



ESTUDIO GEOLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO DEL YACIMIENTO ARQUEOLÓGICO DE NOHEDA (VILLAR DE DOMINGO GARCÍA, CUENCA)

Convenio específico de colaboración entre la Excm. Diputación de Cuenca y el
Instituto Geológico y Minero de España para el conocimiento hidrogeológico, años
2012-2014



Septiembre 2013

CORREO ELECTRÓNICO

igme@igme.es

RÍOS ROSAS, 23
28003 - MADRID
TELÉFONO: 91 349 57 00
FAX: 91 442 62 16



Dirección de los trabajos:

Miguel Mejías Moreno
Carlos Martínez Navarrete

Asistencia Técnica y Elaboración:

Pedro Pablo Goicoechea García

Encuadre Arqueológico:

Miguel Ángel Valero Tévar



ÍNDICE

1.-INTRODUCCIÓN

- 1.1-Antecedentes
- 1.2-Objetivos y alcance del estudio
- 1.3-Metodología de trabajo

2.-CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

- 2.1-Esquema geológico general
- 2.2-Formaciones y conjuntos litológicos
- 2.3-Geomorfología y estructura geológica local

3.-INVESTIGACIÓN DE CAMPO

- 3.1-Cartografía geológica
- 3.2-Inventario de puntos de agua
- 3.3-Cartografía hidrogeológica y clasificación de las formaciones geológicas según su comportamiento hidrogeológico
- 3.4-Parámetros físico-químicos de las aguas

4.-MODELO CONCEPTUAL DE FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

5.-CONCLUSIONES

6.-BIBLIOGRAFÍA

- ANEXO I: Reportaje fotográfico
- ANEXO II: Figuras



1.-INTRODUCCIÓN

1.1-Antecedentes

El Instituto Geológico y Minero y la Excelentísima Diputación de Cuenca, firmaron con fecha 4 de diciembre de 2012 un convenio específico de Colaboración para mejora del conocimiento hidrogeológico de la provincia de Cuenca.

En su anexo que desarrolla la descripción de los trabajos, se contempla la elaboración del estudio hidrogeológico de las excavaciones arqueológicas en el asentamiento romano de Noheda (Villar de Domingo García, Cuenca).

La citada población se encuentra localizada en la parte central de la provincia de Cuenca, concretamente al noroeste de la capital, accediéndose a la misma por la carretera N-320, que une Cuenca con Guadalajara.

Enfocado a dar soporte al conocimiento geológico e hidrogeológico, no se tiene constancia de la existencia de ningún estudio (a escala local) de los terrenos de localización del yacimiento arqueológico ni de su entorno.

1.1.1-Encuadre arqueológico

El yacimiento de la *villa* romana de Noheda (Villar de Domingo García, Cuenca) es conocido desde antiguo, pero no fue hasta 2005 cuando se realizó la primera campaña de excavaciones arqueológicas. A partir de 2006 la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha asume las responsabilidades y financiación de las intervenciones arqueológicas, incluyéndola dentro de su Programa de Excavaciones Sistemáticas, lo que facilitó el desarrollo de las investigaciones.

En estos años se han exhumado algunas estructuras pertenecientes a la *pars rustica* del complejo rural, así como un sector de la *pars urbana*, integrado por el *balneum* y algunas estancias del edificio residencial. Es en este último en el que destaca la denominada Sala Triabsidada, no sólo por sus imponentes dimensiones -de 290,64 m²-, y sus extraordinarios pavimentos, sino también por su compleja articulación arquitectónica. Su morfología cuadrangular con exedras en tres de sus lados -además de una fuente revestida de ricos mármoles situada en su centro- y sus extraordinarias dimensiones, permiten adscribirla al tipo de salas tríforas que se hacen frecuentes en los más lujosos conjuntos residenciales de época tardorromana. Se trata de dependencias de articulación *trichora* que se interpretan como *triclinia*, adaptando así las formas arquitectónicas a las nuevas tendencias en la organización espacial de los comensales de banquetes, con lechos dispuestos en semicírculo, los *stibadia*.

Es en esta estancia donde se conserva un excepcional mosaico con unas dimensiones conservadas de 231,62 m², realizado en su mayor parte con *opus vermiculatum* a base



de teselas de hasta 1,5 mm. de una variadísima gama cromática, utilizándose para determinados colores piezas de pasta vítrea en multitud de tonos e incluso doradas.

La morfología ornamental de este pavimento se compone, por un lado de una amplia zona rectangular que se adecua al espacio principal de la sala donde más de un centenar de figuras - algunas de tamaño real- se abigarran profusamente en grupos escénicos, distribuidos en el espacio comprendido entre una amplia banda delimitadora de hojas de acanto y la fuente que ocupa el centro de la estancia. Por otro lado, las tres exedras de la estancia contarían con decoración geométrica a tenor de lo observado en las dos conservadas.

Los cuadros figurativos se estructuran en seis franjas rectangulares independientes pero interrelacionadas entre sí, en los que aparecen temáticas con alegorías mitológicas, representaciones de diversos *ludi* y alusiones a géneros literarios y teatrales, lo que subraya su originalidad.

El análisis de sus características técnicas y estilísticas, su cuidada ejecución y calidad artística aportan interesantes detalles, pero sobre todo es su riqueza iconográfica, su compleja composición y su carácter unitario los que, unidos a las dimensiones y a su buen estado de conservación, acentúan la excepcionalidad del mosaico de Noheda. Todo ello hace de este tapiz teselar un *unicum* en el conjunto de pavimentos conocidos del Imperio romano.

Por otro lado, queremos destacar el arriba mencionado complejo termal, de casi 900 m², de esquema axial-simétrico, que está compuesto por diversas salas de uso *frigidarium*, *tepidarium* y *caldarium*, -a los que hay que sumar varios *praefurnia*- dispuestas en torno al eje central que marcan la entrada en *narthex* y el *apodyterium*. Tal y como se manifiesta en otros recintos termales fechados a partir de finales del siglo III o a lo largo del siglo IV, en Noheda se aprecia el gusto por la complejización de los esquemas de funcionamiento y la profusión de espacios absidados u octogonales.

Las imponentes dimensiones del *balneum*, hacen necesaria una ingente cantidad de agua, necesaria para el adecuado funcionamiento del complejo. Esta vicisitud, cobra más fuerza si cabe por la propia ubicación de la *villa*, situada en tierras del interior de la provincia de Cuenca. Dicha localización, con las consiguientes mermas hídricas que ello conlleva, convierten en un importante interrogante la manera de aprovisionarse del líquido elemento.

1.2- Objetivos y alcance del estudio

Con el fin último de poner en valor el yacimiento romano de Noheda, el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) y la Diputación de Cuenca deciden complementar las actuales investigaciones arqueológicas del yacimiento con el estudio del medio físico en el que se encuadra; así el estudio de la geología de los terrenos en los que queda localizado el yacimiento y la interpretación hidrogeológica de los



mismos, pretenden determinar la posible relación entre la localización geográfica de la villa romana y la existencia de afloramientos de aguas subterráneas.

Por tanto, el estudio de los terrenos y materiales geológicos presentes en el área y su potencialidad hidrogeológica se llevan a cabo por el IGME, abarcando la identificación sistemática del terreno mediante la descripción de las litologías presentes, disposición estructural (capas, pliegues, fallas y fracturas) y disposición de las mismas, relación de las formaciones geológicas (discordancias y contactos) y estado del macizo rocoso (fracturación, grado de meteorización y resistencia, composición cristalina, coloración y porcentaje de cemento presente).

1.3-Metodología de trabajo

El área de estudio se encuadra hidrogeológicamente en la masa de agua subterránea 080.119 Terciario de Alarcón, en su parte más septentrional.

El análisis detallado de la zona contempla la relación entre litología, estructura del macizo rocoso y su disposición en relación con los recursos hídricos subterráneos.

