



PROYECTO FIN DE MÁSTER (PFM)
Empresa: Ayuntamiento de Cambil (Jaén)

Memoria de Prácticas de Empresa del Máster Oficial
“Agua y Medio Ambiente en Áreas Semiáridas”

TÍTULO:

Diseño de una Herramienta Web sobre puntos de aguas naturales a implantar en la web del Ayuntamiento de Cambil (Jaén): “Aguas 2.0”

Tutor UAL: José M^a Calaforra Chordi

Tutor Ayuntamiento de Cambil (Jaén): Miguel Ángel García Martos

Tutor colaborador (CSIC-UGR): Antonio Castillo Martín

Alumno: David Oya Muñoz

Curso de realización: 2011-2012

Curso de presentación: 2012-2013

“¿Quién pudiera entender los manantiales, el secreto del agua recién nacida,
ese cantar oculto a todas las miradas del espíritu,
dulce melodía más allá de las almas...?”

(Federico García Lorca, *Manantiales*, 1919)



*El “milagro” del alumbramiento de las aguas subterráneas,
en la expresión de un pastor en Almería en 1967.*

(Castillo, 2009)

ÍNDICE

Presentación. A propósito de “Aguas 2.0”.....	14
1. INTRODUCCIÓN.....	16
2. INFORMACIÓN BÁSICA INICIAL.....	18
2.1. Datos identificativos.....	18
2.2. Expectativas del estudiante ante la práctica.....	18
2.3. Descripción previa de la práctica.....	19
3. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA.....	20
3.1. Objetivos.....	21
3.2. Metodología de investigación.....	22
3.3. Ámbito de estudio.....	25
3.4. Caracterización hidrogeológica y climatológica.....	28
3.5. Inventario de puntos de agua.....	48
3.6. Un breve análisis del inventario de puntos de aguas naturales.....	49
3.7 Interpretación de los datos analizados.....	54
3.8. El paradigma de la herramienta “AGUAS 2.0”.....	55
3.9. Conociendo “AGUAS 2.0”.....	55
3.10. El funcionamiento de “AGUAS 2.0”.....	58
3.11 Aplicaciones prácticas de “AGUAS 2.0”.....	65
3.12. Conclusiones.....	70
4. CONOCIMIENTOS ADQUIRIDOS.....	72
5. CONCLUSIONES.....	73
AGRADECIMIENTOS.....	75
BIBLIOGRAFÍA.....	77

ÍNDICE DE ANEXOS

1. ANEXO I: IMÁGENES

INDICE –ANEXO FOTOGRÁFICO DE IMÁGENES

Imagen 1: Logo de la herramienta web “AGUAS 2.0”.....	21
Imagen 2: Localización de las principales surgencias naturales en el T.M. Cambil-Arbuniel.....	22
Imagen 3: Localización de los principales puntos de agua en el T.M. Cambil-Arbuniel.	24
Imagen 4: Localización de otras infraestructuras ligadas al agua en el T.M. Cambil-Arbuniel.	24
Imagen 5 : Localización del área de estudio en el entorno del Parque Natural de Sierra Máginal.	26
Imagen 6 : Localización de las localidades Cambil y Arbuniel.	27
Imagen 7: Localización de las principales masas de agua subterránea que afectan al T.M. Cambil-Arbuniel.	28
Imagen 8: Esquema de los acuíferos de Almadén-La Atalaya-Cerro Cántaro..	29
Imagen 9: Esquema de los acuíferos de Almadén-La Atalaya-Cerro Cántaro..	30
Imagen 10 : Corte Hidrogeológico del acuífero Almadén-Atalaya-Cerro Cántaro.....	31
Imagen 11 : Esquema de los principales puntos de drenaje de la U.H. 05.20..	32
Imagen 12 : Balance Hídrico simplificado de la U.H.. 05.20.....	34
Imagen 13: Esquema de los acuíferos de Sierra Mágina y de Cárceles-Carluco pertenecientes a la U.H.. 05.21.	36
Imagen 14: Esquema de los acuíferos de Sierra Mágina-Cárceles-Carluco....	36
Imagen 15: Corte Hidrogeológico de los acuíferos de Cárceles-Carluco y Sierra Mágina.....	37

Imagen 16: Principales puntos de drenaje U.H.05.21 en T.M. Cambil-Arbuniel.....	39
Imagen 17 : Balance Hídrico simplificado de la U.H.. 05.21.....	41
Imagen 18: Esquema de los acuíferos de Sierra del Trigo-Puerto Arenas y Alta Coloma pertenecientes a la U.H 05.28.....	42
Imagen 19: Esquema de los acuíferos de Alta Coloma y Sierra del Trigo-Puerta de Arenas.....	43
Imagen 20: Corte Hidrogeológico de los acuíferos de Alta Coloma y Sierra del Trigo-Puerta de Arenas.....	44
Imagen 21 : Principales puntos de drenaje U.H.05.28 en T.M. Cambil-Arbuniel.....	45
Imagen 22: Balance Hídrico simplificado de la U.H.. 05.28.....	47
Imagen 23: Ubicación de los puntos de agua naturales y no naturales en el T.M. de Cambil-Arbuniel, en relación con las figuras de protección ambiental presentes en el territorio.....	53
Imagen 24: Pantalla de recibimiento de la app CITUCA.	56
Imagen 25 : Icono de acceso al apartado rutas.....	57
Imagen 26: Icono de acceso al apartado rutas autoguiadas.....	57
Imagen 27: Icono de acceso al apartado herramienta “AGUAS 2.0”.....	58
Imagen 28: Pantalla de recibimiento de “AGUAS 2.0”.....	59
Imagen 28’: Vista del catálogo general de “AGUAS 2.0”.....	59
Imagen 29: Vista del catálogo general con la aplicación de filtros por búsqueda alfabética de “AGUAS 2.0”.....	60
Imagen 30: Vista parcial del catálogo “AGUAS 2.0” tras haber realizado una búsqueda	60
Imagen 31: Vista una vez se ha accedió al geolocalizador “AGUAS 2.0” tras haber realizado una búsqueda.....	61
Imagen 32: Vista una vez se ha accedió al geolocalizador y se añadió la capa satélite “AGUAS 2.0” tras haber realizado una búsqueda.....	61

Imagen 33: Vista del geolocalizador aplicando zoom tras haber realizado una búsqueda	62
Imagen 34: Vista del geolocalizador aplicando retirada de zoom tras haber realizado una búsqueda.....	62
Imagen 35: Vista de la ficha de nuestra búsqueda (Fuente Alta) en el catálogo on-line del Proyecto Conoce Tus Fuentes.....	63
Imagen 36: Vista de la opción de adicciones o correcciones en la ficha web..	64
Imagen 37: Fuente urbana del Visillo antes y después de ser restaurada.....	65
Imagen 38: Fuente urbana del Pilar (1950) y después de ser recuperada (2013) Fuente: CITUCA (Ayuntamiento de Cambil-Arbuniel).....	66
Imagen 39: Fotografía y detalle de la fuente Los Prados en mayo de 2012....	67
Imagen 40: Fotografía y detalle de anfibios en la balsa de cría de anfibios junto a la fuente Los Prados en mayo de 2012.....	68
Imagen 41: Construcción de rampas de acceso y salida para anfibios.....	68

2. ANEXO II: TABLAS

Tabla A: Manantiales y Fuentes del T.M. Cambil-Arbuniel

Tabla B: Tabla de Piezómetros en el T.M. Cambil-Arbuniel

Tabla C: Tabla de Captaciones en el T.M. Cambil-Arbuniel

Tabla D: Tabla de Depósitos Municipales de Abastecimiento en el T.M. Cambil-Arbuniel

Tabla E: Tabla de EDAR en el T.M. Cambil-Arbuniel

Tabla F: Tabla de Estaciones de Aforo en funcionamiento en el T.M. Cambil-Arbuniel

Tabla 1: Población de los municipios afectados por la U.H. 05.20.....29

Tabla 2 : Extracto de la tabla de los principales puntos de drenaje de la U.H. 05.20. en el T.M. Cambil-Arbuniel.....32

Tabla 3: Tabla de características químicas de la U.H.05.20 en mg/l.....33

Tabla 4: Población de las poblaciones afectadas por la U.H. 05.2135

Tabla 5: Principales puntos de drenaje U.H.05.2137

Tabla 6: Tabla de características químicas de la U.H.05.21 en mg/l40

Tabla 7: Principales puntos de drenaje U.H.05.28.....45

Tabla 8: Tabla de características químicas de la U.H.05.21 en mg/l46

Tabla 9: Tipos de surgencias de los puntos de aguas naturales del T.M. Cambil-Arbuniel.....49

Tabla 10: Caudal medio anual de los puntos de aguas naturales del T.M. Cambil-Arbuniel.....50

Tabla 11 : Permanencia del caudal de los puntos de aguas naturales del T.M. Cambil-Arbuniel.....50

Tabla 12 : M.A.S a la que pertenecen los puntos de aguas naturales del T.M. Cambil-Arbuniel.....51

Tabla 13 : Figuras de protección ambiental en las que se ubican los puntos de aguas naturales del T.M. Cambil-Arbuniel.....52

3. ANEXO III: GRÁFICOS

Gráfico 1: Tipos de surgencias de los puntos de aguas naturales del T.M. Cambil-Arbuniel.....	49
Gráfico 2: Caudal medio anual de los puntos de aguas naturales del T.M. Cambil-Arbuniel.....	50
Gráfico 3: Permanencia del caudal de los puntos de aguas naturales del T.M. Cambil-Arbuniel.....	51
Gráfico 4: M.A.S a la que pertenecen los puntos de aguas naturales del T.M. Cambil-Arbuniel.....	52
Gráfico 5: Figuras de protección ambiental en las que se ubican los puntos de aguas naturales del T.M. Cambil-Arbuniel.....	52
Gráfico 6: Relación del número de puntos de aguas naturales del T.M. Cambil-Arbuniel en relación con la cota de surgencias.....	53

4. ANEXO IV: MAPAS

Mapa 0: Manantiales y fuentes del T.M. Cambil-Arbuniel.

Mapa 1: Puntos de agua del T.M. Cambil-Arbuniel

Mapa 2: Otras infraestructuras ligadas al agua en el T.M. Cambil-Arbuniel

Mapa 3: Afección de las Unidades Hidrogeológicas en el T.M. Cambil-Arbuniel

Mapa 4: Puntos de agua naturales y no naturales bajo alguna figura de protección ambiental

Presentación. A propósito de “Aguas 2.0”

Todo empezó en noviembre del 2008, cuando en la bandeja de entrada de mi correo electrónico apareció: “Colabora con el proyecto Conoce Tus Fuentes”.

De manera insospechada, y a través de la Red de Voluntarios del Parque Natural de Sierra Mágina, me llegó este email rebotado. En él, entre otras informaciones, se solicitaban datos acerca de las fuentes y manantiales de Sierra Mágina. Una pregunta me vino a la cabeza, ¿pero fuentes de toda la Sierra? ¡Si sólo en Cambil hay más de cien! Me puse en contacto con el equipo del proyecto y días después comencé a colaborar.

Primero fui inventariando algunos puntos de agua en base a la ficha - encuesta que aparecía en la web www.conocetusfuentes.com. Más tarde, este pasatiempo de catalogar fuentes se lo fui contagiando a mis amigos, familiares más cercanos, e incluso a mi pareja. Auténticas expediciones formábamos con el único objetivo del “descubrimiento” de una fuentecilla, rezume o manantial que poder inventariar. Verano, otoño, invierno y primavera. Pasaban los años, 2009, 2010, 2011, 2012 y 2013. Una exposición fotográfica, dos catas de aguas naturales, varias rutas del agua, así fuimos sumando 1, 2, 3, 4... numerosas fuentes y manantiales, así hasta las actuales 154 puntos de agua que forman el catálogo de Cambil y Arbuñiel. Actualmente somos el quinto municipio andaluz en el catálogo del proyecto Conoce Tus Fuentes, con más puntos de agua inventariados.

Numerosas iniciativas, que de la mano de sus colaboradores y valedores, hicieron que quien escribe estas letras se decidiera por viajar hacia tierras almerienses en el otoño de 2011 con el fin de encontrar en el máster Aquarid, el secreto de las aguas subterráneas.

Es así como a la finalización del máster oficial, se nos pide el Proyecto Fin de Máster (PFM), tras un período en prácticas, en mi caso en el Ayuntamiento de Cambil (Jaén). La estructura del presente trabajo se divide en dos cuerpos bien diferenciados. Una **primera parte**, la más teórica que dirían los entendidos, que trata de recoger una breve y básica **caracterización hidrogeológica del municipio**, en el que podremos observar diversas figuras, mapas e imágenes que nos acercarán a la geología, climatología, acuíferos, puntos de agua, otros recursos geológicos y piezometría. Por otro lado, en la **segunda parte**, la que nos gusta a los que aspiramos a ser técnicos en el día de mañana, pretende explicar la aplicación en educación ambiental del primer punto, a través del sencillo diseño de la herramienta “**Aguas 2.0**”.

Un catálogo on line propio, dinámico, interactivo, con el uso de la información presente en el proyecto de voluntariado ambiental “Conoce Tus Fuentes”, con un geolocalizador de manantiales y fuentes, que da acceso a una ficha caracterizada de cada punto de agua natural, y que han sido utilizados entre otros fines para el diseño de cuatro rutas del agua que recorren el municipio, la caracterización del patrimonio cultural ligado al agua, así como algunas propuestas de gestión y planificación. Todo ello trata de justificar el trabajo realizado durante el período de prácticas.

Existen diferentes anexos en el índice, que de manera ordenada recogen cada una de las imágenes, tablas, gráficos y mapas realizadas por el autor o cedidas o tomadas de otros colaboradores, que pretenden profundizar, matizar e incrementar la información de manera más detallada que aquí se expone.

Para terminar, y con el deber de quien enamorado de su tierra se ve en la obligación de aportar un pequeño granito de arena con el fin de dar a conocer y salvaguardar las aguas subterráneas del macizo carbonatado de Mágina, y en particular de su municipio de Cambil-Arbuniel, espero que este documento cumpla en el futuro con tal fin.

David Oya Muñoz

1- INTRODUCCIÓN

La presente memoria se enmarca dentro de las Prácticas de Empresa en el Itinerario Profesional del Máster Oficial Agua y Medio Ambiente en Áreas Semiáridas (Master Aquarid), impartido durante el curso 2011-2012, y cuyo objetivo no está tanto una “práctica profesional” en sentido estricto sino también una oportunidad de aprendizaje en un contexto natural relacionado con el ejercicio de una profesión.

Teniendo en cuenta lo anterior, estas prácticas buscan aplicar un marco contextual cuyo objetivo prioritario es lograr el aprendizaje profesional del alumno en un ámbito laboral sujeto a cierto control, pudiendo aplicar los conocimientos teóricos, destrezas, habilidades y actitudes con el equipo de campo adquirido durante el curso.

El Área de Medio Ambiente y Desarrollo Rural del Ayuntamiento de Cambil (Jaén), fue el destino del presente alumno en su período práctico, en el que tuvo que demostrar las siguientes competencias generales:

- a. **Poseer y comprender conocimientos:** Se pretende que el alumno sea capaz de demostrar, poseer y comprender los conocimientos adquiridos a través de los contenidos del máster, mejorándolos y ampliándolos, pudiendo aportar una base de originalidad en un contexto de investigación, satisfaciendo así las exigencias profesionales a las que se vea sometido.
- b. **Aplicación de conocimientos:** La capacidad de aplicar los conocimientos adquiridos y de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios o multidisciplinares relacionados con su área de estudio, tanto en investigación como en contextos profesionales (técnicos).
- c. **Capacidad de emitir juicios:** Es la integración de los conocimientos para enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de cierta información, incluyendo reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- d. **Capacidad de comunicar y aptitud social:** Capacita al alumno para comunicar las conclusiones e informaciones que las avalan, a públicos especializados y no especializados de modo claro y sin inducir a error.
- e. **Poseer habilidades y destrezas en la aplicación de competencias comunicativas de tipo lingüística y pragmática,** y de las propiedades básicas de adecuación, coherencia, cohesión que caracterizan un

mensaje, oral o escrito, en los proceso de comunicación. La escritura es consustancial con el pensamiento y, por ende, con la investigación.

- f. **Habilidad para el aprendizaje.** Poseer las habilidades de aprendizaje orientados a ser autodirigido o autónomo.
- g. **Trabajo en equipo.** Capacidad para integrarse y colaborar de forma activa en la consecución de objetivos comunes con otras personas, áreas y organizaciones (equipos pluridisciplinares en empresa, universidad, agencia, administraciones o ministerios), en contextos tanto nacionales como internacionales.
- h. **Habilidad en el uso de las TIC's.** El uso de las Técnicas de Información y Comunicación como una herramienta para la expresión y la comunicación, para el acceso a fuentes de información, como bases de datos y documentos, para tareas de presentación, aprendizaje, investigación y trabajo cooperativo.
- i. **Manejo de Softwares específicos.** Aprendizaje y aplicación de los programas informáticos específicos para la resolución de problemas hidrológicos y ambientales, para la ayuda en la toma de decisiones para problemas espaciales (SIG).
- j. **Sensibilidad y concienciación ambiental.** Comprender los procesos ambientales como algo complejo, interrelacionado y multidisciplinar, que incluye el comportamiento y la actividad humana. Del mismo modo, saber apreciar las consecuencias que las decisiones hidrológicas e hidro-económicas tienen sobre el medio ambiente y su sostenibilidad a distintas escalas espacio temporal.

La actividad fundamental desarrollada en el período de prácticas ha consistido en una breve investigación y diseño de una herramienta sobre Recursos Hídricos [Aguas 2.0] a implantar en la web del Ayuntamiento de Cambil (Jaén).

Con contenidos descargables, esta herramienta pretende dar a conocer, hacer comprender y concienciar a la población local, y visitantes del municipio, acerca de los recursos hidrogeológicos de Cambil y Arbuniel, derivando éstos en la importancia de la acción del hombre en la conservación de las aguas subterráneas.

2- INFORMACIÓN BÁSICA INICIAL

2.1. Datos identificativos

- a. **Estudiante:** David Oya Muñoz. Licenciado en Ciencias Ambientales
- b. **Empresa:** Ayuntamiento de Cambil (Jaén). Área de Medio Ambiente y Desarrollo Rural
- c. **Tutor Empresa:** D. Miguel Ángel García Martos. Alcalde-Presidente y Concejal de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Cambil (Jaén).
- d. **Tutor Colaborador:** D. Antonio Castillo Martín. Doctor en Ciencias Geológicas y Científico Titular del Consejo Superior de Investigaciones Científicas del Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra (CSIC-Universidad de Granada). Actualmente desarrolla su labor como investigador en el Instituto del Agua de la Universidad de Granada.
- e. **Tutor de la Universidad de Almería:** D. Jose María Calaforra Chordi. Doctor en Ciencias Geológicas. Profesor Titular. Departamento de Hidrogeología y Química Analítica. Universidad de Almería.

2.2. Expectativas del estudiante ante la Práctica

Todo proceso de prácticas, es una oportunidad de crecimiento para el estudiante a nivel profesional, como personal. La familiarización propia del actual redactor de la memoria de prácticas, con la teoría hidrogeológica y sus aplicaciones, más allá de la catalogación simple de manantiales y fuentes, era una de los principales objetivos de la misma.

Si bien, el reto estaba marcado desde el principio en conseguir una ligazón de la hidrogeología más estricta con sus aplicaciones en la educación ambiental, con el fin de concienciar al usuario del medio natural del municipio (lugareños, senderistas, montañistas y otros) de la importancia de los recursos hidrológicos presentes en el territorio. ¿Cómo lograrlo? Involucrando desde el inicio del proceso a los grupos diana.

De manera indirecta, el manejo de software que utilizan los Sistemas de Información Geográfica (SIG`s), la utilización de herramientas de medida tipo sonda para la medida de niveles piezométricos, el manejo adecuado de un gps,

así como la utilización de métodos de búsqueda óptimos para el manejo de bibliografía específica, también formaban parte del primer estadio del trabajo.

Por último, el privilegio durante unos meses de contar con el apoyo y ayuda de un equipo multidisciplinar como el que compone el Proyecto Conoce Tus Fuentes del Instituto del Agua de la Universidad de Granada, engalanaba el marco teórico de estas prácticas.

2.3. Descripción previa de la Práctica

El sustantivo Mágina, como es el apellido de nuestra Sierra, según diferentes autores podría sobrevenir de Mágica o Magna (grande). Citan que el rey Fernando III “El Santo” bautizó así a este macizo por su majestuosidad y belleza, mientras se veía obligado a bordearlo con su ejército camino de la reconquista de Granada (Rubio, 2007).

Algo de mágica y enigmática tenía esta serranía que atraía la atención de la gente de más alta alcurnia. De este modo, ya se citaban estos territorios como cazaderos reales de las tierras béticas para la caza del oso y del jabalí en el “Libro de la Montería” de Alfonso XI (López, 1991).

Uno de los rasgos más significativos de este macizo calcáreo es “que conforma algunas de las cumbres más elevadas de toda la cadena subbética [...] con cotas que superan en varios puntos los 2000 m.” (Rubio, 2007).

Con la singularidad de un karst de alta montaña en sus cumbres, este terreno de alta permeabilidad, almacena en sus acuíferos prácticamente la totalidad del agua precipitada. Será más allá de estos picachos, en el área periférica de nuestra Sierra, donde los grandes manantiales como el de Mata-Bejid o Villanueva en Cambil alumbran estas aguas. Si bien en el horizonte hacia el sur del término municipal, podremos hallar el enigmático e histórico Nacimiento de Arbuniel, que también tendrá su capítulo.

Será el agua quién marque este camino en nuestro trabajo, el líquido elemento, siempre entendido “como fuente de vida, de sosiego y, en lo agrícola, de exuberancia y riqueza” (Yanes, 2003). Porque desde los tiempos más antiguos los manantiales fascinaron a los hombres que poblaban la Tierra (Morell, 2008).

Con dos cuerpos bien diferenciados en esta práctica (descripción hidrogeológica del municipio y aplicaciones en educación ambiental), se pretende a través de las nuevas tecnologías dar publicidad al documento que se genere de la misma, así como crear un pequeño lazo de unión entre la

sociedad relacionada de manera continua o esporádica con el municipio de Cambil-Arbuniel y sus recursos hidrogeológicos.

El manejo de diversos visores (tipo IBERPIX) y la utilización de los datos en el formato wms, descarga masiva u otros compatibles para los software que manejan los sistemas de información geográfica (arc gis 10, google earth pro, etc), hizo posible la proyección de los datos de manantiales y fuentes, sondeos, piezómetros, masas de aguas subterráneas, entre otros, en diversos mapas, imágenes o figuras, utilizando el sistema de proyección actual ETRS89.

Ha sido necesaria la colaboración de distintos organismos y empresas, tanto en el acopio de datos y consulta de bibliografía, como en el desarrollo de la programación web. De manera presencial o vía correo electrónico, se viajó de manera personal o virtual al Instituto del Agua de la Universidad de Granada, a la oficina del Instituto Geológico y Minero de Granada, a la Diputación de Jaén, a la Asociación de Desarrollo Rural de Sierra Mágina, y a la oficina de desarrollo de la empresa Innovasur. También se consultaron bases de datos on line tales como el Sistema Multiterritorial de Andalucía (SIMA), la Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM), así como los sistemas SAIH de Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, HISPAGUA del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, y el generalista SIAGUA.

La colaboración de manera directa o indirecta de los organismos y empresas anteriores, ha hecho posible la realidad de esta memoria.

3- DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

3.1. Objetivos

En el marco del módulo de prácticas de empresa, del itinerario profesional, del máster “Agua y Medio Ambiente en Áreas Semiáridas”, desarrolladas en el Ayuntamiento de Cambil (Jaén) y en colaboración con el Proyecto Conoce Tus Fuentes del Instituto del Agua de la Universidad de Granada, se fijó como objetivo único el diseño de una sencilla herramienta sobre los puntos de agua naturales (AGUAS 2.0) en el municipio de Cambil-Arbuniel (Jaén) que sería implantada de una manera u otra en alguna web del Ayuntamiento de Cambil, siendo sus contenidos descargables.

Entre las objetivos específicos que tendría esta herramienta sería la de dar a conocer, hacer comprender y concienciar a la población local y visitantes del municipio, acerca de los recursos hidrogeológicos de Cambil y Arbuniel, derivando éstos en la importancia de la acción del hombre en la conservación de las aguas subterráneas.



Imagen 1: Logo de la herramienta web “AGUAS 2.0”. Fuente: Elaboración propia en colaboración con la hidrogeóloga Virginia Robles Arenas.

Son los manantiales y fuentes del municipio, los que auspician una nueva oportunidad de desarrollo sostenible, la basada en el Hidroturismo de fuentes y manantiales, entendido como “aquella actividad turística realizada en un espacio rural, compuesta por una oferta de actividades asociadas a la Cultura del Agua y dirigida a una demanda cuya motivación principal es el contacto directo con el entorno natural, cultural y etnográfico, que existe alrededor del

agua en todas su formas y manifestaciones, identificándose como un turismo sostenible y conservador del medio ambiente y la cultura local” (Cara, 2011).

