 kw)

La potencia total instalada para suministro a los trenes de alta presión asciende a 13.500 kva.

Postratamiento:

El postratamiento de agua de mar permite garantizar el cumplimiento de los criterios establecidos para las aguas de consumo humano por la normativa vigente. En la Desaladora del Canal de Alicante, el postratamiento consta de remineralización para incremento de pH, mediante la dosificación de hidróxido cálcico, y la dosificación de hipoclorito sódico para garantizar niveles adecuados de desinfectante residual.

Dicho postratamiento se realiza en un pequeño depósito de hormigón armado de 2.200 m³ de capacidad ubicado en la parcela de la Planta Desaladora.

3.3.3. Impulsión del agua desalada

El agua desalada producto es bombeada por 4 grupos de 680 m³/h a 195 m.c.a. hasta el depósi-

to regulador de Elche (Fig. 11). El transporte se realiza mediante una conducción de dos tramos con las siguientes características:

- Tramo I. Desde la Desaladora hasta el Canal de Alicante, en las inmediaciones de la toma del ramal de Santa Pola. Ejecutado con tubería de acero helicoidado de diámetro 1.100 mm. y de una longitud de 8.300 m.
- Tramo II. Adosado al Canal de Alicante hasta el depósito regulador de Elche. Se ha ejecutado con tubería de fundición dúctil de 700 mm. de diámetro y una longitud de 13.625 m.



Fig. 11. Bombeo de Agua Filtrada.

3.3.4. Depósito regulador

Ubicado en las proximidades de Elche y junto al Canal de Alicante, está ejecutado en hormigón armado y dispone de dos cámaras con una capacidad total de 50.000 m³. Ocupa una superficie de 10.000 m² y la altura de lámina máxima es de 5,50 m.

3.3.5. Vertido del agua de rechazo

Con objeto de reducir al máximo el impacto ambiental del agua de rechazo se han realizado estudios por el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX), con participación de la Universidad de Alicante, que han culminado con el vertido directo, a través de una tubería de PRFV de 1.800 mm de diámetro en un punto de la costa situado a 1 km de la Desaladora en sentido Alicante (Cala de las Borrachos). No se produce afección medioambiental dadas las características del fondo marino

Tabla 3. Características básicas de la instalación. Planta Desaladora Canal de Alicante

CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LA INSTALACIÓN	
Producción:	50.000 m ³ /día
Proceso de desalación:	Ósmosis Inversa
Nº de bastidores de Ósmosis Inversa:	7 unidades
Nº de trenes de alta presión:	7 unidades
Tipo de captación:	Batería de 18 pozos costeros
Bombeo agua desalada:	4 unidades
Conducción de impulsión:	8.300 m. en Ø 1.100 13.625 m. en Ø 700
Conducción de vertido:	1.070 m. en Ø 1.800
Depósito regulador:	50.000 m ³
Potencia total instalada:	14 MW
Fecha inicio obras:	Noviembre 2.000
Plazo de la concesión:	15 años
Inversión realizada:	52.618.644,86 €
Financiación del Fondo de Cohesión:	85 %

y la distancia a que se encuentra el comienzo de la pradera de Posidonia Oceánica (superior a 1.600 m). El máximo respeto al medioambiente que preside las actuaciones de las administraciones públicas se traducirá en el más escrupuloso cumplimiento de todas las medidas preventivas y correctoras impuestas por los órganos medioambientales competentes.

3.4. Bibliografía y fuentes

- 1- Ministerio de Medioambiente. Secretaría de Estado de Aguas y Costas. Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas. 2005

4. EL EMBALSE DE CREVILLENTE

4.1. Localización geográfica

En el paraje del Castell Vell se encaja el barranco de la Garganta, en el que se ha emplazado el Embalse de Crevillente. Lo localizamos a unos 2 km de la población del mismo nombre, en la carretera N-330, que une los municipios de Crevillente y Aspe y a la izquierda de la calzada (Fig. 12).

4.2. Objetivo de la visita técnica

El interés por visitar este embalse recae en varias cuestiones: mostrar otro de los sistemas de regulación y abastecimiento de recursos hídricos a la zona objeto de análisis; conocer esta infraestructura perteneciente a las obras del post-trasvase Tajo – Segura (Fig. 13); y en última instancia tener una perspectiva general de la fachada marítima y de la cuenca baja del Valle del Río Vinalopó que nos permitirá entender la complejidad hidrogeológica y las unidades ambientales y socioeconómicas que comparten el territorio y los usos del agua.

4.3. El trasvase Tajo-Segura y el Embalse de Crevillente

El Embalse de Crevillente se sitúa en el dominio de la cuenca del río Segura, arteria fluvial que drena un territorio de 19.000 km², y que incorpora otras pequeñas cuencas, vertientes al mar Mediterráneo.

Dadas las bondades térmicas de esta cuenca situada en la fachada mediterránea y la densa ocupación desde época histórica, ya desde la primera mitad del S. XX se puso de manifiesto la necesidad de corregir el déficit hidrológico de la cuenca del Sureste peninsular, mediante obras de regulación y de aportación de recursos desde otras áreas.

El Trasvase desde la cuenca del río Tajo al Segura empieza a concretarse en 1966 y se aprueba definitivamente el 2 de agosto 1968, autorizándose la realización de las obras necesarias, que entraron en explotación en 1978, dictándose para ello la Ley 52/1980 que regulaba el

régimen económico y de explotación del acueducto Tajo –Segura.

En la primera fase del proyecto, Tajo - Segura y con el objeto de conducir un volumen de 600 hm³ al año, se ejecutan una serie de infraestructuras subdivididas en cuatro tramos.

El primer tramo es la impulsión desde el embalse de Bolarque al depósito regulador de La Bujeda con un desnivel de 270 m. En el depósito de la Bujeda se inicia el tramo dos, canal de 92 km de longitud que conduce las aguas hasta el embalse de Alarcón.

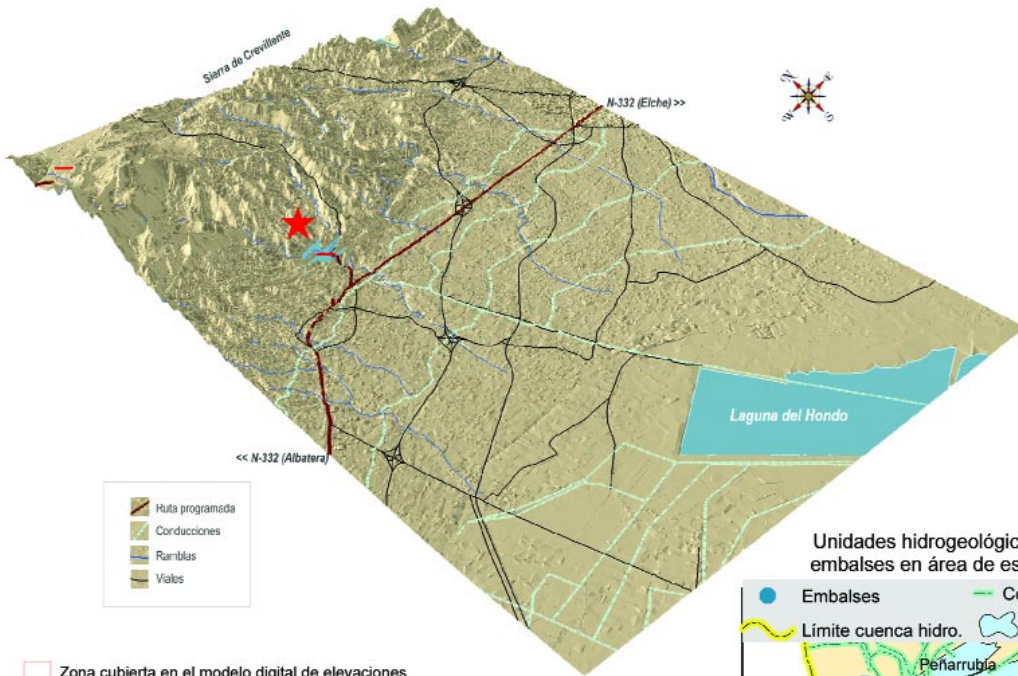
Las aguas discurren hasta el contraembalse de Alarcón, que las deriva hacia el salto de El Picazo. Es en la cámara de carga de este salto en donde se inicia el tramo tres del Acueducto. Se trata de un nuevo canal de 97 kms de longitud. Este canal a cielo abierto enlaza directamente con el túnel de Talave (tramo cuatro) que atraviesa la divisoria entre las cuencas del Júcar y del Segura.

