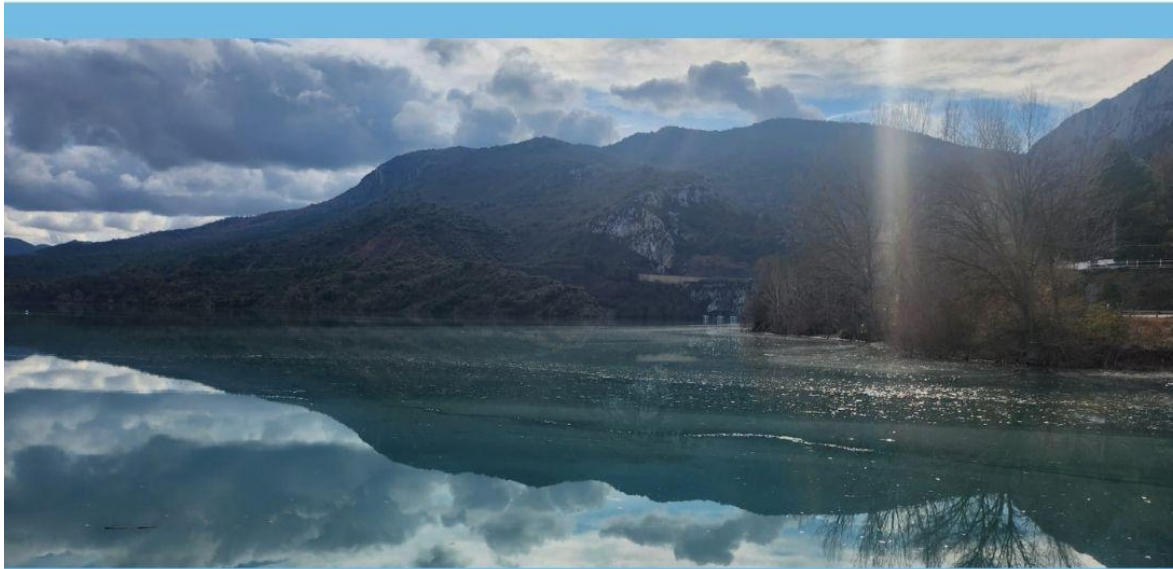


HIDROGEO DÍA

2025

**HIDROGEOLOGÍA DE LA LITERA ALTA
EN EL ENTORNO DE LOS RÍOS
NOGUERA RIBAGORZANA Y CINCA-ÉSERA**



SÁBADO
29
MARZO

JORNADA DE
DIVULGACIÓN
HIDROGEOLOGICA
GUIADA POR
GEÓLOGOS

Apto para todos
los públicos

¿Qué llevar?

Agua, ropa y
calzado cómodo



Indique en el correo
de inscripción sus
datos y opciones

Inscripción previa **GRATUITA** en: hghuesca2025@gmail.com

Guía detallada: <https://www.aih-ge.org/hidrogeodia/>



Transporte incluido en la inscripción: Autobús

Puntos de encuentro: **8.00h-Lleida (Camp d'Esports)**

(opcional) 8.45h-Tamarite (E.S. Cepsa)

Horario de retorno: **19.00h (aproximadamente)**

Comida no incluida en la inscripción: **(Opcional) Picnic o menú**



COLABORA

CON LA AIH-GE Y EL PROGRAMA 'APADRINA UNA ROCA'

PARA MEJORAR LA PROTECCION DEL PATRIMONIO HIDROGEOLOGICO

¿QUIERES
COLABORAR?



Universitat de Lleida
Departament de Química, Física
i Ciències Ambientals i del Sòl



Universitat de Lleida
Vicerectorat de Cultura
i Extensió Universitària

1. INTRODUCCIÓN HIDROGEODÍA

El Hidrogeodía es una jornada de divulgación de la **Hidrogeología** y de la profesión del Hidrogeólogo como motivo de la celebración del Día Mundial del Agua (22 de marzo), promocionada por el Grupo Español de la Asociación Internacional de Hidrogeólogos (**AIH-GE**).

La jornada consta de actividades gratuitas, abiertas a todo tipo de público, guiadas por especialistas en la materia. La estructura es sencilla y consiste en recorrer un itinerario en el que se van realizando diferentes paradas con sus pertinentes explicaciones.

El **Hidrogeodía 2025** de la provincia de **Huesca** consistirá en una visita guiada por diferentes elementos relacionados con el agua y la hidrogeología del entorno más próximo en la masa de agua de la Litera Alta, en el interfluvio de los ríos Noguera Ribagorzana, Cinca y Ésera: **HIDROGEOLOGÍA DE LA LITERA ALTA EN EL ENTORNO DE LOS RÍOS NOGUERA RIBAGORZANA Y CINCA-ÉSERA**, visitando el manantial de Puigvert y sus tobas calcáreas, el pozo surgente de Torres del Obispo, la planta embotelladora de aguas de Ribagorza, las termas romanas de la Labitlosa en La Puebla de Castro, el congosto de Olvena y el manantial de los Doce Caños de Estadilla. La visita se realizaría el sábado día **29 de marzo** de 2025.

2. CONTEXTO GEOLÓGICO

La ruta se desarrolla íntegramente dentro del contexto geológico de los Pirineos, concretamente en su vertiente más centro-meridional. En este sector pirenaico se encuentra la unidad estructural conocida como Unidad Surpirenaica Central (USPC), elemento estructural clave para entender la geología de esta región (Figura 1).

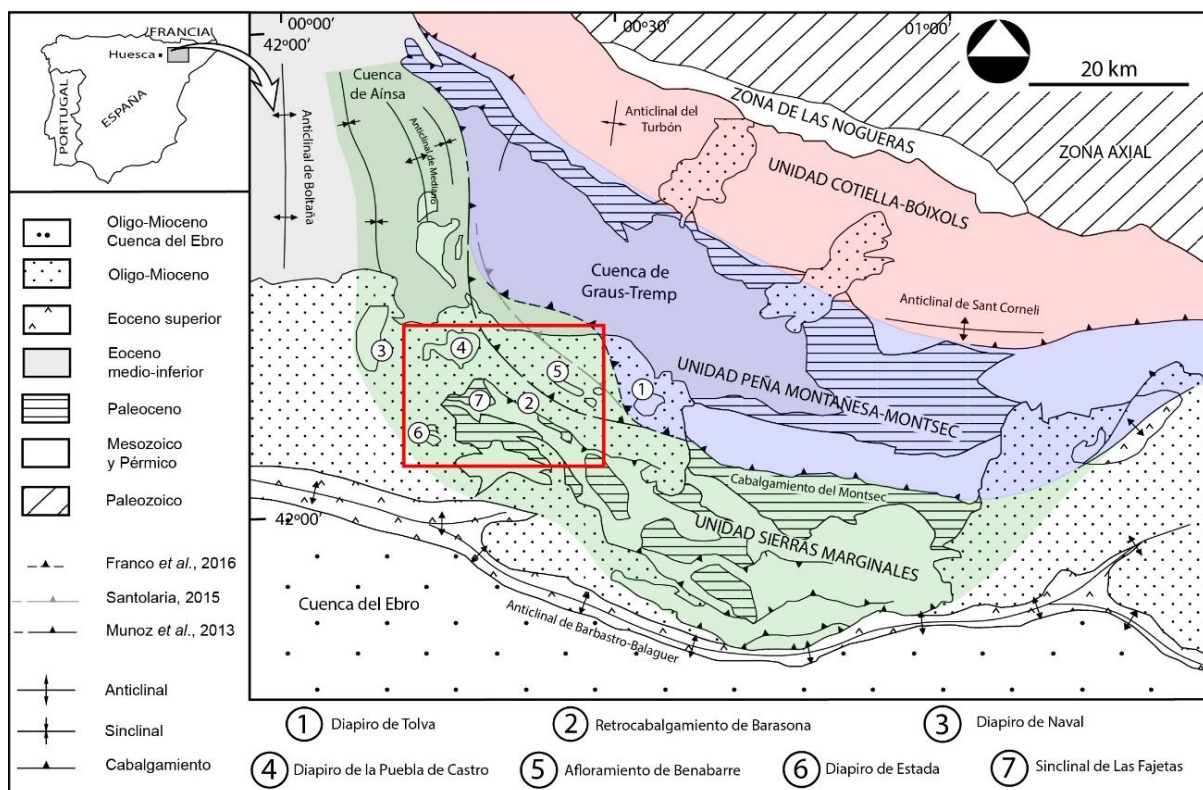


Figura 1. Situación de la ruta. Modificado de Franco (2016).

A grandes rasgos, la USPC está formada por formaciones geológicas que abarcan desde el Triásico hasta el Cenozoico y que disminuyen su espesor de norte a sur. Su posición y situación actual es distinta a la que fue cuando se formaron, constituyendo así lo que se conoce como cobertera, la cual se desplazó hacia el sur a favor de unos materiales arcillosos y salinos conocidos como facies Keuper (Triásico superior) que actuaron como lubricante.

A su vez, la USPC está dividida en tres grandes unidades conocidas como mantos de cabalgamiento que, de norte a sur, constituyen los mantos de Cotiella-Bóixols, Peña Montañesa-Montsec y Sierras Marginales (Figura 1).

En esta ocasión, la ruta transcurre íntegramente por el extremo más occidental del manto de las Sierras Marginales, en la que la complejidad estructural resultante de la existencia de distintas escamas de cabalgamiento se refleja en su paisaje (Figura 2). En este sector se desarrollan cabalgamientos y retrocabalgamientos, pliegues y diapiros que iremos descubriendo a lo largo del recorrido y relacionando con el comportamiento de las aguas subterráneas.