Del mismo modo, el desarrollo de esta pequeña herramienta, relacionada con mi naturaleza autónoma como técnico de medio ambiente en el ámbito de las Consulting, podría suponer una oportunidad laboral en el futuro al ser un formato exportable a cualquier municipio de Andalucía.



Imagen 2: Localización de las principales surgencias naturales en el T.M. Cambil-Arbuniel.
 Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Proyecto Conoce Tus Fuentes.

3.2. Metodología de investigación

Para la consecución de los objetivos citados anteriormente, se ha seguido la siguiente metodología de trabajo de manera cronológica:

- a. **Consulta bibliográfica:** Para ellos se consultaron multitud de referencias publicadas y on line, así como diversas bases de datos de los siguientes organismos o administraciones:
 - Proyecto Conoce Tus Fuentes (CTF)
 - Instituto Geológico y Minero de España (IGME)
 - Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM)

- Diputación Provincial de Jaén (DIPUJAEN)
- Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente (CAPMA)
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA)
- Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (CHG)
- Asociación para el Desarrollo de Sierra Mágina (ADR)
- Sistema de Información Multiterritorial de Andalucía (SIMA).

b. Inventarios de puntos de agua:

Se basó en los manantiales y fuentes inventariados y publicados en el catálogo on line del Proyecto Conoce Tus Fuentes (Instituto del Agua de la Universidad de Granada y de la Junta de Andalucía) en el municipio de Cambil-Arbuniel hasta el día 26 de agosto de 2013, realizados principalmente por los siguientes autores:

- David Oya. Técnico de medio ambiente autónomo.
- Francisco Serrano. Coordinador-jefe de los agentes de medio ambiente de Sierra Mágina.

Se añadió a los anteriores, los piezómetros de nivel en puntos de agua representativos de los acuíferos pertenecientes al Instituto Geológico y Minero de España (IGME), así como los sondeos de abastecimiento para emergencias de las localidades de Cambil y Arbuniel (IGME y Diputación de Jaén).

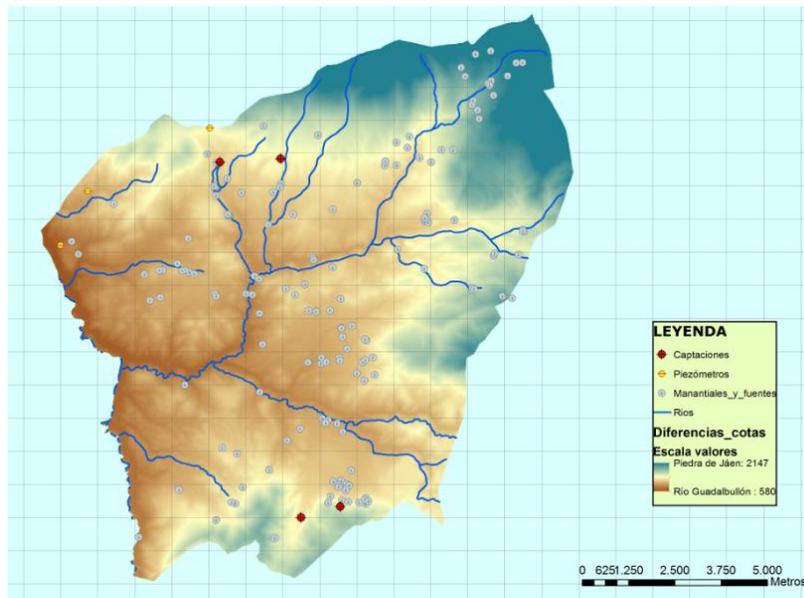


Imagen 3: Localización de los principales puntos de agua en el T.M. Cambil-Arbuniel. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Proyecto Conoce Tus Fuentes, IGME y Diputación de Jaén.

Del mismo modo también se incluyeron en un tercer mapa otras infraestructuras ligadas al agua como los depósitos de abastecimiento del término, la EDAR y la estación de aforo en servicio (Diputación e IGME)



Imagen 4: Localización de otras infraestructuras ligadas al agua en el T.M. Cambil-Arbuniel. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Ayuntamiento de Cambil, IGME y Diputación de Jaén.

C. Análisis de datos.

Los datos obtenidos en el inventario de aguas se recopilaron en las **tablas A, B, C, D, E y F**. A través de los mismos se realizaron representaciones gráficas en porcentajes, puesto que no importa tanto el dato cuantitativo de fuentes y manantiales a la hora de realizar este estudio como el cualitativo, considerándose este último más representativo.

Por otro lado se han elaborado tablas filtradas, atendiendo únicamente a su ubicación en el T.M. de Cambil-Arbuniel, con el fin de facilitar el manejo de la información que aparece en el *Atlas Hidrogeológico de la Provincia de Jaén* y en las *Normas de Explotación de las Unidades Hidrogeológicas*.

D. Desarrollo de la herramienta web “AGUAS 2.0”

Elaborados los datos del inventario de agua y tratados (ver tabla A), junto con el apoyo del grupo del Proyecto Conoce Tus Fuentes, de los servicios técnicos del servicio IDE JÁEN de Diputación de Jaén, junto con la empresa colaboradora Innovasur, se desarrolló el visor de geolocalización de los manantiales y fuentes de Cambil-Arbuniel.

3.3. Ámbito de estudio

El municipio de Cambil-Arbuniel se encuentra hacia el sureste de la provincia de Jaén, y en las postrimerías del límite administrativo con la provincia de Granada.

Las hojas del Mapa Topográfico Nacional (escala 1:50.000) que lo albergan son nº 947 Jaén, nº 948 Torres, nº 969 Valdepeñas de Jaén y nº 970 Huelma.

La primera localidad del municipio, **Cambil**, se localiza entre el centro y noroeste del municipio, en la solana del Monte Almadén y apiñándose en el fondo de un valle en el que los ríos Villanueva y Oviedo, se abren paso entre los cerros Ingenio y Achuelo. Antiguo campo de batalla donde se construyeron los castillos de Cambil y Alhabar, baluartes defensivos del reino nazarí de Granada durante tres siglos de frontera y lugar de continuos enfrentamientos bélicos (Bosque de Palabras S.L, 2009).

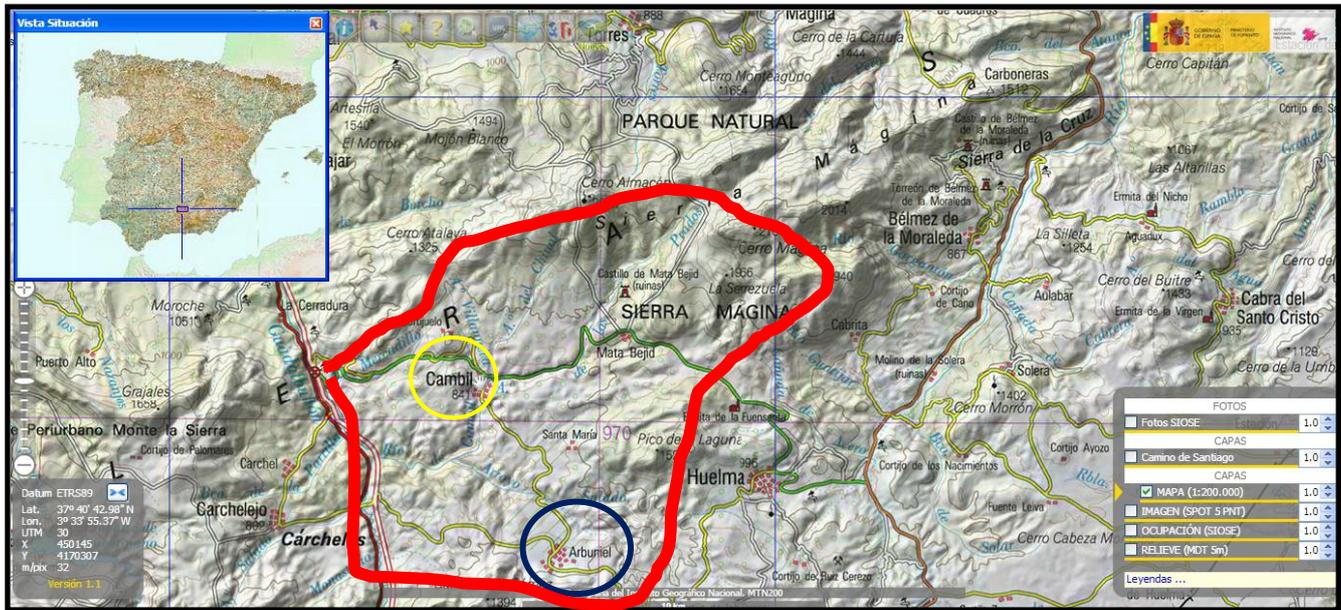


Imagen 5 : Localización del área de estudio en el entorno del Parque Natural de Sierra Mágina.
 Fuente: Elaboración propia a partir del Visor cartográfico "IBERPIX" del Ministerio de Fomento.

La segunda localidad, Arbuniel, se localiza hacia el sur del municipio, a los pies del manantial llamado Nacimiento de Arbuniel. En sus inmediaciones podemos encontrar vestigios de civilizaciones pasadas datadas desde el Neolítico en adelante. Este manantial con una media de 600 L/s y picos superiores a 1000 L/s, es el principal motor de la economía (olivar de regadío, huertas, fábricas de luz, molinos harineros, etc.) en esta pedanía.

El municipio de Cambil-Arbuniel tiene un 25 % (35 Km²) de su territorio bajo la figura de protección ambiental del Parque Natural de Sierra Mágina (19.957 Ha).

Desde el punto de vista geológico, el municipio se sitúa jalonado al norte, por las Unidades Intermedias, que de suroeste a noreste conforma los relieves serranos de Almadén y Cárcelos. Son relieves esencialmente carbonáticos, calizas, dolomías, calizas tableadas y calizas brechoides del Jurásico inferior, dispuestas sobre arcillas, areniscas y yesos del Trías, sobre las que reposan materiales arcillosos del Mioceno inferior y medio.

Al sureste de las anteriores Unidades Intermedias aparece la alineación de Sierra Mágina, el techo de la provincia de Jaén, constituida en su mayor parte por las calizas y dolomías del Jurásico inferior y medio del Subbético más externo, que se apoyan sobre las arcillas, areniscas y yesos de las unidades triásicas basales (Rubio, 2007)

Al sur pone el límite la subunidad de Alta Coloma formada por las sierras de Alta Coloma, Alto de Lanchares, Cuerda de la Gitana y Sierra del Tesoro, que verosímilmente, están interconectados de Sur a Norte (Peinado, 1995).

Hidrologicamente está ubicada en la cuenca del Río Guadalquivir, subcuenca del Río Guadalbullón hallándose dentro del sistema de explotación “JAÉN” (CHG, 2013).

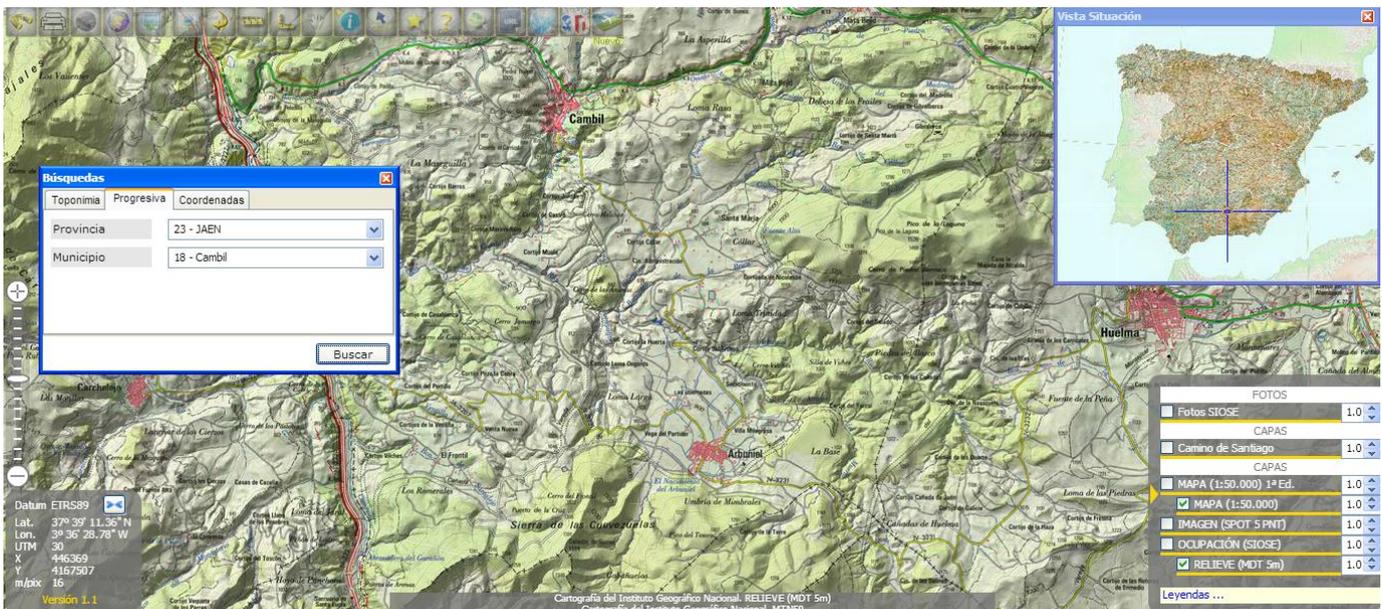


Imagen 6 : Localización de las localidades Cambil y Arbuniel. Fuente: Elaboración propia a partir del visor cartográfico “IBERPIX” del Ministerio de Fomento.

Cabe destacar que la escala de estudio elegida, el municipio de Cambil-Arbuniel, es justificable puesto que desde el punto de vista aplicado, el objetivo que este trabajo busca en su segunda mitad es:

- Concienciar al usuario del medio natural del municipio (lugareños, senderistas, montañistas y otros) de la importancia de los recursos hidrológicos presentes en el territorio.

Por lo tanto, esta escala dista mucho de la que se utilizaría a la hora de considerar el funcionamiento hidrogeológico de cada una de sus masas de agua subterránea u otros estudios más científicos-técnicos.



Imagen 7: Localización de las principales masas de agua subterránea que afectan al T.M. Cambil-Arbuniel. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Ayuntamiento de Cambil, HISPAGUA e SIAGUA.

3.4. CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLÓGICA Y CLIMATOLÓGICA

Procederemos de manera detallada y por compartimentos estancos (unidades hidrogeológicas), a la caracterización hidrogeológica y climatológica del municipio a través de una descripción breve de sus masas de aguas subterráneas (acuíferos), dividiéndolos en dos zonas:

- Zona 1: Cambil (Zona centro-norte del municipio)
- Zona 2: Arbuniel (Zona sur del municipio)
-

Zona 1: Cambil

- Unidad Hidrogeológica 05.20 Almadén:

Incluida dentro de la Cuenca del Guadalquivir. La población de los municipios que afectan a la unidad es (SIMA, 2012):

Municipio	Número de habitantes
Pegalajar	3.093
Torres	1.619
Cambil-Arbuniel	2.912

Tabla 1: Población de los municipios afectados por la U.H. 05.20. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Sistema de Información Multiterritorial de Andalucía (SIMA).

Compuesta por los acuíferos Almadén, La Atalaya y Cerro Cántaro, presentando una superficie conjunta de 64 Km², siendo la superficie total de afloramientos permeables de 31, 3 Km². Tiene una precipitación y temperatura media anual de 800 mm y 16-17 ° C, respectivamente. La evapotranspiración potencial está comprendida entre 900 y 950 mm y la lluvia útil media anual entre 360 y 400 mm (período de estudio 1955-1985) (Rubio, 2012).

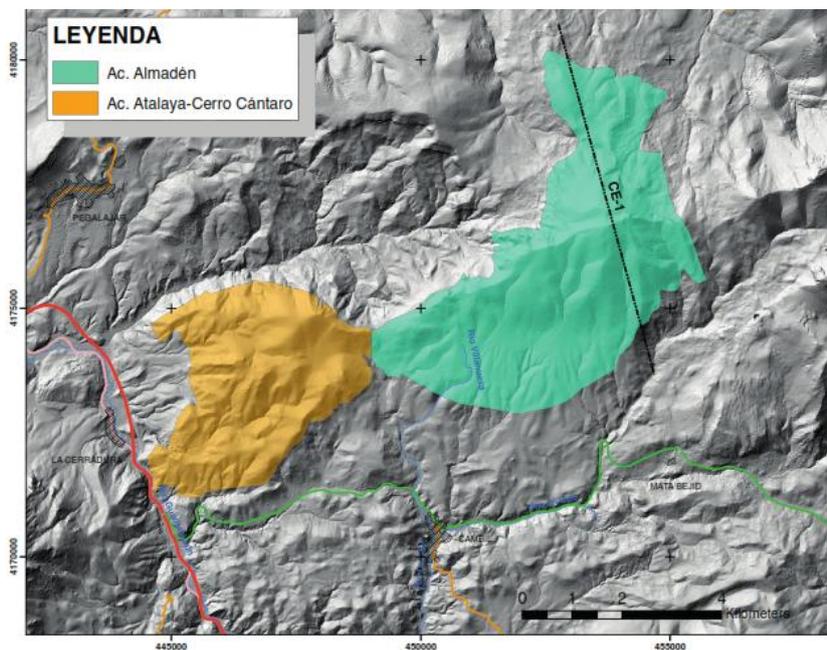


Imagen 8: Esquema de los acuíferos de Almadén-La Atalaya-Cerro Cántaro. Fuente: Atlas Hidrogeológico de la provincia de Jaén.

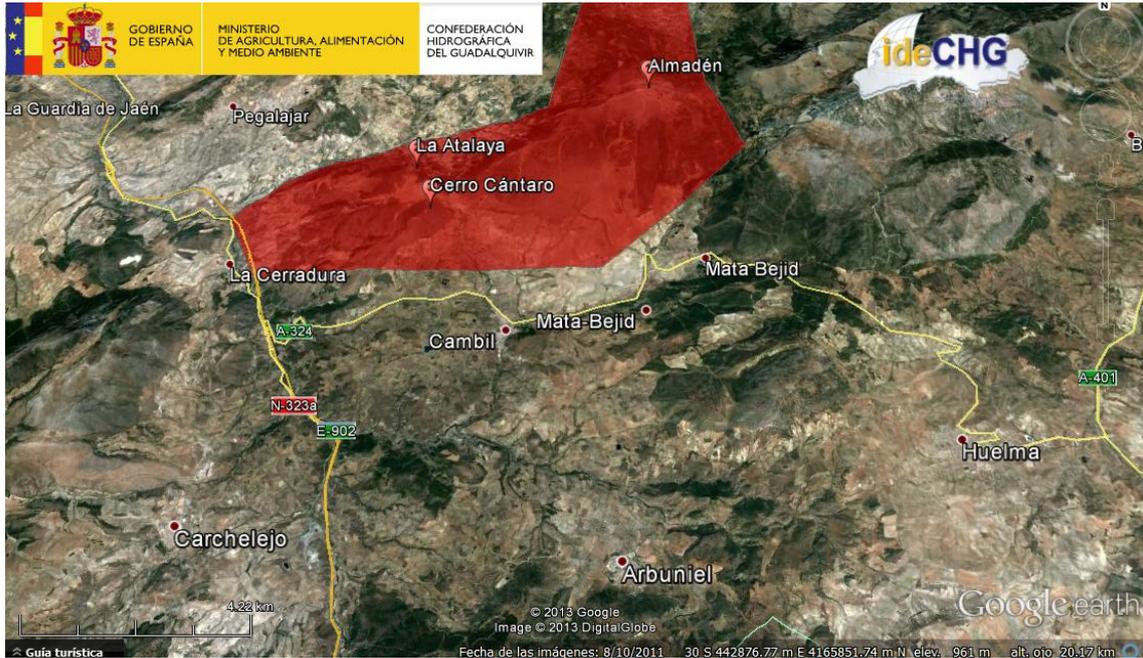


Imagen 9: Esquema de los acuíferos de Almadén-La Atalaya-Cerro Cántaro. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del IdeCHG.

Los acuíferos presentan todos sus límites impermeables, que corresponden a materiales margosos miocenos y a margoareniscas cretácicas en mayor medida. Tan sólo aparece un límite abierto, situado en el contacto con los depósitos aluviales del río Guadalbullón. (Rubio, 2012).

Es posible diferenciar dos subunidades con funcionamiento hidrogeológico independiente:

- **Subunidad Acuífero Almadén (Este):** Con dos comportamientos diferenciados, norte drenando hacia los manantiales de Fuenmayor y Fuente del Zar a una cota de 1200 m.; y el sur, de mayor importancia, que drena hacia el manantial del Cortijo de Villanueva, a una cota de 950 m..

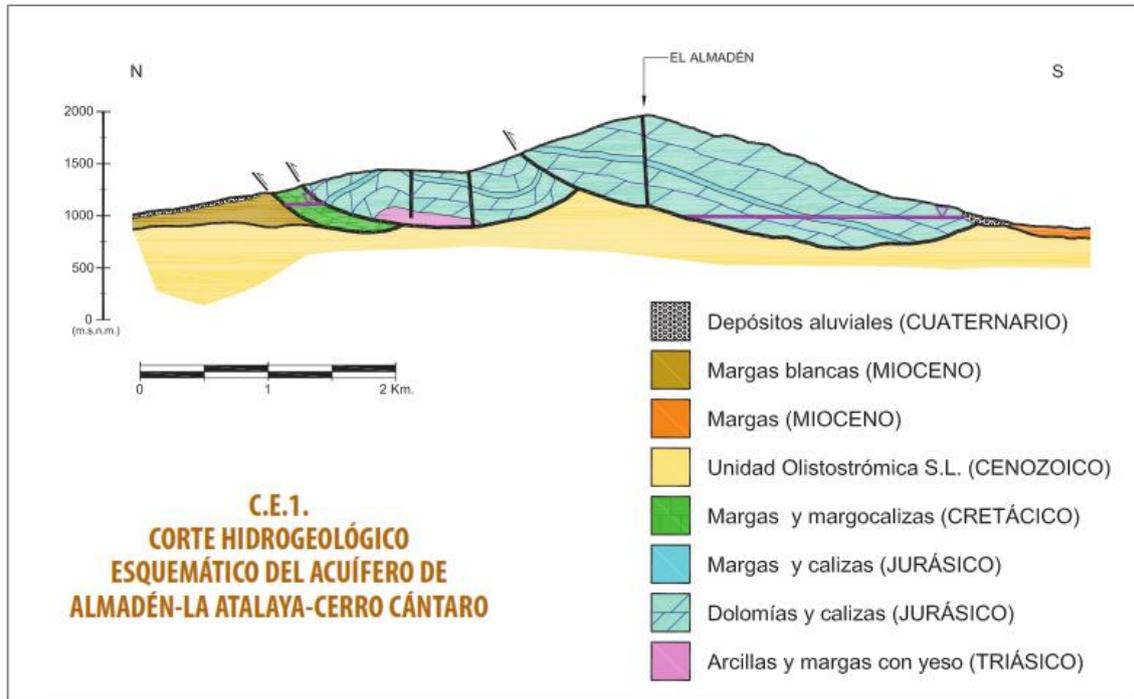


Imagen 10 : Corte Hidrogeológico del acuífero Almadén-Atalaya-Cerro Cántaro. Fuente: Atlas Hidrogeológico de la provincia de Jaén.

- **Subunidad Acuífero Atalaya-Cerro Cántaro (Oeste):** Superficialmente ambos afloramientos están aislados por materiales arcillosos miocenos. En La Atalaya no existe surgencia alguna, por lo que debe estar conectado hidráulicamente con el Cerro Cántaro, cuyo único drenaje evidenciado, se produce de forma difusa hacia el cauce del río Guadalbullón (aumento de caudal del río), situado a una cota de 560 m. a su paso por las calcarenitas (Rubio, 2012).

En la **piezometría**, al no existir un número mínimo de piezómetros o sondeos en la zona, no se ha podido extraer información suficiente para establecer un flujo subterráneo a partir de las isopiezas. La transmisividad es 250 m²/día, es el único **parámetro hidráulico** conocido.

Por tanto los **principales puntos de drenaje** son:

Nº Plano	Nº IGME	Naturaleza	Toponimia
1	19380003	Manantial	Cortijo de Villanueva
4	19388012	Sondeo	Las Rosas-Abast. A Cambil

Tabla 2 : Extracto de la tabla de los principales puntos de drenaje de la U.H. 05.20. en el T.M. Cambil-Arbuniel. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Atlas Hidrogeológico de la provincia de Jaén.

Cabe destacar que el 75 % del drenaje de la Unidad se produce hacia el río Guadalbullón a través de los afluentes arroyo de Los Prados, río Villanueva y arroyo de Bercho. El 25 % restante drena por el río Torres y el arroyo Frío (IGME, 2001).

