

# FICHAS DE TRABAJO PARA LOS ALUMNOS



ficha 1 - El agua subterránea

ficha 2 - El Parque Natural Sierra Norte de Sevilla

ficha 3 - El Cerro del Hierro

ficha 4 - Nacimiento y cascadas del Huéznar

Algunas actividades para realizar en el río





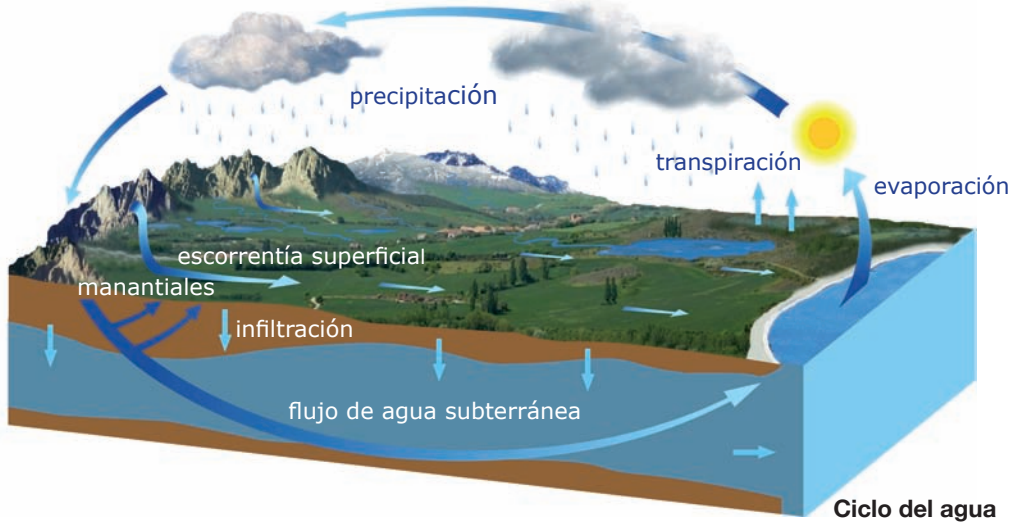
# Ficha 1: EL AGUA SUBTERRÁNEA

## EL CICLO DEL AGUA

El agua es el componente mayoritario de nuestro planeta. La gran mayoría de la superficie terrestre, del orden del 70%, está ocupada por océanos y mares. Pero sólo una pequeña parte, un 2%, se reparte en tierra firme entre glaciares y casquetes polares, ríos, lagos y aguas subterráneas.

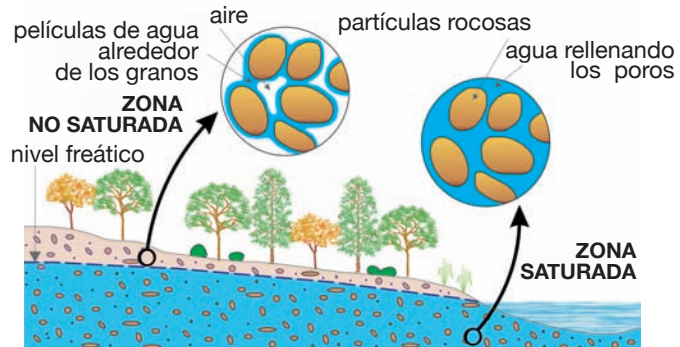
A pesar de esta pequeña cantidad de agua dulce, ésta se repone continuamente a través de la precipitación del vapor de agua de la atmósfera, en forma de lluvia o nieve. De hecho, el agua está en permanente movimiento gracias a la energía del Sol, que permite elevar el agua mediante su evaporación, y a la gravedad, que hace que el agua precipite y, una vez en superficie, fluya hacia las zonas más bajas.

Este movimiento es conocido como **Ciclo Hidrológico** o **Ciclo del Agua**.