Para cumplir con los objetivos propuestos, se han elaborado dos cartografías, geológica e hidrogeológica a escala 1 : 4.333 del área próxima al yacimiento. Dichas cartografías se han realizado utilizando como base de partida la geología e hidrogeología recogidas en el Mapa Geológico de España, de escala 1:50.000, hoja nº 586 (Gascuña) y mediante las visitas al campo que han abarcado toda la superficie en estudio.

Periódicamente y según el lugar, se ha realizado el levantamiento sistemático de estaciones de lectura e identificación. En estas estaciones, numeradas e identificadas en la cartografía que se adjunta en la planta acompañante, se ha procedido al reconocimiento y análisis de litologías y a una recolección pormenorizada de datos presentes en el macizo rocoso, como son: disposición de los estratos, medida de dirección y buzamiento de las capas y espesores de las mismas, descripción de características morfológicas, cristalinas y químicas (tipo de matriz y de cemento, etc.). De igual forma, se han extraído muestras de mano para su posterior observación. Sobre el terreno se anotaron características resistivas y/o grados de meteorización.

Igualmente se ha procedido a la localización y ubicación de los puntos de agua, realizándose en ellos las pertinentes medidas *in situ* de parámetros físico-químicos como: temperatura, conductividad eléctrica y pH, así como en los casos que en que ha sido posible se ha aforado su caudal.

Así mismo, se han tomado fotografías representativas tanto de rocas, entorno y lugares que se consideraron de interés para el estudio.

En gabinete se ha llevado a cabo el estudio de imágenes aéreas, el análisis, disposición y frecuencia de los accidentes geológicos representativos de la zona, el desarrollo de

perfiles y cortes geológicos explicativos de la disposición y estructura para poder aseverar con certeza la localización del agua subterránea y el porqué de su funcionamiento histórico.

2-CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

2.1-Esquema geológico general

El área en estudio se sitúa geográficamente en el cuadrante sureste de la hoja a escala 1:50.000 del Mapa Geológico de España, número 586, Gascueña, por ser esta localidad la de mayor importancia en la zona.

Desde el punto de vista administrativo pertenece en su totalidad a la provincia de Cuenca, la cual forma parte de la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha.

La fisiografía de la región comprende tres dominios: Sierra de Bascuñana, la cual alcanza un relieve de hasta 1.400 m de altitud y Depresiones Intermedia y Mariana con relieves de mesas topográficas y escarpadas laderas en sus bordes (Figura 1).

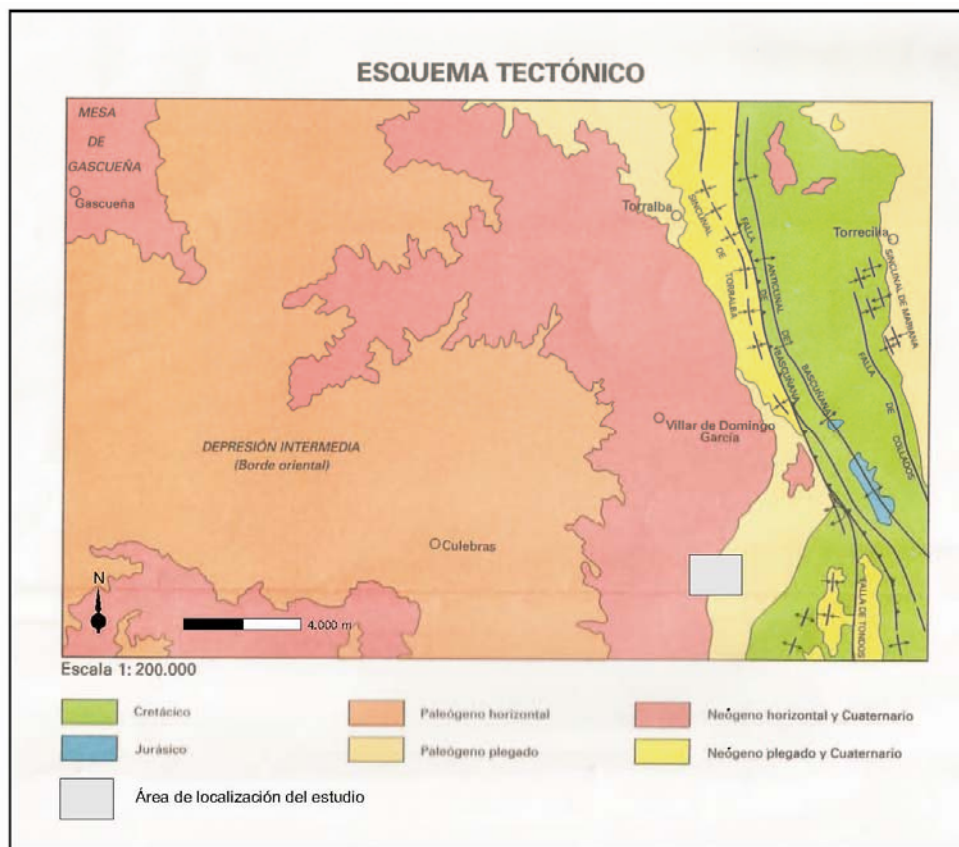


Figura 1.- Fisiografía y tectónica regional en la que se encuadra el estudio.



Aunque los cursos fluviales de la Depresión Intermedia pertenecen a dos cuencas (Tajo y Júcar) el área de estudio se localiza íntegramente en la del Júcar, siendo los arroyos cercanos al yacimiento tributarios al de Bascuñana.

Desde el punto de vista regional y estratigráfico, señalar que existen numerosos trabajos realizados en la zona, por lo que son bien conocidas las unidades y formaciones, así como su estructura.

La zona en estudio se sitúa en la parte occidental de la Cordillera Ibérica y concretamente en la zona oriental de la Depresión Intermedia (Figura 1). En ella se observan cuatro ámbitos diferenciados: sustrato plegado y fuertemente fracturado, de edad Cretácico Superior, constituido por la Formación Brechas dolomíticas recristalizadas de Cuenca y Formación Villalba integrada por margas, arcillas, yesos y dolomías; recubriendo el Cretácico se disponen arenas silíceas blancas, areniscas y conglomerados cuarcíticos del Paleógeno inferior, algo replegadas; en discordancia sobre la unidad del Paleógeno descansan conglomerados mixtos, arenas y arcillas del tránsito Paleógeno-Neógeno y por último cubriendo en parte a todas estas litologías se disponen los materiales y tierras del Cuaternario como son terrazas de arenas y gravas, suelos tipo glacis de lavado superficial, detritos de coluvión y depósitos de fondo de valle de carácter suelto.

2.2-Formaciones y conjuntos litológicos

2.2.1-Cretácico: Formación Brechas dolomíticas recristalizadas de Cuenca [10] y Fm. Villalba de la Sierra, Margas, Arcillas, Yesos y Dolomías [11]

El Cretácico en la hoja de Gascuña aflora principalmente en el tercio oriental constituyendo la Sierra de Bascuñana, la cual dibuja una alineación montañosa de dirección NNO-SSE. Dicha sierra se localiza al este geográfico de la Depresión Intermedia. (Figura 2)

La Fm. Brechas dolomíticas recristalizadas de Cuenca [10] son del Cretácico superior (Coniaciense-Campaniense) y están constituidas por una sucesión de brechas dolomíticas recristalizadas a veces oquerosas, con intercalaciones de margas. El medio de formación original era de lagoon somero de clima árido; la posterior entrada de aguas continentales desaliniza y hace colapsar las capas, dando origen a las brechas. Aflora de forma somera y muy soterrada.

En las cercanías de Noheda, justamente al sureste y situadas estratigráficamente por encima de [10], afloran de forma extensa los materiales de la Formación Villalba de la Sierra [11] de edad Campaniense superior-Eoceno medio y que se constituyen en la base de margas y arcillas verdes y rojizas seguido de niveles de yesos nodulosos y dolomíticos, todo ello en sucesión de capas y bancos regulares, para terminar a techo de

la unidad con margas y arcillas versicolores con niveles calcáreo-dolomíticos en los que se hacen patentes las huellas de raíces y grietas de desecación originales de su formación.