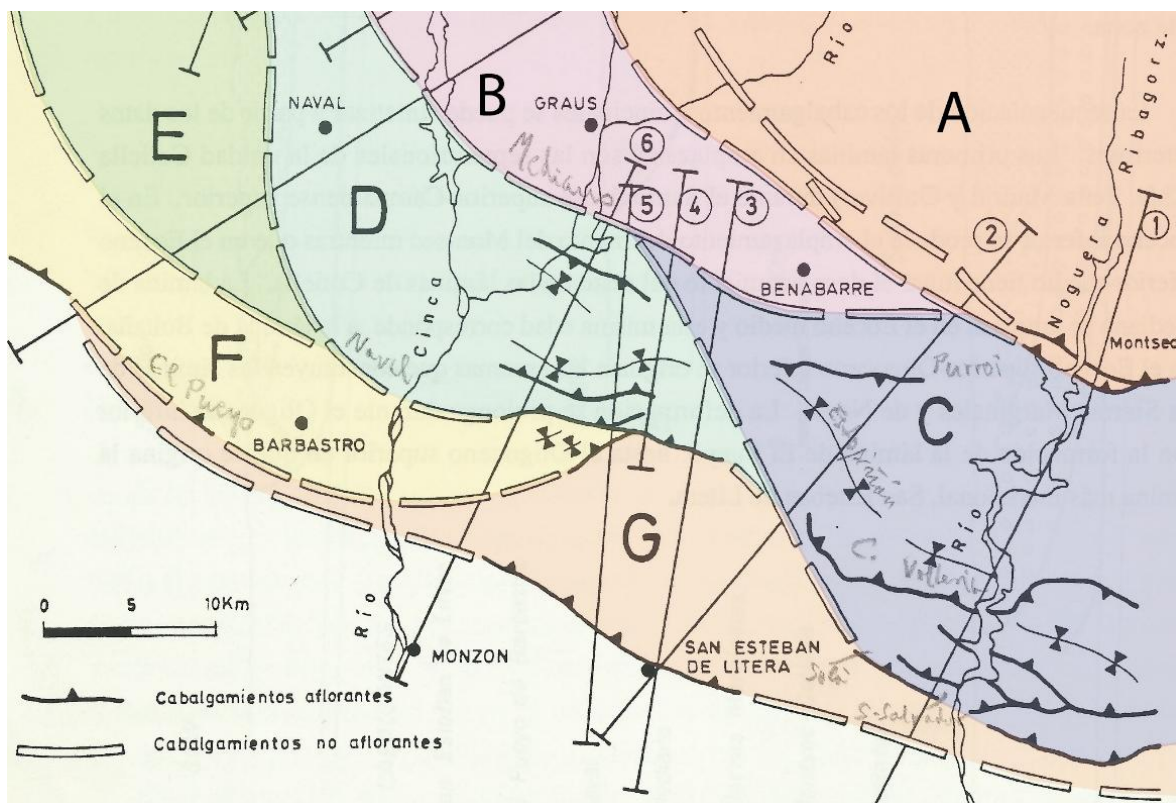


Figura 2. Láminas de cabalgamiento. A: Unidad Peña Montañesa-Montsec, B: Mediano, C: Sierras Marginales, D: Naval, E: Boltaña, F: Pueyo de Barbastro, G: San Sebastián de Litera. Modificado de Martínez-Peña (1991).

3. CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO

Desde un punto de vista hidrogeológico, la ruta transcurre íntegramente dentro de la masa de agua subterránea definida por la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) como Litera Alta (Figura 3).

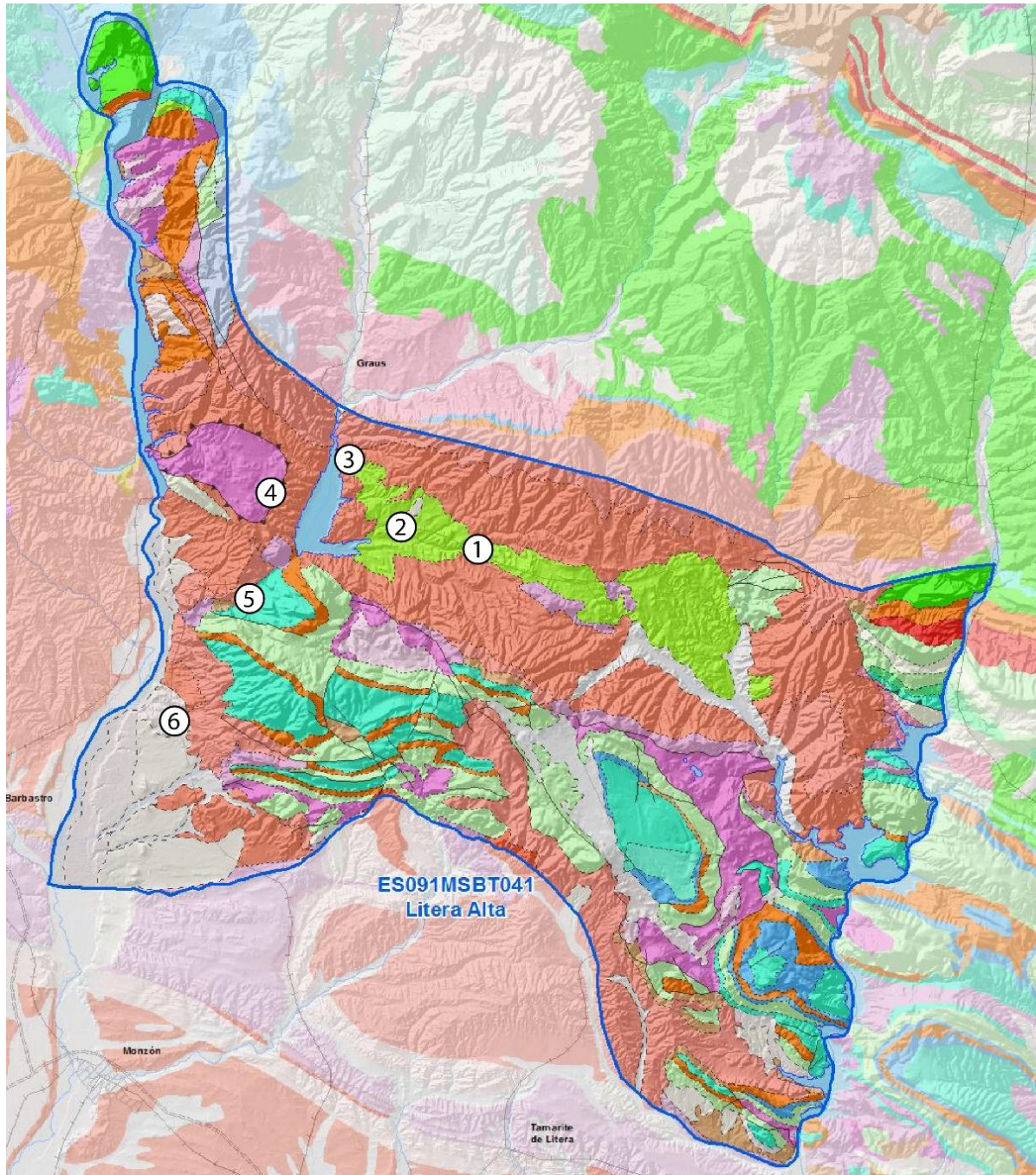


Figura 3. Mapa geológico de la masa de agua subterránea Litera Alta (09.41). Paradas de la ruta: (1) manantial de Puigvert; (2) pozo de Torres del Obispo; (3) aguas de Ribagorza; (4) yacimiento Labbitolosa; (5) ongesto de Olvena; (6) fuente de los Doce Caños.

Esta unidad incluye el sector más occidental del manto o unidad de las Sierras Marginales de la USPC, situada entre los ríos Noguera Ribagorzana (este) y Cinca (oeste). Por otro lado, el límite

septentrional se sitúa en el límite con los materiales de la cuenca surpirenaica central (Graus-Tremp) y el meridional en el cabalgamiento frontal surpirenaico.

Los principales niveles permeables, y por tanto acuíferos, están formados por los materiales calcáreos del Muschelkalk (Triásico medio), calizas del Cretácico superior y calizas del Eoceno inferior, y, en menor medida, por los materiales detríticos del Oligoceno-Mioceno y Cuaternario.

El funcionamiento hidrológico de esta unidad es muy complejo debido a la heterogeneidad estructural de este sector pirenaico. Las bruscas variaciones laterales en los espesores de estas unidades más permeables junto con la complejidad estructural de las distintas láminas de cabalgamiento y diapiros que dominan en el sector, hacen que dentro de la unidad Litera Alta existan pequeñas sub-unidades con comportamiento hidrogeológico independiente que iremos descifrando a lo largo de la ruta.

4. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS DE LA RUTA (PARADAS)

PARADA 1: MANANTIAL PUIGVERT

Superficialmente, en la zona dominan los materiales detríticos que tradicionalmente se incluyen dentro de la Formación Conglomerados de Graus. Se trata de limos, areniscas y conglomerados de edad Oligoceno-Mioceno procedentes de la erosión de los últimos estadios de levantamiento de los Pirineos.

Desde un punto de vista hidrogeológico, estos materiales detríticos constituyen un acuífero multicapa de poca relevancia, explotado históricamente debido a la abundancia de pequeños manantiales muy dispersos, pero de bajo caudal (<5 l/min). Las calizas del Cretácico superior constituyen un acuífero kárstico de importancia regional. La recarga se produce por la infiltración del agua de lluvia a través de los diferentes afloramientos diseminados y alineados en dirección E-O (Figura 4).

Todavía está por determinar, pero el embalse de Barasona podría constituir otro punto de potencial de recarga. Por el contrario, la descarga se produce a través de los distintos pozos de explotación y, de manera natural, a través del manantial de Puigvert, situado directamente sobre las calizas y en el que se registran caudales medios de unos 60 l/s.