## ACUÍFEROS Y AGUA SUBTERRÁNEA

Las aguas subterráneas son aquellas que están bajo la superficie del terreno y que se mueven a través de las formaciones geológicas denominadas acuíferos. Un **acuífero**, por tanto, es una roca o sedimento capaz de almacenar y transmitir agua en cantidades significativas. Una parte del agua que se infiltra en el terreno queda retenida en la zona radicular, que es la zona hasta la que penetran las raíces de la vegetación y en la que puede producirse evapotranspiración. El agua retenida en esa zona permite el sustento de la vegetación. El agua que no es evapotranspirada sigue su movimiento por la zona no saturada hasta alcanzar cierta profundidad, a partir de la cual todos los poros, grietas y oquedades se encuentran rellenos por agua: se trata de la zona saturada.



Zonas saturada y no saturada de un acuífero

Hay formaciones geológicas, sin embargo, que ni almacenan ni transmiten agua: son los **acuífugos**. Otras rocas pueden almacenar agua, pero no pueden transmitirla, aunque estén completamente empapadas, como ocurre con las arcillas: son los **acuicludos**. Finalmente, algunas rocas constituyen acuíferos pobres que, aunque pueden almacenar y transmitir el agua, no lo hacen en cantidad suficiente: son los **acuitardos**.

El flujo de agua en el interior de los acuíferos está determinado por la **porosidad** del material geológico, que depende del volumen y tipo de huecos, así como de la interconexión entre ellos. Según la naturaleza de los materiales, podemos encontrar tres tipos básicos de acuíferos: detríticos, fisurados y kársticos.

Los acuíferos detríticos presentan una estructura en granos, lo que da lugar a una porosidad de tipo intergranular.



Porosidad intergranular en acuíferos detríticos

En los acuíferos fisurados el agua circula preferentemente a través de su red de fracturas y fisuras.



Porosidad por fracturación en acuíferos fracturados

En los acuíferos kársticos, el agua propicia una intensa disolución de las rocas solubles, que va así ampliando las fracturas y formando una red de conductos y cavidades.



Porosidad por disolución en acuíferos kársticos

El agua que circula por un río proviene de la escorrentía superficial y de la descarga de los acuíferos.

En gran parte de la Península Ibérica la escorrentía superficial se produce principalmente en el invierno.

En verano y comienzos del otoño, la mayor parte del agua que circula por estos cauces es de origen subterráneo, como consecuencia de la descarga del agua subterránea que circula en los acuíferos hacia los ríos.

Se dice por ello que un río es **ganador** cuando recibe agua de los acuíferos.

Por el contrario, se dice que un río es **perdedor** cuando aporta agua a los acuíferos.



Río ganador



Río perdedor

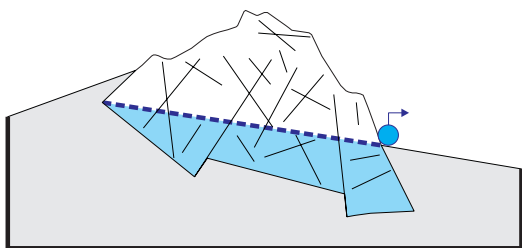
Lo habitual es que se den ambos tipos de comportamientos a lo largo de un río, e incluso en un mismo tramo en diferentes épocas del año.

Un **manantial** es una surgencia natural de agua subterránea.

El término manantial presenta numerosos sinónimos, como nacimiento, surgencia, manadero o venero. Muy a menudo se emplea la palabra fuente, que también designa a una obra hecha por el hombre que sirve para distribuir el agua o que salga a través de los caños dispuestos en ella.

En función del modo de salida del agua, los manantiales se diferencian en puntuales, difusos u ocultos. Los manantiales puntuales tienen una surgencia concentrada y claramente localizada. Los difusos representan un conjunto de salidas próximas entre sí. Los manantiales ocultos se producen cuando la descarga se realiza al cauce de un río o a zonas húmedas, como lagos y lagunas.