2.2.2.-Terciario: Paleógeno Inferior; Areniscas silíceas blancas [12], areniscas rosadas y conglomerados cuarcíticos (facies canalizada)[13]

Este subsistema se encuentra constituido por materiales detríticos, todos ellos originalmente formados en ambientes fluviales y/o fluvio-lacustres.

La unidad paleogeográficamente se sitúa por encima de los materiales del Cretácico posicionándose sobre ella de forma discordante (discordancia angular). Su espesor se puede considerar constante y homogéneo. La componen capas y estratos de orden decimétrico en sucesión deposicional de relevo de gravas en la base, arenas y areniscas en el centro y lutitas o arcillas a techo, con presencia en la parte alta de algunos niveles calcáreos de aspecto travertínico de hasta 0,5 m [12].

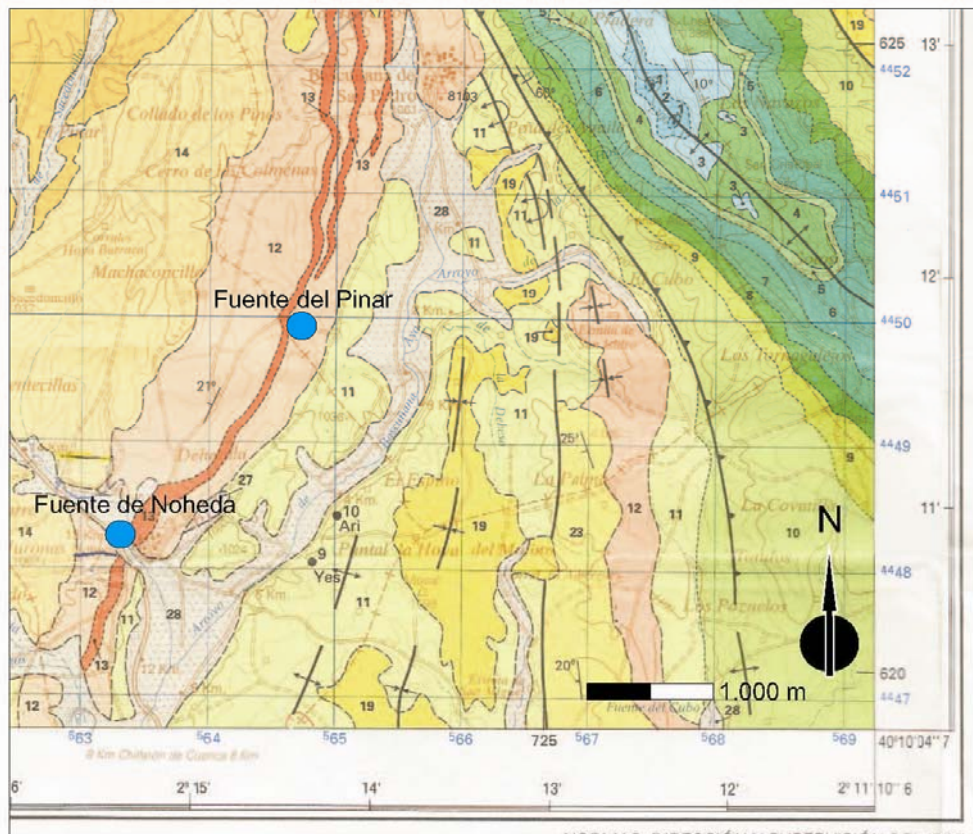


Figura 2.- Mapa geológico a escala 1: 50.000 del área de encuadre del estudio.



Tanto las gravas silíceas como las areniscas se presentan en cuerpos con geometría de canales de gran extensión lateral (areniscas y conglomerados cuarcíticos [13] e intercalados en [12]).

La petrografía revela un claro predominio de litoarenitas feldespáticas y cuarzoarenitas, arcosas y subarcosas. Los granos de cuarzo son subangulosos y de feldespato potásico. El cemento es calcáreo y alcanza el 30% de la roca.

2.2.3.-Terciario: Paleógeno-Neógeno (Oligoceno-Mioceno Inferior) Conglomerados mixtos, Arenas y Lutitas [14]

Sobre el Paleógeno inferior descrito en el apartado anterior, y en clara discordancia angular y erosiva, se sitúa una unidad mayoritariamente detrítica. Se encuentra suavemente plegada y se constituye en la zona de estudio, a contar desde su base, por unos 20 m de arcillas marrones con intercalaciones arenosas de grano fino con algún nivel de areniscas canalizadas y gravas con centil de 10 cm. El resto, hasta completar varios cientos de metros de potencia, son areniscas y conglomerados. Las areniscas presentan bases erosivas, estratificaciones cruzadas tipo surco y de inundación.

Por encima, (formando los resaltes al norte del yacimiento) se dispone un conjunto de estratos de facies canalizadas que se constituyen de conglomerados poligénicos con cantos de hasta 30 cm de diámetro, heterométricos, redondeados y subangulosos y cuya composición dominante son calizas y dolomías. Su matriz arenosa es escasa, al igual que el cemento, que en este caso es calcáreo. Resaltan las estratificaciones cruzadas en surco y ripples de corriente. Los techos de las secuencias incluyen nodulizaciones de carbonatos y algún paleosuelo. El ambiente sedimentario se interpreta como el generado en un sistema fluvial con canales trenzados en su discurrir.

2.2.4- Cuaternario: Holoceno-Actual; Arenas, Arcillas, Limos y Gravas [27] y [28]

La actuación de los agentes erosivos (lluvias, viento, heladas, etc.) producen en las unidades descritas anteriormente, alteraciones, transformaciones en nuevos minerales y removilización de los sedimentos, transportándolos y depositándolos posteriormente. Así, en función de la energía de transporte y del tipo de formación geológica de la que parten los mismos, se forman nuevas unidades. La más antigua es una terraza aluvial, seguida, en orden cronológico, del depósito de pie de ladera o coluvión, depósitos de fondo de valle y finalmente, superficies de lavado de los campos actuales.

Terraza aluvial [27]: Su edad es holocena, sobresaliendo por encima del cauce actual del arroyo del Tejar. Se trata de un pequeño depósito de material de acarreo abandonado lateralmente al encajarse el cauce del arroyo más profundamente; está constituido por arenas, arcillas y limos con pasadas de cantos poligénicos poco trabajados, todo ello ligeramente consolidado, su potencia media no supera los 1,5 m.



Coluvión [27]: Se trata del depósito de materiales procedentes de la caída y arrastre del material que se desprende de la unidad [14] (Conglomerados, areniscas y arcillas) y que rellena el ángulo generado entre el relieve y el valle. Lo conforman mayoritariamente arcillas rosadas (son la base de [14]) con bastante arena y cantos y bolos redondeados procedentes de los conglomerados; apenas se encuentra consolidado y su espesor medio no supera 1 m.

Glacis [27]: Son depósitos de poco desarrollo (de espesor algo superior a 1 m) y que se disponen en las superficies con suaves pendientes; en general se puede decir que son los materiales que recubren la unidad [12] al este del yacimiento ganando entidad y cuerpo en zonas algo más deprimidas pero en general son suelos de lavado de la alteración de la unidad de areniscas y arcillas rosadas.

Fondo de Valle[28]: Del proceso resultante de la erosión y transporte de la escorrentía superficial se ha ido depositando en el cauce del arroyo del Tejar una serie de tierras tipo arenas y arcillas sueltas con materia orgánica dando forma a suelos que ocupan el fondo del valle y que periódicamente llegan a inundarse y/o encharcarse. Descansan discordantes sobre el resto de unidades que hacen las veces de sustrato rocoso, tanto sobre [14] al oeste del yacimiento, como sobre [12] el cual ocupa todo el centro del valle al sur del yacimiento, como sobre [10] y [11] a la altura de Noheda. Alcanza potencias de 3 m en la salida del valle.