Una vez las aguas en la cuenca del Segura se hacen discurrir por el río Mundo (embalses de Talave y Camarillas) y el río Segura hasta el azud de Ojós, punto neurálgico en la cuenca del Segura en la distribución de las aguas procedentes del Tajo. Del azud de Ojós derivan dos canales, uno por cada margen. El de la margen derecha distribuye el agua hacia el los territorios del sur de la región de Murcia y Andalucía. Por la margen izquierda deriva por gravedad un canal de 30 m³/s de capacidad, que tras 27 km de recorrido llega a un partidor, del que salen dos canales uno que sigue hasta el embalse de La Pedrera y otro denominado Canal de Crevillente, y que llega hasta el depósito regulador de Crevillente, embalse de cola del mencionado canal y a su vez cabecera de los Riegos de Levante (Margen Izquierda).

Este canal tiene una gran capacidad, pues arranca desde el “Partidor” de la margen izquierda del post-trasvase con 17 m³/s, y tras varias reducciones llega hasta el embalse de Crevillente con 10 m³/s, lo que significa que a pleno funcionamiento podría entregar anualmente en ese punto del orden de 300 hm³. Desde su inauguración, este canal se encuentra ampliamente infrutilizado, pues además de haber sido dimensionado como canal de riego para funcionar básicamente en verano, normalmente conduce, incluso en épocas de riego, caudales muy inferiores a los de diseño, dada la escasez de recur-

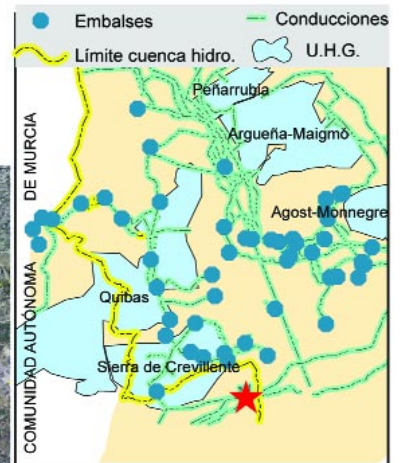
P2: Embalse de Crevillente

Modelo digital de elevaciones

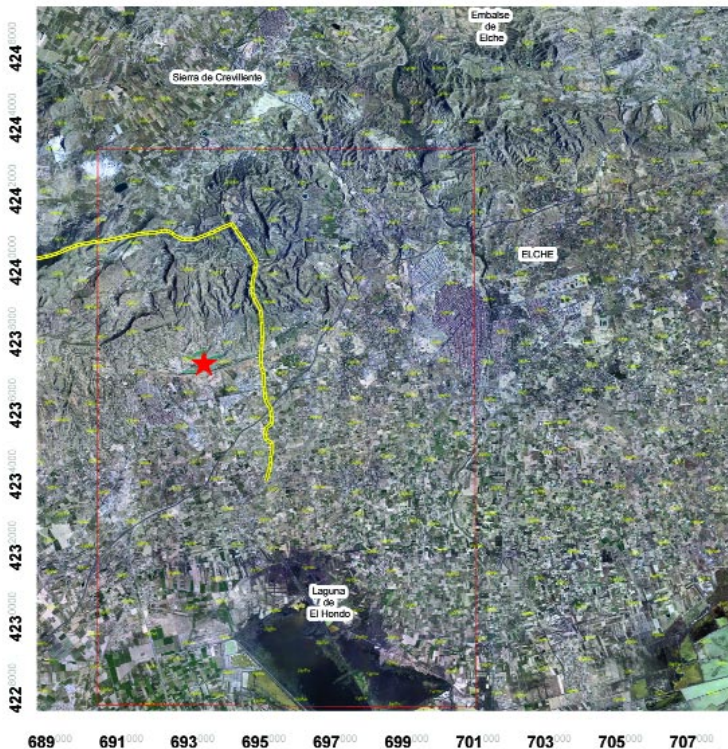


Zona cubierta en el modelo digital de elevaciones

Unidades hidrogeológicas y embalses en área de estudio



Ortoimagen procedente del SigPac



Mapa de contexto general



Fig. 12. P2 - Embalse de Crevillente . Localización.

tos con que viene contando el ATS. Su capacidad de transporte vacante no es inferior a los 200 hm³/año.

Constituye el Embalse de Crevillente una de las principales obras de regulación de la infraes-

tructura del post- trasvase Tajo – Segura. Cuenta con unos 13,5 hm³ cúbicos de capacidad, y la presa tiene 55 metros de altura y 360 de longitud en la coronación. Construido según el sistema de escollera, inunda una amplia zona entre pasillos



Fig. 13. Esquema del trasvase Tajo-Segura.

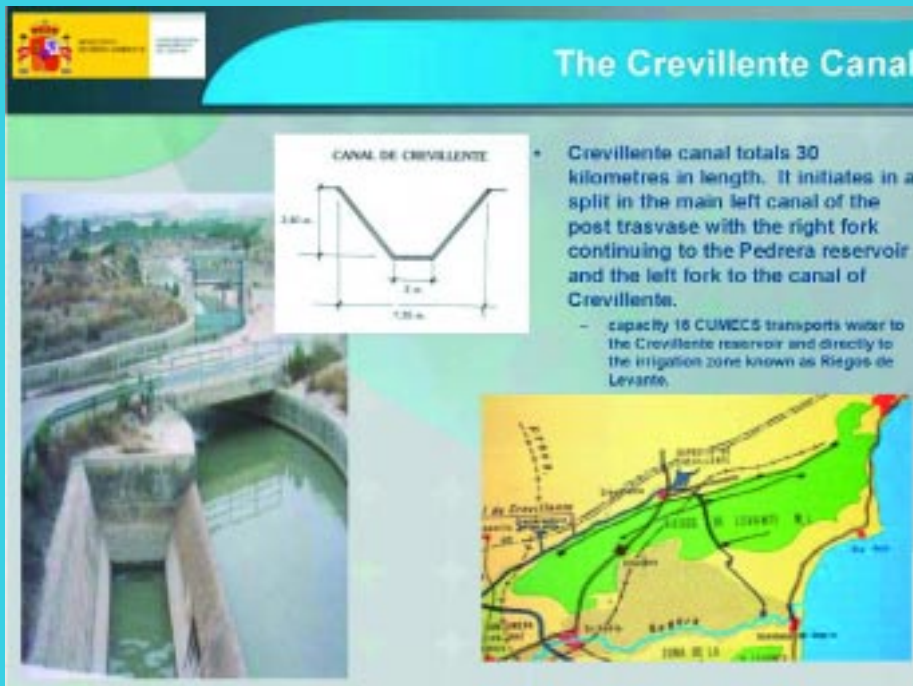


Fig. 14. Canal de Crevillente



Fig. 15. Panorámica del Embalse de Crevillente

ortoclinales, frentes y reversos de cuevas en las estribaciones de la Sierra de Crevillente. Desde su entrada en funcionamiento en 1985, con la llegada de los primeros caudales del trasvase Tajo-Segura el entorno semiárido del embalse se ha revalorizado como área recreacional, en la que se han construido urbanizaciones de segunda residencia.