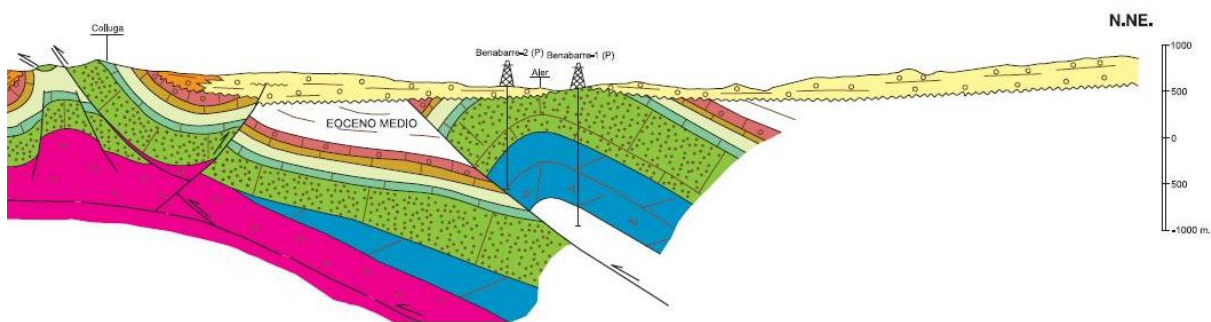


Figura 4. Corte geológico del anticlinal de bloque superior de la lámina de Mediano. Modificado de Barnolas (2017).

Ya por el camino hemos recorrido una gran zona deprimida, un Polje, llamado el Polje de Purroy que nos ofrece en superficie unas lutitas discordantes sobre las calizas karstificadas que conforman este acuífero. Nos encontramos entonces con una depresión rellena de detritos procedentes del último estadio de levantamiento del Pirineo por tanto de una formación de edad Oligoceno-Mioceno: la Formación Graus, con un comportamiento prácticamente impermeable. Esto implica que el agua subterránea se encuentra en estas capas y fluye dentro de las calizas sin poder aflorar en superficie a no ser que, también afloren las calizas dando lugar a manantiales como el de Puigvert.

Dicha Formación, representada en el corte de la Figura 4 de tonos amarillos y marrónceos, ocupa la parte superior y está dispuesta de forma horizontal. Esta característica la vamos viendo a lo largo del acuífero, dando lugar así a afloramientos de manantiales en aquellos puntos donde los detritos de la Formación Graus (conglomerados, areniscas y limos), dejan paso para aflorar en superficie a las calizas y por tanto al agua. En la imagen que aparece a continuación, se puede observar, de forma muy simplificada como el agua sólo aflora cuando la capa impermeable lo permite (Figura 5).

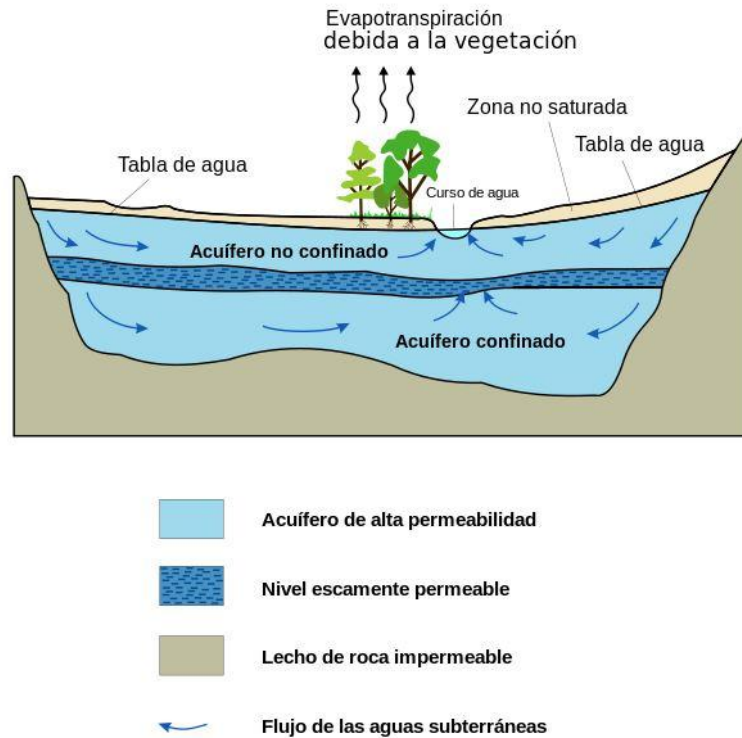


Figura 5. Esquema de un sistema acuífero con capas de diferente permeabilidad.

Si observamos a nuestro alrededor y miramos nuestro corte con ojos de hidrogeólogo/a, veremos claramente que nos situamos sobre un anticlinal de calizas, que por tanto permiten la surgencia del agua al permitir por fin su liberación.

PARADA 2: POZO DE TORRES DEL OBISPO

En el entorno de Torres del Obispo es donde se da el mayor número de manantiales y donde la descarga, en ocasiones, se produce a través de los materiales de edad Cuaternario. Algunos de los más importantes son el del Molino, las Pauls, Fonsanta, Fontviella, el Güello o es Canamás. En localidades como Benabarre, Aler o Pueyo de Marguillén, también existen manantiales relacionados con este acuífero como los de San Medardo, Font de Faro, la Tejería, balsa Misero, la Clua o la Fondaña (Figura 6).

Puntualmente, entre estos materiales detríticos afloran unas calizas de edad Cretácico superior y que constituyen el acuífero de mayor importancia a nivel regional (Figura 6). Este es el acuífero del que se abastecen actualmente tanto las localidades de la zona, explotaciones ganaderas y agrícolas, como la planta de embotellado hoy propiedad de AQUASERVICE. Este abastecimiento se realiza a través de pozos de varios cientos de metros de profundidad. En la localidad de Torres del Obispo existe otro pozo de abastecimiento, de unos 150 m de profundidad, el cual también es surgente, y en Benabarre, de abastecimiento también, existe otro de unos 170 m. Repartidos a lo largo de esta franja de calizas, coincidente con el eje del anticlinal, existen más pozos usados para el abastecimiento de explotaciones ganaderas y agrícolas.

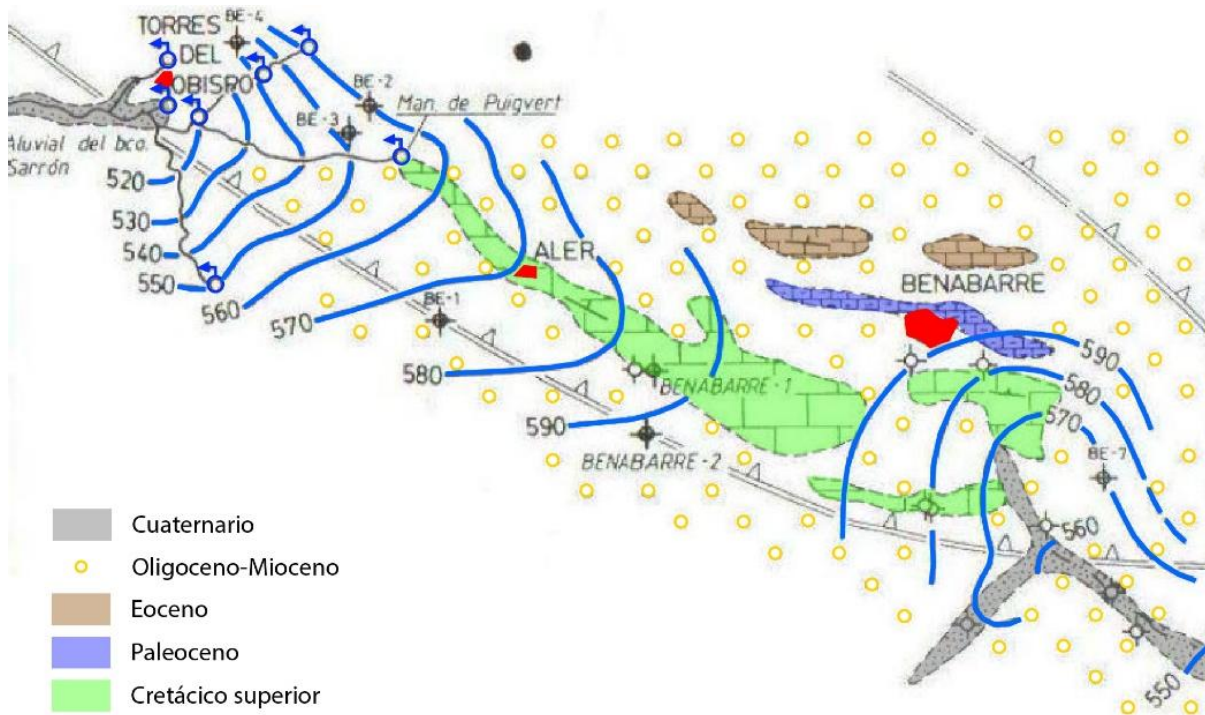
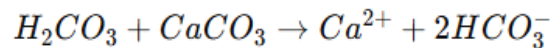
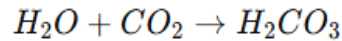


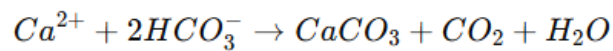
Figura 6. Piezometría del acuífero Cretácico del sector Benabarre. Modificado de San Román (1996).

En las zonas kársticas, la **conductividad del agua** es un parámetro fundamental para comprender los procesos de disolución y precipitación de la calcita, ya que mide la cantidad de iones disueltos, principalmente Ca^{2+} y HCO_3^- , que influyen en su capacidad para conducir electricidad.

Cuando el agua de lluvia se infiltra en el suelo, absorbe dióxido de carbono (CO_2) de la atmósfera y del suelo, formando ácido carbónico (H_2CO_3). Este ácido reacciona con la roca caliza (CaCO_3), disolviéndola y generando bicarbonato de calcio en solución, lo que incrementa la conductividad del agua:



A medida que el agua circula por el sistema kárstico, sigue disolviendo minerales, manteniendo una **conductividad elevada** debido a la acumulación de iones. Sin embargo, cuando el agua emerge en una surgencia o cueva, la pérdida de CO_2 por despresurización reduce la solubilidad de los bicarbonatos, provocando la precipitación de calcita (CaCO_3) y, con ello, una disminución en la concentración de iones disueltos y en la **conductividad del agua**:



La conductividad es un indicador clave en la hidrogeología kárstica, ya que **valores elevados** sugieren un agua rica en minerales disueltos, propia de zonas con intensa disolución de caliza, mientras que **valores bajos** pueden indicar aguas recientes con poca interacción con la roca o tras la precipitación de calcita. Su monitoreo permite analizar la evolución química del agua subterránea y la dinámica de los acuíferos kársticos.