2.3- Geomorfología y estructura geológica local

La localización del yacimiento arqueológico se sitúa en una superficie de orientación geográfica E-O y de muy suave relieve N-S con descenso desde los 988 m hasta los 975 m aproximadamente. Al norte de dicha plataforma la orografía asciende rápidamente hasta cotas de unos 1.065 m; por contra al sur, la morfología plana del valle apenas desciende hasta los 970 m.

La geomorfología del lugar viene dada por cuatro factores del ámbito geológico como son: las distintas formaciones geológicas presentes, su historia geológica y evolución estructural, los factores modeladores del relieve y el tiempo cronológico transcurrido.

Hasta alcanzar las formas actuales del entorno del yacimiento, cabe resaltar, de forma breve, su historia geológica. Tras depositarse los materiales de las formaciones [10] y [11] de Brechas dolomíticas y Villalba de la Sierra de carácter netamente marino y litoral, se produce un paso hacia medios continentales (retirada del mar por elevación tectónica de las primeras deformaciones alpinas, límite Cretácico-Terciario) y comenzando a depositarse materiales en contacto paraconcordante.

Son materiales netamente continentales del Paleógeno inferior [12] y [13] areniscas silíceas, conglomerados cuarcíticos y arcillas. Los distintos impulsos tectónicos generan una nueva discordancia entre estos materiales continentales y los siguientes del



Oligoceno-Mioceno inferior [14] como son conglomerados mixtos, arenas y arcillas. A continuación el relieve formado tiende a ir rellenándose siendo posteriormente el encajamiento de la red fluvial hasta la actualidad la que modela el paisaje.

Por tanto ha sido la directriz de deformación tectónica alpina, con plegamiento, fractura y levantamiento la que ha expuesto a las distintas formaciones a la modelización, produciéndose ésta de forma diferencial. Los arroyos reflejan con sus direcciones de incisión, las líneas de fractura (SE-NO para los arroyos de Bascuñana y Sacedoncillo) y (NE-SO para los de Valredondo, Cebada, Los Llanos y del Tejar) que a su vez responden al plegamiento y cabalgamiento del sustrato cretácico.

El distinto comportamiento respecto de la deformación como la resistencia a la erosión de las litologías han generado el valle plano dándole dicho aspecto al haber sido desmantelada (por lavado esencialmente) la unidad [12] de arenas, arcillas y conglomerados poco competentes en relación a la "dureza" o resistencia a ser desmontada de la unidad [14] de conglomerados mixtos, areniscas y lutitas.

Caben resaltar formas de acumulación por gravedad al pie del relieve principal que han dado lugar a una cortina de materiales de coluvión en el contacto entre [14] y [12].

3.- INVESTIGACIÓN DE CAMPO

3.1.- Cartografía geológica

Durante las visitas técnicas, se han realizado diversos itinerarios de campo en el entorno del yacimiento arqueológico con el fin de elaborar una cartografía geológica y llevar a cabo el muestreo de puntos de agua.

Dicho trabajo ha consistido en el "peinado" sistemático del territorio con realización de perfiles tipo y cartografiado de capas y unidades presentes; así, se han ido marcando puntos de control geológico (Figura 3) en los cuales se anotaban características tales como afloramiento de rocas y estratos, dirección de las capas, buzamiento, fracturación, grado de meteorización y tipo de minerales constituyentes, color, presencia de agua y espesores de recubrimiento de suelos, etc. Igualmente se procedió a la recogida de muestras de mano de aquellas litologías más significativas y de interés para el correcto reconocimiento de unidades.

Todo ello acompañado de tomas fotográficas tanto de localización como de detalle, las cuales se pueden consultar en el apartado de "reportaje fotográfico" (Anexo I).

La base o soporte para la realización de la cartografía ha sido la aportada por el Instituto Geológico y Minero de España a través del Navegador de información, más concretamente de las imágenes y cartografías geológicas presentes en el Visor de



información espacial del IGME, ya que no se contaba con ninguna otra información topográfica del lugar, salvo la plantilla taquimétrica de la parcela de asentamiento de las excavaciones arqueológicas, lo que reducía lógicamente a esa superficie concreta el reconocimiento, siendo insuficiente para los fines perseguidos. Por tanto los trabajos se han realizado sobre imagen aérea con resolución de escala limitada a 1: 3.300 y topografía orientativa traspasada del mapa topográfico del Instituto Geográfico Nacional a escala 1: 25.000 de encaje algo incierto.

Para la definición de las distintas unidades se ha contado con la hoja número 586 (Gascuña) del Mapa Geológico Nacional a escala 1: 50.000 siendo utilizada para la cartografía del presente informe las mismas definiciones y numeración de los distintos grupos geológicos.

El resultado ha sido la obtención de una planta de suficiente amplitud para componer tanto el mapa geológico (Figura 3) como elaborar un modelo hidrogeológico (Figura 4) que permite localizar los distintos aportes de agua. El perfil geológico acompañante, se pueden consultar en la Figura 5.

3.2.- Inventario de puntos de agua

Una vez consultadas las diversas bases (Bases de Aguas, IGME) de datos con interés para la localización de los puntos con presencia de agua, se constata que en las inmediaciones del área de estudio únicamente se cuenta con la referencia de la fuente de Noheda (en la hoja MAGNA y Mapa Geográfico Nacional). Actualmente se encuentra captada por un sondeo de 20 m de profundidad con medida piezométrica estimada de 975 m s.n.m. (no se cuenta con cota topográfica de precisión).

Por indicación de los lugareños, se localiza y sitúa a 2,4 Km al noreste de Noheda (Figura 2) la denominada Fuente del Pinar, en el paraje Prado de los Charcos, que drena materiales no ligados a la problemática de la zona de estudio. Su cota, también estimada, se sitúa en torno a 1.030 m s.n.m.

Finalmente, se ha ubicado un tercer punto de salida de agua, el denominado punto A, que produce surgencia en el cauce del Arroyo del Tejar. La cota aproximada es 976 m s.n.m.

Fuente de Noheda	HUSO 30N	X: 563322	Y: 4447963	Z: 975 (N.P.)
Fuente del Pinar	HUSO 30N	X: 564674	Y: 4449971	Z: 1.030
Punto A	HUSO 30N	X: 563246	Y: 4448028	Z: 976



3.3-Cartografía hidrogeológica y clasificación de las formaciones geológicas según su comportamiento hidrogeológico

Una vez realizado el inventario de puntos de agua de la zona así como la identificación de los distintos tipos de unidades geológicas y terrenos, y evaluadas sus características en relación con el agua, se procede a la elaboración de un mapa hidrogeológico, (Figura 4).

3.3.1-Terrenos del Cuaternario

Los materiales cuaternarios en el entorno del yacimiento, en su conjunto, tienen escaso valor hidrogeológico dada su mínima extensión y potencia. Además, tanto por formación como por disposición no se encuentran conectados entre sí; el manto de suelos de coluvión [27] sita al norte de la villa romana (y que en parte la ha soterrado) se conforma de limos y arenas con algunos cantos rodados procedentes del desmantelamiento de [14] (conglomerados mixtos, arenas y arcillas) proporcionando estacionalmente un flujo de agua a través del mismo.

Las superficies dispuestas al este del yacimiento y denominadas como glacis, igualmente no poseen extensión ni potencia para realizar más que una función de escorrentía superficial y subsuperficial hacia el Arroyo del Tejar, estando marcado su funcionamiento meramente durante la época de lluvias.

Finalmente, los suelos detríticos de Fondo de Valle [28] formados por algo de materia orgánica, limo-arcillas, arenas y cantos dispersos, sí alcanzan potencia de hasta 3 m en su zona baja, pero conforman igualmente, por su pequeña extensión un acuífero pobre con escasa capacidad de almacenamiento, quedando agotado su aporte al inicio de la estación seca.