En origen del proyecto debería regular los 125 hipotéticos hm³ que se estimaban inicialmente debían llegar a este punto, mediante la transferencia de aguas del magno proyecto Tajo-Segura, con el objeto de satisfacer, las demandas del Bajo Vinalopó y Campo de Alicante.

En canal de Crevillente ha sido reparado en los últimos años y a finales de 2005 están previstas la conclusión de las obras de emergencia declaradas por La Confederación Hidrográfica del Segura (CHS) cuyo objetivo será acabar con las pérdidas de agua motivadas por grietas y fisuras causadas por los recientes llenados y vaciados del canal ante la falta de continuidad en el suministro para riego, y solucionar los puntos con riesgo de colapso, y por otra parte se ha reforma-

do la entrada de agua al embalse mediante una impulsión con cuatro bombas para poner a disposición del abastecimiento de poblaciones el máximo volumen posible. Las últimas obras se han referido al acondicionamiento de los accesos a la presa, y la mejora de tomas y sistemas de riegos a presión por parte de los Riegos de Levante

4.4. Sistema Automático de Información Hidrológica (S.A.I.H.), en la Cuenca del río Segura

Desde los años 90, la Dirección General de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas y Transportes está llevando a cabo, a través de la Confederación Hidrográfica del Segura, la ejecución y puesta en servicio de un Sistema Automático de Información Hidrológica (S.A.I.H.), en el ámbito territorial de la Confederación Hidrográfica del Segura (Fig. 16).

El sistema permite:

- La captación de datos, por medio de sensores instalados en los distintos puntos de control.

- La transmisión de estos datos desde los puntos de control diseminados por la cuenca hasta los puntos de concentración, mediante una red de radio con estaciones repetidoras.
- El archivo, procesamiento y presentación informática en los puntos de concentración de los datos generados en cada zona.
- La transmisión de los datos desde los puntos de concentración hasta el centro de recepción final.
- El archivo, procesamiento y presentación numérica y gráfica de los datos de toda la cuenca en el centro de Murcia.
- Disponer de un sistema de tales características supone una importante ayuda, tanto para la explotación ordinaria de la cuenca como para la toma de decisiones en situaciones de crecida (Tablas 4 y 5).

Además, permite almacenar y actualizar la estadística global de la cuenca de manera eficiente.

Table 4. Puntos de control

PUNTOS DE CONTROL	Unidades
Embalses	15
Pluviómetros y pluviométricos aislados	25
Aforos en ríos	23
Aforos en canales	17
Aforos en ramblas	6
Control en impulsiones	6
	92

Table 5. Tipos de sensores

TIPOS DE SENSORES	Unidades
Pluviómetros	64
Pluviométricos	3
Niveles de embalse	15
Caudalímetros en tubería	14
Medidores de posición en compuerta	38
Alarmas de nivel	48
Medidores de nivel piezométricos	35
Medidores de nivel ultrasónico	55
Medidores de nivel y velocidad en cauce abierto	4
Detectores de apertura de compuerta	16
Detectores de circulación en bombeo	4
	296

ESTACIONES REPETIDORAS

Murcia – Hurchillo – Serratilla – Atalaya
 Ricote – Selva – Puentes – Carrascoy
 Taibilla – Santiago de la Espada
 Elche de la Sierra – La Losa
 Santa Ana – Cenajo
 Collado de Carril – Caravaca – El Ardal

PUNTOS DE CONCENTRACIÓN

- 01 Murcia
- 02 Ojós
- 03 Camarillas
- 04 Cenajo
- 05 Puentes
- 06 Cartagena
- 07 La Pedrera

En estos momentos se está trabajando en la implementación de este S.A.I.H mediante la configuración de un sistema integral de Información Hidrológica que en incluya los diversos recursos, procedentes de sistemas convencionales y no convencionales, y permita su consulta y explotación en tiempo real con la finalidad no tan solo de la planificación y gestión por parte de la autoridad hidráulica si no también por parte de los usuarios de los recursos, y en un intento de cumplir con los objetivos de la Directiva Marco del Agua.

4.5. Alimentación eléctrica

Los sistemas electrónicos de la red se alimentan mediante baterías, capaces para un funcionamiento autónomo y sin recarga de, al menos, diez días.

La recarga de baterías se realiza por paneles fotovoltaicos en los puntos donde no existe red de energía eléctrica convencional, y mediante acometida de esta red en los casos en que exista.

4.6. Obras civiles

Además de la instalación de los equipos electrónicos e informáticos, se han construido numerosas obras civiles, diseminadas por la cuenca, y orientadas tanto al alojamiento y soporte de estos equipos como a la creación de secciones adecuadas para la medida hidráulica.

Los equipos electromecánicos y los elementos de recepción y transmisión de datos se han alojado en casetas prefabricadas diseñadas especialmente para el Proyecto.

Las casetas tienen puerta de seguridad con alarma de intrusismo, y el conjunto de sus instalaciones está cercado por un cerramiento de malla metálica. En los casos en que ha sido necesario, se han diseñado estructuras de elevación



Fig. 16. Esquema del Sistema Automático de Información Hidrológica (S.A.I.H.), Canal y Embalse de Crevillente.

para situar las casetas sobre los niveles de avenida extraordinaria.

Con objeto de obtener una sección de control hidráulico en cauces de río, ramblas y canales, se han construido las correspondientes obras de fábrica, adaptadas a la topografía y características del cauce, que permiten obtener datos de niveles y caudales con la máxima fiabilidad, contrastados por una campaña de aforos que se actualiza periódicamente.

En algunos casos se han utilizado instalaciones hidráulicas ya existentes, acondicionándolas para el fin que se persigue.

Asimismo se han construido los correspondientes caminos o, en su caso, acondicionado los existentes para poder visitar aquellos puntos de control de difícil acceso.

4.7. Bibliografía y fuentes

- 1- Confederación Hidrográfica del Segura. Dirección General de Obras Hidráulicas. Ministerio de Medioambiente. 2005.

5. LA GALERÍA DE LOS SUIZOS. Ejemplo paradigmático de un sistema de captación

5.1. Localización geográfica

La Galería de los Suizos se encuentra en el barranco de la Algueta, concretamente en la extremidad SW de la Sierra de Crevillente (Coordenadas UTM: X=683.500; Y=4235.700) (Fig. 17). El acceso a la misma se realiza tomando un camino hacia el E que parte un poco antes del km 9 de la carretera comarcal (CV-873) que une las poblaciones de Albatera y Hondón de los Frailes.

5.2. Objetivo de la visita técnica

Con esta parada se pretende visitar los exteriores de la Galería de los Suizos. Se trata de una obra singular de captación de aguas subterráneas, la cual ha sido uno de los principales puntos de explotación del acuífero de Crevillente.