La formación de tobas ocurre cuando el agua subterránea, cargada con dióxido de carbono (CO_2) y rica en calcio, fluye a través de zonas kársticas donde disuelve la roca caliza. Al emerger a la superficie o al experimentar cambios en la presión o temperatura, el agua pierde CO_2 , lo que provoca la precipitación de calcita. Este proceso genera depósitos porosos y suaves conocidos como tobas, compuestos principalmente por carbonato de calcio. Con el tiempo, estas tobas pueden formar estructuras geológicas significativas, como terrazas, cascadas y depósitos en ambientes lacustres o fluviales, reflejando la interacción entre procesos geológicos y químicos en zonas kársticas.

Las aguas subterráneas de este acuífero son bicarbonatadas cálcicas (concentraciones de bicarbonatos alrededor de los 300 ppm y de calcio de 100 ppm, no superando concentraciones de 20 ppm el resto de aniones y de cationes) con una conductividad de alrededor de 600 uS/cm y un pH de 7. Las concentraciones de nitratos no superan las 18 ppm, indicándonos que la contaminación de sus aguas es reducida.

PARADA 3: AGUAS DE RIBAGORZA

Entre la localidad de Benabarre, al este, y el río Ésera, al oeste, existen una serie de indicios superficiales que nos indican que algo está ocurriendo en el subsuelo. Por ello, durante la década de los 60 y 70 del siglo XX esta zona de los Pirineos estuvo en el punto de mira de múltiples campañas de prospección de hidrocarburos. Prueba de ello son los 14 pozos de investigación y más de 10 perfiles sísmicos que se realizaron durante ese periodo en este pequeño sector pirenaico.

Durante estas campañas se detectaron indicios de hidrocarburos en el subsuelo, pero no en cantidad suficiente como para ser rentable su explotación. A pesar de ello, a día de hoy, estos trabajos todavía permiten estudiar y conocer en detalle la geología de esta zona. A grandes rasgos, esta parada se desarrolla sobre el anticlinal de bloque superior de la lámina de Mediano, un pliegue de dirección pirenaica y ligeramente hundido hacia el oeste, lo que condiciona la hidrogeología regional.

El pozo del que se abastece la planta embotelladora (AQUASERVICE), de más de 1100 metros de profundidad, es uno de los antiguos sondeos de investigación de hidrocarburos (Benabarre-3) realizado en 1964 el cual resultó surgente y fue reaprovechado para la explotación de agua (Figura 7).

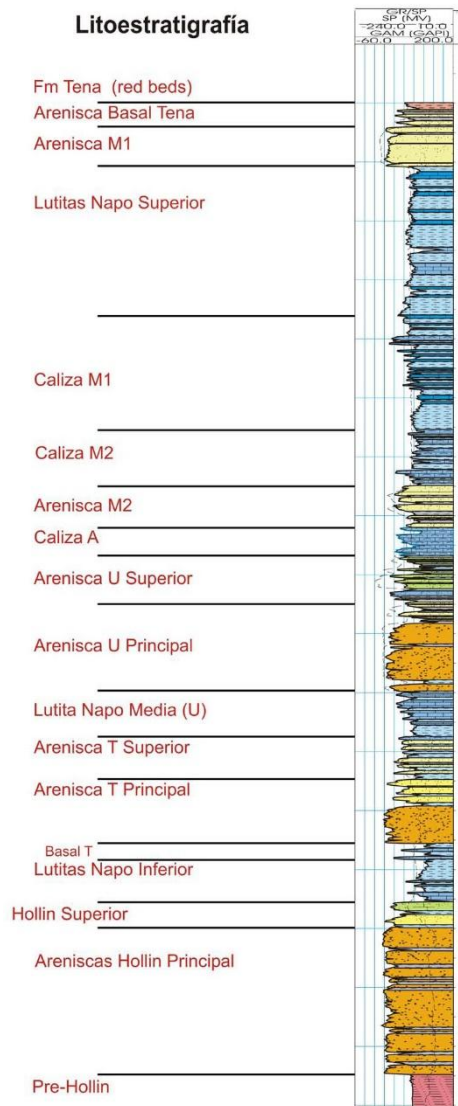


Figura 7. Ejemplo de columna litoestratigráfica elaborada a partir de un sondeo.

La perforación de un pozo de petróleo es un proceso complejo que requiere tecnología avanzada, personal especializado y una planificación meticulosa. Su objetivo es alcanzar formaciones geológicas que contienen hidrocarburos y permitir su extracción de manera segura y eficiente. Este proceso consta de varias etapas fundamentales, que incluyen la planificación, la perforación, el revestimiento y la finalización del pozo.

1. Planificación y preparación. Antes de iniciar la perforación, se llevan a cabo estudios geológicos y geofísicos detallados para identificar la ubicación del yacimiento. Se emplean métodos como la sísmica 3D y el análisis de formaciones para obtener una imagen precisa del subsuelo y evaluar la viabilidad del pozo. Una vez seleccionado el sitio de perforación, se procede con la preparación del terreno, que incluye la construcción de caminos de acceso, la instalación de infraestructura y la adecuación de la plataforma de perforación. En este punto también se consideran aspectos ambientales y regulatorios, asegurando el cumplimiento de normativas de seguridad y protección ambiental.

2. Perforación del pozo. La perforación comienza con la instalación de una tubería conductora que ayuda a estabilizar la boca del pozo y evita derrumbes iniciales. Posteriormente, se utiliza una torre de perforación equipada con un sistema rotatorio, donde una broca conectada a una sarta de perforación gira a gran velocidad para cortar la roca. Durante este proceso, se inyecta lodo de perforación, una mezcla de agua, arcillas y aditivos químicos que cumple varias funciones esenciales: enfría y lubrica la broca, estabiliza las paredes del pozo, controla la presión interna y transporta los recortes de roca a la superficie.

A medida que el pozo se profundiza, se instalan tuberías de revestimiento y se cementan para fortalecer las paredes y evitar el colapso. Además, se realizan pruebas de presión y registros geofísicos para evaluar la composición de las formaciones y determinar la presencia de hidrocarburos. En muchos casos, se emplea la perforación direccional o horizontal para alcanzar reservorios ubicados en ángulos complejos o maximizar la producción en yacimientos no convencionales.

3. Revestimiento y pruebas del pozo. Una vez que la perforación alcanza la profundidad objetivo, se instala una tubería de revestimiento final y se cementa para aislar las zonas productivas y evitar la migración de fluidos entre formaciones geológicas. Luego, se realizan pruebas de producción para evaluar la presión del yacimiento, la tasa de flujo del petróleo y la composición de los fluidos extraídos. Estos datos permiten determinar la viabilidad económica del pozo y definir las técnicas de completación más adecuadas.

4. Finalización del pozo y puesta en producción. La finalización del pozo implica la instalación de equipos que permitirán la extracción eficiente del petróleo. Se cementa la tubería de producción y se instalan dispositivos como la válvula de seguridad y el árbol de Navidad, que regula el flujo de hidrocarburos y permite controlar la producción. En algunos casos, se aplican técnicas de estimulación como la fracturación hidráulica o la inyección de productos químicos para mejorar la permeabilidad del yacimiento y maximizar la extracción.

Finalmente, el pozo es conectado a la infraestructura de producción y transporte, como oleoductos o instalaciones de procesamiento, donde el crudo es tratado antes de su comercialización. El monitoreo continuo del pozo es crucial para optimizar la extracción, prolongar la vida útil del yacimiento y garantizar la seguridad en la operación. Este proceso permite el aprovechamiento de los recursos energéticos de manera eficiente, sostenible y responsable con el medio ambiente (Figura 8).

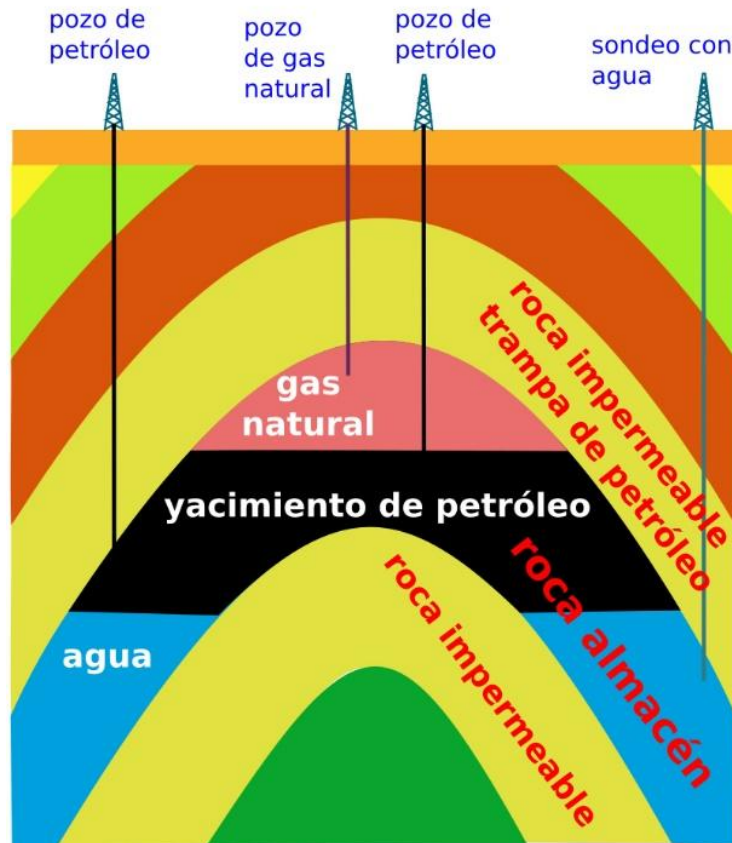


Figura 8. Esquema de tipos de extracciones mediante aprovechamientos de los recursos energéticos.