**MANANTIAL PUNTUAL EN UN ACUÍFERO KÁRSTICO**



Roca permeable por karstificación

Roca permeable por porosidad inerganular

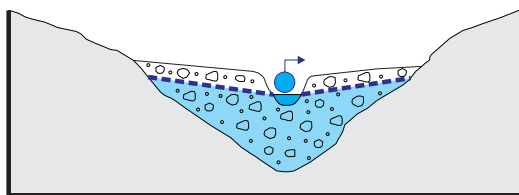
Roca impermeable

Manantial

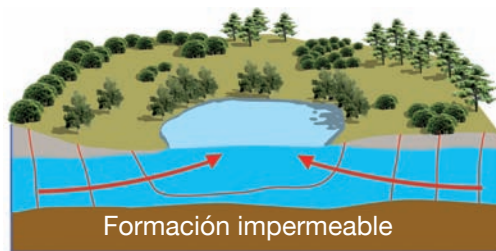
Nivel freático

Roca permeable saturada de agua

**MANANTIAL OCULTO EN CAUCE DE RÍO EN UN ACUÍFERO DETRÍTICO**



La circulación del agua subterránea conlleva importantes implicaciones ambientales. Además de alimentar frecuentemente a ríos en la época estival, el agua subterránea también contribuye al mantenimiento de destacados ecosistemas, como son los lagos, lagunas y humedales.



**Esquema de la alimentación de un humedal por el flujo de agua subterránea. Las flechas rojas indican la dirección del flujo**

El agua subterránea es un recurso natural que, si se aprovecha racionalmente, es de carácter renovable. Se usa para abastecimiento a poblaciones, agricultura y ganadería, así como para distintas actividades industriales. Es, por ello, imprescindible evitar su deterioro y contaminación.



**Estación de bombeo de agua subterránea para abastecimiento a la localidad de Estepa**



**Pozo para riego de olivar, entre Casariche y Badolatosa**

## OBSERVA

Algunos manantiales dejan de manar en periodos de sequía, mientras que en otros continúa surgiendo el agua. Lo primero ocurre con mayor frecuencia en manantiales asociados a acuíferos kársticos, que experimentan rápidas crecidas con las lluvias, agotándose rápidamente al cesar éstas. Por el contrario, los acuíferos detríticos, debido a que la velocidad de circulación del agua subterránea es más lenta en ellos, presentan variaciones más amortiguadas de caudal.



**Manantial kárstico de la cueva del Gato (Benaoján, Málaga). Se aprecia la gran diferencia de caudal entre final del verano (izquierda) y tras unas prolongadas lluvias invernales (derecha)**

## RESPONDE

- \* ¿Cuáles son las diferencias entre acuíferos, acuífugos, acuícludos y acuíardos? ¿A qué se deben dichas diferencias?
- \* ¿De dónde proviene el agua de un río? ¿Y de una laguna? ¿Qué papel juega el agua subterránea en ambos?
- \* ¿Puede haber manantiales en una formación geológica impermeable? ¿Y en el contacto entre una formación impermeable y un acuífero? ¿Por qué?