5.3. Descripción de la visita técnica

5.3.1. El acuífero de Crevillente y la Galería de los Suizos

El acuífero de Crevillente, situado al SW de la provincia de Alicante, ocupa una superficie próxima a 140 km² y comprende como principales relieves los de las sierras de Crevillente, Algayat-Rollo y Reclot (Fig. 18). Se trata de un acuífero carbonatado constituido por una secuencia de más de 500 m de calizas, calizas dolomíticas y dolomías jurásicas pertenecientes al dominio Subbético, dispuestos tectónicamente sobre el dominio Prebético de la Cordillera Bética. En las depresiones intramontañosas que dejan los materiales carbonatados llegan a aflorar margas cretácicas subbéticas que han actuado como impermeable de techo. El impermeable de base está formado por las arcillas asociadas a rocas evaporíticas de edad triásica (Pulido-Bosch y Fernández Rubio, 1981; Murcia y Mira, 1981) o por una franja no transmisiva de un material

limoarcilloso de naturaleza calizo-dolomítica resultado de la trituración que sufrió la roca acuífera en la zona del cabalgamiento subbético (Andreu, 1997).

La explotación intensiva de este acuífero se inició en la década de los años sesenta mediante la extracción de agua por ambos extremos de la Sierra de Crevillente. Uno de los principales sectores de explotación se ubica en las inmediaciones de Hondón de los Frailes, cuya singularidad es que la mayor parte del agua extraída se realiza mediante una galería, la cual parte de la vertiente meridional de la Sierra de Crevillente en el término municipal de Albatera (Fig. 18). Se trata de la galería denominada Riegos de la Salud, más conocida popularmente como Galería de los Suizos, debido a la intervención de personas de esta nacionalidad en el diseño y realización de la misma (Fig. 19).

La construcción de esta obra es el resultado de la modificación del proyecto inicial de la entidad Riegos de la Salud, S.A. de extraer 5 m³/s, mediante un pozo vertical emplazado en las inmediaciones de Hondón de los Frailes, ya que se pensaba que a esta región llegaban grandes volúmenes de agua (Andreu *et al.*, 2005). Esta idea se basaba en la hipótesis de que los materiales carbonatados jurásicos de este acuífero presentaban conexión hidráulica con otros relieves carbonatados más septentrionales hasta alcanzar La Mancha. De esta forma el acuífero manchego encontraba una de sus principales vías de salidas por la depresión de Hondón hasta alcanzar la formación triásica impermeable de las sierras de Albatera y Crevillente (Fig. 19).

La principal particularidad de esta galería es que no drena agua de forma natural como cabría esperar, sino que en su interior existen sondeos verticales que extraen el agua y la vierten al suelo, de forma que ésta discurre libremente por gravedad hacia la boca (Fig. 20).

5.3.2. Principales rasgos de la galería

La entrada de la galería está emplazada a una altitud aproximada de 250 m s.n.m, adentrándose hacia el interior de las formaciones rocosas aproximadamente 2360 m, de manera que llega a atravesar la Sierra de Crevillente y alcanza el valle de Hondón de los Frailes. Los primeros 700

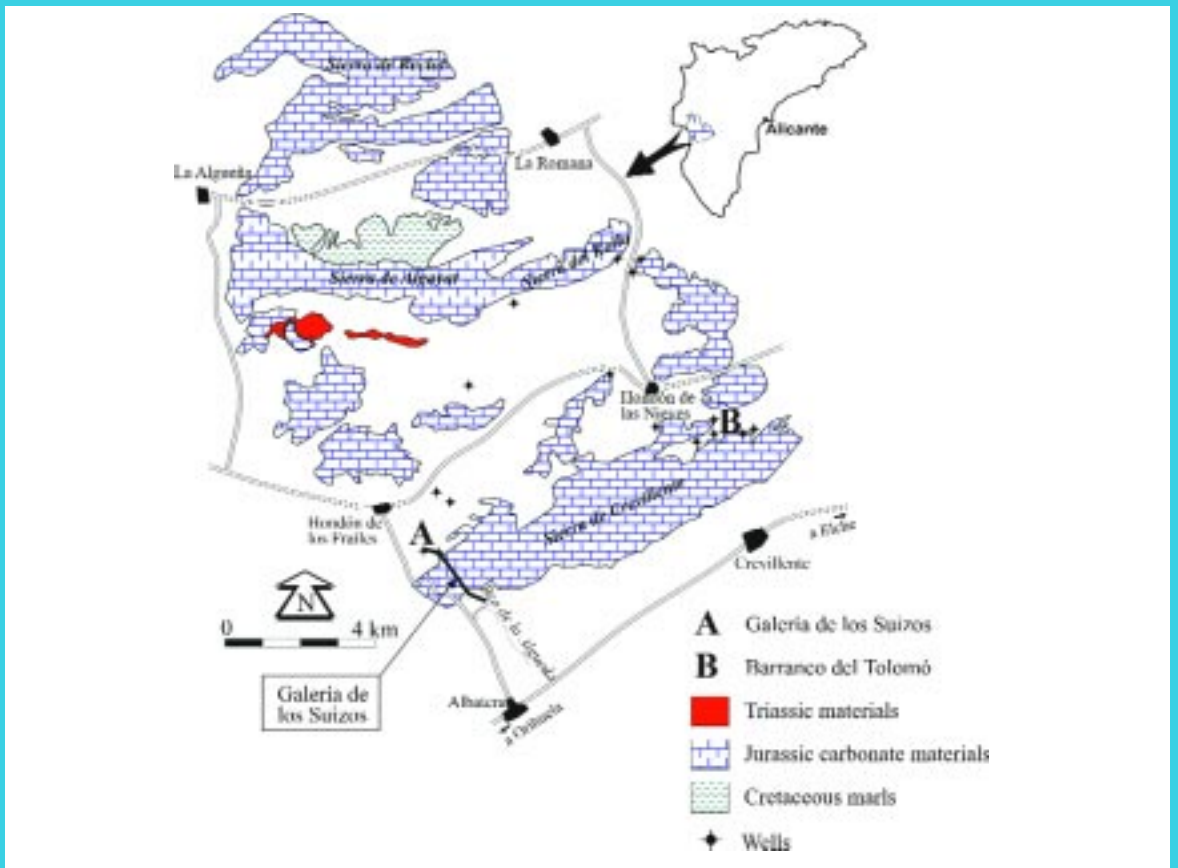


Fig.18. Mapa de localización del acuífero de Crevillente, sector



Fig. 19. Vista de la entrada de la Galería de los Suizos

m de túnel están recubiertos por un encofrado de hormigón, para posteriormente adentrarse en roca desnuda, en donde tan sólo el suelo está cementado. Las dimensiones de esta obra son: entre 2,5 y 3 m de anchura, en torno a 3,5 m de altura y una pendiente media es del 1 por mil.

Desde el punto de vista hidrogeológico, la perforación se inicia en las margas blancas terciarias de comportamiento impermeable (Fig. 20). Tras las margas se atraviesa un tramo constituido principalmente por calcarenitas y conglomerados también terciarios. Durante su perforación se produjo la desaturación de tramos con agua. Después de sobrepasar estos materiales detríticos se atraviesa una franja de yesos triásicos (Keuper) que bordean la vertiente meridional de la Sierra de Crevillente y constituyen el límite meridional del acuífero de Crevillente. Ninguno de estos materiales puede observarse en el interior de la galería al estar el tramo de afloramiento encofrado.