PARADA 4: YACIMIENTO LABITOLOSA

La presencia de manantiales fue un factor clave en la ubicación de los asentamientos romanos. Los romanos, expertos en ingeniería hidráulica, aprovecharon estos recursos naturales para el abastecimiento de agua, la construcción de termas y para el riego agrícola. Los manantiales, al proporcionar agua fresca y constante, eran considerados lugares ideales para fundar colonias y ciudades, ya que no solo aseguraban la supervivencia de la población, sino que también favorecían el desarrollo urbano y económico. Así, muchas ciudades romanas surgieron cerca de fuentes de agua, lo que garantizaba su prosperidad a lo largo del Imperio.

La ciudad romana de Labitolosa: la Curia y las Termas son de las mejor conservadas de la Hispania romana (Figura 9).

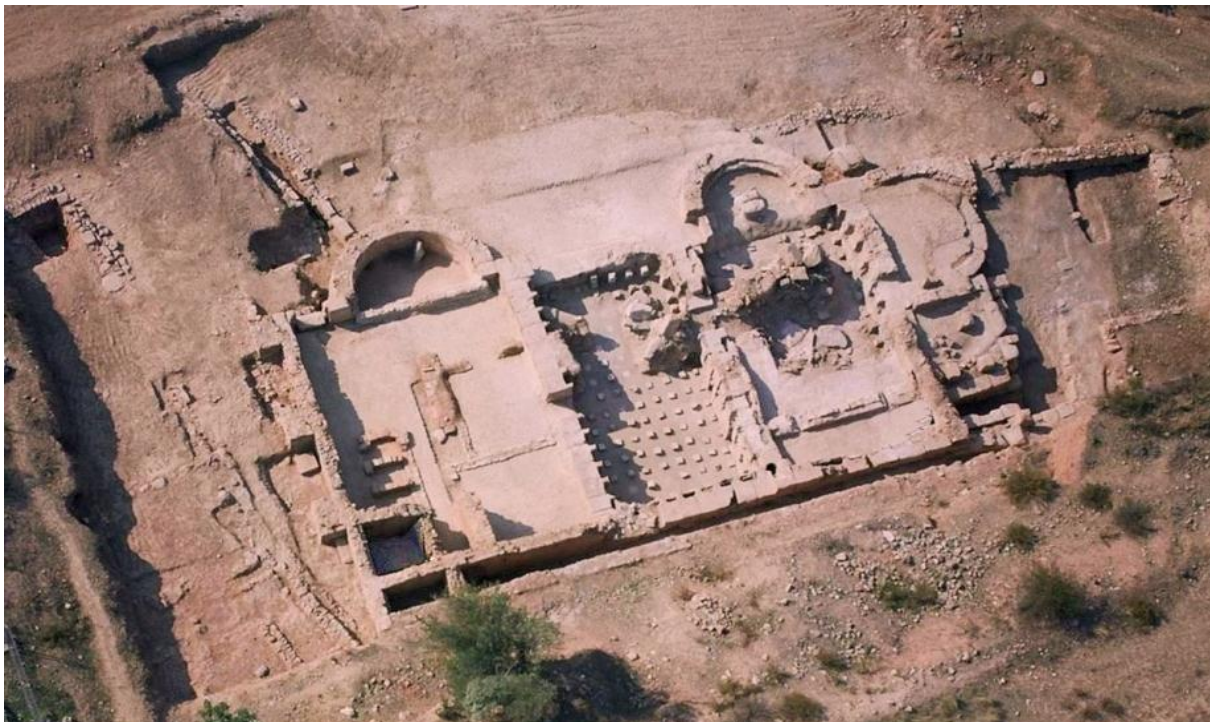


Figura 9. Yacimiento de las termas de Labitolosa en La Puebla de Castro.

LAS TERMAS DE LABITOLOSA (La Puebla de Castro)

La **construcción de dos complejos termales** en la ciudad de Labitolosa tuvo que ser un **acontecimiento extraordinario** en su tiempo, solo superado por el **confort** y la **calidad de vida**, nunca antes conocida, que aportaron al municipio y a toda su comarca.

El Edicto de Latinidad del emperador **Vespasiano** que otorgaba la “*ius latii*”, el derecho de ciudadanía romana a las provincias de Hispania permitió que, en torno al **año 76 después de Cristo**, el primitivo poblado íbero asentado en la Peña del Calvario de La Puebla de Castro (romanizado desde el año 50 a.C.), promocionara al municipio latino (ciudad romana) de **Labitolosa**. Las leyes y organizaciones indígenas fueron sustituidas por la ley Flavia y por el modelo urbano romano, levantando los edificios públicos que los arqueólogos han descubiertos hasta el momento: el **foro**, la **curia**, de las mejores conservadas de la Hispania romana, y las **dos termas**.

Simbólicamente Roma unificó su expansión imperial **colocando en todas las ciudades**, lo vemos también en Labitolosa, tres edificios análogos a los de la ciudad eterna: la **curia** y el **templo** (consagrado a los dioses del municipio), referentes ambos de las instituciones y principios que ordenaban la sociedad romana, y las **termas**, símbolo del progreso y calidad de vida alcanzado por la civilización romana.

Labitolosa fue la **capital de una comarca**, “**la terra Labitolosana**” que posiblemente abarcaría desde la actual comarca de La Litera hasta la Galia. El prestigioso equipo de arqueólogos que durante 25 años ha trabajado en el yacimiento, capitaneados por **M^a Ángeles Magallón Botaya**, **José Ángel Asensio Esteban** y **Pierre Sillières**, sostienen que la ciudad fue abandonada en torno al año 200 después de Cristo a consecuencia de la **Peste Antonina**. Una pandemia provocada por una viruela de tipo hemorrágica que, en sucesivas oleadas, asoló el imperio. Esta peste pudo diezmar los habitantes de Labitolosa y/o impulsarles a abandonarla para escapar del contagio.

Las últimas investigaciones sobre la calidad del agua de las fuentes próximas, con altas concentraciones de iones de sal, y el cercano manantial de agua salada “Fuen Salada”, apuntan a que esta ciudad pudo ser también un importante **centro termal** especializado en **tratamientos de afecciones de la piel**. Esto justificaría la existencia de los 2 complejos termales descubiertos con una superficie conjunta es de unos 1.000 m².

Las **Termas de Labitolosa** daban servicio no solo a sus habitantes sino a todos aquellos que se acercaban a visitar o a realizar gestiones en la ciudad. Además de ser un baño público y ofrecer tratamientos terapéuticos, cumplían una función social, cultural e incluso deportiva. Eran **foco de reunión y ocio**, un lugar para cerrar tratos comerciales y de divertimento y de encuentro entre familiares y amigos.

Junto a ellas, en **estancias y edificios anexos**, solían encontrarse salas de reunión privadas, salas para juegos y ejercicios gimnásticos, biblioteca, otras donde se ofrecían comidas (*las tabernae*) e incluso el lupanar.

La hora favorita para acudir a los baños solía ser la hora octava: en verano cuando dejaba de apretar el calor y en invierno cuando aún quedaba algo de luz.

La **entrada era muy barata**, todos podían permitirse el lujo de disfrutarlas. Los únicos que tenían prohibido asistir eran los esclavos, a excepción de los que se ocupaban de mantener la instalación y aquellos que acompañaban a sus amos para atender sus necesidades.

Los más ricos y pudientes señores de Labitolosa construyeron, para uso privado, pequeños complejos termales en sus casas (*domus*).

EL AGUA Y EL SISTEMA DE CALEFACCIÓN

El agua, bien recogida en **cisterna** o bien procedente de **acueductos** desde las **fuentes cercanas** (“Fuen Mayó”, “Santa María”, “el Corán”, “las Fonciellas”, “Fuen Salada”, etc.), entraba directamente por tuberías (*tubuli*) de arcilla o plomo en la **bañera de agua fría**. Para la **bañera de agua caliente**, el agua se retenía en un depósito cerca del horno (*praeurnium*), de aquí pasaba a una **caldera de bronce** (*testudo alvei*) instalada sobre el **fuego del fogón**, de la que se iba vertiendo, por una tubería, a la bañera de agua caliente.

El **fuego del horno** (*praeurnium*) tenía dos funciones: **calentar el agua** para la **bañera caliente** y **calentar el aire que circulaba bajo el pavimento** (suspensura) por una cámara o estancia subterránea

(*hypocaustum*), de unos 60 cm. de alto, y que **ascendía por las paredes** mediante tuberías de arcilla huecas (*tubuli parietales*) o a través de dobles paredes (sistema de concameraciones) hasta llegar al techo. Este sistema **calentaba el suelo y las paredes de dos estancias**: la caliente (*caldarium*), más próxima al horno, cuya temperatura ambiente podía alcanzar los **50 grados**; y la templada (*tepidarium*), que al quedar más alejada de la fuente de calor mantenía una temperatura ambiente **entre 25 y 30 grados**.

La **suspensura** era el piso o pavimento de las salas calefactadas (*caldarium* y *tepidarium*). Se encontraba elevado por unos **pequeños pilares** (*pilae*) construidos mediante la superposición de ladrillos cuadrados de cerámica. Este pavimento, compuesto de tejoletas cubiertas de mosaico o mármol alcanzaba un grosor de 80 centímetros. Tardaba mucho en calentarse, pero luego mantenía la temperatura largo tiempo después de apagado el horno.

El horno (*praefurnium*) contaba con instalaciones anexas: **almacenes de combustible** (carbón, leña de pino y carrasca), **viviendas del personal** y las **letrinas**.

El confort y el lujo de las termas tenían como contrapartida unas condiciones de trabajo durísimas para los esclavos encargados del horno y del mantenimiento de la instalación.

EL CIRCUITO TERMAL

Algunos bañistas, sobre todo los jóvenes, empezaban por calentar en la **palestra**. La palestra consistía en una pista al aire libre, más o menos grande, cubierta de arena y generalmente rodeada de porches. Las actividades físicas más habituales eran correr, jugar a pelota, ejercitarse con pesas o con la lucha y dar golpes a un saco lleno de arena. Otros sin embargo preferían tomar el sol en la **terrazza** (*solárium*), un lugar más cómodo para ver y dejarse ver. Después, unos y otros, se dirigían hacia las salas de baños.