## REFLEXIONA

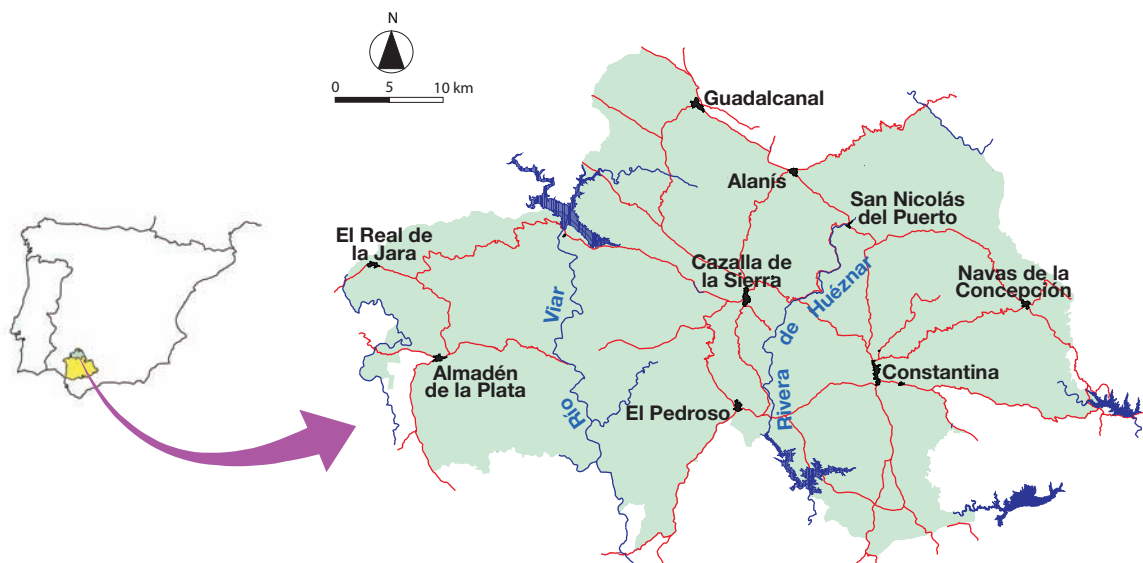
- Los acuíferos detríticos se presentan en sedimentos sueltos, como las gravas y las arenas, o en algunos tipos de rocas, como las areniscas y conglomerados. Los acuíferos fisurados se encuentran en rocas compactas, como granitos, cuarcitas o pizarras, siempre que presenten una red de fracturas y fisuras bien desarrolladas y comunicadas entre sí. Los acuíferos kársticos se dan en calizas, yesos y otras rocas solubles.
- El nivel piezométrico es la cota que alcanza el agua en la zona saturada de un acuífero; si el acuífero es libre (es decir, si no está sellado por una capa superior de material impermeable) se denomina también nivel freático. Los manantiales se generan cuando la superficie piezométrica corta a la superficie topográfica.



# Ficha 2: EL PARQUE NATURAL SIERRA NORTE DE SEVILLA

En plena Sierra Morena, al norte de la provincia de Sevilla, se encuentra el Parque Natural Sierra Norte de Sevilla, el espacio natural protegido más extenso de la provincia. Ocupa una superficie de 187.323 hectáreas y se extiende por el territorio de diez términos municipales. El Parque Natural cuenta, además, con dos Monumentos Naturales: las cascadas del Huesna y el Cerro del Hierro. Se trata de un territorio de media montaña, con una amplia presencia de dehesas de encinas y alcornoques. Numerosos cursos de agua discurren por el Parque Natural, algunos de ellos tan importantes como el río Viar o el Rivera de Huéznar, el único río truchero de la provincia.