Una vez fuera de la zona recubierta se cortan las dolomías grises de edad liásica (Andreu *et al.*,

2002) que constituyen el acuífero de Crevillente *s. str.* La principal característica de estas rocas es su elevado grado de tectonización y brechificación. A lo largo de la galería se pueden observar fracturas y diaclasas, algunas abiertas y karstificadas. Según la información histórica existente, durante la perforación de este tramo aparecieron diversos puntos de agua (Andreu *et al.*, 2005).

En la parte final de la galería se ponen en contacto las dolomías con calizas por medio de una falla que hunde el bloque más septentrional. También las calizas están fuertemente tectonizadas y brechificadas dejando una gran porosidad secundaria. Es destacable la gran abundancia de fracturas rellenas con precipitados de calcita, y la mayor proporción de fracturas abiertas en relación al tramo dolomítico, algunas de las cuales llegan a sobrepasar los 50 cm. A veces estas fracturas abiertas están rellenas de fragmentos de rocas que constituyen auténticos conglomerados. Los diferentes cantos presentan una pátina de calcita que los une y que evidencia el paso de aguas saturadas en carbonato.

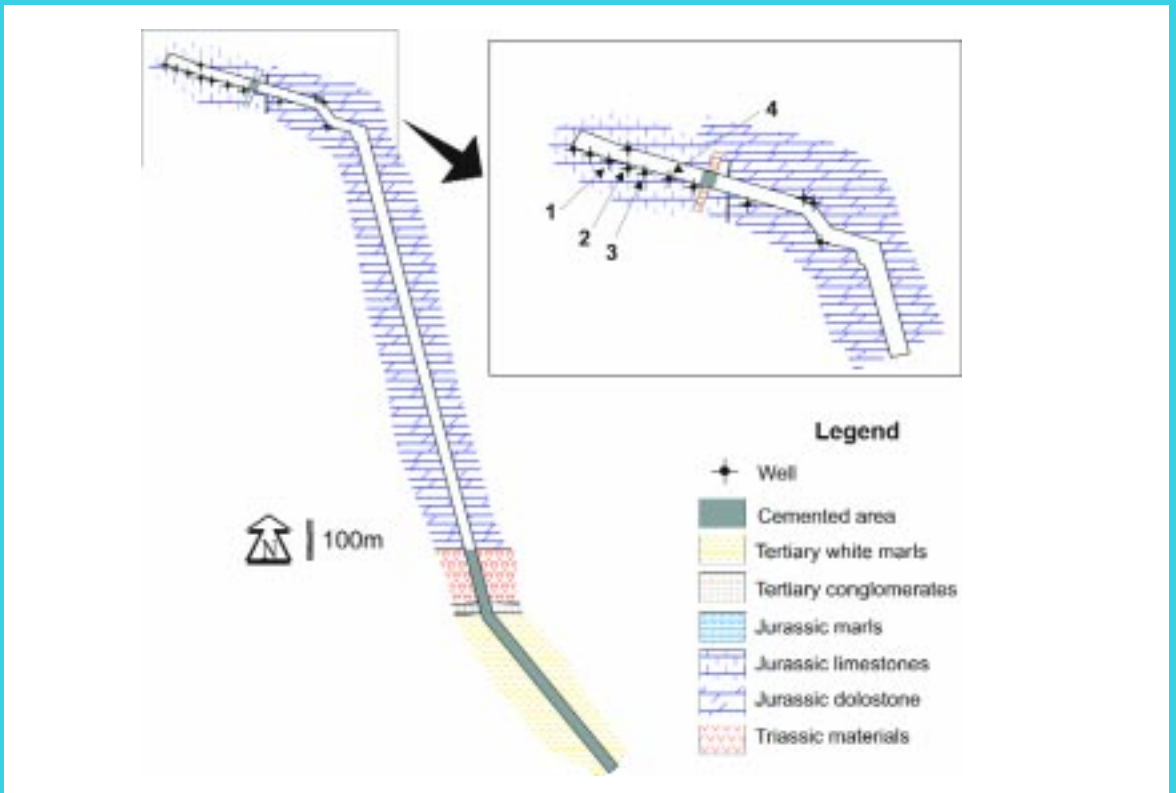


Fig. 20. Esquema hidrogeológico de la galería. Los sondeos con numeración corresponden a los puntos actuales de bombeo.

5.3.3. Explotación de agua mediante la galería

Con la finalización de la construcción de la galería en el año 1964, ésta dejó de manar agua de forma natural, por lo que se tuvieron que realizar captaciones verticales para bombear el agua hasta su cota. Esta forma de explotación de agua se ha mantenido hasta nuestros días.

En total se perforaron 12 puntos que inicialmente fueron de escasa profundidad y elevados rendimientos. Si bien las bajadas de nivel que han tenido lugar a lo largo de los años han ocasionado la pérdida de rendimientos de algunos de los sondeos del interior de la galería. A pesar de su reprofundización, que en algunos casos ha superado los 300 m, no se ha conseguido que todos ellos recuperen sus caudales iniciales, razón por la cual ahora tan sólo se utilizan 4 sondeos, estando el resto abandonados. La capacidad de bombeo actual es de 350 L/s (Fig. 21). El agua se destina principalmente al regadío de distintos parajes de las localidades de Albatera,

Crevillente, Elche, Hondón de los Frailes y Orihuela.

Durante varias décadas fue la única captación que explotaba el acuífero en su parte occidental. Los volúmenes extraídos han variado en función del periodo, así la máxima explotación se produjo entre 1970 y 1985 en que los bombeos sobrepasaban 10 hm³/año alcanzando 18,1 hm³/año en 1980 (Pulido-Bosch, 1985); por contra en los últimos años no se superan los 4 hm³/año.

Las fuertes extracciones de la galería, unidas a las efectuadas en el resto del acuífero, provocaron una caída de los niveles que en esta parte del acuífero han sobrepasado los 200 m.

5.3.4. Características del agua de la Galería

Respecto a las características fisicoquímicas que actualmente presentan las aguas bombeadas en la Galería se puede destacar que, sus conductividades eléctricas están comprendidas entre 2600 y 2900 µs/cm, siendo la facies clorurada



Fig. 21. Extracciones mediante sondeos en el interior de la galería.

sódica (ver Tabla 6). Este carácter clorurado, característico de las aguas de todo el acuífero de Crevillente, ha sido interpretado por la disolución de las evaporitas del Keuper (Pulido *et al.*, 1995; Andreu, 1997). No obstante, las aguas de la Galería presentan una diferencia con respecto a las de otros sectores del acuífero, y es que sus contenidos en sulfatos sobrepasan los 450 mg/L, cuando en el resto del acuífero suelen ser inferiores a 350 mg/L. Estas diferencias podrían ser debidas a variaciones litológicas de las propias facies del Keuper, siendo más yesíferas en el entorno de la galería.

Tabla 6. Sumario de las características hidrogeoquímicas de las aguas procedentes de la Galería de los Suizos (Octubre 2005). M: media; SD: desviación típica; E.C.: conductividad eléctrica $\mu\text{S}/\text{cm}$; temperatura en $^{\circ}\text{C}$; iones en mg/l .

	M	SD
E.C.	2805	112
pH	7.42	0.02
T	27.4	0.2
Ca^{2+}	176	9
Mg^{2+}	58	2
Na^{+}	421	19
K^{+}	6	0.2
Cl^{-}	622	32
HCO_3^{-}	209	10
SO_4^{2-}	509	21
NO_3^{-}	7	0.1

Por último, hay que señalar que la elevada mineralización de las aguas parece haber existido desde el inicio de la explotación, ya que las aguas drenadas durante la perforación de la galería presentaban valores de cloruros de 410 mg/L (Andreu *et al.*, 2002). Partiendo de este valor inicial, como consecuencia de la desaturación de acuífero en este sector se habría producido un aumento de mineralización hasta situarse en los valores superiores a 600 mg/L como presenta en la actualidad. Si bien, este aumento de la concentración salina se habría producido anterior a la década de los noventa, ya que desde entonces no se observan variaciones significativas de quimismo.