El tránsito por las termas era **progresivo**, para **aclimatar el cuerpo** a las distintas temperaturas. Se iniciaba el recorrido por la **sala fría** (*frigidarium*). El bañista encontraba aquí el **vestuario** (*apodyterium*): se quitaba la ropa y los objetos personales y los depositaba en estantes u hornacinas al modo de nuestras taquillas actuales. Los esclavos ayudaban a desnudarse a los ricos y proporcionaban a todos los bañistas **toallas** y **sandalias de madera**, para no quemarse los pies en el suelo (*suspensura*) de la sala caliente (*caldarium*). En esta primera sala se encontraba también una **bañera semicircular de agua a temperatura ambiente** en la que poder refrescarse antes de continuar el recorrido termal.

En la **segunda sala**, la **templada** (*tepidarium*), los esclavos solían ofrecer **masajes relajantes y exfoliantes** aplicando ungüentos de aceite, arena fina y ceniza.

La tercera sala, la **caliente** (*caldarium*), era la más luminosa, lujosa y adornada de las termas. En el lado norte el bañista encontraba una **bañera rectangular de agua caliente** (*solium*), a unos **40 grados** de temperatura, recubierta de **placas de mármol**, con una banqueta corrida en el interior que permitía sentarse y sumergirse en el agua hasta **12 personas** a la vez. Al fondo de la sala disponían de una **pila surtidor de agua fría** (*labrum*) para refrescarse (bajo el ábside), y un banco semicircular pegado a la pared del ábside para poder sentarse y charlar. Y, para los que deseaban sudar más, una estancia contigua que recibía el nombre de **laconicum**, si se trataba de una **sauna seca**, y de **sudatorium** si se trataba de una **sauna húmeda** (de vapor).

El bañista realizaba luego el **recorrido a la inversa**, volvía a sala templada (*tepidarium*) y terminaba en la sala fría (*frigidarium*) donde los esclavos le ofrecían **algún refrigerio**: frutas, vinos... Al volver a la sala fría (*frigidarium*) el bañista disponía de **varias opciones**: entrar en una sala anexa y disfrutar de los **servicios de peluquería**, manicura, depilación y maquillaje; tomar un último baño para aclarar la piel

en la bañera de agua a temperatura ambiente, vestirse y salir; o, por el contrario, podía decidir quedarse y volver a iniciar el recorrido termal.

El principio básico era el mismo en todos los casos: **refrescarse** en el *frigidarium*, **calentarse** en el *tepidarium* y **lavarse con agua caliente** en el *caldarium*.

En la Figura 10 se muestra la reconstrucción virtual de las termas, no es del todo fidedigna, pero sirve para hacernos una idea de cómo fue el edificio.



Figura 10. Reconstrucción virtual del edificio de las termas.

Otras visitas recomendadas desde la Puebla de Castro:

- Fuen Salada y el uso de la sal en la localidad: <https://puebladecastro.blogspot.com/2021/03/la-sal-de-la-vida-en-la-puebla-de.html>
- La Iglesia Románica de Castro de principios del s. XII, con su recién restaurado alfarje mudéjar.
- La Capilla de las Sagradas Reliquias de Santa Rosa de Lima y de San Francisco Solano, las mayores reliquias de estos Santos en Europa.
- El retablo gótico de San Román de Castro y el joyero museo de la Iglesia Parroquial de Santa Bárbara.
- La iglesia de Santa María del s. XIII
- El lavador de tejado anular de la huerta.
- Los restos del castillo de Muns o Castro Muñones, origen de la Archuza de Bahlul.
- La visita al pueblo, por el trazado medieval de sus calles, el pozo del chelo, historia de las casas.
- El Forau de Caballera: cueva en la que han aparecido restos humanos de hace 40.000 años y del oso de las cavernas.
- Las Pinturas Rupestres: de hace 6.000 años, en las que aparecen dibujados carros con ruedas.

PARADA 5: CONGOSTO DE OLVENA

Un piezómetro es una perforación vertical instalada con una tubería de plástico o metal, que sirve para tener acceso directo a un acuífero, o a varios, y poder controlar y monitorizar su comportamiento y evolución en el tiempo, así como conocer su calidad química y física.

En esta parada realizada en el Congosto de Olvena¹, existen unos 5 piezómetros realizados por la Confederación Hidrográfica del Ebro en los años 90 del siglo pasado, con una profundidad de entre 125 y 300 m. En la página de la CHE se encuentran los IPA, piezómetros y descripción de la masa de aguas lítera alta donde está la ruta.

A parte de ser usados para investigación y conocimiento del subsuelo, el objetivo de estos piezómetros fue el de conocer las posibilidades de utilizar este acuífero del Cretácico superior como fuente secundaria de recurso hídrico complementaria al servicio que el Canal de Aragón-Cataluña ya estaba dando. Esto es debido a que, ya en aquella época, en los meses de mayor demanda (julio y agosto) el sistema existente era insuficiente para el consumo de agua boca y riego. Esta misma causa fue la que motivó la construcción de los controvertidos embalses de Santaliestra, Campo y Comunet a finales del siglo pasado, que finalmente no se llevaron a cabo y terminaron con la construcción del embalse de San Salvador (Figura 11).



Figura 11. Manifestación contra el embalse de Santaliestra. Fuente: Diario del Alto Aragón.

Por otro lado, gracias a la existencia de estos piezómetros, se sabe que el tramo del Canal de Aragón-Cataluña que transcurre por el Congosto de Olvena, no es impermeable al 100%, lo que provoca que estas pérdidas actúen como recarga artificial del acuífero. Lo mismo ocurre con el embalse de Barasona, cuya cerrada se encuentra en las mismas calizas del Cretácico superior y por las que se infiltra agua del embalse al acuífero actuando también como recarga artificial.

Por último, en los piezómetros situados al final del Congosto de Olvena, se observa con claridad que las aguas del río Ésera están por encima del nivel piezométrico de estos pozos en condiciones

¹ Incluido dentro del catálogo de Lugares de Interés Geológico de Aragón a través del DECRETO 274/2015, de 29 de septiembre.

normales de agotamiento, lo que indica que es el río el que aporta agua al acuífero, y no al revés; indicando que el nivel de base regional se localiza en el río Cinca, próximo a la desembocadura del Ésera (Figura 12).

A través de esto último podemos explicar los estiajes que en determinados periodos del año se dan en el río Ésera en el tramo en torno al desvío que nos conduce al municipio de Olvena.



Figura 12. Panorámica del Congós de Olvena.

PARADA 6: FUENTE DE LOS DOCE CAÑOS DE ESTADILLA

La localidad de Estadilla se halla emplazada en la zona más septentrional de las Sierras Marginales Aragonesas, justo en el límite de dichas sierras con la Depresión del Ebro. Al este de Estadilla, las Sierras Marginales Aragonesas se hallan configuradas por estribaciones montañosas formadas por materiales carbonatados (calizas, predominantemente) del Cretácico superior que se disponen en estructuras de anticlinales y cabalgamientos con una dirección, predominante, este-oeste. Existe también un intenso sistema de fracturación vertical de dirección diversa. Los materiales carbonatados del Cretácico superior, a unos kilómetros de Estadilla, se hallan recubiertos por los materiales detríticos discordantes del Oligoceno – Mioceno. Justo en el núcleo de Estadilla vuelve aflorar el nivel de calizas con rudistas, conglomerados y areniscas del Cretácico (Santonense), iniciándose en este lugar el emplazamiento del diapiro de Estada (formado por las lutitas versicolores, yesos y carniolas, calizas y dolomías y rocas ofitas del Keuper, Triásico) que se extiende hacia del río Cinca (Figura 13).

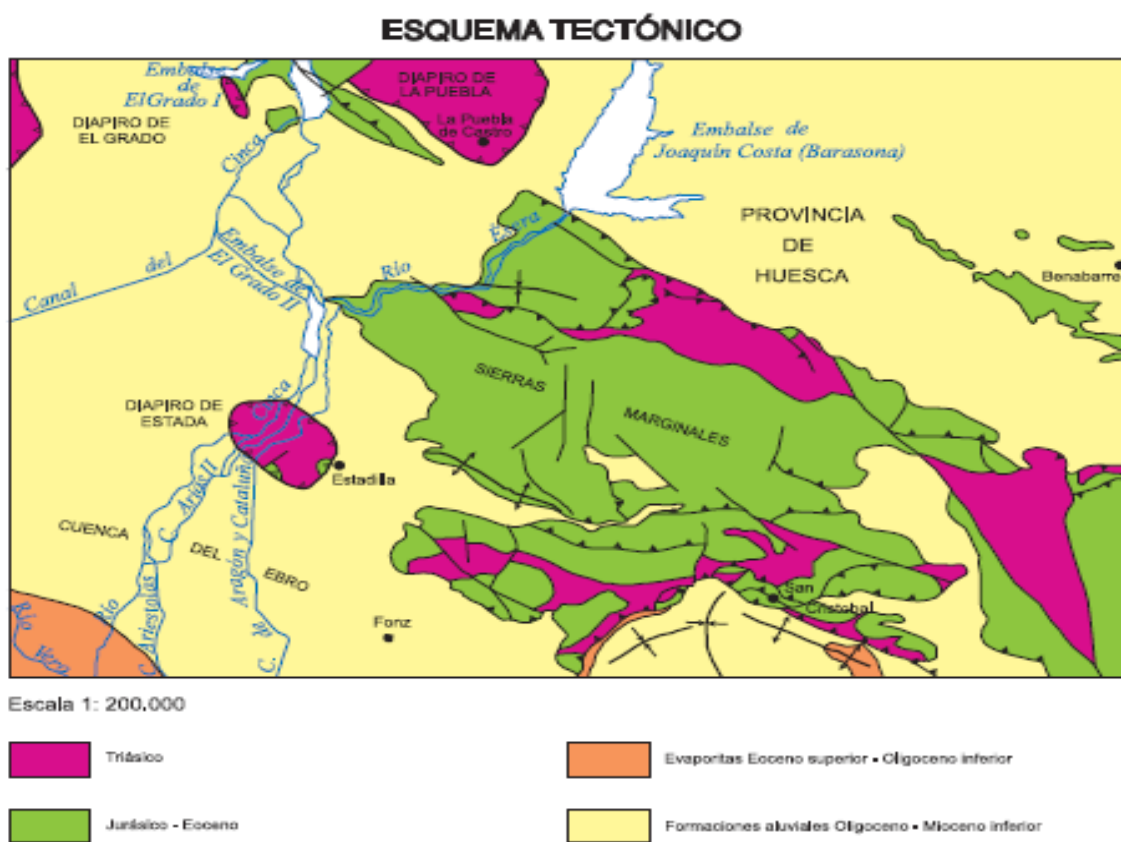


Figura 13. Mapa Geológico FONZ 288 (31-12). IGME (1994).