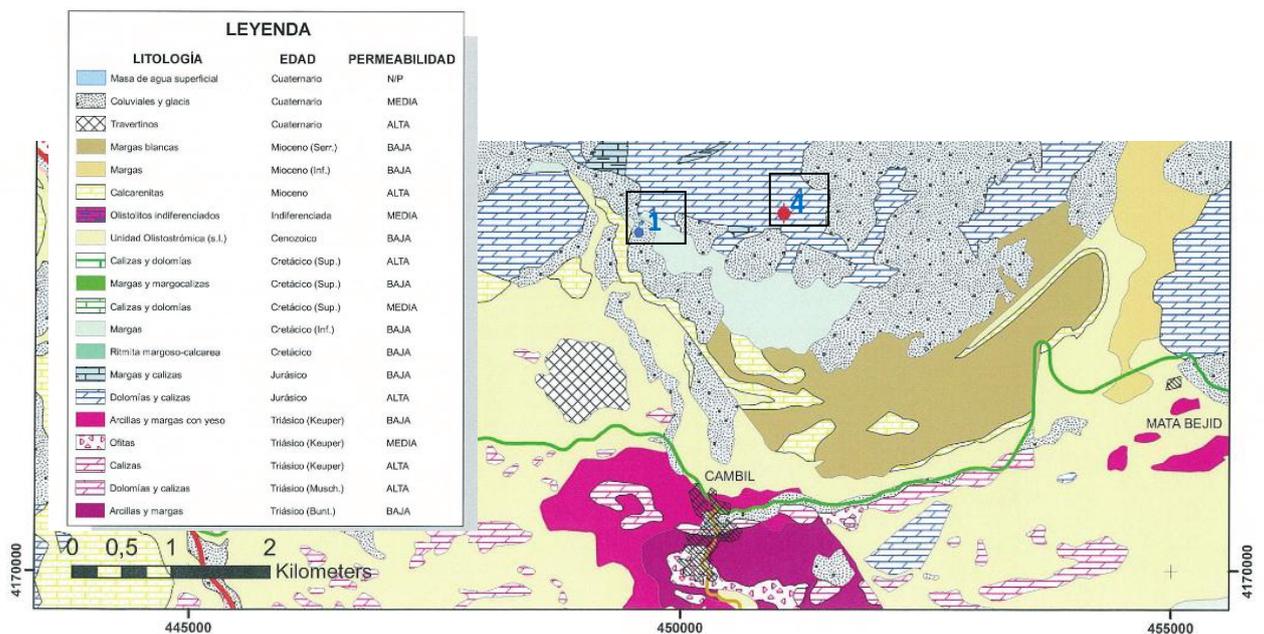


Imagen 11 : Esquema de los principales puntos de drenaje de la U.H. 05.20. Fuente: Atlas Hidrogeológico de la provincia de Jaén.

En cuanto a **la calidad de las aguas**:

- Facies hidroquímicas: bicarbonatadas cálcicas o cálcico magnésicas
- Salinidad: 350-400 mg/l (salinidad media, apta para mayoría de los cultivos)
- Conductividad: 250-400 $\mu\text{mhos/cm}$

En general **buena calidad química** para el consumo humano (IGME, 2001).

	Medio	Máximo	Mínimo
Cond. ($\mu\text{mhos/cm}$)	395	600	252
pH	8,0	9,0	7,0
CO₂H	537	1350	120
SO₄	23	100	7
NO₃	11	37	1
Ca	62	100	36
Mg	10	22	4
Cl	10	21	4
Na	8	30	2

Tabla 3: Tabla de características químicas de la U.H.05.20 en mg/l . Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la Norma de Explotación de la U.H. 05.20.

En cuanto al **balance hídrico** (IGME, 2012) de la U.H. 05.20, podemos desglosar a continuación:

- Recursos conjuntos: 5,3- 6,2 $\text{hm}^3/\text{año}$
- Salidas por manantiales: 4,7-5,1 $\text{hm}^3/\text{año}$
- Salidas por bombeo: 0,6-1,1 $\text{hm}^3/\text{año}$ (según CHG 0,45 $\text{hm}^3/\text{año}$)

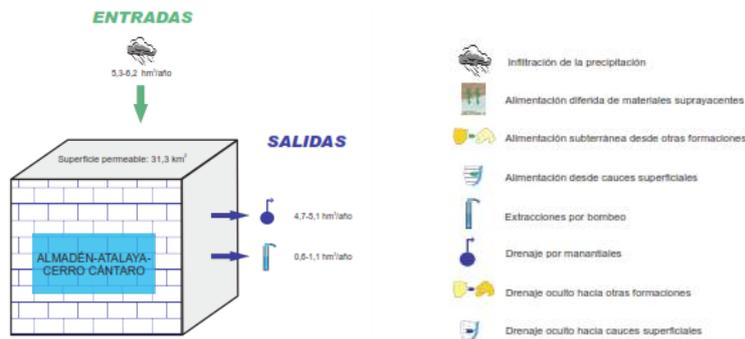


Imagen 12 : Balance Hídrico simplificado de la U.H.. 05.20. Fuente: Atlas Hidrogeológico de la provincia de Jaén.

Considerando un espesor saturado medio de 500 m, una superficie de 31,3 Km² y una porosidad del 2 al 5 % se podrían acotar las reservas mínimas, que estarían comprendidas entre unos 310 y 785 hm³ (IGME, 2001)

Los principales **usos del agua**, son el regadío, a excepción unos 0,07 hm³ / año en el manantial del Cortijo de Villanueva para el abastecimiento a Cambil junto al sondeo de emergencia del paraje de Las Rosas con 7-8 l/s (Peinado, 1995).

- Unidad Hidrogeológica 05.21. Sierra Mágina:

También se encuentra incluida dentro de la Cuenca del Guadalquivir. La población de los municipios que afectan a la unidad es (SIMA, 2012):

Municipio	Número de habitantes
Albanchez de Mágina	1.233
Bedmar y Garcéz	3.051
Bélmez de la Moraleda	1.752
Cambil	2.912
Huelma	6.162
Jódar	12.117
Torres	1.619

Tabla 4: Población de las poblaciones afectadas por la U.H. 05.21. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Sistema de Información Multiterritorial de Andalucía (SIMA).

Esta Unidad afecta a los términos municipales de Bédmar-Garcéz, Jódar, Huelma, Cambil-Arbuniel, Albanchez de Mágina, Bélmez de la Moraleda y Torres. Formado por dos acuíferos (Cárceles-Carluco y Sierra Mágina), coincide con las cotas más elevadas del macizo calcáreo de Sierra Mágina.

Se considera para la unidad una precipitación y temperatura media anual de 700-800 mm y 15-17 ° C. La evapotranspiración potencial está comprendida entre 770 y 950 mm y la lluvia útil media anual entre 355 y 400 mm (período de estudio 1944-97 para Cárceles-Carluco y 1960-95 para Sierra Mágina) (Rubio, 2012).

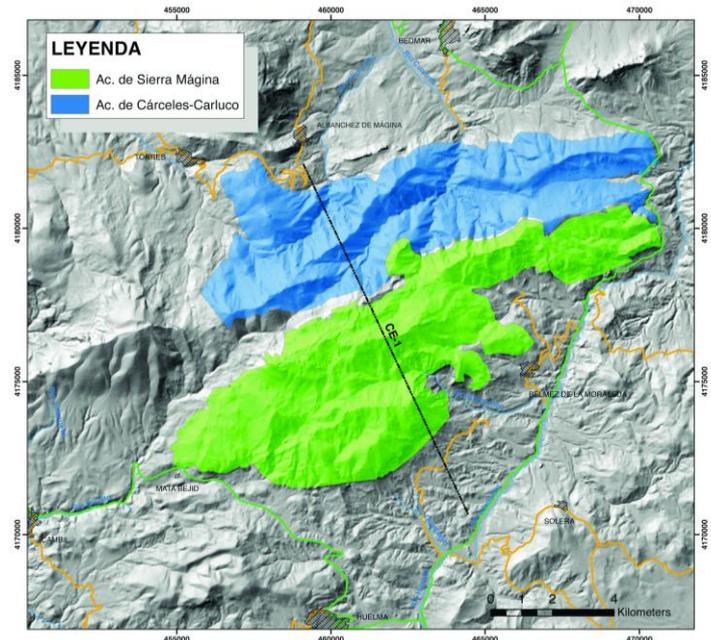


Imagen 13: Esquema de los acuíferos de Sierra Mágina y de Cárceles-Carluco pertenecientes a la U.H.. 05.21. Fuente: Atlas Hidrogeológico de la provincia de Jaén.



Imagen 14: Esquema de los acuíferos de Sierra Mágina-Cárceles-Carluco. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del IdeCHG.

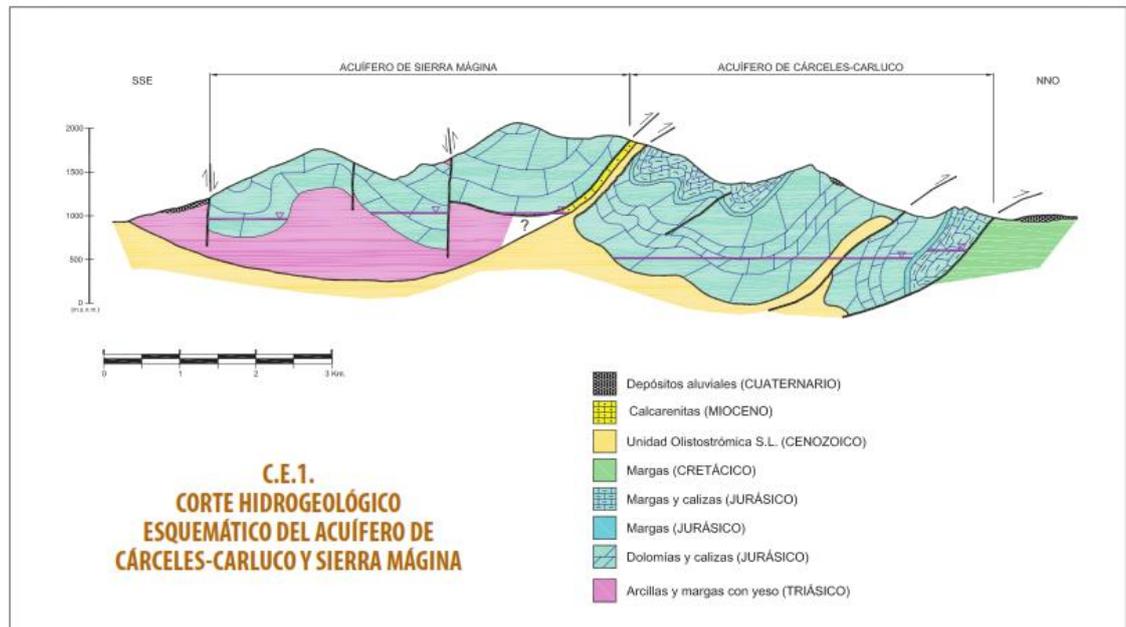


Imagen 15: Corte Hidrogeológico de los acuíferos de Cárceles-Carlucó y Sierra Mágina.
 Fuente: Atlas Hidrogeológico de la provincia de Jaén.

En esta Unidad podemos diferenciar dos subunidades con funcionamiento hidrogeológico independiente (Rubio, 2012):

- **Subunidad Acuífero Cárceles Carlucó (Norte):** Sus principales drenajes acaecen en los manantiales del río Cuadros (Sistillo I y II), en el nacimiento del río Albánchez y las fuentes de la Sierra de la Cruz (Bédmar-Garcíez, Albánchez de Mágina y Huelma, respectivamente). Su superficie permeable ocupa sobre 52 Km² y un espesor de 650 m.
- **Subunidad Acuífero Sierra Mágina (Sur):** Corresponde con la zona montañosa de Sierra Mágina (pico Mágina 2167 m.). Los afloramientos permeables que la forman tienen una superficie de 45 Km².

Los límites están formados por materiales impermeables del Terciario, Cretácico inferior y del Trías. Aunque en la parte norte está en contacto con la subunidad anterior, Cárceles-Carlucó, la comunicación hidráulica no debe ser de entidad.

Tienen diversos **puntos de drenaje** pero destacan principalmente, de oeste a este, manantial de Mata-Bejid, Gualijar, Gargantón y fuente del Parque.

Nº Plano	Nº IGME	NATURALEZA	TOPONIMIA
17	203850007	Manantial	Mata - Bejid

Tabla 5: Principales puntos de drenaje U.H.05.21. en el T.M. Cambil-Arbuniel. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Atlas Hidrogeológico de la provincia de Jaén.

Aunque el manantial de El Gargantón es el más importante, con caudales medios cercanos a los 300 l/s, picos de más de 1000 l/s y mínimos de unos 40 l/s.; cabe destacar el manantial de Mata-Bejid situado en el extremo suroccidental del acuífero y en el T.M. de Cambil-Arbuniel, contando con las siguientes características:

- Caudal medio: 100 l/s
- Caudal máximo: 300 l/s
- Caudal mínimo: 10 l/s

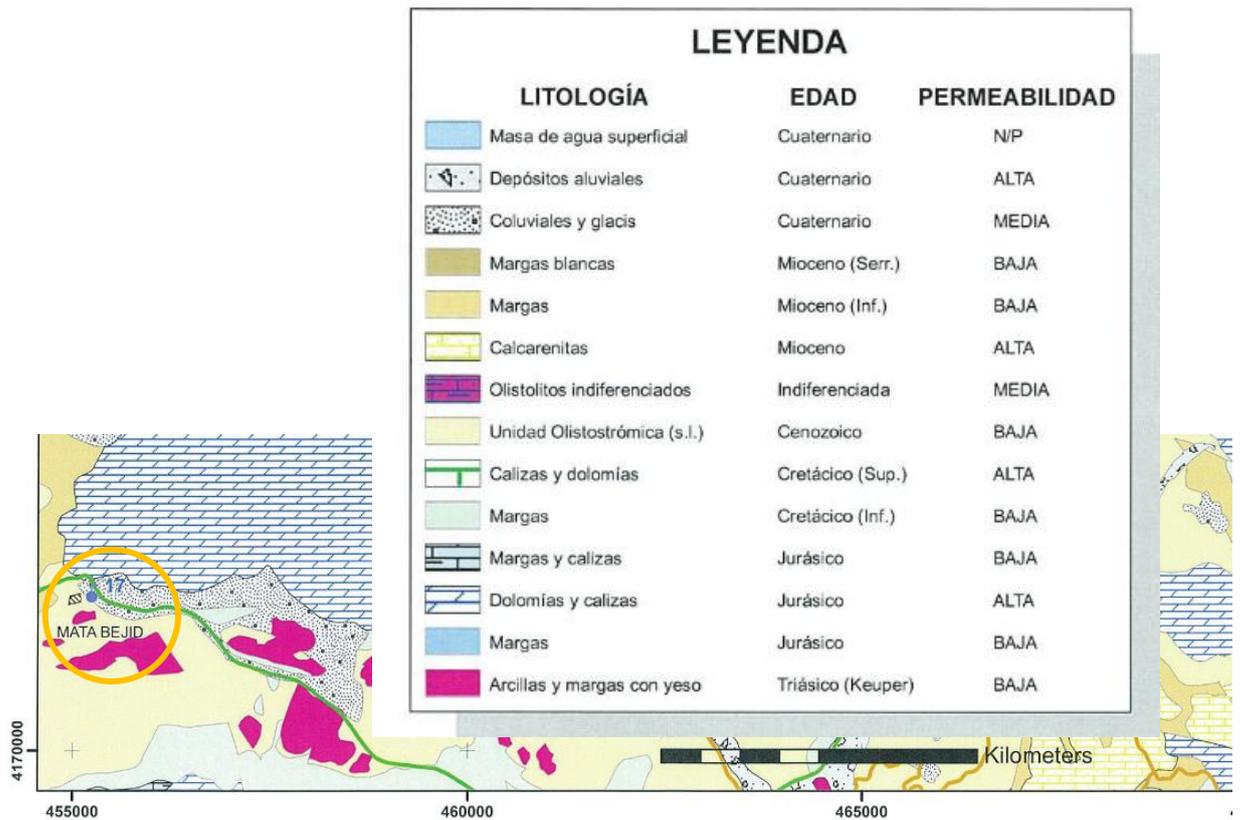


Imagen 16: Principales puntos de drenaje U.H.05.21 en T.M. Cambil-Arbuniel. Fuente: Modificado del Atlas Hidrogeológico de la provincia de Jaén.

La **piezometría** queda comprendida para el área de Mata-Bejid entre los 1020 y 1060 m.s.n.m. Respecto a los **parámetros hidráulicos**, la transmisividad oscila entre los 11m²/día y 165 m²/día.

La **calidad de las aguas** de este acuífero queda caracterizada de la siguiente manera:

- Facies hidroquímica: bicarbonatada cálcica e incluso cálcico magnésica. Se observa una gradación en el contenido en estos cationes en el sentido E-O, presentando el manantial de Mata-Bejid aguas bicarbonatadas magnésico-cálcicas.
- Salinidad: Salinidad baja (no hay dato numérico)
- Conductividad: 220-400 μmhos/cm

- En general **buena calidad química** para el consumo humano (IGME, 2001).

	Medio	Máximo	Mínimo
Cond. (µmhos/cm)	471	1480	220
pH	8,0	8,4	7,6
CO₂H	462	1530	114
SO₄	55	530	4
NO₃	15	128	20
Ca	64	180	20
Mg	16	64	3
Cl	24	241	1
Na	13	122	1

Tabla 6: Tabla de características químicas de la U.H.05.21 en mg/l . Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la Norma de Explotación de la U.H. 05.21.

En cuanto al **balance hídrico** (IGME, 2012) de la U.H. 05.21, podemos desglosar a continuación:

- Recursos conjuntos (infiltración por lluvia): 8,7- 15,2 hm³/año
- Salidas por manantiales: 8,1-14,6 hm³/año
- Salidas por bombeo: 0,6 hm³ /año (sondeos para abastecimiento a Huelma en el borde suroccidental)



Imagen 17 : Balance Hídrico simplificado de la U.H.. 05.21.. Fuente: Atlas Hidrogeológico de la provincia de Jaén.

Los principales **usos del agua**, son el regadío. Aunque también se dedican unos 0,7 hm³ para abastecimientos, de los cuales 0,02 hm³ son para el núcleo de viviendas de Mata-Bejid.

Zona 2: Arbuniel

Pertenece a la Cuenca del Guadalquivir. Afecta a nueve municipios del sur de la provincia de Jaén y noroeste de la provincia de Granada con multitud de pedanías.

- Unidad Hidrogeológica 05.28 Montes Orientales. Sector Norte:

Conjunto de acuíferos carbonatados que geográficamente se extienden del suroeste al sureste en la provincia de Jaén, entrando en la limítrofe provincia de Granada. En la Unidad podemos encontrar dos acuíferos, Sierra del Trigo-Puerta Arenas y Alta Coloma.

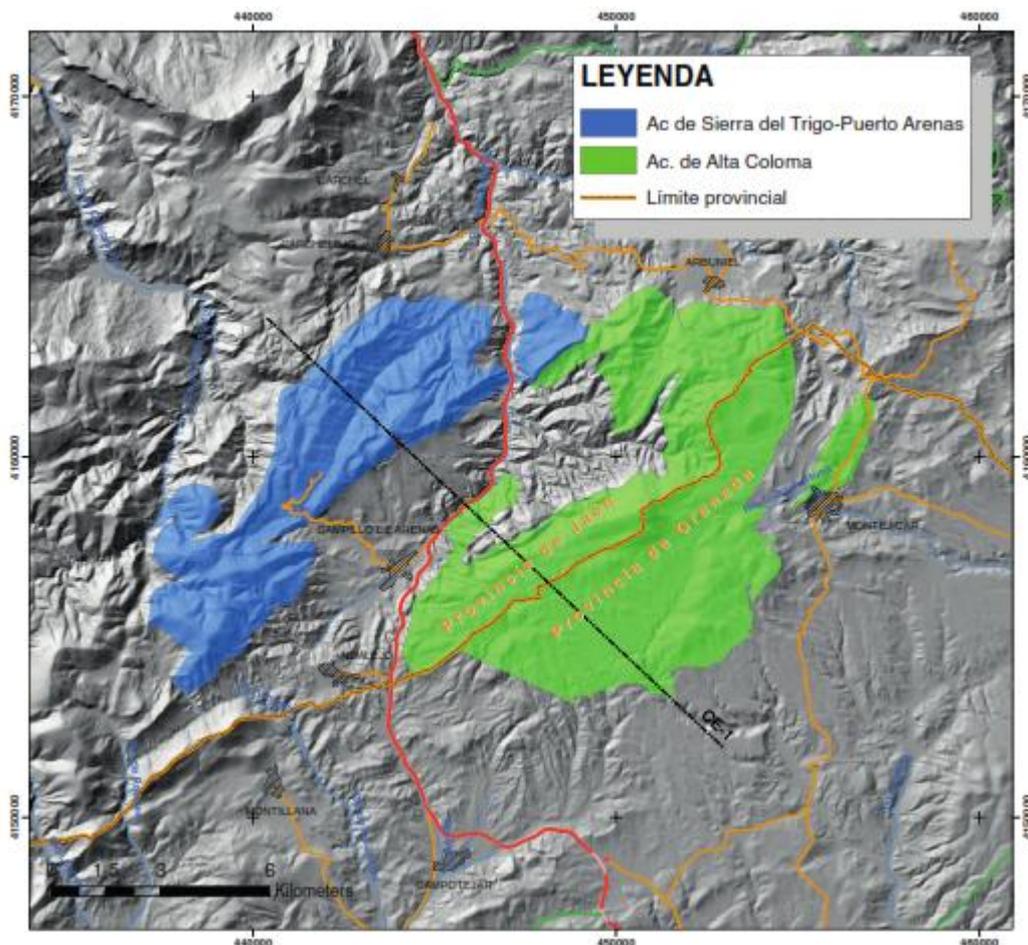


Imagen 18: Esquema de los acuíferos de Sierra del Trigo-Puerto Arenas y Alta Coloma pertenecientes a la U.H 05.28. Fuente: Atlas Hidrogeológico de la provincia de Jaén.

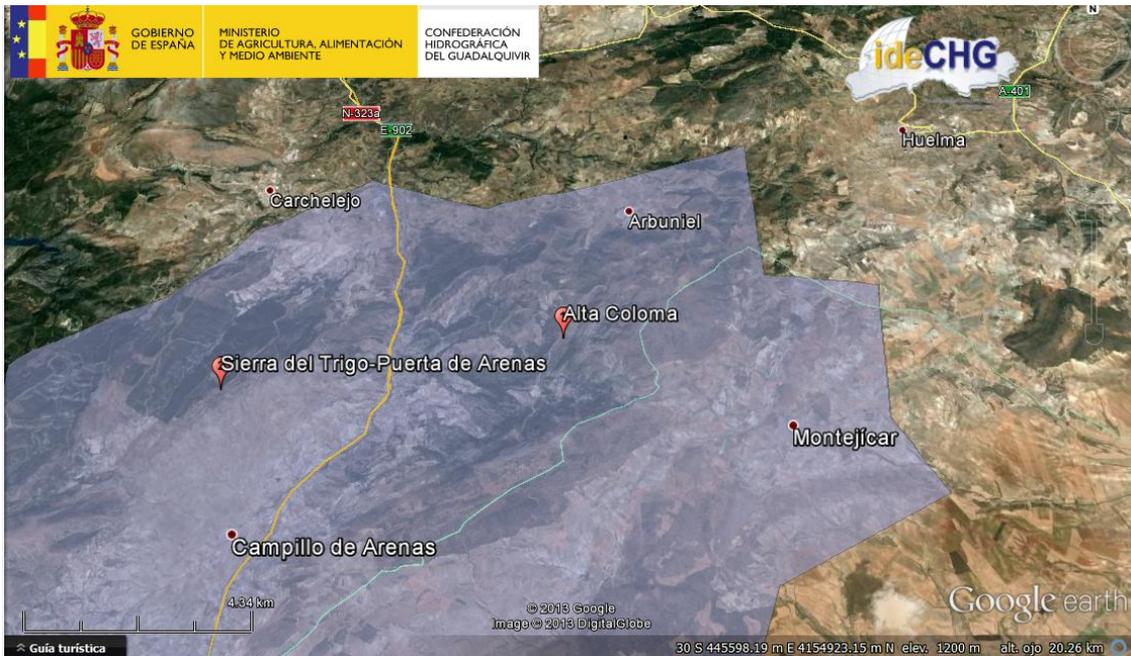


Imagen 19 : Esquema de los acuíferos de Alta Coloma y Sierra del Trigo-Puerta de Arenas.
 Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del IdeCHG.

Es posible diferenciar dos subunidades con funcionamiento hidrogeológico independiente (Rubio, 2012):

- **Subunidad Acuífero Sierra del Trigo-Puerta de Arenas (Oeste):** Localizado en la margen izquierda del río Guadalbullón, se extiende desde al noroeste y este de Campillo de Arenas al Oeste del Noalejo, hasta el entorno de Puerto Arenas. Ocupa una superficie de unos 40 Km², de los cuales alrededor de 18 Km² son permeables.

Debido a que su localización no afecta directamente al T.M. Cambil-Arbuniel, no procederemos a su estudio.

- **Subunidad Acuífero Alta Coloma (Este):** Se extiende al este de la alineación Arbuniel-Noalejo, llegando hasta el T.M. Montejícar (Granada). Estas estructuras formadas por varios anticlinales y sinclinales en dirección NE-SO, que afectan a materiales mesozoicos del Subbético externo.

El acuífero está conformado por calizas y dolomías del Lías inferior, con potencias superiores a 300 m. Estos materiales sólo afloran en los núcleos de los anticlinales, por lo que podemos observar diversos afloramientos discontinuos en superficie, con conexión en profundidad. El substrato impermeable corresponde a materiales arcillosos del Trías en facies Keuper, que constituyen además sus límites septentrionales.