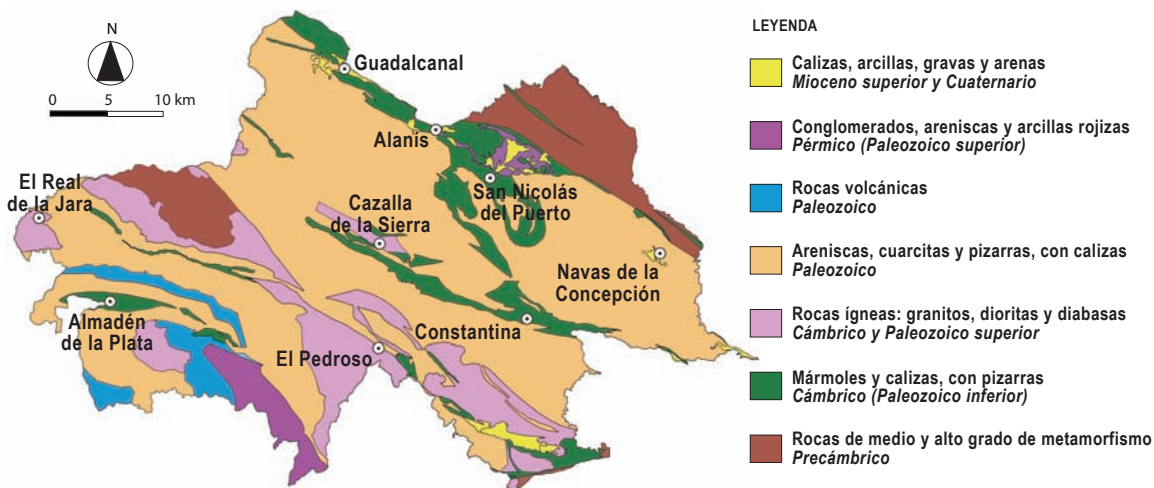
## SITUACIÓN



## GEOLOGÍA

La gran mayoría de las rocas del Parque Natural se formaron en el Precámbrico (hace más de 540 millones de años) y en el Paleozoico (entre hace 540 y 250 millones de años). Muchas de estas rocas están plegadas y fracturadas, además de haber sufrido procesos de metamorfismo de diferente intensidad. La larga historia geológica de esta región ha dado como resultado una gran variedad de litologías, tanto ígneas (plutónicas y volcánicas) como metamórficas y sedimentarias.

## ESQUEMA GEOLÓGICO



## OBSERVA

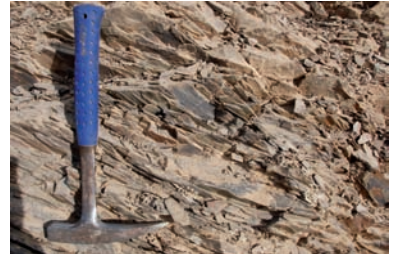
Aquí abajo verás fotos de distintas rocas del Parque Natural. Fíjate en su composición y si aparecen en ellas pequeños poros, o bien grietas, fracturas y fisuras. Algunas de estas rocas son capaces de almacenar y transmitir agua en su interior, por lo que dan lugar a acuíferos.



Conglomerado (roca sedimentaria)



Cuarcita (roca metamórfica)



Pizarra (roca metamórfica)



Esquisto (roca metamórfica)



Mármol (roca metamórfica)



Granito (roca ígnea plutónica)

## RESPONDE

- \* ¿Qué roca o rocas, entre las que aparecen en las fotos, forman buenos acuíferos?  
¿Por qué?
- \* Mira el mapa geológico y localiza en él estas rocas. ¿Dónde se sitúan los principales acuíferos?
- \* ¿Qué rocas crees que son las más impermeables y que, por tanto, no originan acuíferos?

## REFLEXIONA

- Aunque hay rocas que son muy compactas y poco porosas, el agua puede entrar en ellas a través de grietas, diaclasas y fisuras. En las calizas, dolomías y mármoles, además, el agua disuelve y amplía estas discontinuidades, dando lugar a los principales acuíferos del Parque Natural
- Los granitos y otras rocas ígneas se alteran y meteorizan, sobre todo en zonas de escasa pendiente, en contacto con el agua. Esta alteración da lugar a suelos arenosos; estos suelos presentan una elevada permeabilidad y forman en el Parque Natural pequeños acuíferos, generalmente muy superficiales

# Ficha 3: EL CERRO DEL HIERRO

Situado al sureste de la localidad de San Nicolás del Puerto y al norte de Constantina, el Cerro del Hierro es uno de los lugares más espectaculares no sólo del Parque Natural Sierra Norte, sino de toda la geografía sevillana. Las grandes paredes rocosas que aparecen, así como sus recovecos, oquedades, túneles y caprichosas formas confieren a este espacio un aspecto impresionante. Se trata de un sitio de excepcional interés tanto hidrogeológico como geológico y geomorfológico. Es, además, un testigo del importante pasado minero de la región. Todas estas características, junto con su riqueza faunística y botánica, llevaron a su protección, en el año 2003, con la categoría de Monumento Natural de Andalucía.