El arroyo del Tejar, que drena en el ámbito de la zona de estudio dichos materiales, tiene un caudal estacional secándose en el periodo de estiaje. No existen aportes al mismo aguas arriba del denominado punto A, encontrándose seco.

3.3.2-Terrenos del Terciario

El sustrato rocoso que configura prácticamente toda la superficie del valle (oculto en parte bajo los sedimentos cuaternarios), está constituido por areniscas silíceas blancas y lutitas [12] del Paleógeno inferior sobresaliendo en el relieve los paquetes de conglomerados cuarcíticos [13], cuya potencia se limita tanto vertical como horizontalmente dentro de las areniscas, hecho relacionado con su formación original como facies canalizadas.

Los estratos de arenisca son de potencia decimétrica a centimétrica y por su carácter intrínseco de resistencia sobresalen en forma de cuerpos tabulares, dando forma a



pequeños resaltes longitudinales en las áreas en que existen mayores concentración de estas respecto de las arcillas, las cuales por su fácil erosionabilidad dan lugar a zonas bajas y depresiones.

Todas estas formas se alinean en la dirección que marcan las capas, es decir noreste-suroeste, con suaves pendientes, más acentuadas hacia el lado de inclinación de las capas esto es, al nor-noroeste.

El conjunto se puede considerar de carácter impermeable pese a cierta permeabilidad de las arenas debido a que la limitación en su extensión y su sucesiva intercalación con lutitas así lo determinan.

El otro gran conjunto de terrenos terciarios, [14] conformado por conglomerados poligénicos, areniscas y arcillas del Oligoceno-Mioceno inferior, dispuestos geográficamente al norte y oeste del yacimiento configuran un relieve sobresaliente dada su mayor resistencia a la erosión respecto de [12]. Son estratos con permeabilidad escasa (poca porosidad primaria) dando lugar a una fuerte escorrentía superficial que desaloja las precipitaciones de lluvia por canales y arroyos los cuales se encajan en alineaciones de fracturas y fallas principalmente. Se puede considerar que posee permeabilidad por porosidad secundaria (sí bien las fracturas se encuentran en gran medida también selladas por arcillas). La parte inferior, se constituye mayoritariamente de arcillas impermeables sin que exista ninguna surgencia en el contacto de las arcillas con el resto del conjunto 14. Además el arroyo en la zona que intersecta con la unidad [14] también se encuentra seco, sin aportes de agua de ésta. Por ello se estima que la unidad 14 solo genera aportes estacionales a la falda de coluvión que ha soterrado el yacimiento.

3.3.3-Terrenos del Cretácico

Los terrenos del Cretácico son la Formación Brechas dolomíticas recristalizadas de Cuenca [10] y Fm. Villalba de la Sierra, Margas, Arcillas, Yesos y Dolomías [11].

La Fm. Brechas dolomíticas recristalizadas de Cuenca [10] son del Cretácico superior y están constituidas por una sucesión de brechas dolomíticas recristalizadas a veces oquerosas, con intercalaciones de margas.

Se ha detectado su presencia en superficie en un pequeño afloramiento junto al desvío del camino de acceso al yacimiento arqueológico, encontrándose subaflorante a lo largo del margen derecho del arroyo que se forma encajado contra la roca de directriz noreste-suroeste.

Dicha formación, debido a su naturaleza carbonatada y disposición, constituye un buen acuífero por fracturación y karstificación.



En las cercanías de Noheda, justamente al sureste y situadas estratigráficamente por encima de [10], afloran de forma extensa los materiales de la Formación Villaba de la Sierra [11] (Figura 2) de edad Campaniense superior-Eoceno medio y que se constituyen en la base de margas y arcillas verdes y rojizas seguido de niveles de yesos nodulosos y dolomíticos, todo ello en sucesión de capas y bancos regulares, para terminar a techo de la unidad con margas y arcillas versicolores con niveles calcáreo-dolomíticos en los que se hacen patentes las huellas de raíces y grietas de desecación originales de su formación.

Esta formación se considera inadecuada de cara a contener o transmitir agua, pudiendo catalogarse como de muy baja permeabilidad.

3.4-Parámetros físico-químicos de las aguas

Se ha procedido a la medición de los parámetros físico-químicos básicos, que pudieran dar alguna orientación de la composición, diferenciación y procedencia de las aguas. Dichos parámetros básicos son: temperatura, conductividad y grado de acidez (pH).

Tres han sido los puntos en que se han tomado medidas: Fuente de Noheda, Represa del Arroyo del Tejar y Fuente del Barranco de la Carrera o del Pinar.

En el cuadro adjunto se muestran los resultados de la toma de datos de fecha 31 de julio de 2013, así como la hora del muestreo y los caudales.

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE LAS AGUAS (NOHEDA)					
LUGAR	TEMPERATURA En grados (C°)	CONDUCTIVIDAD Micro-Siemens (μ S)	(pH)	HORA	CAUDAL
FUENTE DE NOHEDA	19,6*	720	7,42	11:30 a.m.	0,017 l/s
FUENTE DEL PINAR	16	506	7,12	12:30 a.m.	0,011 l/s
REPRESA DEL TEJAR	16,3	612	7,22	13:35 a.m.	0,25 l/s

*Dato adquirido en el caño regulado.

Como puede observarse se trata de aguas de carácter básico, con muy baja salinidad.



4.- MODELO CONCEPTUAL DE FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

Para poder elaborar un modelo de funcionamiento hidrogeológico, en primer lugar se ha procedido a la identificación de los distintos acuíferos.

El posible acuífero (I), de carácter netamente local, (Figura 4) se conforma del conjunto de los materiales coluvionares de alta permeabilidad y los paquetes de conglomerados mixtos, arenas y arcillas de la unidad [14], actuaría como un acuífero libre de carácter estacional, sí bien como se indica en el apartado 3.3.2. no se observa ningún indicio de descarga. La recarga procede sólo de la infiltración de la precipitación en el cercano relieve el cual posee además una permeabilidad muy baja. Sería por tanto muy restringido en relación a su posible uso.

No obstante, las líneas de flujo del agua atravesarían el coluvión de norte a sur en busca del punto bajo que supone el arroyo del Tejar, dando agua y/o humedades en la superficie de excavación de la villa.

El acuífero (II) de carácter igualmente local, engloba todos los materiales de fondo de valle y adyacentes de carácter detrítico, esto es, glaciares y terrazas abandonadas [27] y depósitos aluviales [28] que muestran alta permeabilidad, pero escaso valor como acuífero; dada igualmente su potencia y limitada extensión y desconexión con el vaso sobre el que descansan ([12] areniscas, arcillas y limos rosados, los cuales son de muy baja permeabilidad y limitada transmisividad, no contribuyen al mantenimiento del acuífero como tal más allá del régimen estacional y local.

Finalmente, el acuífero (III), es de tipo regional cuyo origen se puede definir como profundo ya que los aportes tendrían como zona de recarga la cercana Sierra de Bascuñana o sus estribaciones. Funciona a través de los materiales cretácicos ([10] brechas dolomíticas) con alta permeabilidad.

Las líneas de flujo del agua en este caso se dispondrían de NNE a SSO, a favor de las directrices que conforman los pliegues y fallas estructurales.

El punto denominado en planta como A (Figura 4), sería actualmente o estacionalmente el lugar de descarga del acuífero. Con anterioridad, o en situaciones climatológicas más favorables, parece haber aflorado tanto en el punto B como en C, a cotas por tanto superiores a las actuales.

Así pues, el modelo conceptual respecto a la procedencia de recursos hídricos para un posible abastecimiento del yacimiento se configura por la presencia de un acuífero (III) de carácter regional con recarga relativamente alejada y que aflora puntualmente, estando separado de la superficie por materiales muy impermeables como son la alternancia de capas de arenas, arcillas y limos.



5.-CONCLUSIONES

Existen una serie de consideraciones a tener en cuenta a la hora de asegurar la procedencia del suministro de agua para el funcionamiento de la villa romana, con sus termas y las distintas necesidades de los moradores, etc.