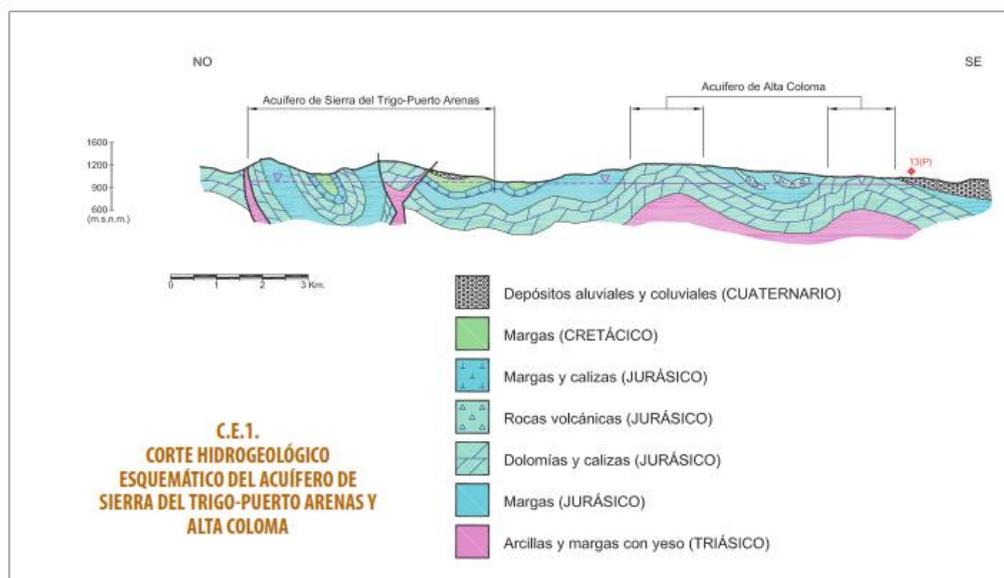


Imagen 20: Corte Hidrogeológico de los acuíferos de Alta Coloma y Sierra del Trigo-Puerta de Arenas. Fuente: Atlas Hidrogeológico de la provincia de Jaén

La superficie ocupada por materiales permeables es de 35 Km², aunque existen amplias zonas en las que el acuífero se encuentra cubierto por un débil espesor de materiales impermeables, de tal forma que la superficie efectiva podría ser mayor.

Los flujos principales se dirigen hacia el NE (IGME, 2001) , donde se sitúa el manantial del Nacimiento de Arbuniel que constituye la principal descarga, con caudales medios a 600 L/s y picos superiores a 1000 L/s.

El nivel piezométrico, viene impuesto por la cota de surgencia del manantial de Arbuniel, situado a 940 m.s.n.m. Respecto a los **parámetros hidráulicos**, la transmisividad oscila entre los 1100 m²/día y 3000 m²/día, siendo en el sondeo de abastecimiento de Arbuniel de 1-2 m²/día (IGME, 2001).

Los siguientes puntos pueden ser considerados como **principales puntos de drenaje** en el ámbito que ocupa al T.M. Cambil-Arbuniel:

Nº Plano	Nº IGME	NATURALEZA	TOPONIMIA
2	193940002	Manantial	Nto. Del río de Arbuniel
15	193940011	Manantial	Las Mimbres
16	193940008	Sondeo	Los Mimbrales

Tabla 7: Principales puntos de drenaje U.H.05.28.en el T.M. Cambil-Arbuniel. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Atlas Hidrogeológico de la provincia de Jaén.

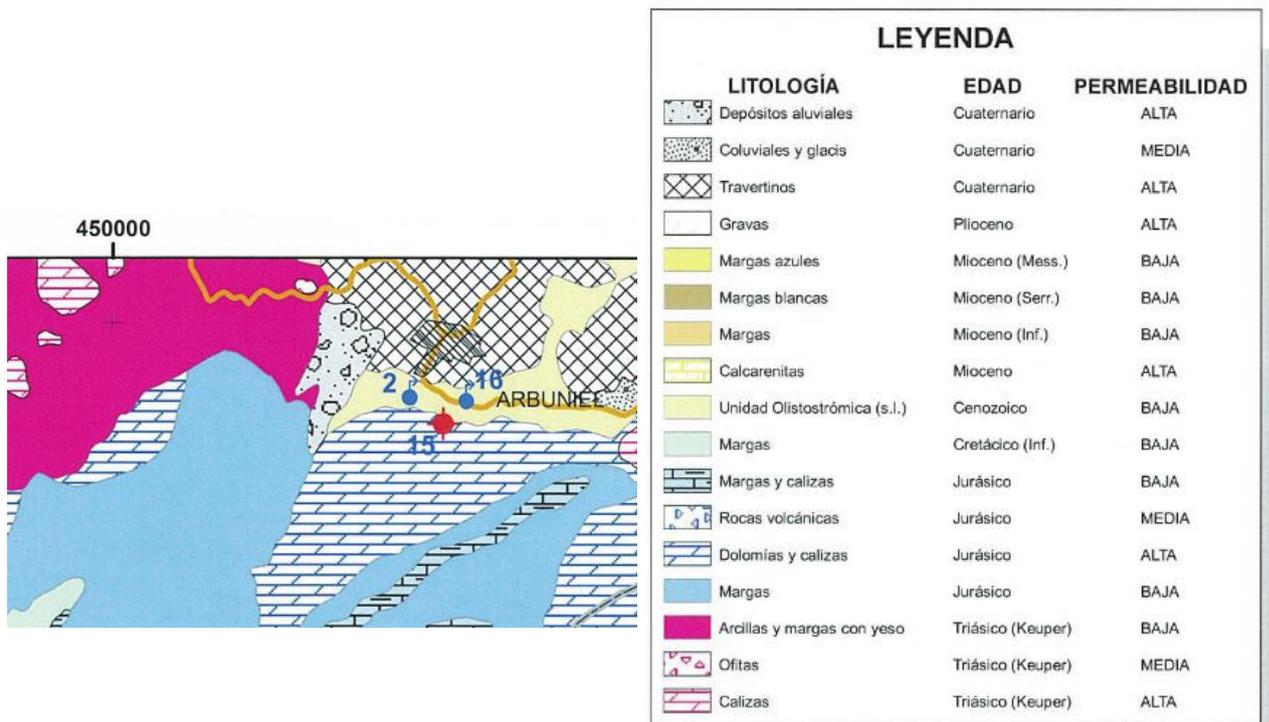


Imagen 21 : Principales puntos de drenaje U.H.05.28 en el T.M. Cambil-Arbuniel. Fuente: Modificado del Atlas Hidrogeológico de la provincia de Jaén.

En cuanto a **la calidad de las aguas** (IGME, 2001):

- Facies hidroquímicas: Bicarbonatada cálcica y cálcico-magnésica
- Salinidad: 350-400 mg/l (salinidad media, apta para mayoría de los cultivos)
- Conductividad: 250-400 μ mhos/cm

En general en la subunidad del acuífero de Alta Coloma, las aguas presentan **buena calidad química** para el consumo humano,

Pero el caso puntual de las aguas con un contenido elevado en sulfatos del Nacimiento de Arbuniel, tiene que ver con que la zona de descarga está relacionada con materiales salinos del Trías, que impide su utilización directa para abastecimiento urbano al superarse los límites marcados por la reglamentación vigente. Actualmente se trabaja en un nuevo abastecimiento urbano, que captaría el agua en el Manantial de Mata-Bejid para hacerlo llegar hasta la pedanía de Arbuniel.

	Medio	Máximo	Mínimo
Cond. (μmhos/cm)	775	2860	200
pH	7,7	8,2	7,2
CO₂H	638	2880	85
SO₄	213	1440	3
NO₃	14	370	0
Ca	18	180	2
Mg	33	207	1
Cl	28	312	1
Na	18	180	1

Tabla 8: Tabla de características químicas de la U.H.05.28 en mg/l . Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la Norma de Explotación de la U.H. 05.28.

En cuanto al **balance hídrico** (Rubio, 2012) de la U.H. 05.28, en la Subunidad Acuífero de Alta Coloma, podemos desglosar:

- Recursos conjuntos (Infiltración agua de lluvia + aportes diferidos margocalizos suprayacentes): $8 \text{ hm}^3 / \text{año} + 2,8 \text{ hm}^3 / \text{año} = 10,8 \text{ hm}^3 / \text{año}$
- Salidas por manantiales: $15,0 - 15,2 \text{ hm}^3 / \text{año}$
- Salidas por bombeo: $1 \text{ hm}^3 / \text{año}$

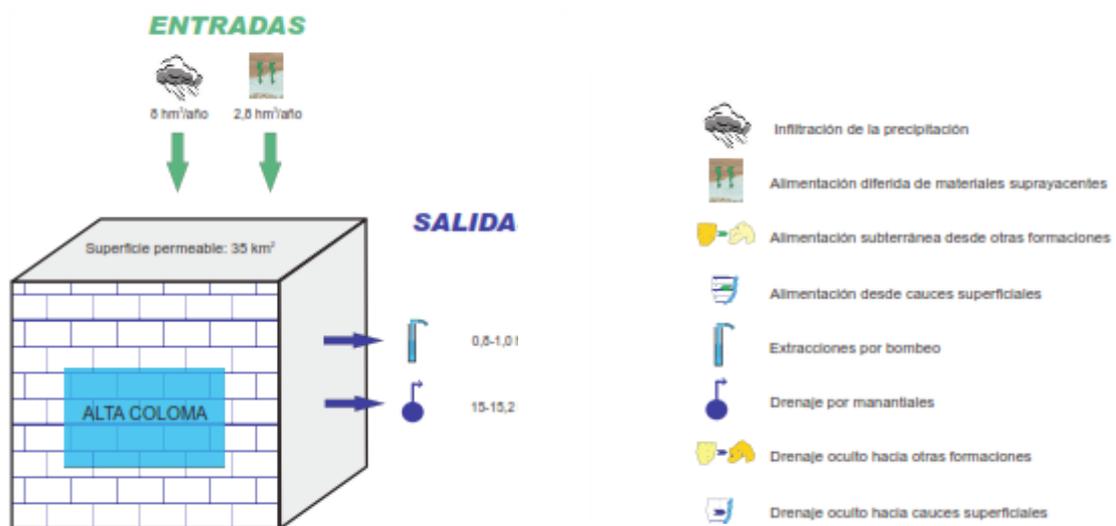


Imagen 22: Balance Hídrico simplificado de la U.H. 05.28. Fuente: Atlas Hidrogeológico de la provincia de Jaén.

La diferencia entre entradas y salidas cuantificadas es de $5,2 \text{ hm}^3 / \text{año}$ lo que representa una de las incertidumbres en el conocimiento de este acuífero. Considerando un espesor saturado medio de 500 m, una superficie de $31,3 \text{ Km}^2$ y una porosidad del 2 al 5 % se podrían acotar las reservas mínimas, que estarían comprendidas entre unos 310 y 785 hm^3 (IGME, 2001)

Los principales **usos del agua**, son el regadío. Cabe destacar la extracción para abastecimiento de la localidad de Arbuniel a través del sondeo de los mimbrales (ver mapa 4) con $0,6-0,7 \text{ hm}^3 / \text{año}$.

3.5. INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA

El inventario de puntos de agua recoge la siguiente información:

- **Manantiales y Fuentes** (denominados puntos de aguas naturales, considerándose no naturales el resto), extraído del catálogo on line del *Proyecto Conoce Tus Fuentes del Instituto del Agua de la Universidad de Granada y de la Junta de Andalucía*. (Ver tabla A)
- **Piezómetros de nivel** en puntos de agua representativos de los acuíferos pertenecientes al *Instituto Geológico y Minero de España (IGME)*. (Ver tabla B)
- **Sondeos de abastecimiento para emergencias** de las localidades de Cambil y Arbuniel *Instituto Geológico y Minero de España (IGME)* y *Diputación de Jaén*. (Ver tabla C)

OTRAS INFRAESTRUCTURAS

- Depósitos de abastecimiento (Ver tabla D)
- Estación de aguas residuales (Ver tabla E)
- Estación de aforo en servicio *Instituto Geológico y Minero de España (IGME)* y *Diputación de Jaén*. (Ver tabla F)

Todos los datos pueden visualizarse en los mapas 1 y 2. Los datos representados están actualizados a fecha 26 de agosto de 2013.

3.6. UN BREVE ANÁLISIS DEL INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUAS NATURALES.

Citado y visto el catálogo de manantiales y fuentes de Cambil-Arbuniel (ver tabla A y mapa 0), realizamos el siguiente análisis de las surgencias naturales:

- **Tipo de Surgencia:**

Tipo de surgencia	%
Manantiales	10
Rezumes	40
Nacimientos a cauce	2
Galerías (sin bombeo)	48

Tabla 9: Tipos de surgencias de los puntos de aguas naturales del T.M. Cambil-Arbuniel.
 Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Proyecto Conoce Tus Fuentes.

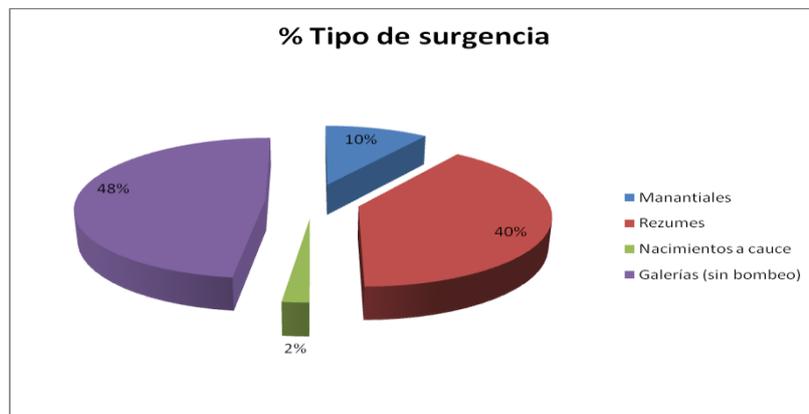
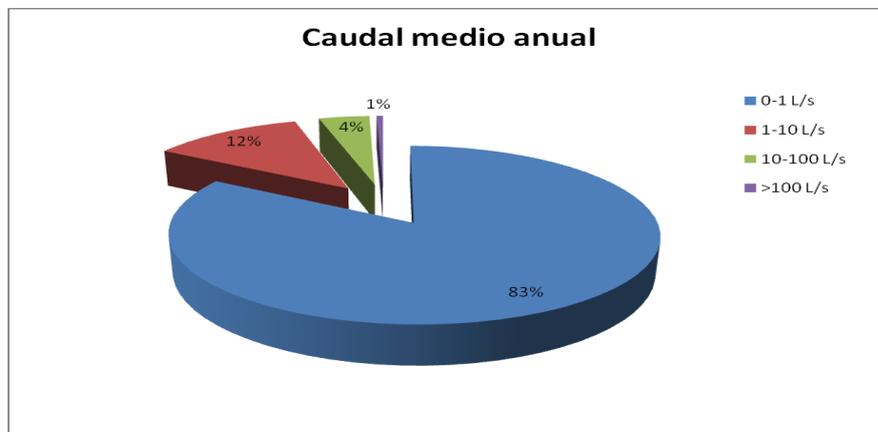


Gráfico 1 : Tipos de surgencias de los puntos de aguas naturales del T.M. Cambil-Arbuniel.
 Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Proyecto Conoce Tus Fuentes.

- **Caudal medio anual:**

Caudal medio anual	%
0-1 L/s	83,5
1-10 L/s	12
10-100 L/s	4
>100 L/s	0,5

*Tabla 10: Caudal medio anual de los puntos de aguas naturales del T.M. Cambil-Arbuniel.
 Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Proyecto Conoce Tus Fuentes.*



*Gráfico 2: Caudal medio anual de los puntos de aguas naturales del T.M. Cambil-Arbuniel.
 Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Proyecto Conoce Tus Fuentes.*

- **Permanencia del caudal:**

¿Se agota?	%
nunca	38
excepcionalmente	22
con frecuencia	29
siempre	11

*Tabla 11: Permanencia del caudal de los puntos de aguas naturales del T.M. Cambil-Arbuniel.
 Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Proyecto Conoce Tus Fuentes.*

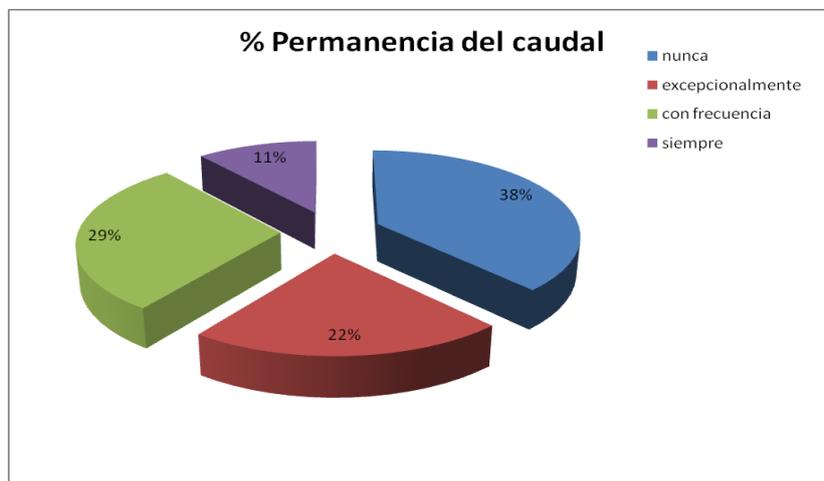


Gráfico 3: Permanencia del caudal de los puntos de aguas naturales del T.M. Cambil-Arbuniel.
 Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Proyecto Conoce Tus Fuentes.

- Masa de Aguas Subterránea (M.A.S) a la que pertenecen:

M.A.S	%
Sin clasificar	45
Almadén	15
Sierra Mágina	19
Montes Orientales-Sector Norte	21

Tabla 12: M.A.S a la que pertenecen los puntos de aguas naturales del T.M. Cambil-Arbuniel.
 Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Proyecto Conoce Tus Fuentes.

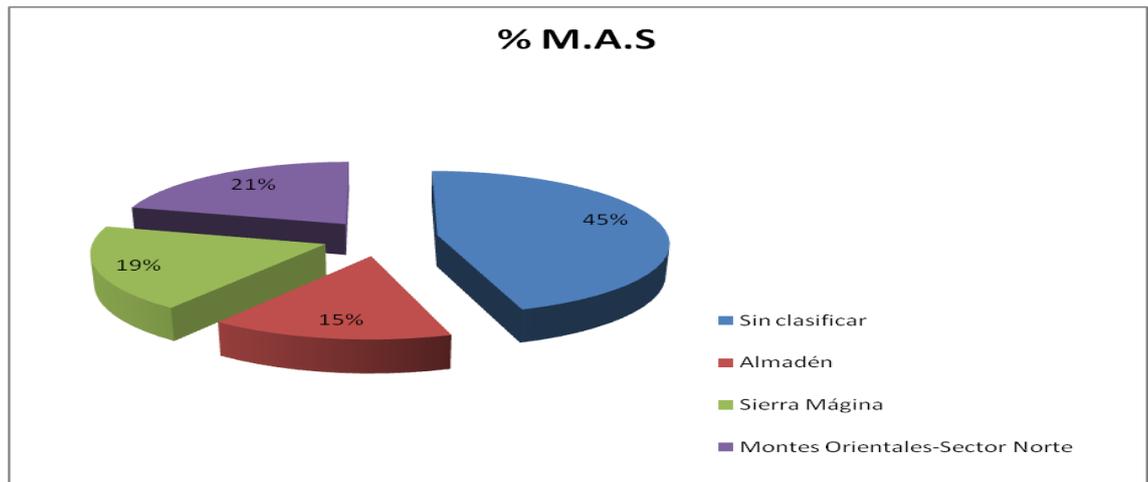


Gráfico 4: M.A.S a la que pertenecen los puntos de aguas naturales del T.M. Cambil-Arbuniel. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Proyecto Conoce Tus Fuentes.

- Puntos de aguas naturales bajo alguna figura de protección ambiental:

Figura de protección	%
PN	22
ZEC	5
Sin protección	73

Tabla 13 : Figuras de protección ambiental en las que se ubican los puntos de aguas naturales del T.M. Cambil-Arbuniel. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Proyecto Conoce Tus Fuentes.

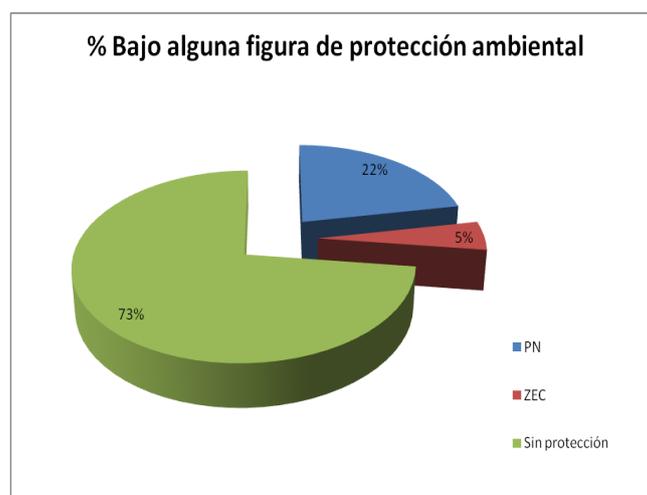


Gráfico 5: Figuras de protección ambiental en las que se ubican los puntos de aguas naturales del T.M. Cambil-Arbuniel. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Proyecto Conoce Tus Fuentes.

- Relación de los puntos de aguas naturales con las cotas de surgencia:

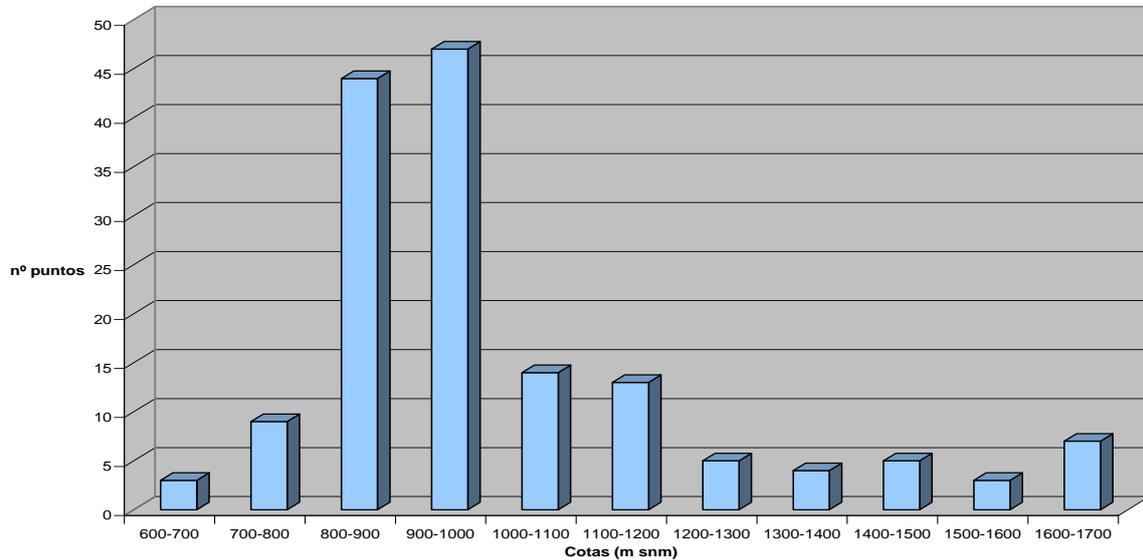


Gráfico 6: Relación del número de puntos de aguas naturales del T.M. Cambil-Arbuniel en relación con la cota de surgencia. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Proyecto Conoce Tus Fuentes.

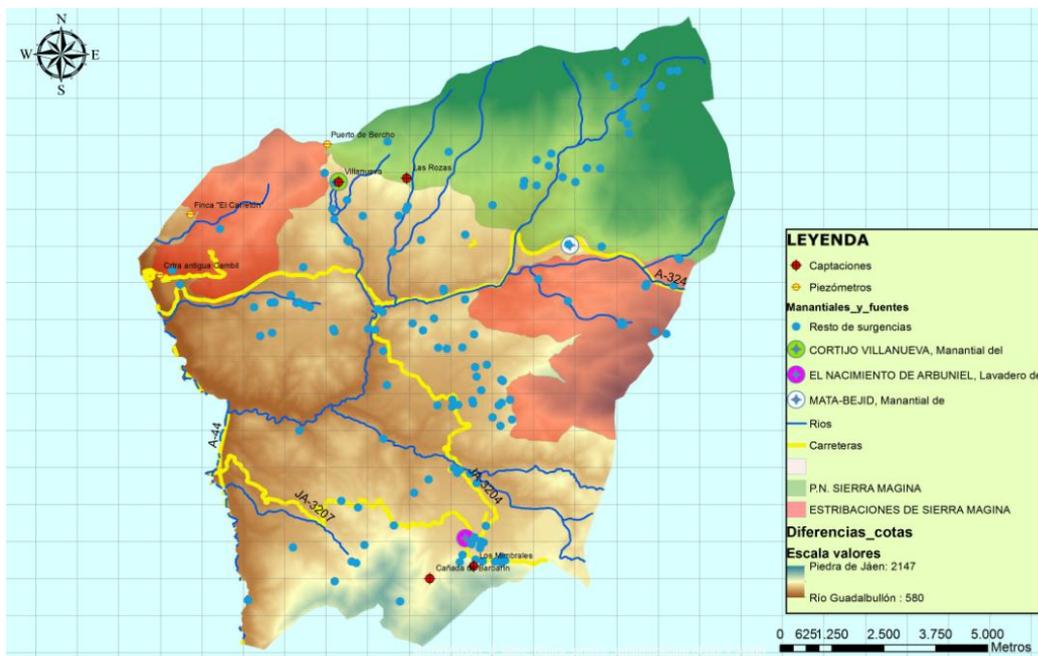


Imagen 23 : Ubicación de los puntos de agua naturales y no naturales en el T.M. de Cambil-Arbuniel, en relación con las figuras de protección ambiental presentes en el territorio. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Proyecto Conoce Tus Fuentes.