## SITUACIÓN Y MORFOLOGÍA



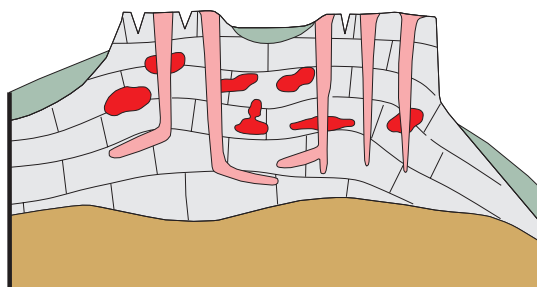
Morfología característica del Cerro del Hierro

## HISTORIA GEOLÓGICA E INTERÉS HIDROGEOLÓGICO

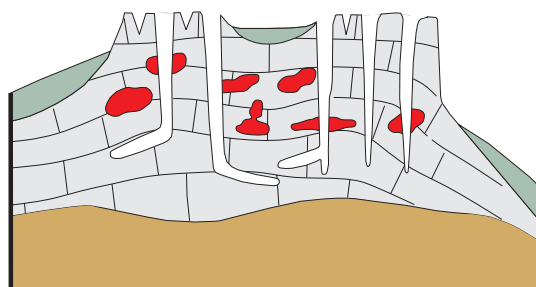
Hace unos 520 millones de años, en el Cámbrico inferior, se depositaron unos lodos calizos en un mar poco profundo, que posteriormente se transformaron en rocas calizas. Durante la orogenia Varisca, que ocurrió hace unos 350 millones de años, en el Carbonífero inferior, las calizas se deformaron y transformaron en mármoles; a través de fallas, ascendieron fluidos ricos en minerales de hierro que impregnaron los mármoles. Desde entonces, el Cerro del Hierro ha estado emergido y sometido a la acción del agua de lluvia. De esta forma se karstificó y adquirió una permeabilidad muy elevada, que facilita la infiltración del agua en el acuífero.

## EVOLUCIÓN RECIENTE

### ANTES DE LA EXPLOTACIÓN MINERA



### TRAS LA EXPLOTACIÓN MINERA



La disolución de los mármoles, ricos en hierro, dejó como resultado un residuo arcilloso que fue explotado desde época romana y, sobre todo, a finales del siglo XIX y parte del siglo XX.

**OBSERVA**

A lo largo del sendero señalizado del Cerro del Hierro, podrás ver las llamativas formas kársticas que aparecen, entre las que sobresalen los mogotes y agujas rocosas de gran tamaño.

Fíjate también en las arcillas rojas ricas en hierro y en las masas y bolsas de hierro que aparecen en los mármoles.



**Arcillas rojas, ricas en hierro, que rellenan los huecos del lapiaz**



**Masas irregulares de hierro en los mármoles**

**RESPONDE**

- \* ¿Cuándo se depositaron los lodos calizos que, posteriormente, dieron lugar a los mármoles del Cerro del Hierro? ¿Y desde qué época están emergidos los mármoles del Cerro del Hierro y, por tanto, sometidos a la acción del agua?
- \* ¿Podrías explicar qué es un lapiaz? ¿Cómo se origina?
- \* ¿Crees que hay cuevas y simas en el Cerro del Hierro? ¿Por qué?

**REFLEXIONA**

- La minería, a menudo, produce deterioros en el paisaje, sobre todo en las grandes explotaciones a cielo abierto. Sin embargo, en el Cerro del Hierro la extracción minera de las arcillas rojas, ricas en hierro, ha dejado al descubierto las impresionantes formas generadas por la disolución de los mármoles.
- El Cerro del Hierro, debido al gran desarrollo de la karstificación, tanto superficial como subterránea, ha adquirido una muy elevada permeabilidad que permite que se infiltre el agua de lluvia en el acuífero. Los acuíferos kársticos son, por ello, muy vulnerables a la contaminación. Hay que evitar vertidos de sustancias contaminantes en ellos.

# Ficha 4: NACIMIENTO Y CASCADAS DEL HUÉZNAR

El Nacimiento del Huéznar, situado a las afueras de la localidad de San Nicolás del Puerto, es el manantial más caudaloso del Parque Natural Sierra Norte y de toda la provincia de Sevilla. Junto a él, existe un área recreativa y varios paneles indicativos, incluyendo uno referido a su funcionamiento hidrogeológico.

Las Cascadas del Huéznar, o del Huesna, se sitúan sobre el río Rivera de Huéznar y es el otro lugar del Parque, junto con el Cerro del Hierro, declarado Monumento Natural. Son una serie de saltos de agua que se pueden recorrer muy cómodamente gracias a un sendero señalizado y con barandillas. Al pie de las cascadas se encuentra el área recreativa El Martinete.