La conductividad de las aguas del manantial de los Doce Caños, según datos del inventario de puntos de aguas de la CHE, oscila entre los 582 y los 675 $\mu\text{S}/\text{cm}$, actualmente, el valor es de 775 $\mu\text{S}/\text{cm}$, indicándonos que son aguas de baja mineralización. El pH es de alrededor de 7,3. Las concentraciones de iones nos indican que se tratan de aguas bicarbonatadas cálcicas, aguas típicas de acuíferos carbonatados. Las concentraciones de bicarbonatos alcanzan las 375 ppm, mientras que las concentraciones de calcio alcanzan las 86 ppm. Las concentraciones del resto de cationes son menores, 22 ppm de magnesio, 21 ppm de sodio y 8,4 ppm de potasio. Respecto a los aniones, las concentraciones de sulfatos son de 85 ppm, siendo la concentración de cloruros de 29 ppm. Los nitratos presentes no superan las 14 ppm, indicándonos escasa contaminación de las aguas del acuífero.

La temperatura media de las aguas de la fuente es de 14°C, temperatura que coincide con la temperatura media atmosférica de la zona.

El caudal medido en la fuente de los Doce Caños, en el mes de enero de 2025 fue de 62 l/seg, caudal semejante al reflejado en la bibliografía. El caudal de la fuente es constante, según nos indican los lugareños.

La captación de las aguas de la fuente de los Doce Caños se realiza mediante un túnel excavado en el nivel de calizas con rudistas, conglomerados y areniscas del Santoniense (Cretácico superior), que aflora en la base del núcleo urbano de Estadilla.

La fuente de los Doce Caños, basándonos en la información geológica e hidrogeológica disponible, consideramos que drena las aguas del acuífero carbonatado, acuífero cárstico y/o fisurado-fracturado, desarrollado en los materiales calcáreos y detríticos del Santoniense al Maastrichtiense (Cretácico superior). El área de recarga se localizaría en los relieves de la Sierra de la Carrodilla que se eleva al este de Estadilla alcanzando los 1.109 m.s.n.m. en el pico Buñero, donde afloran los materiales carbonatados y detríticos del Cretácico superior en el eje de un anticlinal que presenta una dirección NNW-SSE donde se presentan los niveles de mayor permeabilidad. Drenaría hacia el río Cinca a través de dichos materiales cretácicos, situados bajo los materiales detríticos del Oligoceno-Mioceno, emergiendo en el núcleo de Estadilla, donde emerge la fuente de los Doce Caños (Figura 14).



Figura 14. La fuente de los Doce Caños.

Nota histórica de la fuente de los Doce Caños (Ayuntamiento de Estadilla; Figura 15)

- *No se sabe con seguridad el origen del manantial perenne que alimenta la "Fuente de los doce caños". El agua aflora a la superficie por tres ojos formando un pozo, actualmente cubierto, que permite recoger el agua y conducirla a través de un túnel excavado en la roca, de unos 35 metros de longitud, hasta abastecer la bomba que sube el agua al pueblo, la fuente y el riego de las huertas de alrededor a través de acequias semienterradas. Su caudal es de 60 litros por segundo, a una temperatura estable de 15 a 16 grados. No se tiene constancia de que se haya secado nunca.*
- *La fuente, de estilo Neoclásico consta de doce cabezas de león, que arrojan agua por su boca, tres arcadas de medio punto apoyadas en pilastras moduladas rematadas por capiteles con rosetas y en el centro el escudo de la baronía de Castro (actualmente el de la villa) con la peculiaridad que está girado en espejo. La inscripción tallada nos remite sin duda a la fecha de su construcción, 1735.*
- *Gracias a referencias escritas de finales del siglo XVIII, sabemos que la fuente estaba rematada con otra salida de agua a través de la cabeza de una marmota esculpida en piedra.*
- *En esa época, la cantidad de caños de las fuentes marcaba la prosperidad del lugar, por lo que podemos deducir que Estadilla fue un importante centro en el camino real de Benabarre a Barbastro: disponía de agua, un elevado número de habitantes, familias de abolengo y hombres ilustres, convento, hospital, etc.*
- *La zona del lavadero y del abrevador ha sufrido varias reformas. Originalmente, el lavadero estaba a la altura del suelo y las personas lavaban de rodillas ejerciendo mayor presión sobre la ropa. Posteriormente y para mayor comodidad, se elevó el lavadero y se construyó el tejado.*
- ***Dato curioso:** Había una norma en el uso del lavadero, las últimas losas se debían reservar para lavar la ropa de los difuntos y enfermos.*
- *El agua de los caños es potable, y aunque no está tratada, los culantrillos nos marcan que el aire y el agua son puros.*

*En la zona de los huertos se encuentra la **Fuente del Lavadero**. Es el principal manantial de los que existen en aquella zona, pues su caudal supera los 60 litros de agua por segundo. Durante todo el año mana a una temperatura de 15-16 ° C.*

El agua, que llega a cielo abierto a través de un túnel excavado en la roca de unos 35 metros, riega los huertos del entorno y por una acequia semisubterránea denominada del Regalo, llega a regar también campos de olivos, frutales y viñedos.

Esta fuente, datada a través de una inscripción epigráfica en 1735, es la más monumental de cuantas se construyeron en Guara Somontano. Además de pilastras molduradas, capiteles con rosetas, carnosas hojas de acanto y volutas, presenta 12 cabezas de león a través de cuyas bocas vierten los caños. Todo ello denota un buen conocimiento por parte del autor del lenguaje clasicista.

*Por su magnífica decoración y estructura, no responde al concepto de fuente tradicional, sino a un modelo culto, que desempeñó en las ciudades y pueblos un papel ornamental y simbólico, representando dignamente el orgullo de toda una sociedad y de las autoridades municipales, que como celebra el **escudo** que las preside, habían traído la bondad de las aguas y la prosperidad de sus habitantes.*

Olegario Chesa Salamero narra en la revista Buñero, editada por la Sociedad l'Aurora, la construcción de la primera subida del agua desde la fuente al depósito del Castillo en la primera década del siglo XX. Estadilla fue uno de los primeros municipios de la comarca en llegar la energía eléctrica; no obstante, para la elevación el agua de la fuente al núcleo urbano se utilizó la energía hidráulica, instalándose una noria que proporcionaba la energía para el funcionamiento de las bombas de elevación del agua.

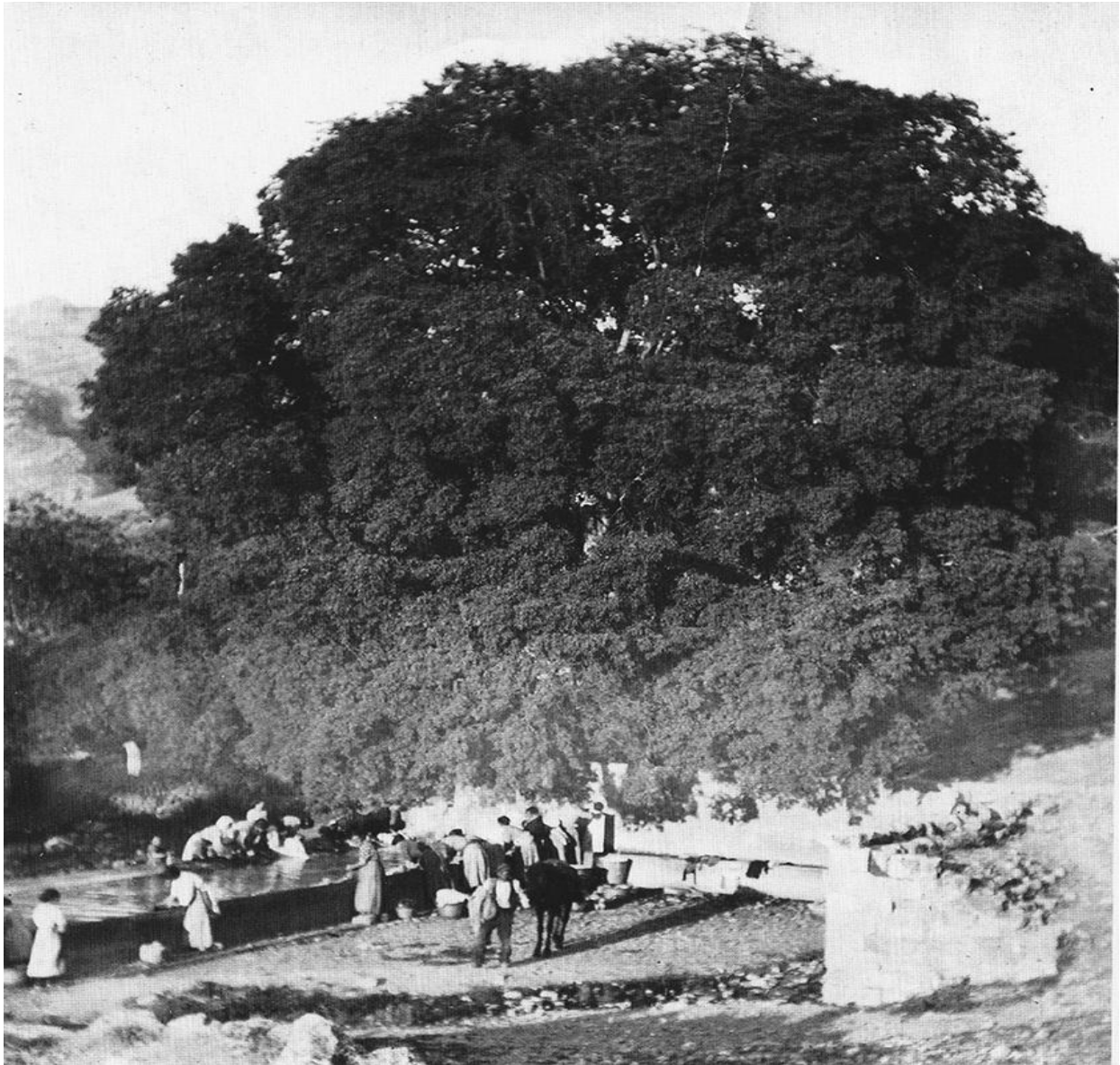


Figura 15. Imagen de la fuente de los doce caños en 1910. Fotos del libro de Mariano Badía “*Así fuimos, así vivimos*”.