3.7. INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS ANALIZADOS.

Visto el mapa de partida del T.M. de Cambil-Arbuniel (ver mapa 0), podemos observar la topografía del territorio marcada por las diferencias del gradiente altitudinal (diferencias de cotas) con cotas que oscilan entre los 580 m.s.n.m del río Guadalbullón al este, y los 2147 m.s.n.m de la Peña de Jaén al noreste.

Esta disposición genera una pequeña cuenca cóncava del territorio, donde los límites norte, este y sur quedan cerrados, vertiendo las aguas hacia el límite oeste (río Guadalbullón).

Con 154 puntos de aguas naturales, manantiales y fuentes, repartidos en dos núcleos urbanos (Cambil y Arbuniel) a lo largo de los 139,9 km² de superficie territorial y en la inmediatez del Parque Natural de Sierra Mágina, cabe preguntarse cómo gestionar, conservar y hacer llegar a las futuras generaciones este legado hídrico.

Si echamos un vistazo pormenorizado al breve análisis realizado en los puntos de aguas naturales y no naturales en el apartado 3.6., observaremos que la mayoría de surgencias, entre las que predominan las galerías (ver gráfico 1), no se encuentran bajo ninguna figura de protección ambiental (ver gráfico 2), afectando esto a los principales puntos de drenaje (manantiales) de las tres U.H. que hemos tratado (ver mapa 4).

Del mismo modo, los principales puntos no naturales de aguas (captaciones y sondeos principalmente) se ubican fuera del ámbito del Parque Natural o zonas ZEC (estribaciones de Sierra Mágina). Es cuanto menos curioso (ver mapa 4) que las principales zonas de drenaje de las tres U.H. queden fuera de cualquier zona de protección. Si bien el gráfico 6 nos marca de manera orientativa la piezometría media (o nivel de base) de los puntos de agua naturales, y muy previsiblemente la futura localización de sondeos particulares para el uso privativo de las aguas.

Debido a los tipos de surgencias naturales predominantes, galerías y rezumes (ver gráfico1), y al uso agrícola de sus aguas aprovechando la permanencia de su caudal que suele ser bajo (0-1 L/s), es obvio que los grandes presiones (entiéndase como extracciones o derivaciones de caudal), se producirán en los puntos principales de drenaje y en su entorno que están muy localizados (ver tabla 10 y mapa 4), con el fin de cumplimentar así el efecto que las pequeñas fuentecillas hacen en el parcelario agrícola de Cambil y Arbuniel.

Precisamente es ahí, en el Manantial del río Villanueva, el Manantial de Mata-Bejid y el Nacimiento del Río Arbuniel (y entiéndase también en peligro por presión de futuras extracciones en su entorno más próximo), donde están realizadas las captaciones y sondeos para abastecimiento urbano del municipio.

3.8. EL PARADIGMA DE LA HERRAMIENTA AGUAS 2.0

Visto todo lo anterior, cabe tomar cartas en el asunto, y concienciar a la población local acerca del buen uso, gestión y conservación de los puntos de agua de naturales del T.M. de Cambil-Arbuniel, a través de su implicación directa.

Es por ello, que estudiadas cada una de las surgencias (el 75 % de la ubicación y localización de las mismas fue cedida por vecinos del T.M. a través de diferentes procesos de participación desde los años 2010 al 2013), se levantó una pequeña acta de inventario a través del Proyecto Conoce Tus Fuentes (2009-2013), y revisándolas y actualizándolas (mayo de 2012- agosto de 2013), obtuvimos la conclusión que de estos 154 puntos descritos, no eran en principio más que una parte de una enorme base de datos ligada a la antigua Agencia del Agua y hoy día a la Red de Información Ambiental de la Junta de Andalucía.

En esa singladura, y en el deber de devolver a la población cambileña y arbuñelense una breve herramienta con la que poder recorrer cada una de las fuentes inventariadas y acceder de manera fácil y sin apenas conocimientos en la red a tal información. De una manera u otra, se debía crear un vínculo que favoreciese una buena gestión y conservación de los manantiales y fuentes. De esta manera se permitió integrar dentro de la aplicación para móviles y ordenadores portátiles del Centro de Visitantes del Turismo, la Cultura y el Medio Ambiente de Cambil-Arbuniel (CITUCA) la herramienta “AGUAS 2.0”.

3.9. CONOCIENDO AGUAS 2.0.

La herramienta web “AGUAS 2.0” pretende hacer llegar al ciudadano cambileño y arbuñelense así como a todos los visitantes del municipio, toda la información que se tiene recogida sobre los puntos de agua naturales, y que a su vez pueden complementar, en este proceso colaborativo que suponen las web 2.0. . Describamos el proceso.

Para consultar “AGUAS 2.0” podemos obrar de dos maneras:

1- Visitando el edificio del ayuntamiento de Cambil donde al activar el bluetooth de nuestro Smartphone recibiremos un sms (tecnología blueapp) con un link a través del cual podremos entrar en la herramienta www.cituca.com

2- Desde cualquier ordenador o dispositivo con conexión a internet, entrando en la dirección www.cituca.com

Una vez conectados a la herramienta tendremos esta pantalla de bienvenida :

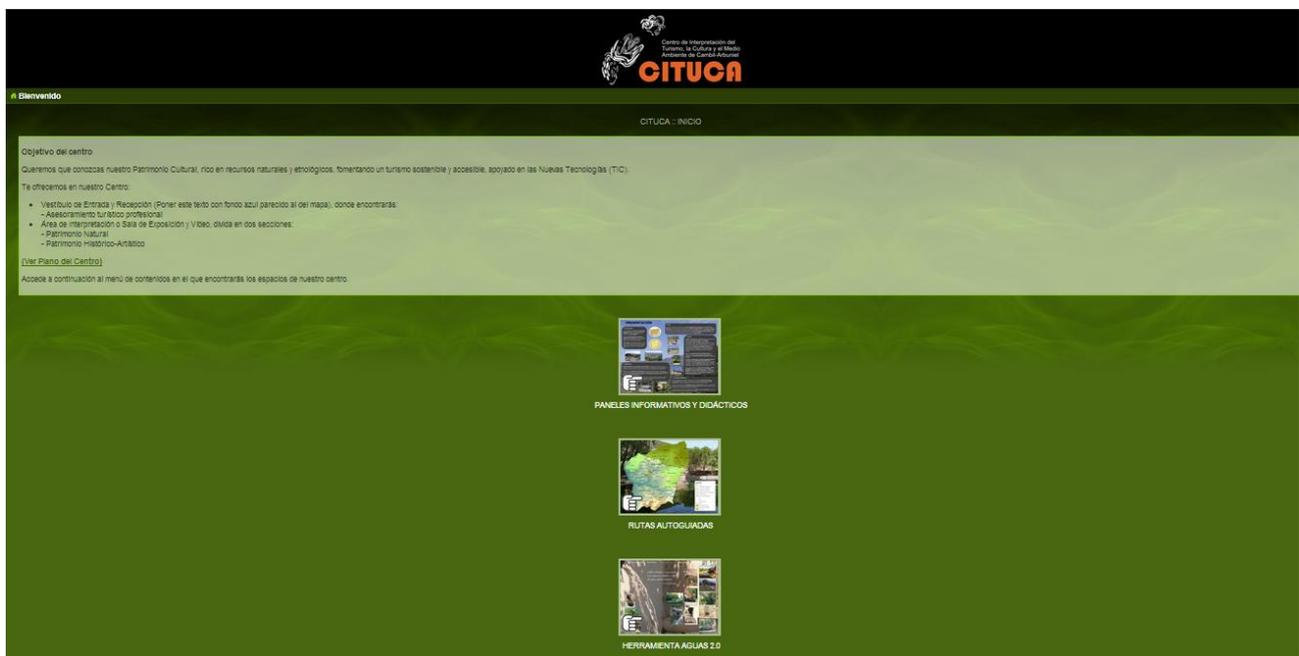


Imagen 24 : Pantalla de recibimiento de la app CITUCA. Fuente: Web www.cituca.com

Dentro de la pantalla de inicio observamos tres botones de arriba hacia abajo:

1- Paneles Informativos y Didácticos



Imagen 25 : Icono de acceso al apartado paneles informativos y didácticos. Fuente: Web www.cituca.com

2- Rutas Auto guiadas



Imagen 26: Icono de acceso al apartado rutas auto guiadas. Fuente: Web www.cituca.com

3-Herramientas AGUAS 2.0

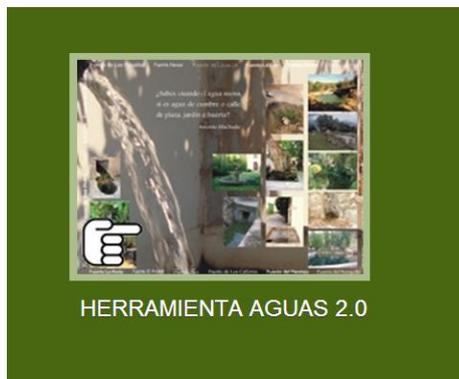


Imagen 27: Icono de acceso al apartado herramienta “AGUAS 2.0” Fuente: Modificado de la web www.cituca.com

Si bien, a priori solo prestaremos atención a la aplicación “AGUAS 2.0”, cabe destacar que en los apartados “Paneles informativos y didácticos” y “Rutas Autoguiadas” se han tratado e incluido diversos contenidos básicos sobre la hidrografía, el modelado kárstico, etnografía o patrimonio hidráulico que estos puntos de aguas naturales, manantiales y fuentes, han legado al municipio de Cambil-Arbuniel.

3.10. EL FUNCIONAMIENTO DE AGUAS 2.0.

Una vez dentro de la web www.cituca.com y seleccionado el apartado “AGUAS 2.0”, nos hallaremos dentro de la herramienta web (<http://www.cituca.com/page4.php>).

La pantalla de recibimiento nos muestra cual es el objetivo de la misma:



Imagen 28: Pantalla de recibimiento de “AGUAS 2.0”. Fuente: Web (<http://www.cituca.com/page4.php>).

Al ser una aplicación web muy intuitiva, inmediatamente nos encontramos con un catálogo on line en la misma página, en la que podemos buscar nuestro manantial o fuente (o bien como dicen los cambileños y arbuñelenses sus fuentes y manantiales) en un listado genérico (aparecerán 154 nombres):

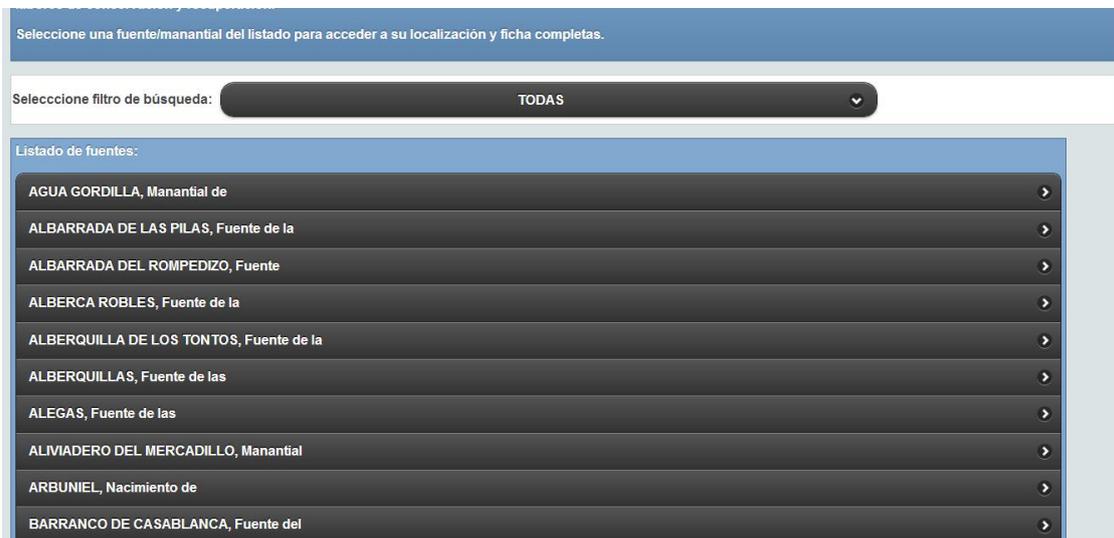


Imagen 28': Vista del catálogo general de “AGUAS 2.0”. Fuente: Web (<http://www.cituca.com/page4.php>).

De manera complementaria también podremos aplicar distintos tipos de búsqueda eligiendo la inicial del nombre del manantial o fuente, en la pestaña “seleccione filtro de búsqueda” si conocemos su nombre concreto:

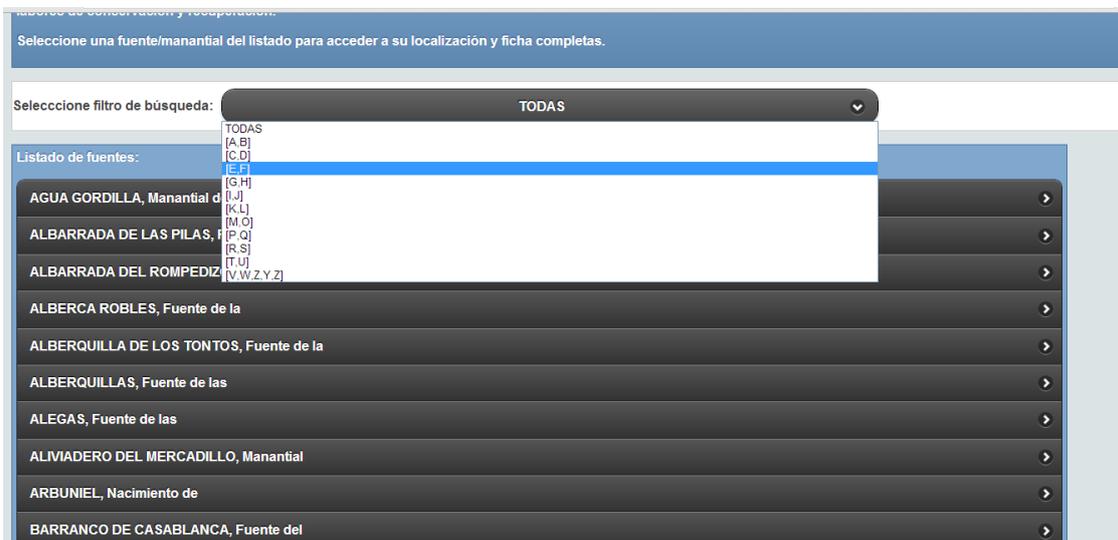


Imagen 29: Vista del catálogo general con la aplicación de filtros por búsqueda alfabética de “AGUAS 2.0”. Fuente: Web (<http://www.cituca.com/page4.php>).

De esta manera nuestra búsqueda quedará acotada y nos será más fácil la localización del punto de agua natural.



Imagen 30: Vista parcial del catálogo “AGUAS 2.0” tras haber realizado una búsqueda. Fuente: Web (<http://www.cituca.com/page4.php>).

Seleccionado el nombre de una fuente, en este caso “Fuente Alta”, accederemos a su geolocalización, la cual nos mostrará la posibilidad de observar la ubicación con diferentes capas de datos:

1- Capa de mapa



Imagen 31: Vista una vez se ha accedido al geolocalizador “AGUAS 2.0” tras haber realizado una búsqueda . Fuente: Web (<http://www.cituca.com/page4.php>)

2- Capa Satélite



Imagen 32: Vista una vez se ha accedido al geolocalizador “AGUAS 2.0” y se añadió la capa satélite tras haber realizado una búsqueda . Fuente: Web (<http://www.cituca.com/page4.php>)

Si alejamos o aumentamos el zoom, más o menos fuentes nos irán apareciendo en nuestra área de visión:

1- Acercando:



Imagen 33: Vista del geolocalizador aplicando zoom tras haber realizado una búsqueda .
Fuente: Web (<http://www.cituca.com/page4.php>)

2- Alejando:



Imagen 34: Vista del geolocalizador aplicando retirada de zoom tras haber realizado una búsqueda . Fuente: Web (<http://www.cituca.com/page4.php>)

Una vez que hemos ubicado nuestra fuente, **si queremos obtener más información** acerca de ella, podremos seleccionar la opción “MÁS INFO” clicando una vez en el icono azul de nuestra fuente. Si volvemos a clicar, esta vez en el texto “MÁS INFO”, nos llevará a la ficha on-line del catálogo del PROYECTO CONOCE TUS FUENTES.



Imagen 35: Vista de la ficha de nuestra búsqueda (Fuente Alta) en el catálogo on-line del Proyecto Conoce Tus Fuentes. Fuente: Web (<http://www.conocetusfuentes.com>)

Una vez aquí, podremos encontrar toda la información más relevante ligada a nuestro punto de agua natural como puede ser:

- Localización (incluye paraje, coordenadas UTM, etc.)
- Procedencia del agua subterránea
- Tipo de surgencia
- Descripción
- Instalaciones asociadas
- Caudal medio
- Uso del agua
- Acceso y uso público actual

- Estado de conservación
- Amenazas, impactos y presiones
- Otra información
- Valores sectoriales
- Valoración general
- Nombre del autor/fecha de inventario

Además contiene posibilidad de localización en google maps u ortofoto, así como una galería fotográfica y de vídeos que se va actualizando continuamente a través de las contribuciones voluntarias de los más de 1000 colaboradores del Proyecto a las direcciones conocetusfuentes@gmail.com o lsanchezdiaz@ugr.es

Del mismo modo, siguiendo con la idea de la “web 2.0”, hay una ventana con la opción de “**adiciones y/o correcciones**” donde cualquier usuario puede incluir comentarios e información complementaria acerca de la que ya aparece en la ficha-encuesta

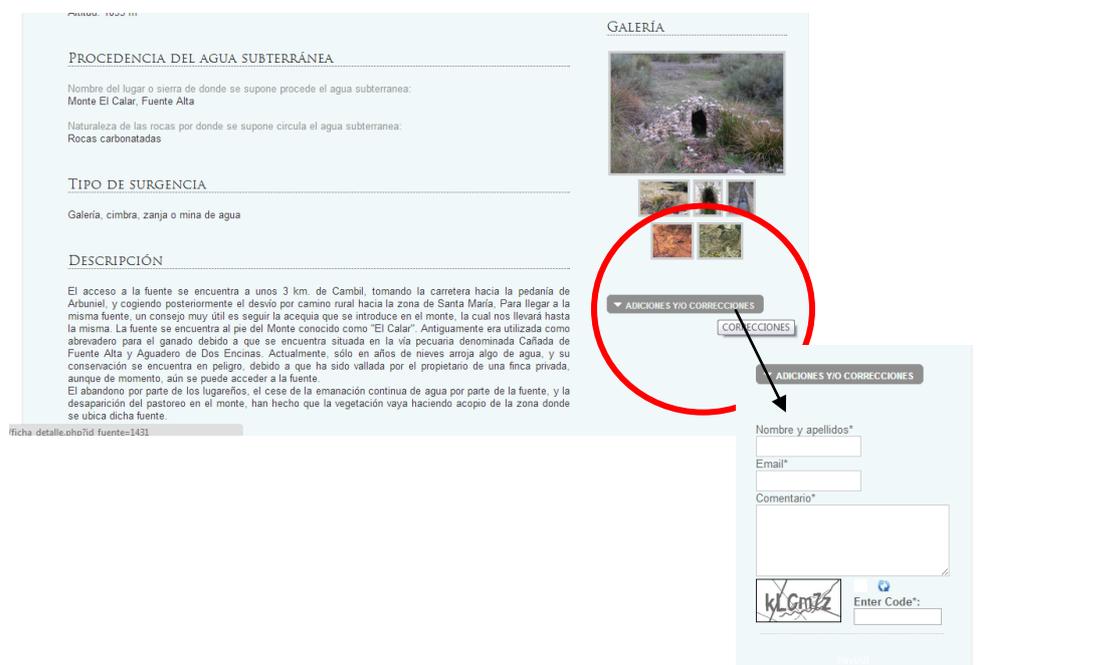


Imagen 36: Vista de la opción de adiciones o correcciones en la ficha web Fuente: Modificado de la web (<http://www.conocetusfuentes.com>)

Por último, **toda la información que aparece en la ficha encuesta puede ser descargada en formato pdf**, obteniendo así toda la información necesaria sobre el punto de agua natural de manera fácil y sencilla.

3.11. APLICACIONES PRÁCTICAS DE AGUAS 2.0.

Una vez que se ha desarrollado la aplicación sobre geolocalización de manantiales y fuentes de Cambil y Arbuniel, y puesta a disposición de cualquier tipo usuario, citaremos a continuación las aplicaciones que ésta ha tenido hasta el momento:

1. Uso para la restauración de fuentes urbanas ligadas a la etnografía de los Pueblos de Cambil y Arbuniel:

El uso de esta herramienta ha ayudado a recuperar la arquitectura de fuentes urbanas deterioradas o desaparecidas, y que a través de su localización en el catálogo de la herramienta “AGUAS 2.0”, y las consultas de sus fichas on line ha hecho posible su restauración, así como la recuperación de su historia. Pueden considerarse como ejemplos las siguientes fuentes:

- **Fuente del Visillo (Cambil):**



Imagen 37: Fuente urbana del Visillo antes de ser restaurada a la izquierda (julio de 2009), y después de acometer las obras a la derecha (julio 2013). Fuente: Elaboración propia

- **Fuente del Pilar (Arbuniel):**



Imagen 39: Fuente urbana del Pilar a la izquierda (1960,) y después de ser recuperada (2013) a la derecha. Fuente: CITUCA (Ayuntamiento de Cambil-Arbuniel).

2. Uso para el desarrollo del Hidroturismo de Manantiales y Fuentes en el T.M. de Cambil-Arbuniel:

A través del estudio de las diferentes U.H. que afectan al municipio, así como de las características químicas de sus aguas y su ubicación en el geolocalizador, se han establecido cuatro rutas de aguas en el municipio:

Ruta 1. Un paseo por el Karst de Sierra Mágina: Donde se puede observar desde la acción modeladora del agua en el paisaje de la zona, como la explicación de procesos tales como la infiltración, el drenaje, etc. Relativo a los acuíferos.

Ruta 2. Entre culturas: Se puede conocer la historia del abastecimiento urbano del pueblo de Cambil a través de sus fuentes más antiguas que datan desde el siglo XVI.

Ruta 3. Arroyo Salado-Nacimiento de Arbuniel: La magia de la hidroquímica de las aguas subterráneas se pone de manifiesto en esta ruta con un paseo y la posibilidad de realizar una cata de aguas naturales donde entre otras aguas podrán apreciarse las aguas saladas de “Los Baños del Arroyo Salado”, las

aguas sulfurosas del Nacimiento de Arbuniel, así como otras aguas de diferentes características.

Ruta 4. Ruta de los lavaderos: La cultura del agua ligada a los lavaderos públicos ha dejado en Arbuniel uno de sus vestigios mejor conservados en la provincia de Jaén. Cuatro son los lavaderos a visitar con diferentes características arquitectónicas, en los que se pueden observar las diferencias sociales que antaño existían en el lugar y revivir aquellas viejas costumbres a través de talleres de lavado ecológico.

3. Uso para la colaboración con proyectos de conservación de anfibios en el T.M. de Cambil-Arbuniel:

A través de esta herramienta, también se ha procedido a la colaboración con el área de medio ambiente de la Junta de Andalucía (actual Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio) y con la Dirección-Conservadora del Parque Natural de Sierra Mágina en el programa de conservación de anfibios tales como sapo partero bético, sapo común, etc. Algunas de las medidas llevadas a cabo son:

- **Establecimiento de una red de puntos de muestreo y construcción de pequeñas balsas de cría que aprovechan los sobrantes de los puntos de agua naturales.**



Imagen 40 : Fotografía y detalle de la fuente Los Prados en mayo de 2012. Fuente: Elaboración propia



Imagen 41: Fotografía y detalle de anfibios en la balsa de cría de anfibios junto a la fuente Los Prados en mayo de 2012. Fuente: Elaboración propia.

- **Construcción de pequeñas rampas de acceso a abrevaderos y/o fuentes para la cría de los anfibios**



Imagen 42: Construcción de rampas de acceso y salida para anfibios. Fuente: Elaboración propia.