5.4. Bibliografía y fuentes

- Andreu, J. M. (1997). Contribución de la sobreexplotación al conocimiento de los acuíferos kársticos de Crevillente, Cid y Cabeçó d'Or (provincia de Alicante). Tesis Doctoral Universidad de Alicante, 377p.
- Andreu, J. M., Estévez, A., García-Sánchez, E. y Pulido-Bosch, A. (2002). Caracterización de la explotación en el sector occidental del acuífero de Crevillente (Alicante). *Geogaceta*, 31: 59-62.
- Andreu, J. M., Estévez, A., García-Sánchez, E. y Pulido-Bosch, A. (2005). La explotación del acuífero de Crevillente mediante la Galería de los Suizos. *Congr. Nac. de Gestión del Agua en Cuencas Deficitarias*. Orihuela (Alicante), Octubre-2000: 57-62.
- Murcia, A. y Mira, F. (1981). Problemas de la sobreexplotación de acuíferos. 4^a Conf. Nac. Hidrol. Gen. Aplic. Zaragoza: 79-109.
- Pulido-Bosch, A. (1985). L'exploitation minière de l'eau dans l'aquifère de la Sierra de Crevillente et ses alentours (Alicante, Espagne) "Hydrogeology in the Service of Man. 18th Cong. IAH, Cambridge: 142-149.
- Pulido-Bosch, A. y Fernández Rubio, R. (1981). El acuífero kárstico de la Sierra de Crevillente y sectores adyacentes: un ejemplo de explotación de reservas. 4^a Conf. Nac. Hidrol. Gen. y Aplic.: 143-153.
- Pulido-Bosch, A., Morell, I. y Andreu, J.M. (1995). Hydrogeochemical effects of groundwater mining of the Sierra de Crevillente Aquifer (Alicante, Spain). *Environ. Geol.*, 26: 232-239.

6. BARRANCO Y POZOS DEL TOLOMÓ Y EMBALSE DEL FEDERAL

6.1. Localización geográfica

El Barranco del Tolomó es un pequeño barranco que partiendo de la parte NE de la Sierra de Crevillente discurre hasta alcanzar la depresión de la Vega de Aspe y desembocar en el Río Tarafa (afluente del Río Vinalopó). El acceso al punto de parada (coordenadas UTM: X=690.800; Y=4241.900) se realiza tomando el camino de acceso a las canteras ubicadas en el Puntal de Ors, que parte en dirección S, aproximadamente en el km 4 de la carretera comarcal CV-845 que une las poblaciones de Aspe y Hondón de las Nieves.

6.2. Objetivo de la visita técnica

Entre los principales objetivos de esta parada se encuentra la visita al otro sector histórico en importancia de explotación del acuífero de Crevillente. Con ello se pretende realizar una breve revisión de las principales consecuencias que la explotación intensiva ha conllevado en esta parte del acuífero. Además, se realizará la visita del embalse del Federal, como ejemplo de obra de almacenamiento y regulación de aguas subterráneas que emplean los usuarios de este acuífero.

6.3. Descripción de la visita técnica

6.3.1. La explotación en el Barranco del Tolomó

El Barranco del Tolomó y sus alrededores ha sido otro de los principales sectores de explotación del acuífero de Crevillente (Fig. 23). El alumbramiento de las aguas subterráneas en las inmediaciones de este paraje se remonta a finales de la década de los cincuenta (Asencio, 1982). Inicialmente las captaciones se ubicaron al pie de la sierra sobre los materiales cuaternarios de la Vega y, por tanto, fuera del acuífero de Crevillente. Pero fue a partir de la década de los años sesenta y setenta, y como consecuencia de

los elevados caudales que ofrecían los sondeos emplazados sobre los materiales carbonatados jurásicos, cuando comenzaron a expandirse barranco arriba hasta llegar a las inmediaciones de Hondón de las Nieves. Las aguas bombeadas en esta parte del acuífero sirvieron para transformar en regadío tierras anteriormente incultas situadas en los términos de Aspe, Hondón de las Nieves, Elche y Crevillente, y, en menor medida, también se emplearon para abastecimiento humano.

Se estima que en todo este sector del acuífero llegaron a existir más de una treintena de captaciones, que alcanzaron capacidades de bombeo superiores a 600 L/s. Las máximas extracciones del sector del Tolomó se produjeron en el año 1979 cuando se bombeó un total de 13,5 hm³. Sin embargo, la explotación intensiva ha ocasionado el abandono de gran parte de las captaciones, de forma que en estos momentos tan sólo funcionan con relativa regularidad 7 sondeos. Las extracciones medias en los últimos años no alcanzan los 2 hm³/año, siendo el uso actual de las aguas bombeadas de este sector el agrícola.

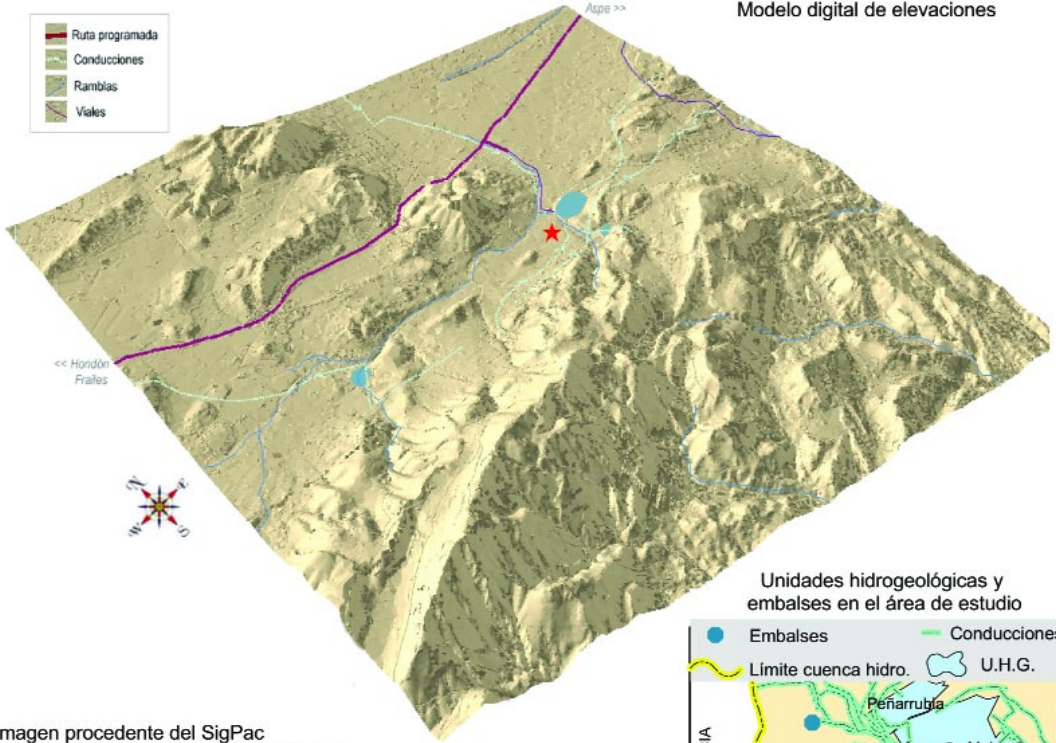
6.3.2. Consecuencias de la explotación intensiva en el barranco del Tolomó

La explotación intensiva de las aguas subterráneas en esta parte del acuífero ha provocado una serie de consecuencias. Desde el punto de vista hidrogeológico se pueden destacar como más relevantes: las elevadas pérdidas de nivel piezométrico, el deterioro de la calidad del agua y la pérdida de rendimiento de las captaciones.