DIAPIRO DE ESTADA Y ESTADILLA

ENCUADRE GEOLÓGICO

Entre ambas poblaciones, cabe mencionar la presencia del importante diapiro de Estada – Estadilla, a poniente de la Sierra de la Carrodilla. Este diapiro, que constituye una interesante estructura pirenaica, situada dentro del Pirineo Meridional (Figura 16).

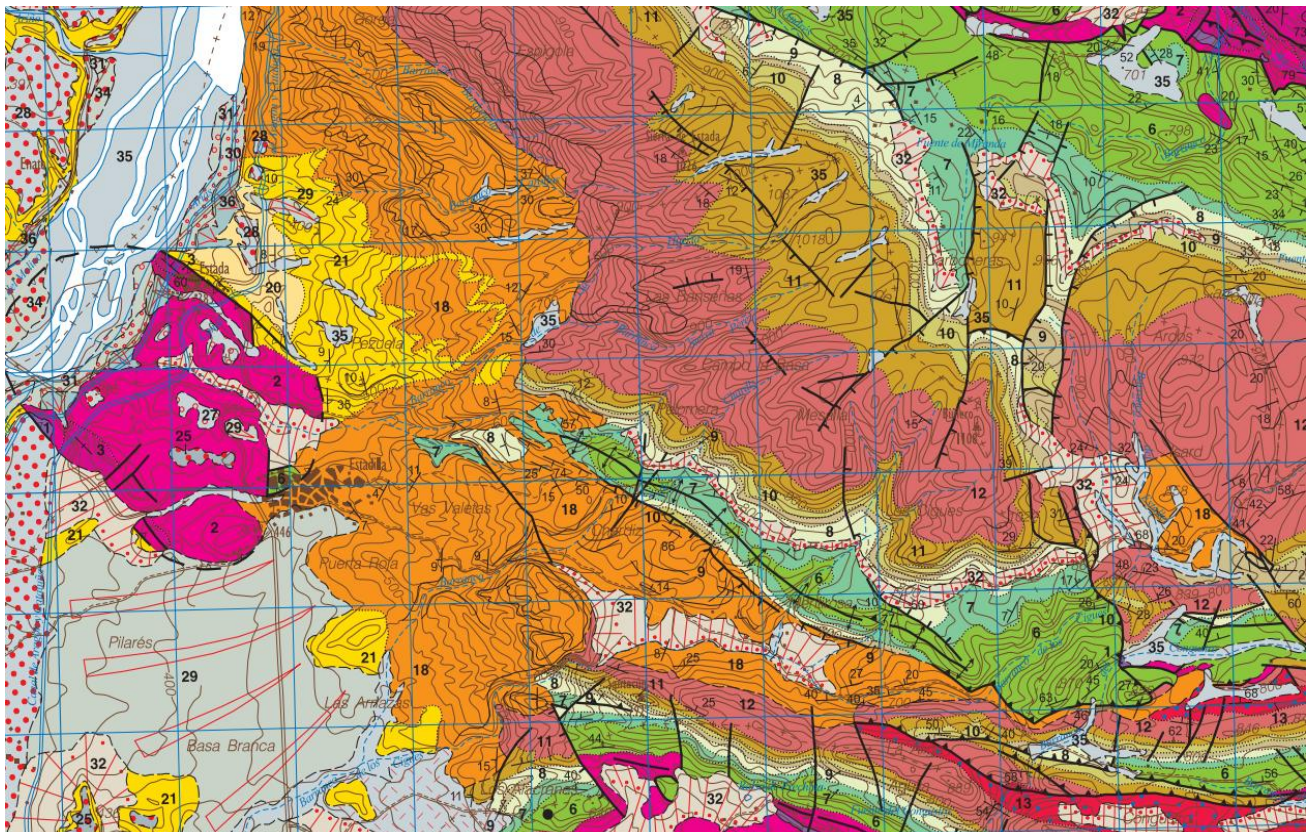


Figura 16. Mapa Geológico FONZ 288 (31-12). IGME (1994). Escala 1:50.000.

LEYENDA DEL MAPA

TRIÁSICO:

2- Lutitas versicolores, yesos y carniolas. 3- Calizas y dolomías.

CRETÁCICO:

6- Calizas con rudistas, conglomerados y areniscas. 7- Calizas micríticas. 8- Lutitas versicolores y areniscas. 9- Calizas micríticas.

PALEÓGENO:

Paleoceno-Eoceno: 10- Lutitas, areniscas y calizas. 11- Calizas. 12- Calizas con alveolinas.
Oligoceno-Mioceno: 18- Brechas calcáreas, areniscas y lutitas. 21- Areniscas y conglomerados silíceos con niveles de lutitas.

EL AGUA SALADA DE ESTADILLA

En torno a la población de Estadilla, cerca del paraje de Coscona, hay una surgencias de agua salada. Se trata del agua superficial, que ha circulado entre los materiales salinos del Triásico Superior, del Keuper, del diapiro de Estada-Estadilla. Esta agua, ha disuelto materiales salinos, dispersos entre los niveles de yesos. Luego, al llegar a la superficie, el agua salada, al alumbrar, ha dado lugar a la formación de eflorescencias salinas.

El mineral mayoritario de estas eflorescencias es la HALITA (Cloruro Sódico). Asimismo, también se encuentran indicios de EPSOMITA y de HEXAHIDRITA (sulfato de magnesio, heptahidratado y hexahidratado, respectivamente).

Cabe decir, que, en diversos momentos históricos, tanto el agua salada como la propia HALITA, han sido aprovechadas (Figura 17).



Figura 17. Lugar en donde se intentó la explotación del agua salada. Estadilla.

ANTIGUO BALNEARIO DE ESTADILLA

Se localizan ligeramente al Sur de la población de Estada (entre ésta y la población de Estadilla), cerca de la carretera que une ambas poblaciones. Concretamente, se sitúa junto al Barranco de la Huerta o Barranco de los Baños.

En este lugar, situado en el *Diapiro de Estada – Estadilla* (como el lugar anterior), hay una surgencia de aguas epitermales, de composición sulfurada, maloliente. Aunque en el mapa geológico a escala 1:50.000, no se indica ninguna fractura, creemos que la surgencia de estas aguas se relaciona con alguna de ellas, no cartografiada. El carácter sulfurado (en realidad sulfhídrico), vendría como consecuencia de la alteración de las piritas, que ocasionalmente se hallan entre los materiales del Keuper.

La existencia de esta surgencia, dio lugar a la construcción de unos baños, de un balneario, para poderlas aprovechar. Sin embargo, no prosperó esta iniciativa, aunque funcionó desde 1859 hasta 1936. No obstante, sí que dio lugar a un importante patrimonio minero (Figura 18).



Figura 18. Unos aspectos de las edificaciones de los Baños.

Autores:

Bardaji Suarez, Pedro

Carrero Carralero, Estrella

Franco Balaguer, Jorge

Gómez de Liaño Pierna, Roberto

Masich Polo, Josep María

Mata i Perelló, Josep María

Moreno Montes, Lucía

Pascual Díaz, Josep Manel



BIBLIOGRAFÍA

- Barnolas-Cortinas, A. (2017): Mapa Geológico de España 1:50.000, hoja nº 288 (Fonz). IGME, Madrid.
- ESHYG (2004): Estudio para la delimitación del perímetro de protección del sondeo de abastecimiento a la planta embotelladora de “Aguas de Ribagorza”. Graus (Huesca). Inédito.
- Franco-Balaguer, J., Casas Sainz, A.M. (2016): Estructura de la terminación occidental del cabalgamiento del Montsec (Pirineos Centrales). Revista de la Sociedad Geológica de España, 29(2): 39-55.
- Garrido-Megías, A. (1973): Estudio geológico y relación entre tectónica y sedimentación del Secundario y Terciario de la vertiente meridional pirenaica en su zona central (Provincias de Huesca y Lérida). Tesis Doctoral, Univ. de Zaragoza, 395 p.
- Lanaja, J.M. (1987): Contribución de la exploración petrolífera al conocimiento de la Geología de España. Instituto Geológico y Minero de España, 465 pp., 17 mapas.
- Martínez-Peña, B. (1991): La estructura del límite occidental de la Unidad Surpirenaica Central. Tesis Doctoral, Univ. de Zaragoza, 346 p.
- San Román, J., Másich, J.M. y Pascual, J.M. (1996): Hidrogeología de las Sierras Exteriores surpirenaicas: cuenca de Tremp-Graus (Lleida y Huesca). Guía de Campo.
- Santolaria, P. (2015): Salt and thrust tectonics in the South Central Pyrenees. Tesis Doctoral, Univ. de Zaragoza, 327 p.
- Séguret, M. (1972). Étude tectonique des nappes et séries décollées de la partie centrale du versant sud des Pyrénées. Caractère sédymantaire rôle de la compression et de la gravité. Tesis Doctoral, Univ. de Montpellier, 155 p.

HUESCA



COLABORA

CON LA AIH-GE Y EL PROGRAMA 'APADRINA UNA ROCA'

PARA MEJORAR LA PROTECCION DEL PATRIMONIO HIDROGEOLOGICO

¿QUIERES COLABORAR?