Por un lado, el tiempo transcurrido y las modificaciones de uso del territorio sufridas en el entorno hasta la actualidad.

Por otro, las posibles variaciones en el régimen climático y pluviométrico, que aunque no hayan sufrido grandes fluctuaciones, pueden modificar de forma importante la presencia o no de los niveles de salida de manantiales.

Finalmente, la limitación en el tiempo y la amplitud del estudio que se ha podido realizar, el cual debería ampliarse con medios y presupuesto acorde con las necesidades de investigación y análisis necesarias (realización de sondeos de reconocimiento, catas, análisis pormenorizado de aguas, uso de trazadores, levantamiento topográfico acompañante, sísmica de refracción, etc.).

No obstante, lo expuesto hasta ahora (conocimiento geológico básico e imprescindible del área y delimitación de acuíferos) son datos válidos y orientativos en relación a resolver las incertidumbres planteadas respecto al agua, quedando el propósito ampliamente cubierto.

Todos los datos apuntan a que en la época de inicio del asentamiento hace dos mil años, o en situaciones climatológicas más favorables, el nivel freático y/o los aportes al valle se encontraban más altos, y la surgencia se producía posiblemente en el alineamiento estructural de las capas de brechas (puntos B y C).

Como se ha analizado en apartados anteriores, el agua procedente de la infiltración en la unidad cercana [14] conglomerados poligénicos, areniscas y arcillas, que se drenan hacia el coluvión de ladera, es prácticamente nula debiéndose por tanto desestimar como recurso.

El funcionamiento del Arroyo del Tejar se debe considerar como estacional y sólo como elemento retardador de la escorrentía superficial al paso del agua por los suelos que conforman las terrazas.

Históricamente la fuente de Noheda, que capta el acuífero cretácico, ha permanecido activa como recurso hídrico permanente. Para asegurar el flujo de agua a la misma ya se había perforado un sondeo de 5 m el cual fue mejorado en 1997 con la ejecución de otro paralelo desde el mismo punto y cota, alcanzando en esta ocasión los 20 m de profundidad (se desconoce, pues no hay registro, la composición de la columna estratigráfica atravesada).



Actualmente, la presencia del manantial se desplaza aguas arriba de la fuente y es en el Arroyo del Tejar, a unos 100 m lineales y entorno a 1 m más alto en cota en relación a dicha fuente donde mana. Dicho punto se marca en planta como "A".

Las aguas que fluyen ahora en el punto "A" parecen haber sufrido fluctuaciones históricas habiéndolo hecho anteriormente aguas arriba, punto "B" e incluso en el punto "C", pero asociadas a una característica: los lugares de salida se alinean con la capa aflorante-subaflorante de brechas dolomíticas de la unidad [10] del Cretácico. Esto se explicaría al discurrir el agua por dicha unidad la cual presenta estructuralmente ejes de repliegue en forma de sinclinales y anticlinales menores y directrices de fractura asociados a estos pliegues, cuya componente es la ya conocida noreste-suroeste, es decir la misma que el alineamiento de puntos de salida de agua, ver perfil geológico (Figura 5).

El estudio detallado de la disposición y estructura de los materiales de una forma más amplia señalan que relacionado con el gran anticlinal que constituye la Sierra de Bascuñana, está asociado a un fuerte repliegue, e incluso fracturación por falla inversa, de las formaciones del Cretácico, habiendo sido suavizado este plegamiento en los materiales que descansan sobre el Cretácico, pues se encontraban en formación y depositándose como sedimentos cuando los distintos movimientos tectónicos actuaban sobre ellos, generando discordancias deposicionales y en algún caso erosivas.

Todo esto junto con la cercanía al borde de contacto entre el Cretácico y los materiales de la cobertera terciaria marcan a las brechas dolomíticas como las encauzadoras de un flujo subterráneo de aguas (acuífero) que aforaba primero en "C", luego en "B" y actualmente en "A".

También se ha señalado el punto "D" como lugar significativo; forma el punto de partida del actual encauzamiento por zanja de evacuación de aguas de los campos situados inmediatamente por encima. Esta zona hasta principios del siglo pasado y según testimonios de los habitantes de Noheda, "era una zona de huertos". En dicho punto se han localizado algunos fragmentos sueltos de roca dolomítica oquerosa. De igual forma a lo largo de la intersección del camino superior que circunda el yacimiento por el norte (puntos nº 2, 10, 12 y 23) se han situado otros bloques y rocas de iguales características. Estas rocas son idénticas a las localizadas en el punto nº 16 y que habían sido retiradas del campo de cultivo inmediato en el que afloran las dolomías, punto nº 32.

Como ya se comentó en el apartado 3.1, la cartografía con la que se ha contado resultaba incierta, pero su análisis junto a las observaciones de campo permite establecer la hipótesis que desde el punto "C" se ha podido llevar agua al yacimiento pasando por "D" y mostrando posiblemente dos canalizaciones a partir del punto nº 1, una alta que diera agua a la villa desde arriba y otra que la encauzara directamente a las termas (ver planta hidrogeológica, Figura 4).



Igualmente desde "B" pasando por el punto nº 1 haría la misma función. El punto "B" se muestra en una zona con forma de escalón topográfico, como consecuencia del allanamiento y aterrazamiento de la superficie suprayacente.

Aunque el recubrimiento de los campos es de poca potencia, el laboreo histórico puede haber dejado (en el mejor de los casos) soterradas las traídas de agua o bien haberlas destruido al limpiar de restos los mismos.

En resumen, todos los datos analizados apuntan a que en la época de ocupación del asentamiento, el nivel freático y/o los aportes al valle, se encontraban más altos, el agua surgía en los puntos B y C, y desde allí eran conducida por canalizaciones hasta el yacimiento para su uso como soporte del abastecimiento del edificio residencial y las terrazas. Que el caudal proceda de la propia Sierra de Bascuñana o de sus estribaciones es así mismo una hipótesis plausible, dado que es la fuente de recarga más cercana.



6.-BIBLIOGRAFÍA

IGME (1998) Mapa Geológico de España, Escala 1: 50.000 Gascuña (586).

Vera, J.A. (editor) (2004): *Geología de España*. SGE-IGME, Madrid, 890p.

Custodio E., Llamas M.R., Hidrología subterránea (1983). Ediciones Omega, S.A.

ITGE (1989). Las aguas subterráneas en España. Estudio de síntesis.

MOPU Dirección General de Obras Hidráulicas. Servicio Geológico, ITGE.
Mapa de Unidades Hidrogeológicas de la España Peninsular e Islas Baleares.
Escala 1: 1.000.000



MINISTERIO
DE ECONOMÍA
Y COMPETITIVIDAD



Instituto Geológico
y Minero de España

CORREO ELECTRÓNICO

igme@igme.es

RÍOS ROSAS, 23
28003 - MADRID
TELÉFONO: 91 349 57 00
FAX: 91 442 62 16



ANEXO I

REPORTAJE FOTOGRÁFICO



MINISTERIO
DE ECONOMÍA
Y COMPETITIVIDAD



Instituto Geológico
y Minero de España

CORREO ELECTRÓNICO

igme@igme.es

RÍOS ROSAS, 23
28003 - MADRID
TELÉFONO: 91 349 57 00
FAX: 91 442 62 16



1.- Vista del yacimiento desde el este. Se puede observar en primer término el manto de depósitos de origen coluvionar.



2.- Humedades en la esquina noroeste de la excavación de la villa, procedentes del coluvión.



3.- Detalle de las excavaciones en las termas en el que se puede observar la roca de la unidad [12], areniscas silíceas rosadas sobre las que se asienta la villa romana.



4.-Aspecto de los depósitos de coluvión por encima de la villa romana. Punto de control nº 9.



5.-Detalle de los conglomerados que conforman la Fm. Conglomerados mixtos del Paleógeno-Neógeno [14]. Punto de control nº 7.



6.-Vista desde el oeste de la villa romana, en primer término, el Arroyo del Tejar y terrazas de fondo de valle.