4. Uso para la red seguimiento y control de manantiales del Parque Natural de Sierra Mágina:

Actualmente la Dirección Conservadora del Parque Natural de Sierra Mágina y el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), tienen cerrados un convenio de colaboración a través del cual los agentes de medio ambiente del Parque realizan un programa de seguimiento en los principales manantiales de Mágina, midiendo diferentes parámetros con material cedido por el IGME. Algunos de los parámetros con los que se trabajan son:

- Conductividad
- Temperatura
- Caudal
- pH

Las medidas se realizan tres veces al año (niveles altos, estático y bajo) a lo largo de las épocas húmedas y secas. La guardería del Parque utilizan esta herramienta en el municipio, tanto inicialmente en la elección de los puntos de agua para las medidas, como para la vigilancia de la construcción ilegal de balsas de acumulación de aguas, nuevos sondeos, e incluso para la vigilancia de fauna y flora asociada a estos puntos de agua.

5. Uso para el registro de surgencias en zonas de olivar a través del padrón de aguas de Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (CHG):

La última aplicación, y que menos comparte quien escribe estas letras, es el uso que de esta herramienta están haciendo profesionales de la agronomía para el registro en el padrón de aguas del organismo CHG, de aquellos manantiales o fuentes sin titularidad o registro activo (normalmente los que tiene un caudal inferior a 7.000 m³/año) que pueden ser utilizados para el uso privativo de sus aguas y dedicarlas a la agricultura (olivar de regadío mediante acumulación en depósitos tipo alberca o balsas de riego).

3.12. CONCLUSIONES

La finalidad de este trabajo, tras una descripción hidrogeológica simplificada, es que pueda apreciarse de manera general la realidad de las aguas subterráneas en el T.M. Cambil-Arbuniel a través de sus surgencias naturales (manantiales y fuentes), complementada parcialmente por los puntos no naturales (piezómetros, sondeos, captaciones, etc.).

Vista la realidad que aparece en nuestra área de estudio, es fundamental ligar a la población local en la gestión y conservación responsables de los principales puntos de agua naturales. La participación de los vecinos en la aportación de los datos referentes al inventario de aguas, debe seguir con su implicación directa o indirecta en programas de Educación Ambiental. Programas dedicados a la catalogación de los elementos que conforman el patrimonio hidráulico “es una de las mejores maneras de reflejar la multiplicidad de identidades y la integración de las culturas que constituyen” a nuestro municipio (Betsué, 2006).

Por ello, y viendo la realidad de estas aguas tras el breve estudio realizado e interpretado, se observa que la mayoría de estos puntos (73 %) no están bajo ninguna figura de protección ambiental. En el mismo sentido, las principales zonas de drenaje de las tres unidades hidrogeológicas coinciden en su nivel de base (piezometría) con los límites exteriores del Parque Natural de Sierra Mágina (quedan fuera de esta figura), por lo que el nivel de amenaza es mayor.

Además, existen numerosos puntos de agua, que por su biodiversidad, geodiversidad o características hidroquímicas asociadas, son elementos de elevado valor turístico, y por tanto un recurso más de desarrollo sostenible y rural en la zona.

A lo largo de este trabajo hemos podido observar qué zonas del municipio de Cambil-Arbuniel tienen un mayor potencial hídrico (zonas de acumulación de surgencias), además de saber cuáles son sus áreas preferentes de infiltración. Por tanto serán éstas, las que en un futuro inmediato, necesitarán de las siguientes figuras de protección, que un servidor al abrigo del presente trabajo propone:

- a. Conservación de las cabeceras de ríos y arroyos, respetando los caudales ecológicos en sus manantiales nacies.
- b. Aplicar perímetros de protección eficaces (entre 500-1000 m)

- c. Establecer una red de control continuada en el tiempo, en los principales puntos de drenaje de las principales unidades hidrogeológicas para la controlar la evolución de descargas y niveles, tanto que puedan ser achacables a cuestiones climáticas como de explotación de aguas subterránea, como de calidad del agua
- d. Adecuación de las fuentes y lavaderos para la conservación de la etnografía de fuentes y manantiales.
- e. Inventario y catálogo descriptivo de los elementos que conforman el patrimonio hidráulico del T.M. de Cambil-Arbuniel

4.- CONOCIMIENTOS ADQUIRIDOS

En la estancia en el área de Medio Ambiente y Desarrollo Rural del Ayuntamiento de Cambil-Arbuniel, con las periódicas visitas al Instituto del Agua de la Universidad de Granada, y con los correos electrónicos intercambiados con el personal del Instituto Geológico y Minero de España en su oficina de Granada, se han adquirido diferentes conocimientos teóricos-prácticos que han complementado de manera adecuada la formación teórica recibida en las clases magistrales del máster.

El conocimiento del área de estudio, así como la relación previa con el personal que ha tutorizado las prácticas, han facilitado y adaptado en todo momento el proceso de prácticas a los objetivos planteados inicialmente.

El escaso conocimiento y bagaje en políticas ambientales que tiene el ayuntamiento de Cambil-Arbuniel, fue superado con la prestancia laboral y atención facilitada por el alcalde y concejal de medio ambiente, sumada a la ofrecida por los encargados de obras municipales. El Instituto del Agua de la Universidad de Granada facilitó material de trabajo como sondas, y software sobre GIS.

Las frecuentes salidas de campo han revertido en una nueva visión sobre el funcionamiento de los acuíferos que conforman las unidades hidrogeológicas que afecta a Cambil-Arbuniel. La evaluación entre el conocimiento previo de las fuentes y manantiales sin conocimientos hidrogeológicos reconocidos por parte del alumno, y las visitas posteriores bajo un marco teórico aplicado, ha generado aunque de manera somera por no ser un especialista en Hidrogeología, una práctica satisfactoria.

Además de las actividades descritas en la presente memoria, también se realizaron otras como medidas del nivel piezométrico en los sondeos propiedad del ayuntamiento de Cambil-Arbuniel y de algunos particulares, así como la participación en algunos proyectos ligados a la conservación de los recursos hídricos del municipio.

5.- CONCLUSIONES

Abordaremos las conclusiones desde tres puntos de vista diferentes pero ligados entre sí:

1- Cumplimiento de los objetivos académicos de la práctica:

Evaluado el proceso académico del período práctico y los objetivos que este perseguía inicialmente, cabe decir que se han cumplido ampliamente tanto las competencias generales como las específicas.

Los conocimientos adquiridos durante el bloque teórico han podido ser aplicados en este período práctico así como su posterior profundización en algunos ámbitos.

2- Cumplimiento de los objetivos laborales de la práctica:

Desde el inicio de la actividad se plantearon, persiguieron y trabajaron unos objetivos muy concretos. La consecución de los mismos se han cumplido en un alto grado, aunque obviamente existieron algunas modificaciones posteriores adaptadas a la realidad laboral.

El alto grado de motivación e implicación que los tutores han mostrado con la práctica, han hecho que el compromiso por parte del alumno haya sido elevado. La adecuación del período práctico en todo momento a la realidad laboral y estudiantil del alumno, con flexibilidad de horarios y facilidad de medios, fueron un enorme baluarte a la hora de cumplir con la misma.

3- Oportunidades laborales tras el período de práctica:

Tras el presente trabajo, se han abierto para el alumno diferentes trabajos y posibilidades de futuro que en este momento están siendo llevadas a cabo por él mismo como técnico de medio ambiente autónomo en el ayuntamiento de Cambil-Arbuniel, entre ellas cabe destacar los siguientes proyectos:

- **Actuaciones para el embellecimiento sostenible del Nacimiento de Arbuniel.** Financiado por la Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente.

- ***Adecuación y mejoras en fuentes públicas para el acceso de anfibios a las mismas.*** Financiado por el Plan de Choque de la Junta de Andalucía
- ***Proyecto de mejora y puesta en marcha de la EDAR de Cambil.*** Financia Ayuntamiento de Cambil.
- ***Inserción y mayor desarrollo de la herramienta “AGUAS 2.0.” en la página web corporativa www.cambil-arbuniel.es*** . Financia Ayuntamiento de Cambil.
- ***Colaboración en la edición de videos representativos sobre los principales manantiales y fuentes en Sierra Mágina para el Proyecto Conoce Tus Fuentes.*** Trabajo voluntario.

AGRADECIMIENTOS

Es difícil componer un listado de agradecimientos cuando ha habido tanta gente que se ha sumado en la consecución de este fin: “Obtener el título del Máster Aquarid”.

Pero “es de bien nacidos ser agradecidos”, por lo tanto acabemos pronto con el trámite:

- A mis padres y hermana por su paciencia, apoyo incondicional y sabiduría rural
- A mi pareja María José por su colaboración desinteresada en todos mis quehaceres, y por soportar de manera heroica todo el tiempo que le robo a nuestra relación
- A mis compañeros del máster por su acogida, enseñanzas, ocios, disfrutes, agobios y tantas otras circunstancias y sentimientos que de una manera u otra, hicieron posible esta familia indisoluble que hemos formado al amparo de las aguas subterráneas
- A quienes me aguantaron en mi período de prácticas e hicieron posible este trabajo. Al mecenazgo solidario en el ámbito de prácticas de mi tutor en el Ayuntamiento de Cambil (Jaén), Miguel Ángel García; Al buen trato recibido por el equipo del Proyecto Conoce Tus Fuentes, con las buenas palabras siempre y elocuentes de Luis Sánchez, la corrección, psicología y ciencia de Virginia Robles, y por supuesto, el itinerario a seguir que desde hace más de 4 años viene marcando en mi vida el Dr. Antonio Castillo.
- A Tomás Peinado del IGME por su prestancia y colaboración sincera y oportuna
- A Julio Torres de Diputación de Jaén, por poner en el horizonte de nuestras vidas la facilidad de un geolocalizador de manantiales y fuentes.

- A mi tutor del bloque práctico, José María Calaforra, por su paciencia en mi desquicio por cerrar este ciclo.
- Para mis coordinadores del máster Francisco y Juan, porque siempre estuvieron presentes para resolver cualquiera de mis dudas, inquietudes o desasosiegos. Por ese gran profesorado que hizo posible el curso 2011-2012

Y por último para ti abuelo, que te fuiste para siempre en los últimos días de redacción de este trabajo. Porque siempre me enseñaste a ser paciente, tenaz, constante, apasionado y persistente en mis inquietudes.

“Son más los que abandonan, que los que fracasan”

Séneca

7.- BIBLIOGRAFIA

- 1) Betsué, I., y González, I. (2006). *Breve Guía del Patrimonio Hidráulico de Andalucía*. Agencia Andaluza del Agua de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía
- 2) Bosque de Palabras S.L. (2009). *Guía del Parque Natural de Sierra Mágina y su entorno*. Consejería de Turismo, Comercio y Deporte de la Junta de Andalucía
- 3) Cara, M.J. (2011). *El Hidroturismo en la Sierra de Huelva: Fuentes y manantiales como elementos dinamizadores de la economía local*. Máster en Dirección de Empresas Turísticas. Universidad de Huelva
- 4) Castillo, A et al. (2009). *Manantiales y fuentes de Andalucía. Cuaderno divulgativo del proyecto Conoce Tus Fuentes*. Universidad de Granada y Agencia Andaluza del Agua de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía
- 5) IGME. (2001). *Norma de explotación de la unidad hidrogeológica 05.20 (Almadén)*. Convenio Confederación Hidrográfica del Guadalquivir-Instituto Geológico y Minero de España
- 6) IGME. (2001). *Norma de explotación de la unidad hidrogeológica 05.21 (Sierra Mágina)*. Convenio Confederación Hidrográfica del Guadalquivir-Instituto Geológico y Minero de España
- 7) IGME. (2001). *Norma de explotación de la unidad hidrogeológica 05.28 (Montes orientales. Sector Norte)*. Convenio Confederación Hidrográfica del Guadalquivir-Instituto Geológico y Minero de España
- 8) López, A. et al. (1991). *Caza y paisaje geográfico en las tierras béticas según el libro de la montería*. Agencia de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía

- 9) Luque, J.A. et al. (1993). *Investigación Hidrogeológica para la mejora el abastecimiento de Arbuniel (Cambil, Jaén). Octubre, 1993.* Instituto Tecnológico Geominero de España. Ministerio de Industria y Energía. N° 35.780
- 10) Morell, I. et al (2008). *Manantiales de Andalucía.* Agencia Andaluza del Agua de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía y Universidad de Granada. 28-35
- 11) Peinado, T. (1995). *Nota técnica sobre los trabajos de perforación y bombeo de ensayo realizados para el abastecimiento con aguas subterráneas de la pedanía de Arbuniel (Cambil, Jaén).* Instituto Tecnológico Geominero de España. Ministerio de Industria y Energía. N° 37.523
- 12) Peinado, T. (1995). *Nota técnica sobre los trabajos de perforación y bombeo de ensayo realizados para el abastecimiento con aguas subterráneas de la localidad de Cambil (Jaén).* Instituto Tecnológico Geominero de España. Ministerio de Industria y Energía. N° 37.535
- 13) Rubio, J.C. et al. (2007). *El agua subterránea en el Parque Natural de Sierra Mágina.* Instituto Geológico y Minero de España, Diputación de Jaén y Agencia Andaluza del Agua de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía
- 14) Rubio, J.C. et al. (2011). *Atlas hidrogeológico de la provincia de Jaén,* Diputación de Jaén e Instituto Geológico y Minero de España
- 15) Yanes, M.A. et al. (2004). *El agua y el paisaje rural. II Congreso Sierra Mágina.* Asociación para el Desarrollo Rural de Sierra Mágina
- 16) Proyecto Conoce Tus Fuentes
<http://www.conocetusfuentes.com/home.php>
- 17) Instituto Geológico y Minero de España
www.igme.es/internet/default.asp

18) Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente (CAPMA). Área de Medio Ambiente

<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/portalweb/>

19) Red de Información Ambiental de Andalucía

<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/rediam>

20) Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA)

<http://www.magrama.gob.es/es/>

21) Sistema Español de Información sobre el Agua

<http://hispaqua.cedex.es/en>

22) Sistema Iberoamericano de Información sobre el Agua

<http://www.siagua.org/>

23) Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (CHG)

<http://www.chguadalquivir.es/opencms/portalchg/index.html>

24) Sistema Automático de Información Hidrológica de las Cuencas del Guadalquivir - Guadalete y Barbate

<http://www.chguadalquivir.es/saih/>

25) Diputación Provincial de Jaén (DIPUJAEN)

<http://www.dipujaen.es/>

26) Asociación para el Desarrollo de Sierra Mágina (ADR)

<http://www.magina.org/>

27) Sistema de Información Multiterritorial de Andalucía (SIMA).

<http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/sima/index2.htm>

2. ANEXO II: TABLAS

Tabla A: Manantiales y Fuentes del T.M. Cambil-Arbuniel

Nombre	lugar	coordenada_ x	coordenada_ y	altura	tipo_surgencia	Caudal medio	¿se agota?	M.A.S.	Figuras de protección
AGUA GORDILLA, Manantial de	Mata Begid	456305,31	4174530,02	1400	Rezume	0-1 L/s	Con frecuencia	Sierra Mágina (05.21)	Parque Natural de Sierra Mágina y Red Natura 2000
ALBARRADA DE LAS PILAS, Fuente de la	-	447693,44	4169681,38	823	Rezume	0-1 L/s	Con frecuencia	Sin clasificar	No está incluida en la Red de Espacios Protegidos de Andalucía
ALBARRADA DEL ROMPEDIZO, Fuente	Paraje del Rompedizo de la Mata	454070,42	4173269,15	1037	Rezume	0-1 L/s	Con frecuencia	Almadén (05.20)	Parque Natural de Sierra Mágina y Red Natura 2000
ALBERCA ROBLES, Fuente de la	Paraje La Umbría del Peralejo, Mata-Bejid	457371,37	4170834,22	1131	Galería	0-1 L/s	Excepcionalmente	Sin clasificar	Red Natura 2000 (ZEC: Estribaciones de Sierra Mágina)
ALBERQUILLA DE LOS TONTOS, Fuente de la	Paraje del Cerrajón	451330,47	4169744,39	943	Rezume	0-1 L/s	Excepcionalmente	Sin clasificar	No está incluida en la red de Espacios Naturales de Andalucía
ALBERQUILLAS, Fuente de las	Paraje del Cerro Cántaro, Pago de Villanueva	448959,47	4173574,24	977	Rezume	0-1 L/s	Con frecuencia	Almadén (05.20)	No está incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
ALEGAS, Fuente de las	Mata-Bejid	455936,32	4175682,99	1.516	Galería	0-1 L/s	Nunca	Sierra Mágina (05.21)	Parque Natural de Sierra Mágina y Red Natura 2000
ALIVIADERO DEL MERCADILLO,	Paraje del Mercadillo (Afloramiento calizo frente a residencia)	445292,41	4171205,31	699	Manantial	0-1 L/s	Siempre	Sin clasificar	No está incluido en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía

Aguas de Cambil-Arbuniel 2.0
Proyecto Fin de Máster

Manantial	ENTREPINARES)								
ARBUNIEL, Nacimiento de	Arbuniel	452285,46	4164276,48	920	Manantial	>100 L/s	Nunca	Montes Orientales-Sector Norte (05.28)	No está incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
BARRANCO DE CASABLANCA, Fuente del	Paraje de Casablanca. (Barranco parte baja)	448351,43	4167303,43	681	Rezume	0-1 L/s	Excepcionalmente	Sin clasificar	No está incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
BARRERA, Fuente de	Paraje de Barrera, Pago de Collar	452873,47	4168904,45	894	Galería	0-1 L/s	Nunca	Sin clasificar	No está incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
BARRUZ, Fuente de	Pago del Romepedizo de Bornos	454367,41	4173747,11	1075	Rezume	0-1 L/s	Con frecuencia	Almadén (05.20)	Parque Natural de Sierra Mágina y Red Natura 2000
BURROS, Fuente - alberca de los	Paraje de La Torrecilla	451081,47	4169916,38	907	Galería	0-1 L/s	Excepcionalmente	Sin clasificar	No está incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
CABAÑUELAS, Fuente de las	Paraje de las Cuevezuelas	450779,43	4163142,48	1157	Galería	0-1 L/s	Con frecuencia	Montes Orientales-Sector Norte (05.28)	No está incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
CACHENA, Fuente de la	Paraje Barrancos norte Loma Rasa	451598,47	4170035,38	911	Rezume	0-1 L/s	Excepcionalmente	Sin clasificar	No está incluida en la red de Espacios Naturales de Andalucía
CAFERROS, Fuente de los	Paraje de Ochoa, Solana del Cerro La Llana	448446,45	4171280,32	850	Rezume	0-1 L/s	Siempre	Sin clasificar	No está incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
CAMINO, Fuente del	Paraje de Collar. Casa de la Administración	452030,47	4167887,45	836	Galería	0-1 L/s	Excepcionalmente	Sin clasificar	No está incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
CAÑADA DE DON ANGEL, Albercón de la	Pago del Romeral	452278,47	4169326,42	898	Galería	0-1 L/s	Nunca	Sin clasificar	No está incluida en la red de Espacios Naturales de Andalucía
CAÑADA DE LA CENTELLA, Fuente	Paraje de la Piedra del Águila	454110,45	4170986,31	947	Rezume	0-1 L/s	Con frecuencia	Sin clasificar	No está incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
CAÑAILLAS, Fuente de las	Paraje de Las Cañailas.	450631,44	4164993,46	924	Galería	0-1 L/s	Excepcionalmente	Montes Orientales-Sector Norte (05.28)	No está incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
CANTO, Fuente	Arbuniel	452467,47	4166255,47	789	Rezume	0-10 L/s	Nunca	Montes Orientales-	No se encuentra incluida

Aguas de Cambil-Arbuniel 2.0
Proyecto Fin de Máster

del								Sector Norte (05.28)	en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
CARRIÓN, Surgencias de	Paraje de Carrión. Bornos.	451822,46	4170755,34	879	Manantial	0-1 L/s	Con frecuencia	Sin clasificar	No está incluido en la Red de Espacios Protegidos de Andalucía
CARRIZAL, Fuente - alberca del	Paraje del Realejo	449170,46	4169777,39	846	Galería	0-1 L/s	Excepcionalmente	Sin clasificar	No está incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
CASTILLEJO, Fuente del	Mata Begid	455009,39	4173354,12	1100	Rezume	0-1 L/s	Excepcionalmente	Sierra Mágina (05.21)	Parque Natural de Sierra Mágina y Red Natura 2000
CERCADO, Fuente del	Puerto de La Mata (Mata-Bejid)	456620,30	4176375,97	1635	Rezume	0-1 L/s	Con frecuencia	Sierra Mágina (05.21)	Parque Natural de Sierra Mágina y Red Natura 2000
CERRO DEL ESCRIBANO, Nacimiento del	Paraje de Ochoa, Cerro del Escribano.	447258,43	4170307,35	815	Galería	0-10 L/s	Nunca	Sin clasificar	No está incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
CHAPARRA DEL PERALEJO, Fuente de la	Paraje del Peralejo, Mata-Bejid	457519,34	4171473,18	1146	Rezume	0-1 L/s	Siempre	Sierra Mágina (05.21)	Parque Natural de Sierra Mágina y Red Natura 2000
CHARCÓN CALDERÓN DE JACINTO, Fuente	Paraje de los Blancares	450962,46	4172768,24	988	Rezume	0-1 L/s	Con frecuencia	Almadén (05.20)	No está incluido en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
CHURRETALES, Alberca de los	Paraje de Bornos	451282,46	4171944,28	934	Galería	0-1 L/s	Nunca	Almadén (05.20)	No está incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
COLLAR, Fuente de	Pago de Collar	452181,47	4167926,45	841	Galería	0-1 L/s	Excepcionalmente	Sin clasificar	No está incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
CORTIJILLO LAS RASTRAS, Pilar - abrevadero del	Fuente Fría	457067,27	4175695,97	1604	Galería	0-1 L/s	Excepcionalmente	Sierra Mágina (05.21)	Parque Natural de Sierra Mágina y Red Natura 2000
CORTIJO VILLANUEVA, Manantial del	Cortijo Villanueva	449297,47	4173361,25	960	Manantial	10-100 L/s	Nunca	Almadén (05.20)	No está incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
CRISTOBILLAS, Fuente de	Paraje del Pozo del Ahorcado, pago del	453758,43	4173263,16	1044	Rezume	0-1 L/s	Con frecuencia	Almadén (05.20)	Parque Natural de Sierra Mágina y Red Natura 2000

Aguas de Cambil-Arbuniel 2.0
Proyecto Fin de Máster

	Rompedizo de la Mata								
DON PEDRO, Fuente	Poblado de Mata-Bejid, paraje de la Piedra el Águila.	454823,44	4170455,33	944	Galería	0-1 L/s	Nunca	Sin clasificar	Red Natura 2000 (Zec: Estribaciones de Sierra Mágina)
DON RAMÓN, Fuente	Paraje del Rompedizo de La Mata	454424,41	4174047,09	1102	Rezume	0-1 L/s	Con frecuencia	Almadén (05.20)	Parque Natural de Sierra Mágina y Red Natura 2000
DOS PESETAS, Fuente	Paraje Umbría Cerro del Escribano	448477,45	4170366,36	842	Galería	0-1 L/s	Con frecuencia	Sin clasificar	No está incluida en la Red de Espacios Protegidos de Andalucía
EL ALICATE, Fuente de	Paraje de La Muela	450458,47	4168407,44	808	Rezume	0-1 L/s	Con frecuencia	Sin clasificar	No está incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
EL BEATO, Fuente - alberca	Paraje de Collar	452737,47	4168285,46	883	Rezume	0-1 L/s	Excepcionalmente	Sin clasificar	No está incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
EL BLANCAL, Fuente	Paraje de Mata-bejid, Cerro de Las Alegas	455819,33	4175922,99	1546	Galería	0-1 L/s	Excepcionalmente	Sierra Mágina (05.21)	Parque Natural de la Sierra Mágina y Red Natura 2000
EL FRONTIL, Fuente de	Paraje del El Frontil	448193,40	4164458,45	850	Galería	0-10 L/s	Nunca	Montes Orientales-Sector Norte (05.28)	No está incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
EL NACIMIENTO DE ARBUNIEL, Lavadero de	Arbuniel	452362,46	4164677,47	917	Galería	0-1 L/s	ns_nc	Montes Orientales-Sector Norte (05.28)	No se encuentra incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
EL ROMANO, Fuente	Arbuniel	449918,43	4164521,46	989	Galería	0-10 L/s	Excepcionalmente	Montes Orientales-Sector Norte (05.28)	No se encuentra incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
EL ROMERAL, Fuente de	Paraje de El Romeral	452587,47	4168854,45	887	Galería	0-1 L/s	Nunca	Sin clasificar	No está incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
EL TOTINGO, Fuente	Arbuniel	452223,46	4166346,46	790	Rezume	0-1 L/s	Nunca	Montes Orientales-Sector Norte (05.28)	No se encuentra incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
EL TRUENO, Fuente	Paraje El Trueno (Pedanía de Arbuniel)	452622,47	4166028,47	809	Rezume	0-1 L/s	Con frecuencia	Sin clasificar	No está incluida en la Red de Espacios Naturales