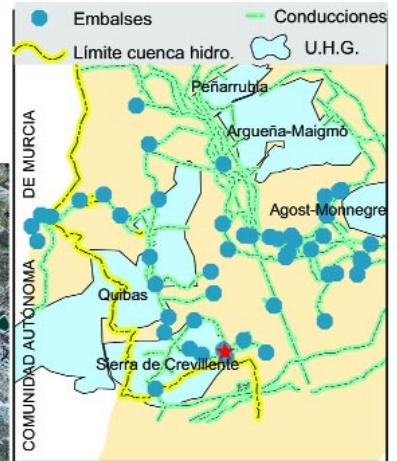
Desde el inicio de la explotación comenzaron a producirse descensos del nivel piezométrico, los cuales se agudizaron a medida que el volumen extraído era mayor (Fig. 24). Las pérdidas de nivel más importantes se produjeron entre los años 1979 y 1983 con descensos que superaron los 30 m. Hasta entonces la evolución piezométrica del acuífero presentaba una total semejanza entre los dos sectores principales de explotación. Pero fue a partir de 1983 cuando comenzó a producirse un comportamiento diferente entre ambas zonas, el cual ha sido interpretado como la consecuencia de una posible desconexión o, al menos, una reducción de la comunicación hidráulica entre ambos extremos de la Sierra de Crevillente (Corchón *et al*, 1989; Andreu, 1997).

P4: Pozos del Tolomó y embalse del Federal

Modelo digital de elevaciones



Unidades hidrogeológicas y embalses en el área de estudio



Mapa de contexto general



Ortoimagen procedente del SigPac (corresponde con el modelo de elevaciones)

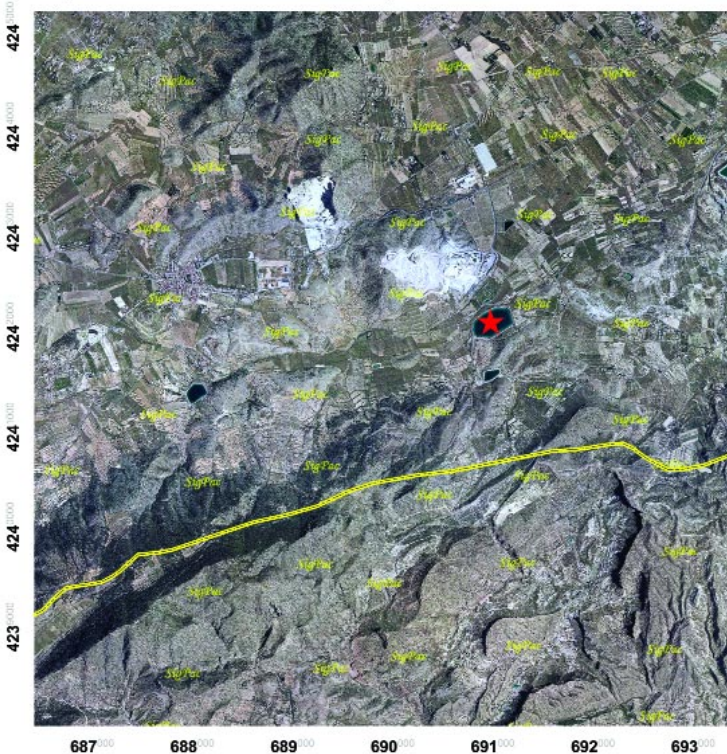


Fig. 22. P4: Barranco y Pozos del Tolomó. Localización.



Fig. 23. Vista panorámica del Barranco del Tolomó. Cada una de las torres corresponde al lugar de emplazamiento de los antiguos transformadores eléctricos y, por tanto, a la ubicación de uno o varios sondeos.

Así, la evolución piezométrica del sector del Tolomó comenzó a tener unas caídas de nivel más agudas en el periodo 1983-88, alcanzando descensos relativos de 18 m/año. De igual forma, el efecto del periodo húmedo comprendido entre 1989/1991 tuvo una respuesta más significativa provocando una recuperación piezométrica de más de 40 m. Sin embargo, pasado el inicio de la década de los noventa se entró en otra etapa de descensos de niveles hasta profundidades que en la actualidad se sitúan en torno a los 60 m b.n.m. En definitiva, la desaturación total que ha experimentado esta parte del acuífero desde el inicio de su explotación ha sido de aproximadamente 350 m.

En cuanto al quimismo hay que destacar que esta parte del acuífero es una de las más afectadas por los procesos de deterioro de la calidad, y en la que más captaciones han tenido que abandonarse por dicha causa. Se desconoce con exactitud las características fisicoquímicas originales que presentaban las aguas de este sector. Los primeros datos analíticos parten del año

1978. Es a partir de entonces cuando se dispone de información con cierta regularidad y, por tanto, cuando se puede establecer cómo ha afectado la explotación intensiva a la calidad química. La Fig. 25 muestra la evolución de algunos

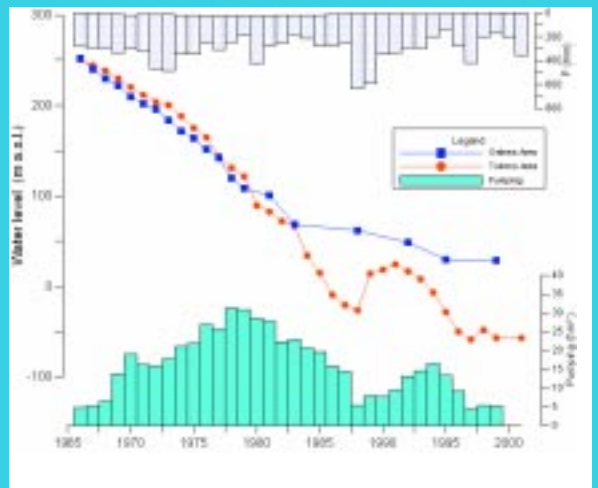


Fig. 24. Evolución piezométrica de los principales sectores de explotación del acuífero

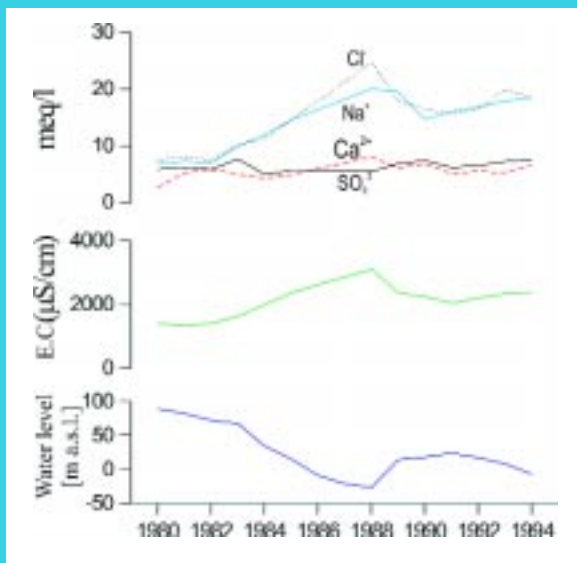


Fig. 25. Evolución de algunos parámetros relacionados con la calidad del agua en uno de los sondeos ubicados en el Barranco del Tolomó.

parámetros fisicoquímicos en una de las captaciones emplazadas en el Barranco del Tolomó. En ella se observa una elevada correlación entre el comportamiento de la conductividad eléctrica, parámetro indicativo de la mineralización, y la piezometría. A medida que el nivel piezométrico es más profundo aumenta la conductividad eléctrica de las aguas extraídas. Este aumento de la mineralización del agua viene propiciado fundamentalmente por el enriquecimiento de cloruros y sodio. De igual forma, el efecto del periodo húmedo de finales de la década de los ochenta se dejó notar sobre el quimismo, ofreciendo una reducción de la conductividad eléctrica y de los contenidos de cloruros y sodio.