7.-Panorámica desde el norte (cerro "El Pedernal"). En primer término resalte de conglomerados mixtos, por debajo, depósito de coluvión.



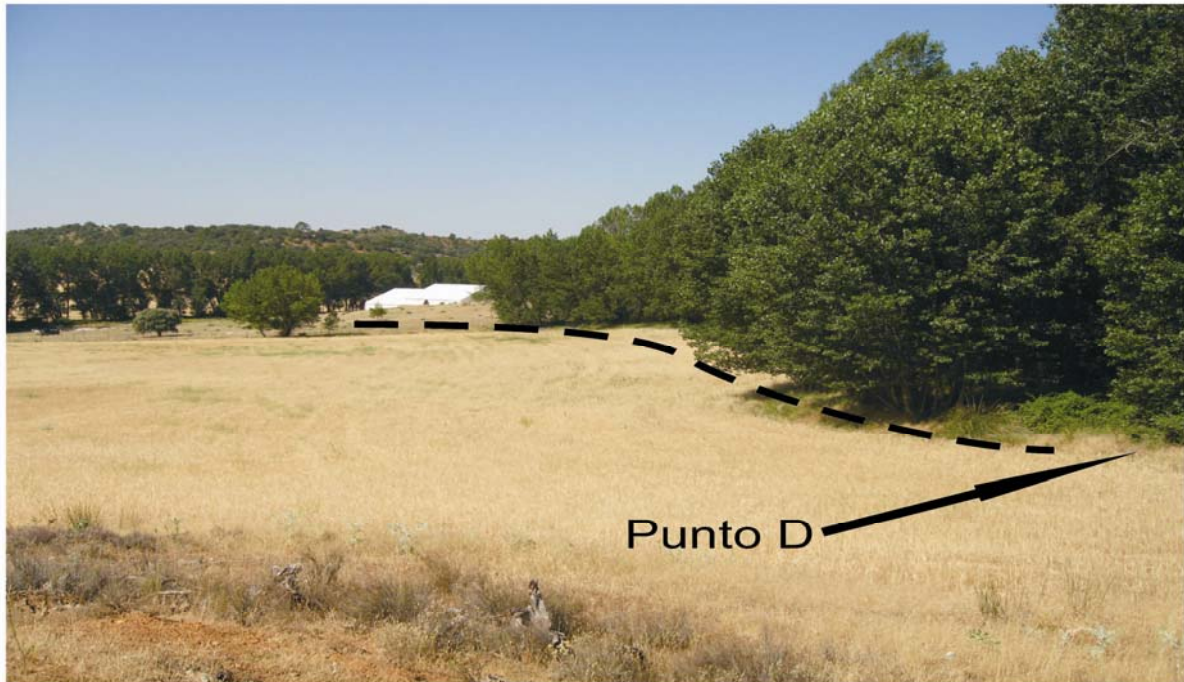
8.-Bancos de conglomerados mixtos y paquetes de areniscas, Fm. Paleógeno-Neógeno [14]. Punto de control n° 8.



9.-Areniscas silíceas blancas y lutitas del subsistema del Paleógeno inferior [12]. Puede apreciarse el bajo buzamiento de los estratos. Punto de control nº 17.



10.-Lutitas rosadas y areniscas del subsistema del Paleógeno inferior [12]. Punto de control nº 24.



11.-Vista desde el (noreste) del punto "D" y localización de la villa romana. En el margen derecho, con línea discontinua, "posible" traza de la conducción de aguas.



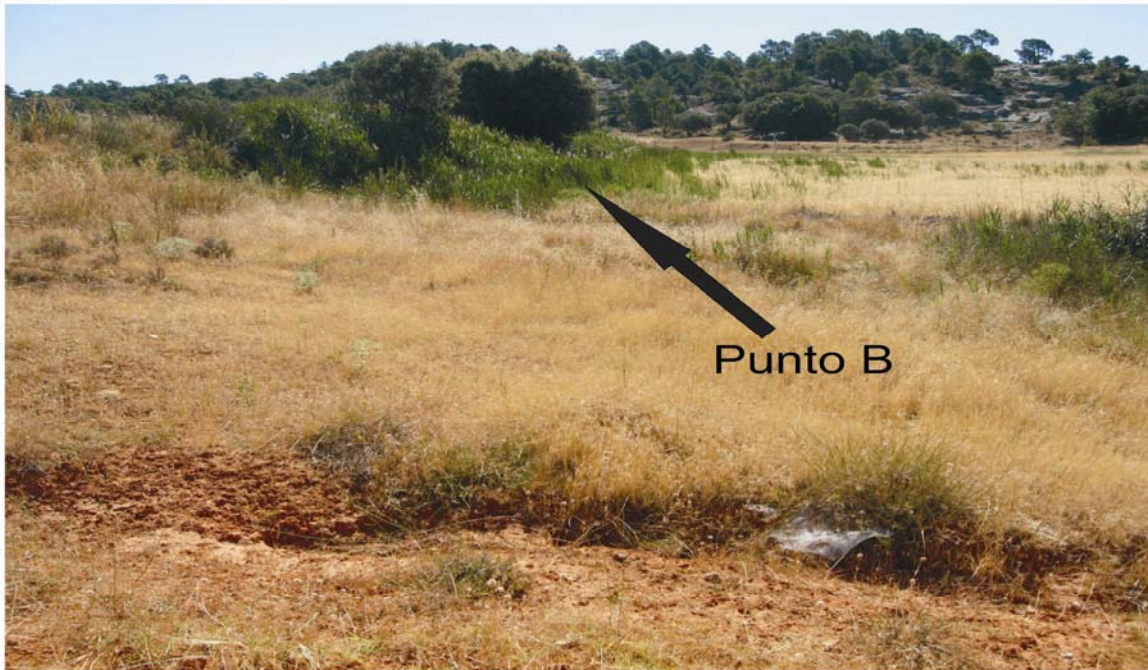
12.-Panorámica aguas abajo desde el punto "A" donde se produce la surgencia . A la izquierda y tras los árboles se localiza la fuente de Noheda.



13.-Fragmento removilizado de las brechas dolomíticas de Cuenca [10] localizado junto al único afloramiento de la formación. Punto de control nº 32.



14.-Afloramiento de la Fm. Brechas dolomíticas de Cuenca [10]. Punto de control nº 32.



15.-Situación del punto "B" (zona vegetada) siendo posiblemente dicho lugar el sitio de surgencia de aguas en tiempos romanos. En primer término, lutitas rosadas de la unidad [12].



16.-Aspecto actual de la fuente de Noheda. En la caseta se localiza el primer sondeo de 5 m y tras la misma el de 20 m de profundidad.



17.-Fuente del Pinar. Se localiza en alineación estructural entre la de Noheda y la dirección a la Sierra de Bascañana.



18.-Panorámica desde las cercanías del punto "C". Se observa la suave pendiente hasta el yacimiento pasando por el punto "B", alineado entre la toma y la villa.



19.-Vista desde las termas hacia el noreste, donde se localiza el punto "D", visualizándose, línea discontinua, la "posible" traza de la conducción de aguas.



20.-Área de las excavaciones actuales en las termas por la que se piensa llegaba la toma de agua a las mismas.