Aguas de Cambil-Arbuniel 2.0
Proyecto Fin de Máster

									Protegidos de Andalucía
ENCINA DE LA PASAILLA, Fuente de la	Paraje de la Pasailla, Mata-Bejid	456631,29	4175563,98	1495	Rezume	0-1 L/s	Nunca	Sierra Mágina (05.21)	Parque Natural de Sierra Mágina y Red Natura 2000
ERAS, Lavadero de las	Arbuniel	452603,46	4164166,48	925	Galería	0-10 L/s	Nunca	Montes Orientales - Sector Norte (05.28)	No se encuentra incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
ESPINAR, Fuente del	Paraje de Fuente Alta, Pago de Collar.	453007,47	4167623,46	1408	Galería	0-1 L/s	Con frecuencia	Sin clasificar	No está incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
FUENTE ALTA	Pago de Collar, Paraje de Fuente Alta	453430,48	4168051,46	1033	Galería	0-1 L/s	Siempre	Sin clasificar	Red Natura 2000 (ZEC: Estribaciones de Sierra Mágina)
FUENTE ALTA, Fuentecilla Baja de	Pago de Collar, Paraje de Fuente Alta (olivar)	453160,47	4167917,46	947	Rezume	0-1 L/s	Excepcionalmente	Sin clasificar	No está incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
FUENTE ALTA, Fuentecilla de	Pago de Collar, Paraje de Fuente Alta (olivar)	453228,48	4167981,46	972	Rezume	0-1 L/s	Excepcionalmente	Sin clasificar	No está incluida en la red de Espacios Naturales de Andalucía
FUENTE BANQUERI	Paraje del Rompedizo de La Mata	454699,40	4173469,12	1031	Rezume	0-1 L/s	Con frecuencia	Sierra Mágina (05.21)	Parque Natural de Sierra Mágina y Red Natura 2000
FUENTE DULCE	Arbuniel	452771,46	4164124,48	955	Galería	0-10 L/s	Nunca	Montes Orientales-Sector Norte (05.28)	No se encuentra incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
FUENTE FRÍA	Paraje de Fuente Fría (Mata-Bejid)	457482,26	4176058,97	1654	Galería	0-1 L/s	Excepcionalmente	Sierra Mágina (05.21)	Parque Natural de Sierra Mágina y Red Natura 2000
FUENTE GAZPACHETE	Paraje del Cementerio (por debajo de la carretera)	450370,47	4169245,42	788	Galería	0-1 L/s	Excepcionalmente	Sin clasificar	No está incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
FUENTE JUAN VELA	Pago de La Loma, paraje del Corralón	449881,47	4172526,27	937	Galería	0-1 L/s	Nunca	Almadén (05.20)	No se encuentra incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
FUENTE LIRIAL	Paraje del Corralón-Las Vegas	449497,47	4172911,26	957	Rezume	0-1 L/s	Siempre	Almadén (05.20)	No está incluida en la Red de Espacios Naturales

Aguas de Cambil-Arbuniel 2.0
Proyecto Fin de Máster

									Protegidos de Andalucía
FUENTE MADROÑALES	Paraje Piedra Ballesteros.	449723,42	4164080,46	1028	Galería	0-1 L/s	Nunca	Montes Orientales-Sector Norte (05.28)	No está incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
FUENTE MENCHORETE	Paraje del Romeral	452590,47	4168844,45	884	Rezume	0-1 L/s	Excepcionalmente	Sin clasificar	No está incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
FUENTE NAVAS	Pago de Collar	452044,47	4168051,45	849	Galería	0-1 L/s	Con frecuencia	Sin clasificar	No está incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
FUENTE NUEVA	Pedanía de Arbuniel (Casco urbano)	452577,46	4164705,48	917	Galería	0-1 L/s	Nunca	Montes Orientales-Sector Norte (05.28)	No está incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
FUENTE PINILLOS	Paraje de Loma Rasa	452566,47	4169647,40	928	Galería	0-1 L/s	Nunca	Sin clasificar	No está incluida en la red de Espacios Naturales de Andalucía
FUENTE PITILLOS	Paraje del Cerrajón	451701,47	4169321,42	906	Galería	0-1 L/s	Nunca	Sin clasificar	No está incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
FUENTE SABUCO	Paraje de la Fuente Sabuco	449190,47	4172446,28	894	Galería	0-10 L/s	Nunca	Almadén (05.20)	No se encuentra incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
FUENTE SARAPIO	Pago Los Blancares, Paraje de Bornos	450745,46	4172535,26	963	Rezume	0-1 L/s	Nunca	Almadén (05.20)	No se encuentra incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
FUENTE, Pilar Bajo de la	Arbuniel	452722,46	4164606,48	916	Galería	0-1 L/s	Nunca	Montes Orientales-Sector Norte (05.28)	No se encuentra incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
FUENTE, Pilar de la	Arbuniel	452723,46	4164514,48	933	Galería	0-10 L/s	Nunca	Montes Orientales-Sector Norte (05.28)	No se encuentra incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
GALERA DE BORNOS,	Paraje de Bornos	452353,45	4172073,26	962	Manantial	0-10 L/s	Nunca	Sin clasificar	No está incluida en la Red de Espacios Naturales

Aguas de Cambil-Arbuniel 2.0
Proyecto Fin de Máster

Manantial de la									Protegidos de Andalucía
GARAÑÓN, Fuente del	Santa Lucía	447110,37	4163171,45	715	Manantial	0-1 L/s	Nunca	Montes Orientales -Sector Norte (05.28)	No está incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
GAZPACHO, Fuente-alberca de	Gibraltarberca	456696,39	4170815,24	1127	Rezume	0-1 L/s	Con frecuencia	Sin clasificar	No está incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
GIBRALBERCA, Fuente -abrevadero de	Paraje de Gibraltarberca	456111,42	4169879,32	1200	Nac. a cauce	0-1 L/s	Excepcionalmente	Sin clasificar	No está incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
GIBRALBERCA, Fuente de	Paraje de la Fuente (Mata-Bejid)	456121,42	4169942,32	1161	Galería	0-1 L/s	Nunca	Sin clasificar	Red Natura 2000 (ZEC: Estribaciones de Sierra Mágina)
HORMIGA, Fuente de la	Mata Begid	456214,32	4176282,98	1665	Manantial	0-1 L/s	Siempre	Sierra Mágina (05.21)	Parque Natural de Sierra Mágina y Red Natura 2000
HUEVO, Fuente del	Arbuniel	453241,47	4164225,48	971	Rezume	0-1 L/s	Con frecuencia	Montes Orientales-Sector Norte (05.28)	No se encuentra incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
IGLESIA, Fuente de la	Pedanía de Arbuniel (Casco urbano)	452503,46	4164587,48	919	Galería	0-10 L/s	Nunca	Montes Orientales-Sector Norte (05.28)	No está incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
JUANILLA, Fuente de la	Paraje de Carrión-Bornos.	451836,46	4170703,34	870	Rezume	0-1 L/s	Con frecuencia	Sin clasificar	No está incluida en la Red de Espacios Protegidos de Andalucía
LA CELADA, Fuente	Pago de Bornos	450602,46	4171657,30	879	Galería	0-10 L/s	Nunca	Sin clasificar	No está incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
LA PERULA, Fuente	Paraje de La Perula, Pago de Ochoa	448151,45	4170602,35	815	Rezume	0-1 L/s	Con frecuencia	Sin clasificar	No se encuentra incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
LA PUTA, Fuente	Los Prados (Mata-Bejid)	456697,28	4175171,98	1500	Galería	0-1 L/s	Nunca	Sierra Mágina (05.21)	Parque Natural de Sierra Mágina y Red Natura 2000
LA TEJILLA, Fuente	Arbuniel	451468,46	4166116,46	863	Rezume	0-1 L/s	Excepcionalmente	Montes Orientales-Sector Norte (05.28)	No se encuentra incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de

Aguas de Cambil-Arbuniel 2.0
Proyecto Fin de Máster

									Andalucía
LA VENTA, Fuente de	Arbuniel	452796,47	4164577,48	914	Galería	0-1 L/s	Nunca	Montes Orientales-Sector Norte (05.28)	No se encuentra incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
LAGUNA DE SANTA MARÍA, Fuente de la	Paraje de Santa María	453257,48	4168510,46	950	Galería	0-1 L/s	Excepcionalmente	Sin clasificar	No está incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
LAS CASERÍAS, Fuente de	Pago de Collar	451683,47	4167914,45	813	Galería	0-10 L/s	Nunca	Sin clasificar	No está incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
LAS ENEAS, Fuente - alberca	Paraje Barranco de la Encrucijada	448352,45	4170422,36	816	Rezume	0-1 L/s	Con frecuencia	Sin clasificar	No está incluida en la Red de Espacios Protegidos de Andalucía
LAS ERAS, Pilar de	Arbuniel	452705,46	4164444,48	925	Galería	0-1 L/s	Nunca	Montes Orientales-Sector Norte (05.28)	No se encuentra incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
LAS PILAS DE FUENTEFRÍA, Fuente	Paraje Fuente Fría (Mata-bejid)	457308,27	4176054,97	1640	Galería	0-1 L/s	Excepcionalmente	Sierra Mágina (05.21)	Parque Natural de Sierra Mágina y Red Natura 2000
LAS PILAS, Fuente de	Paraje del Realejo	447410,44	4169603,38	812	Galería	0-1 L/s	Excepcionalmente	Sin clasificar	No se encuentra incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
LECHUGA, Fuente de	Arbuniel	449769,44	4165435,45	926	Galería	0-1 L/s	Nunca	Montes Orientales-Sector Norte (05.28)	No se encuentra incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
LEONES, Fuente de los	Mata-Begid	454848,42	4171734,24	1020	Manantial	0-10 L/s	Nunca	Sierra Mágina (05.21)	No está incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
LLANO DE LOS MAESTROS, Fuente del	Paraje del Castillejo, Mata-Bejid	455287,37	4173692,09	1165	Rezume	0-1 L/s	Con frecuencia	Sierra Mágina (05.21)	Parque Natural de Sierra Mágina y Red Natura 2000
LOMA ENGORDA,	Paraje de Loma Engorda	451119,45	4165790,46	858	Manantial	0-1 L/s	Nunca	Montes Orientales-Sector Norte	No está incluido en la Red de Espacios Naturales

Aguas de Cambil-Arbuniel 2.0
Proyecto Fin de Máster

Manantial de								(05.28)	Protegidos de Andalucía
LOS CAFERROS, Fuente - alberca	Paraje de Collar	452526,47	4168037,46	882	Galería	0-1 L/s	Excepcionalmente	Sin clasificar	No está incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
LOS CASTAÑOS, Fuente de	Arbuniel	452849,47	4164980,48	898	Galería	0-10 L/s	Nunca	Montes Orientales-Sector Norte (05.28)	No se encuentra incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
LOS PEÑONCILLOS, Fuente Alta de	Arbuniel	453229,47	4164073,48	1004	Rezume	0-1 L/s	Con frecuencia	Montes Orientales-Sector Norte (05.28)	No se encuentra incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
LOS PEÑONCILLOS, Fuente Baja de	Arbuniel	453066,47	4164111,48	982	Rezume	0-1 L/s	Con frecuencia	Montes Orientales-Sector Norte (05.28)	No se encuentra incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
MADROÑALES, Rezume de	Paraje de Piedra Ballesteros (Pedanía Arbuniel)	449613,42	4164114,46	1011	Rezume	0-1 L/s	Excepcionalmente	Montes Orientales-Sector Norte (05.28)	No está incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
MAJA-SONDAS, Fuente de	Paraje de Maja-Sondas. Pago de Collar.	453198,47	4167419,46	951	Galería	0-1 L/s	Excepcionalmente	Sin clasificar	No está incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
MAJOLETO, Rezume del	Arbuniel	453216,47	4164184,48	980	Rezume	0-1 L/s	Con frecuencia	Montes Orientales-Sector Norte (05.28)	No se encuentra incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
MATA-BEGID, Estanque de	Mata Begid	454859,42	4171779,24	980	Nac. a cauce	10-100 L/s	Nunca	Sierra Mágina (05.21)	No está incluido en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
MATA-BEGID, Nacimiento de	Mata Begid	454895,42	4171962,22	1000	Galería	0-10 L/s	Nunca	Sierra Mágina (05.21)	Parque Natural de Sierra Mágina y Red Natura 2000
MATA-BEJID, Fuente-abrevadero de	Aldea de Mata-Bejid	454928,42	4171711,24	1013	Galería	10-100 L/s	Nunca	Sierra Mágina (05.21)	No está incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
MATA-BEJID, Manantial de	Mata-Bejid	454878,42	4171810,23	1020	Manantial	10-100 L/s	Nunca	Sierra Mágina (05.21)	No está incluida en la Red de Espacios Naturales

Aguas de Cambil-Arbuniel 2.0
Proyecto Fin de Máster

									Protegidos de Andalucía
MERCADILLO, Fuente del	El Mercadillo	446438,43	4172216,29	890	Manantial	0-1 L/s	Con frecuencia	Almadén (05.20)	No está incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
MINA CHICA	Paraje del Cerro del Escribano	447737,44	4170427,35	823	Galería	0-1 L/s	Siempre	Sin clasificar	No está incluida en la Red de Espacios Protegidos de Andalucía
MINA LARGA	Paraje de Cerro del Escribano	447750,44	4170419,35	824	Galería	0-1 L/s	Siempre	Sin clasificar	No está incluida en la Red de Espacios Protegidos de Andalucía
MINISTRO, Fuente del	Arbuniel	453313,47	4164142,48	999	Galería	0-1 L/s	Con frecuencia	Montes Orientales-Sector Norte (05.28)	No se encuentra incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
MOJÓN DE LA AULAGA, Fuente	Paraje del Mojón de la Aulaga (Mata-Bejid)	456932,41	4169708,30	1325	Rezume	ns_nc	Con frecuencia	Sin clasificar	Red Natura 2000 (ZEC: Estribaciones de Sierra Magina)
MONJAS, Fuente de las	Paraje del Río Villanueva	449545,47	4171897,30	855	Rezume	0-1 L/s	Con frecuencia	Sin clasificar	No está incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
MONJINES, Fuente de	Paraje del Realejo	449197,46	4169712,39	842	Galería	0-10 L/s	Nunca	Sin clasificar	No está incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
MORALEDA, Fuente de la	Casco urbano	450239,47	4170259,37	765	Galería	0-1 L/s	Nunca	Sin clasificar	No está incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
MORATO, Fuente del	Paraje de Fuente Alta, Pago de Collar	453479,48	4167575,46	978	Rezume	0-1 L/s	Siempre	Sin clasificar	No está incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
NOGUERA, Lavadero de la	Arbuniel	452221,46	4164102,48	931	Galería	0-1 L/s	Nunca	Montes Orientales-Sector Norte (05.28)	No se encuentra incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
NOGUERA, Mina de la	Paraje del Cerro del Escribano	447663,44	4170418,35	827	Galería	0-1 L/s	Con frecuencia	Sin clasificar	No está incluida en la Red de Espacios Protegidos de Andalucía
NUEVE PILAS,	Paraje de las Roturas,	451956,44	4174087,15	1148	Galería	0-1 L/s	Excepcionalment	Almadén (05.20)	Parque Natural Sierra

Aguas de Cambil-Arbuniel 2.0
Proyecto Fin de Máster

Abrevadero de las	pago del Pozuelo						e		Mágina y Red Natura 2000
PASAILLA BAJA, Fuente de la	Los Prados, Mata-Bejid	456547,30	4175491,98	1464	Galería	0-1 L/s	Nunca	Sierra Mágina (05.21)	Parque Natural de Sierra Mágina y Red Natura 2000
PASAILLA, Fuente de la	Los Prados (Mata-Bejid)	456590,29	4175435,98	1480	Galería	0-1 L/s	Nunca	Sierra Mágina (05.21)	Parque Natural de Sierra Mágina y Red Natura 2000
PELAILLAS, Fuente de	Paraje de Santa María, Pago de Collar.	452621,47	4168616,45	875	Galería	0-1 L/s	Excepcionalmente	Sin clasificar	No está incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
PERALEJO, Fuente del	Paraje del Peralejo, Mata-Bejid	457487,34	4171510,18	1.143	Rezume	0-1 L/s	Excepcionalmente	Sierra Mágina (05.21)	Red Natura 2000 (ZEC: Estribaciones de Sierra Mágina)
PILAS DE TARRAFE, Abrevadero de las	Collado de Las Pilas-- Paraje del Monte Tarrafe	450480,46	4174335,18	1266	Galería	0-1 L/s	Excepcionalmente	Almadén (05.20)	Parque Natural de Sierra Mágina y Red Natura 2000
PIOJO, Fuente del	Mata Begid	457080,27	4175694,97	1600	Manantial	0-1 L/s	Con frecuencia	Sierra Mágina (05.21)	Parque Natural de Sierra Mágina y Red Natura 2000
PLAZOLETA, Fuente de la	-	450361,01	4170187,07	784	Rezume	0-1 L/s	Nunca	Sin clasificar	No se encuentra incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
POBRES, Fuente de los	Barranco de Los Pobres (Finca El Mercadillo). Paraje del Pinar.	445476,41	4170856,32	696	Rezume	0-1 L/s	Con frecuencia	Sin clasificar	No está incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
POCICO, El	-	455605,36	4173682,09	1250	Rezume	0-10 L/s	Con frecuencia	Sierra Mágina (05.21)	Parque Natural de Sierra Mágina y Red Natura 2000
POSTURA, Fuente de la	Paraje de Pelayo	450376,46	4167106,45	729	Rezume	0-1 L/s	Siempre	Sin clasificar	No está incluida en la Red de Espacios Protegidos de Andalucía
POZO DEL AHORCADO, Fuente del	Paraje del Pozo del Ahorcado. Pago del Rompedizo de Mata-Bejid.	453774,42	4173379,15	1057	Galería	0-1 L/s	Excepcionalmente	Almadén (05.20)	Parque Natural de Sierra Mágina y Red Natura 2000
POZO LA CABRA, Fuente	Arbuniel	449366,43	4165590,45	923	Galería	0-1 L/s	Nunca	Montes Orientales-Sector Norte	No se encuentra incluida en la Red de Espacios

Aguas de Cambil-Arbuniel 2.0
Proyecto Fin de Máster

del								(05.28)	Naturales Protegidos de Andalucía
POZO PAGUERRERO, Fuente del	Pago del Romeral	451904,47	4169295,42	882	Rezume	0-1 L/s	Nunca	Sin clasificar	No está incluida en la red de Espacios Nnaturales de Andalucía
POZO VIEJO, Fuente del	Los Blancares	450921,46	4172679,25	975	Rezume	0-1 L/s	Excepcionalmente	Almadén (05.20)	No está incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
PRADOS, Fuente de los	Los Prados (Mata-Bejid)	456144,31	4175023,99	1363	Rezume	0-1 L/s	ns_nc	Almadén (05.20)	Parque Natural de Sierra Mágina y Red Natura 2000
PUENTE CHICO, Fuente	Paraje de Ochoa	448607,46	4170312,36	839	Galería	0-1 L/s	Siempre	Sin clasificar	No está incluida en la Red de Espacios Protegidos de Andalucía
PUENTE DE ARBUNIEL, Fuente del	Paraje del Río Arbuniel	452070,46	4166391,46	791	Galería	0-1 L/s	Nunca	Sin clasificar	No se encuentra incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
PUERTO DE SAN MARCOS, Fuente del	Casco urbano	450005,47	4169779,39	768	Rezume	0-1 L/s	ns_nc	Sin clasificar	No está incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
PUERTO DE TORRES, Pilas del	Mata Begid	455640,40	4171779,21	1628	Manantial	0-1 L/s	Con frecuencia	Sierra Mágina (05.21)	Parque Natural de Sierra Mágina y Red Natura 2000
RABÁN, Fuente del	Paraje del Rompedizo de la Mata	454069,41	4173892,11	1130	Rezume	0-1 L/s	Con frecuencia	Almadén (05.20)	Parque Natural de Sierra Mágina y Red Natura 2000
RANA, Fuente de la	Cortijada del El Frontil, Paraje de Los Cañones	449201,41	4163636,46	1000	Galería	0-1 L/s	Nunca	Montes Orientales-Sector Norte (05.28)	No está incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
RANAS, Fuente de las	Aldea de Matabejid	454833,42	4171835,23	984	Manantial	0-1 L/s	Siempre	Sierra Mágina (05.21)	No se encuentra incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
RÍO, Lavadero del	Arbuniel	452508,46	4164535,48	915	Galería	10-100 L/s	Nunca	Montes Orientales-Sector Norte (05.28)	No se encuentra incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
RONQUILLO, Fuente del	Paraje de Bornos	453010,44	4172790,20	988	Galería	0-1 L/s	Excepcionalmente	Almadén (05.20)	Parque Natural de Sierra Mágina y Red Natura 2000

Aguas de Cambil-Arbuniel 2.0
Proyecto Fin de Máster

SALAO, Baños del	Paraje del Salao	452155,46	4166274,46	806	Rezume	0-10 L/s	Nunca	Sin clasificar	No están incluidos en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
SANTA MARÍA, Nacimiento de	Pago de Collar, Paraje de Santa María	453221,48	4168541,46	950	Galería	10-100 L/s	Nunca	Sin clasificar	No está incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
SIMA DE VILLANUEVA, Nacimiento de la	Villanueva	449218,47	4173336,25	990	Galería	ns_nc	Excepcionalmente	Almadén (05.20)	No se encuentra incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
TEJA DEL PERALEJO, Fuente	Paraje Umbría del Peralejo, Mata-bejid	456729,38	4170872,24	1128	Nac. a cauce	0-1 L/s	Nunca	Sin clasificar	Red Natura 2000 (ZEC: Estribaciones de Sierra Mágina)
TEJA, Fuente de la	Paraje de los Prados (Mata-Bejid)	456113,31	4174911,00	1351	Rezume	0-1 L/s	Con frecuencia	Sierra Mágina (05.21)	Parque Natural de Sierra Mágina
TENACERO, Fuente del	Paraje de la Loma Rasa	452344,46	4170494,35	878	Galería	0-1 L/s	Nunca	Sin clasificar	No se encuentra incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
TÍO, Fuente del	Paraje de Los Prados, Mata-Bejid	456265,31	4174766,00	1392	Rezume	0-1 L/s	Con frecuencia	Sierra Mágina (05.21)	Parque Natural de Sierra Mágina y Red Natura 2000
TURÓN, Fuente del	Paraje de Las Monjas	449521,47	4171924,30	854	Rezume	0-1 L/s	Con frecuencia	Almadén (05.20)	No está incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
UMBRÍA CERRO DEL ESCRIBANO, Fuente	Paraje Cerro del Escribano	448280,45	4170408,36	842	Rezume	0-1 L/s	Con frecuencia	Sin clasificar	No está incluida en la Red de Espacios Protegidos de Andalucía
UMBRÍA DE CANO, Fuente	Paraje Umbría de Cano (Mata-Bejid)	457201,40	4169660,30	1242	Rezume	0-1 L/s	Siempre	Sin clasificar	Red Natura 2000 (ZEC: Estribaciones de Sierra Mágina)+N124
UMBRÍA DEL PERALEJO, Fuente de la	Paraje del Peralejo, Mata-Bejid.	457488,34	4171496,18	1150	Rezume	0-1 L/s	Con frecuencia	Sierra Mágina (05.21)	Parque Natural de Sierra Mágina y Red Natura 2000
VAGUADA DE GIBRALBERCA, Fuente de la	Paraje de Gibrálberca	456168,42	4169898,32	1205	Rezume	0-1 L/s	Siempre	Sin clasificar	No está incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía

Aguas de Cambil-Arbuniel 2.0
Proyecto Fin de Máster

VEGA DE LORENZO, Fuentecilla	Pago de Villanueva, paraje de Las Vegas	449142,47	4172698,27	928	Galería	0-1 L/s	Nunca	Almadén (05.20)	No está incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
VISILLO, Fuente del	Casco Urbano	450183,47	4169757,39	801	Galería	0-1 L/s	Siempre	Sin clasificar	No está incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
ZARCEJO, Fuente del	Pago de Collar, Paraje del Zarcejo	452541,47	4167964,46	867	Galería	0-1 L/s	Con frecuencia	Sin clasificar	No está incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
ZORROS, Fuente de los	Paraje de Las Monjas	449513,47	4171938,30	857	Rezume	0-1 L/s	Con frecuencia	Almadén (05.20)	No está incluida en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía

Tabla B: Tabla de Piezómetros en el T.M. Cambil-Arbuniel

Cod.Estsub	lugar	coordenada_x	coordenada_y	cota_est	profundidad	M.A.S.
05.20.101	Crtra antigua Cambil	444993,35	4171095,31	672		Almadén (05.20)
05.20.001	Finca "El Carretón"	445731,37	4172565,29	890	151	Almadén (05.20)
05.20.003	Puerto de Bercho	449028,41	4174279,26	1143	199	Almadén (05.20)

Tabla C: Tabla de Captaciones en el T.M. Cambil-Arbuniel

cod_capt	tipo	lugar	coordenada_x	coordenada_y	cota_est	profundidad	M.A.S.
70067	sondeo subterráneo	Los Mimbrales	452552,91	4164001,24	1006		05.28
70066	sondeo subterráneo	Cañada de Barbarín	451495,84	4163702,71	1030	265	05.28
70065	sondeo subterráneo	Las Rozas	450941,91	4173448,41	1077	229	05.20
70002	captación en manantial	Villanueva	449301,23	4173354,53	960	0	05.20