Este comportamiento del quimismo parece estar relacionado con las características geológicas y la presencia de materiales evaporíticos (Pulido *et al.*, 1995). Así, en los lugares en que se constata la presencia de materiales salinos en profundidad, como ocurre en este sector del Barranco del Tolomó, el agua tiende a adquirir una disposición tal que las aguas más salinas se sitúan en las partes más profundas (Andreu, 1997).

Por último, otra de las consecuencias que han experimentado las captaciones de este sector ha sido la pérdida de rendimiento a medida que los niveles bajaban. La fuerte expansión de los pun-

tos de extracción estuvo relacionada con la elevada productividad de las mismas. Gran parte de las captaciones aportaban caudales superiores a 100 L/s en la década de los setenta. La continua bajada de los niveles ha conllevado disminuciones progresivas de caudal, las cuales intentaron corregirse con constantes reprofundizaciones de los sondeos. Sin embargo, no todos las captaciones recuperaban los caudales iniciales, y algunos de ellos quedaban improductivos, por lo que debieron abandonarse. Actualmente, 4 de las 5 captaciones que todavía mantiene la SAT nº 3819 en producción en el Barranco del Tolomó presentan caudales inferiores a los 30 L/s.

6.3.3. Actuaciones de gestión

Dada la situación en la que se encontraba el acuífero en la década de los años ochenta, el acuífero de Crevillente fue declarado "provisionalmente sobreexplotado" el 31 de julio de 1987, de acuerdo con lo establecido en el Reglamento de Dominio Público Hidráulico. Esta situación administrativa conllevaba la constitución de una Comunidad de Usuarios y la redacción de un Plan de Ordenación para tratar de paliar en la medida de lo posible la situación de sobreexplotación (Aragonés, *et al.* 1989).

Son varias las actuaciones realizadas en el acuífero de Crevillente desde la redacción de Plan de Ordenación, si bien como más significativas, y que hayan afectado a este sector del Barranco del Tolomó, se puede destacar la redistribución de captaciones, la liberación de caudales y la realización de obras de regulación.

La redistribución de captaciones ha consistido en la realización de sondeos alejados de las zonas clásicas de explotación. Con ello se ha tratado de reducir el conoide de depresión que provoca la concentración de bombeos en un mismo lugar, y, que en definitiva, es la causa que agrava la pérdida de rendimientos y pérdida de calidad del agua. La puesta en marcha de 2 sondeos ubicados en partes centrales del acuífero ha permitido reducir la explotación en el Barranco del Tolomó.

A pesar de que el agua del acuífero de Crevillente destinada al abastecimiento humano era bastante minoritaria con respecto al uso agrícola, la sustitución de las mismas por aguas pro-

cedentes de la Mancomunidad de los Canales de Taibilla en el abastecimiento a Aspe y Hondón de las Nieves ha supuesto un pequeño ahorro de las extracciones del sector del Barranco del Tolomó.

Por último, otra de las actuaciones llevadas a cabo ha sido la construcción de obras de almacenamiento y regulación de las aguas subterráneas, con el objeto de realizar una mejor explotación del acuífero. Una de estas obras es el embalse del Federal, el cual fue realizado entre marzo de 1991 y julio de 1992 (Fig. 26). Se trata de una presa de materiales sueltos con pantalla asfáltica, con una capacidad de 1 hm³ y 18 m de altura de presa. Este embalse tiene una cobertura de distribución de aproximadamente 3500 ha en su mayoría dedicadas a la uva de mesa. Actualmente, el embalse del Tolomó se llena fundamentalmente de los sondeos ubicados en el Barranco del Tolomó, los cuales funcionan ininterrumpidamente entre los meses de marzo y septiembre. De esta forma, la SAT n° 3.819 tiene capacidad para poder cubrir la demanda de agua para riego durante la época estival.

6.4. Bibliografía y fuentes

- Andreu, J. M. (1997). Contribución de la sobreexplotación al conocimiento de los acuíferos kársticos de Crevillente, Cid y Cabeçó d'Or (provincia de Alicante). Tesis Doctoral Universidad de Alicante, 377p.
- Aragonés, J. M., Corchón, F. y Santafé, J.M. (1989). Planes de ordenación de acuíferos sobreexplotados. La experiencia de la Sierra de Crevillente (Alicante). In: "La Sobreexplotación de Acuíferos" A. Pulido et al. (Eds.), Temas Geológico-Mineros, 10: 177-191.
- Asencio, J.P. (1982). Geografía agraria de Aspe. In: *Aspe. Antología documental*. Inst. Est. Alicantinos. Excma. Dip. Prov. de Alicante: 323-345.
- Corchón, F, Rodríguez-Estrella, T. y Sánchez-Almohalla, E. (1989). Datos básicos para la realización del Plan de Ordenación del Acuífero sobreexplotado de Crevillente. In "La Sobreexplotación de Acuíferos" A. Pulido et al. (Eds.), Temas Geológico-Mineros, 10: 471-483.
- Pulido-Bosch, A., Morell, I. y Andreu, J.M. (1995). Hydrogeochemical effects of groundwater mining of the Sierra de Crevillente Aquifer (Alicante, Spain). *Environ. Geol.*, 26: 232-239.



Fig. 26. Vista panorámica del embalse del Federal

7. COLABORACIONES Y AGRADECIMIENTOS

En esta Jornada Técnica han intervenido las siguientes instituciones a las que agradecemos su colaboración.

AGUAS DE ALICANTE EMPRESA MIXTA
DESALADORA CANAL DE ALICANTE-
Mancomunidad de Canales del Taibilla. MMA.
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL
JUCAR.
OFICINA DE PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA
DEL JÚCAR.
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL
SEGURA.

Presidente (Favián García) y miembros de la
directiva de la SAT N° 3.569 – ALBATERA
SAT N° 3. 819 - VIRGEN DE LAS NIEVES DE
ASPE- D. Miguel Millán gerente
EXCMO AYUNTAMIENTO DE ALBATERA.
EXCMO AYUTAMIENTO DE VILLENA.

La dirección de la Jornada Técnica y la edición
de los textos han sido de:
Concepción Bru Ronda – Universidad de
Alicante
José Miguel Andreu Rodes – Universidad de
Alicante
Los gráficos y mapas de localización:
José Manuel Mira Martínez – Universidad de
Alicante



Fig. 27. El Vinalopó a su paso por Novelda. Zona industrial del mármol y de regadío de uva de mesa.



Fig. 28. Municipio y Laguna seca de Salinas. Alto Vinalopó.



Fig. 29. Villena. Cuenca Alta del Vinalopó. Mesa Redonda y fin de la Jornada.