ANEXO II

FIGURAS



MINISTERIO
DE ECONOMÍA
Y COMPETITIVIDAD

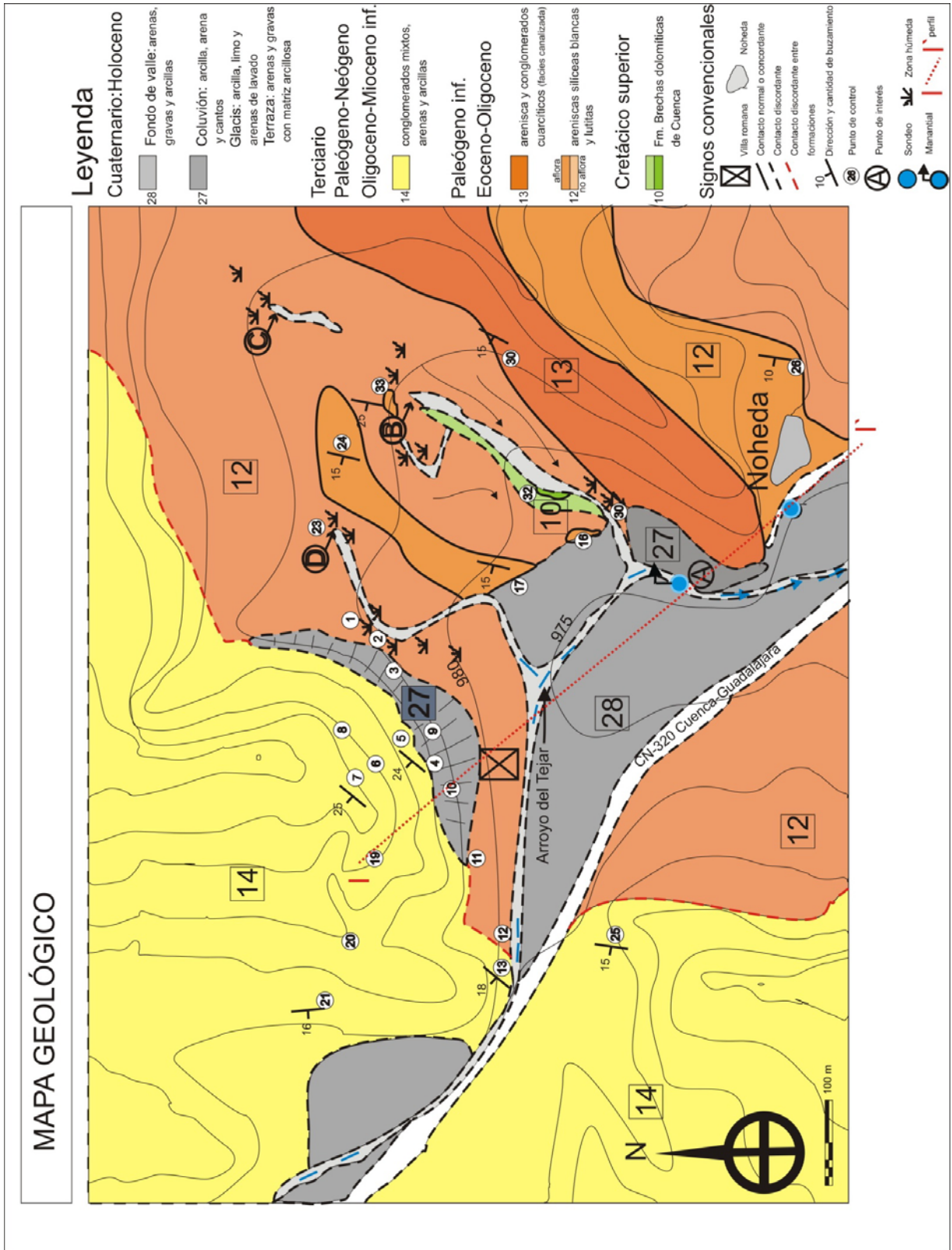


Instituto Geológico
y Minero de España

CORREO ELECTRÓNICO

igme@igme.es

RÍOS ROSAS, 23
28003 - MADRID
TELÉFONO: 91 349 57 00
FAX: 91 442 62 16





MINISTERIO
DE ECONOMÍA
Y COMPETITIVIDAD

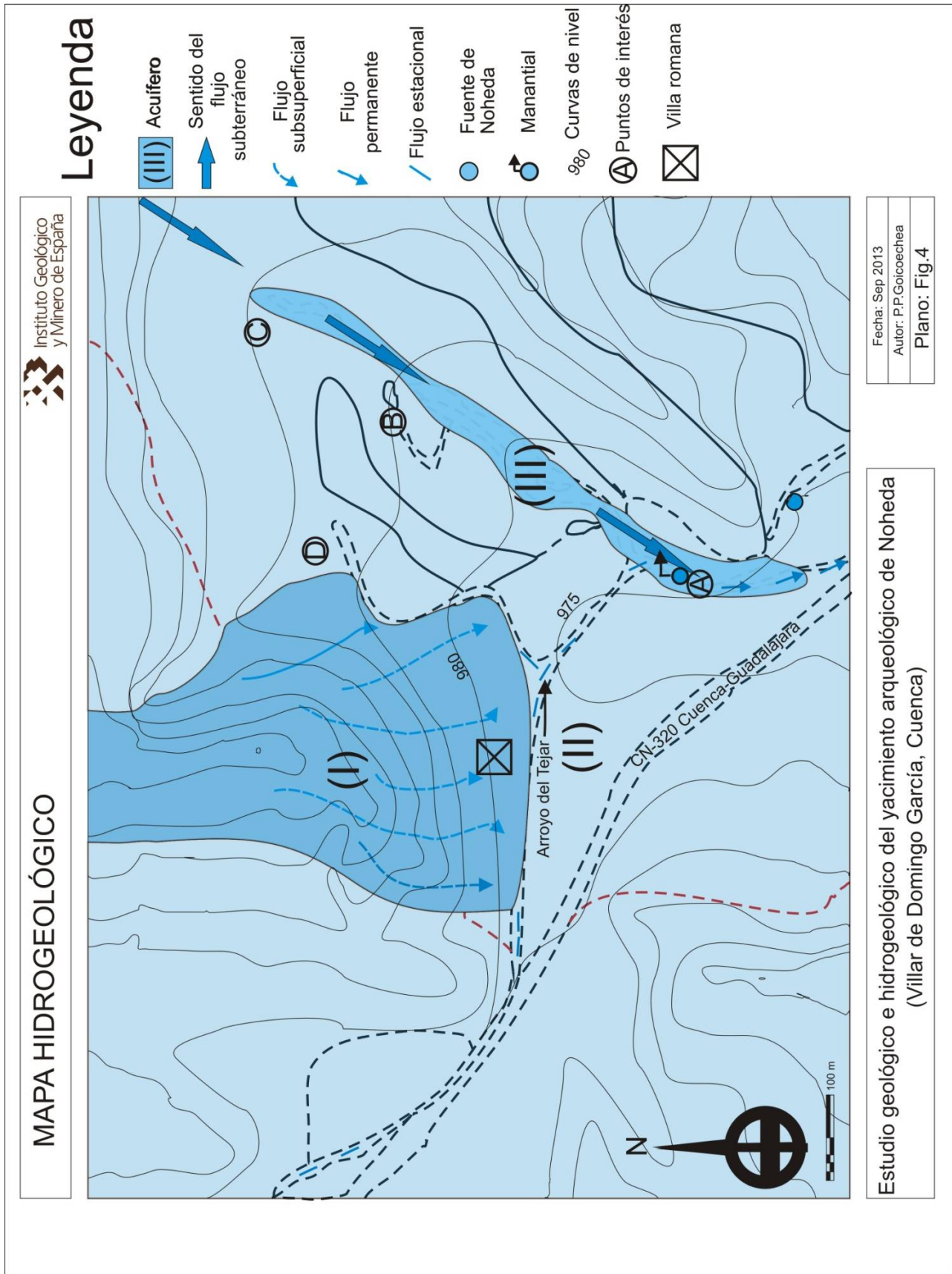


Instituto Geológico
y Minero de España

CORREO ELECTRÓNICO

igme@igme.es

RÍOS ROSAS, 23
28003 - MADRID
TELÉFONO: 91 349 57 00
FAX: 91 442 62 16





MINISTERIO
DE ECONOMÍA
Y COMPETITIVIDAD



Instituto Geológico
y Minero de España

CORREO ELECTRÓNICO

igme@igme.es

RÍOS ROSAS, 23
28003 - MADRID
TELÉFONO: 91 349 57 00
FAX: 91 442 62 16