Tabla D: Tabla de Depósitos Municipales de Abastecimiento en el T.M. Cambil-Arbuniel

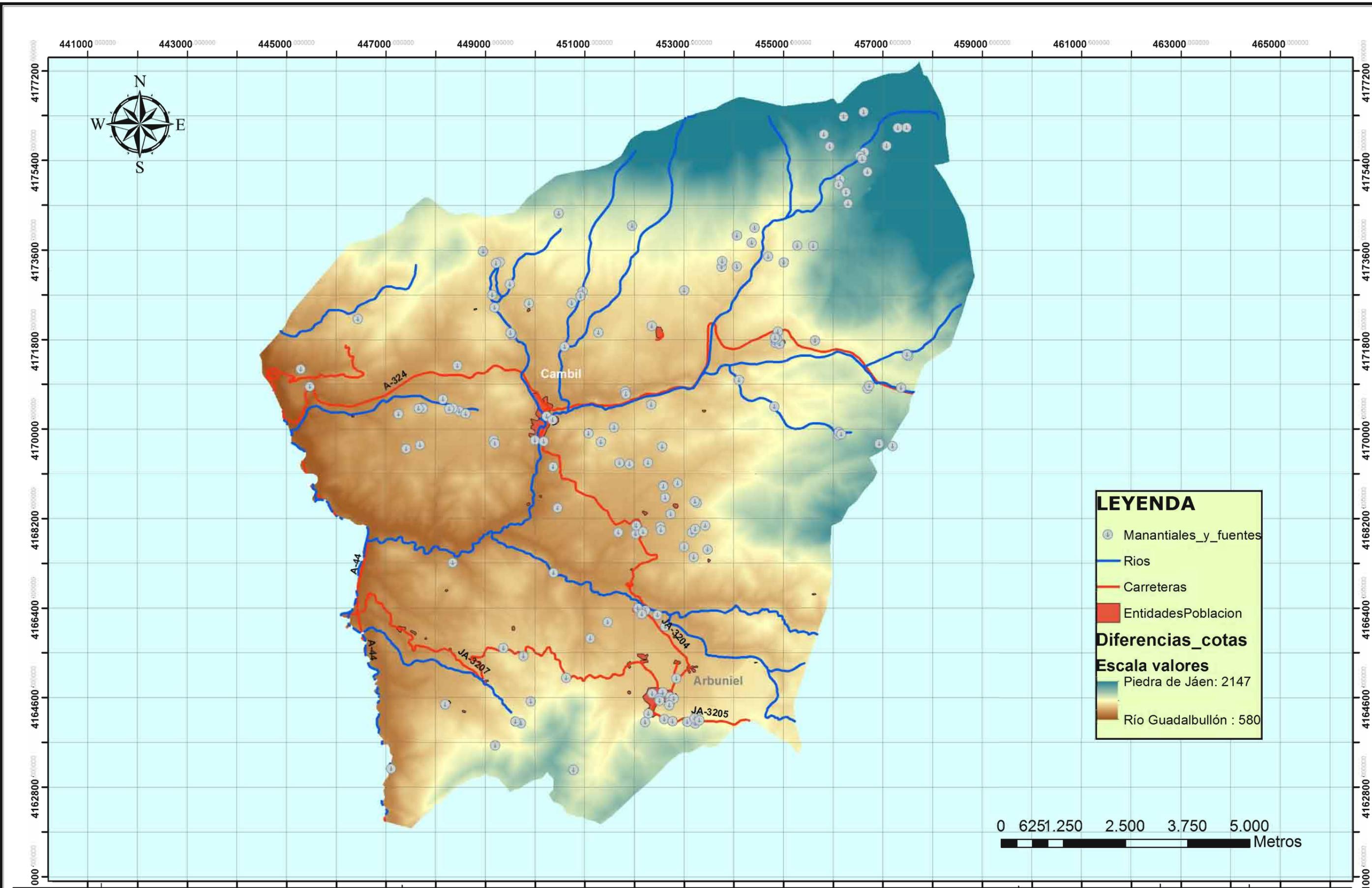
nombre	lugar	coordenada_x	coordenada_y	cota_est	capacidad
Deposito Antiguo	El Santo	450445,58	4170551,14	814	
Deposito Nuevo	El Santo	450397,52	4170635,96	835	
Deposito Pozo	Los Blancares	450212,11	4172752,28	979	
Deposito Bajo	La Ventilla	452735,16	4164211,58	944	
Deposito Alto	Los Mimbrales	452611,7	4164001,89	991	

Tabla E: Tabla de EDAR en el T.M. Cambil-Arbuniel

cod_capt	tipo	lugar	coordenada_x	coordenada_y	cota_est
70000	EDAR	Casco Urbano	450167,56	4169768,92	756

Tabla F: Tabla de Estaciones de Aforo en funcionamiento en el T.M. Cambil-Arbuniel

cod_capt	tipo	lugar	coordenada_x	coordenada_y	cota_est
5137	Estación de aforo	Núcleo Urbano	450081,4	4169611,67	758



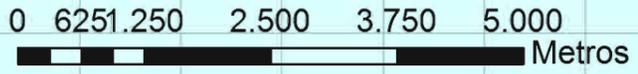
LEYENDA

- Manantiales_y_fuentes
- Rios
- Carreteras
- EntidadesPoblacion

Diferencias_cotas

Escala valores

- Piedra de Jáen: 2147
- Río Guadalbullón : 580

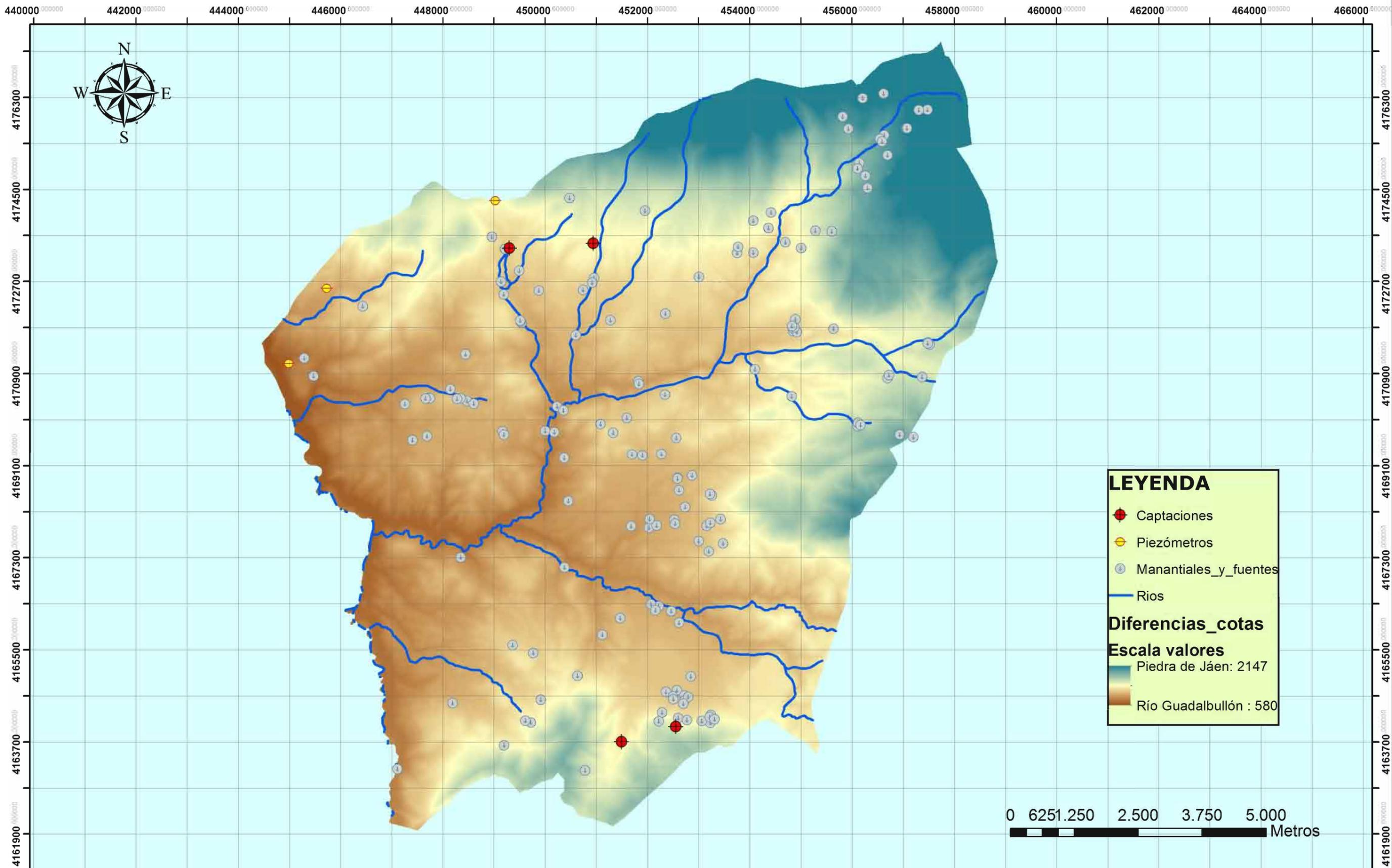


Memoria de Prácticas de Empresa del Máster Oficial "Agua y Medio Ambiente en Áreas Semiáridas"



461000	463000	465000
Municipio: CAMBIL-ARBUNIEL	Provincia: JAÉN	Paraje: T.M. Completo
"AGUAS DE CAMBIL-ARBUNIEL 2.0"		
AUTOR: David Oya Muñoz Ambientólogo		Mapa 0: Manantiales y fuentes E: 1:70.000 Fecha: Septiembre 2013

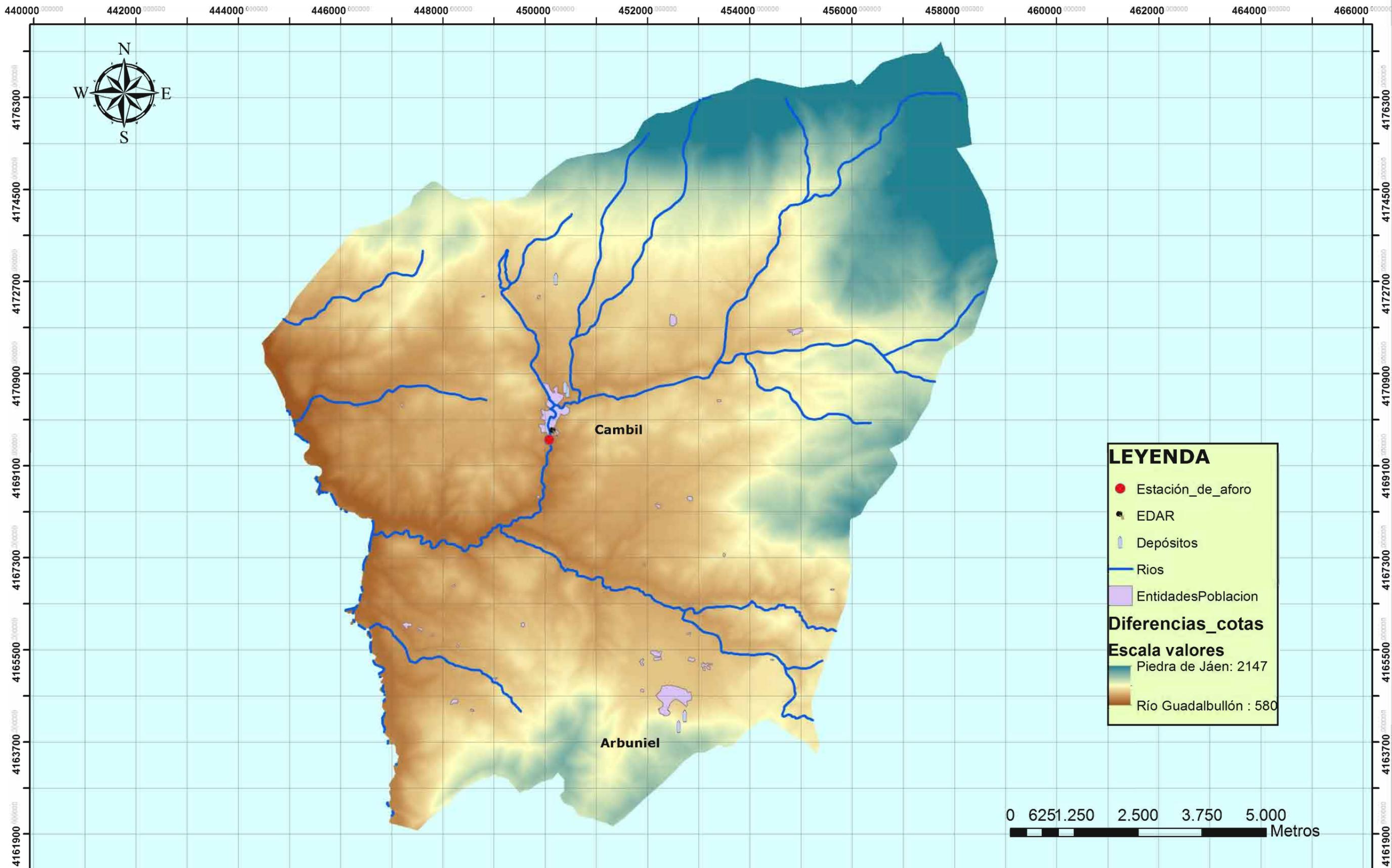
Proyección: ETRS 89 UTM huso 30; Fondo: Ortofotografía 2009; Junta de Andalucía (REDIAM)



**Memoria de Prácticas de Empresa del Máster Oficial
"Agua y Medio Ambiente en Áreas Semiáridas"**

440000	442000	444000	446000	448000	450000	452000	454000	456000	458000	460000	462000	464000	466000		
Municipio: CAMBIL-ARBUNIEL										Provincia: JAÉN		Paraje: T.M. Completo			
"AGUAS DE CAMBIL-ARBUNIEL 2.0"															
AUTOR: David Oya Muñoz Ambientólogo										E: 1:70.000				Mapa 1: Puntos de Agua Fecha: Septiembre 2013	

Proyección: ETRS 89 UTM huso 30. Fondo: Ortofotografía 2009. Junta de Andalucía (REDIAM)



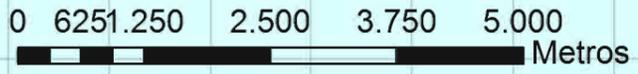
LEYENDA

- Estación_de_aforo
- EDAR
- Depósitos
- Rios
- EntidadesPoblacion

Diferencias_cotas

Escala valores

- Piedra de Jáen: 2147
- Río Guadalbullón : 580

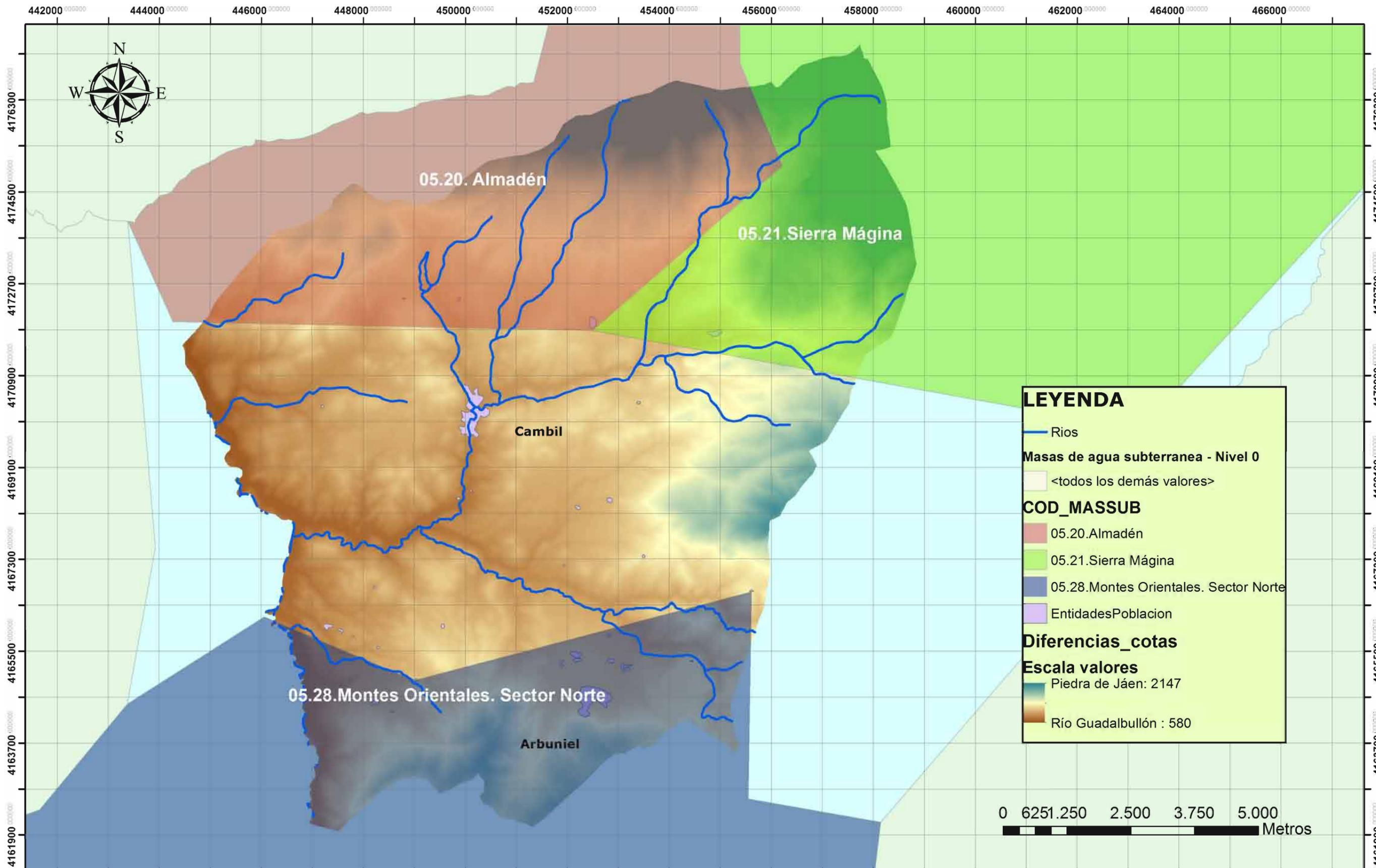


**Memoria de Prácticas de Empresa del Máster Oficial
"Agua y Medio Ambiente en Áreas Semiáridas"**



440000	442000	444000	446000	448000	450000	452000	454000	456000	458000	460000	462000	464000	466000	
Municipio: CAMBIL-ARBUNIEL											Provincia: JAÉN			Paraje: T.M. Completo
"AGUAS DE CAMBIL-ARBUNIEL 2.0"														
AUTOR: David Oya Muñoz Ambientólogo											Mapa 2: Otras Infraestructuras			Fecha: Septiembre 2013
E: 1:70.000														

Proyección: ETRS 89 UTM huso 30. Fondo: Ortofotografía 2009. Junta de Andalucía (REDIAM)



LEYENDA

- Rios
- Masas de agua subterranea - Nivel 0
- <todos los demás valores>
- COD_MASSUB**
- 05.20. Almadén
- 05.21. Sierra Mágina
- 05.28. Montes Orientales. Sector Norte
- Entidades Poblacion
- Diferencias_cotas**
- Escala valores**
- Piedra de Jáen: 2147
- Río Guadalbullón : 580



EMPRESA:
Ayuntamiento de Cambil
(Jaén)



**Memoria de Prácticas de Empresa del Máster Oficial
"Agua y Medio Ambiente en Áreas Semiáridas"**



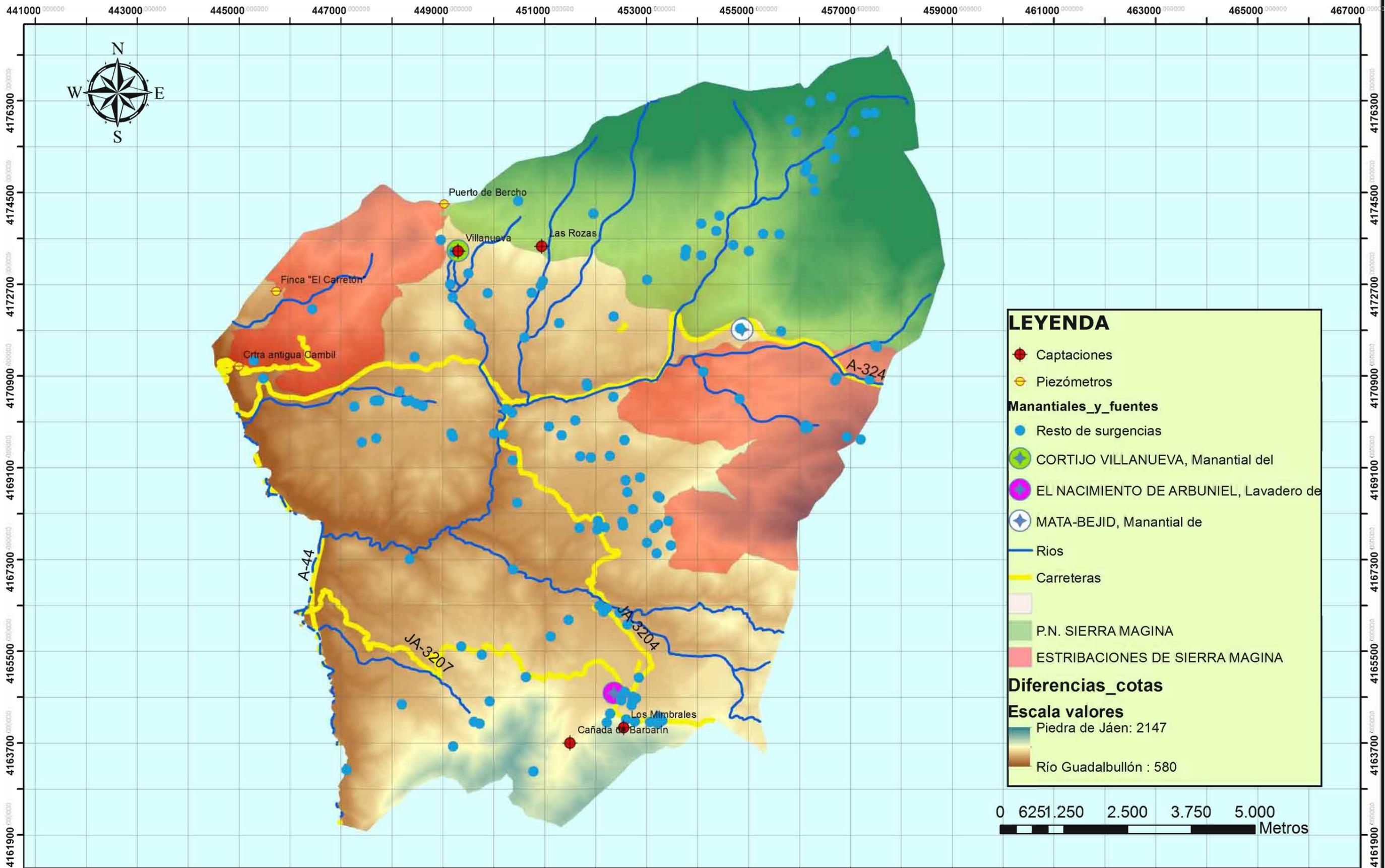
Municipio: CAMBIL-ARBUNIEL Provincia: JAÉN Paraje: T.M. Completo

"AGUAS DE CAMBIL-ARBUNIEL 2.0"

AUTOR:
David Oya Muñoz
Ambientólogo

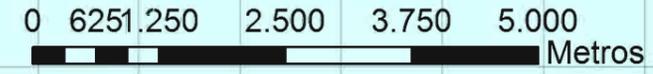
Mapa 3: Afección Unid. Hidrog.
E: 1:70.000
Fecha: Septiembre 2013

Proyección: ETRS 89 UTM huso 30. Fondo: Ortofotografía 2009. Junta de Andalucía (REDIAM)



LEYENDA

- Captaciones
- Piezómetros
- Manantiales_y_fuentes**
- Resto de surgencias
- CORTIJO VILLANUEVA, Manantial del
- EL NACIMIENTO DE ARBUNIEL, Lavadero de
- ◆ MATA-BEJID, Manantial de
- Rios
- Carreteras
- P.N. SIERRA MAGINA
- ESTRIBACIONES DE SIERRA MAGINA
- Diferencias_cotas**
- Escala valores**
- Piedra de Jaén : 2147
- Río Guadalbullón : 580



**Memoria de Prácticas de Empresa del Máster Oficial
"Agua y Medio Ambiente en Áreas Semiáridas"**

Municipio: CAMBIL-ARBUNIEL Provincia: JAÉN Paraje: T.M. Completo

"AGUAS DE CAMBIL-ARBUNIEL 2.0"

AUTOR:
David Oya Muñoz
Ambientólogo

Mapa 4: Puntos de Agua
bajo figura de protección ambiental
E: 1:70.000
Fecha: Septiembre 2013

Proyección: ETRS 89 UTM huso 30. Fondo: Ortofotografía 2009. Junta de Andalucía (REDIAM)