## SITUACIÓN



Nacimiento del Huéznar



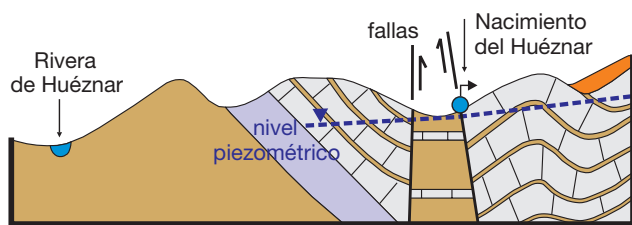
Cascadas del Huesna

## EXPLICACIÓN HIDROGEOLÓGICA

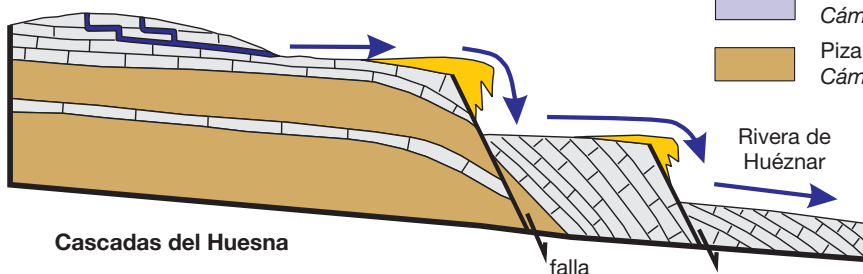
El Nacimiento del Huéznar es un importante manantial que surge en el contacto entre las calizas del Cámbrico inferior y otros materiales mucho menos permeables, entre los que predominan las pizarras. El contacto entre esas calizas y las pizarras se produce a favor de fallas tectónicas.

Los saltos de agua que han originado las Cascadas del Huesna se han producido, igualmente, gracias a la existencia de fallas que han movido verticalmente las calizas y pizarras. En estos saltos se precipita una roca muy porosa, conocida como travertino.

## CORTES HIDROGEOLÓGICOS



Nacimiento del Huéznar



Cascadas del Huesna

### LEYENDA

- Travertinos. Cuaternario y actualidad
- Conglomerados, areniscas y lutitas. Pérmico
- Pizarras con lechos calcáreos. Cámbrico inferior
- Calizas con niveles de pizarras. Cámbrico inferior
- Areniscas. Cámbrico inferior
- Pizarras. Cámbrico inferior

**OBSERVA**

El agua del Nacimiento del Huéznar surge en varios puntos, aunque es en una poza donde se concentra gran parte del caudal del manantial.

En la zona superior de las Cascadas del Huesna podrás ver travertinos fósiles, en los que se distinguen restos de hojas, ramas y raíces. En las cascadas se están formando actualmente este mismo tipo de rocas.



**Travertino en formación, al pie de uno de los saltos de agua de las Cascadas del Huesna**



**Travertino fósil, situado por encima de las actuales cascadas**



**Poza donde surge la mayoría del caudal del Nacimiento del Huéznar**

**RESPONDE**

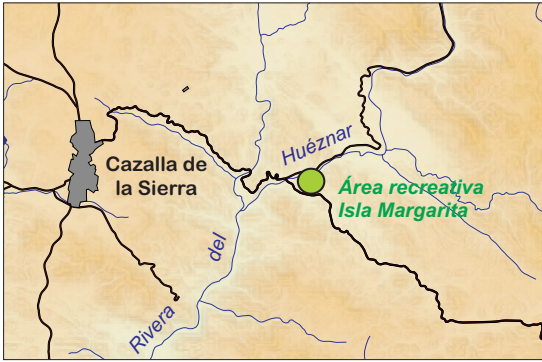
- \* ¿A cuál de estos tipos de manantiales corresponde el Nacimiento del Huéznar?: a) puntual; b) difuso; c) oculto.
- \* ¿Qué es un travertino? ¿Cuál es su composición?
- \* ¿A qué se deben los saltos de agua de las Cascadas del Huesna?

**REFLEXIONA**

- Los manantiales en los acuíferos fisurados y kársticos, como el del Nacimiento del Huéznar, están generalmente ligados a vías preferenciales de flujo subterráneo del agua, como son las fallas, fracturas y diaclasas.
- El travertino es una caliza muy porosa, formada por precipitación de aguas cargadas en carbonato cálcico, que se deposita gracias a la presencia de vegetación acuática y a la existencia de saltos de agua. Suele contener restos vegetales.

# ALGUNAS ACTIVIDADES PARA REALIZAR EN EL RÍO

El río Rivera de Huéznar, en el área recreativa de Isla Margarita, es un lugar muy adecuado para llevar a cabo las actividades propuestas. Para llegar al área recreativa hay que tomar la carretera de Cazalla de la Sierra a Constantina; tras sobrepasar 200 metros el puente sobre el Rivera de Huéznar, se sigue el camino de tierra que sale a la izquierda.



Rivera de Huéznar, en el área recreativa de Isla Margarita

## 1. Cálculo de la variación de la temperatura con la profundidad

### Material necesario:

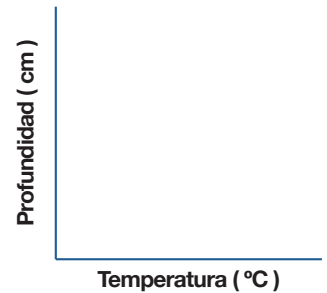
- Termómetro
- Cuerda para suspender el termómetro

### Procedimiento:

Mediremos la temperatura del agua en superficie y a tres profundidades: a 10 cm, a 25 cm y a un metro.

Con los datos obtenidos rellenaremos el gráfico de la derecha, viendo cómo varía la temperatura a distintas profundidades.

Se realizará el mismo experimento en tres puntos diferentes del río.



## 2. Medida de la zona fótica (profundidad a la que llega la luz en el agua)

### Material necesario:

- Disco de Secchi

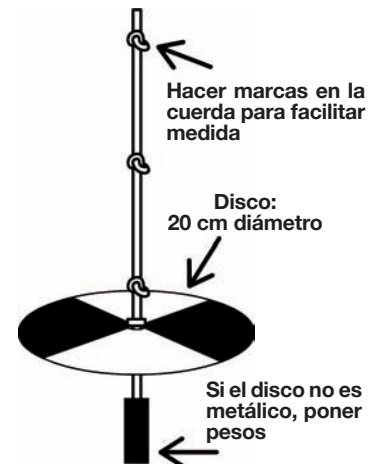
### Construcción del disco:

Se busca una tapadera de metal circular y se hace un agujero en el centro.

Previamente la habremos pintado formando porciones blancas y negras. Por el agujero se pasa una cuerda, a la que haremos un nudo cada 10 cm. Para que el disco se hunda, se puede poner un lastre de plomo.

### Procedimiento:

Se sumerge el disco en el agua hasta que no se puedan distinguir las franjas blancas y negras. Anota a qué profundidad ocurre esto, contando los nudos.



### 3. Cálculo de la acidez - alcalinidad del agua

El pH es un indicador de la acidez o alcalinidad de un líquido. Cuando el pH es mayor que 7,0 el líquido se clasifica como básico, mientras que cuando es menor se considera que es ácido. Un pH de 7,0 es neutro. La mayoría del agua de lagos y arroyos tiene pH comprendido entre 6,5 y 8,5. Sin embargo, se pueden encontrar aguas naturales más ácidas en zonas con ciertos minerales como los sulfuros, por ejemplo. Aguas más básicas también se pueden encontrar en áreas ricas en calizas. El vertido de sustancias contaminantes en el agua puede hacer variar enormemente los valores naturales del pH.

El pH afecta a la mayoría de los procesos químicos y biológicos en el agua. Los organismos acuáticos necesitan vivir en determinados rangos de pH. Por ejemplo, las salamandras, ranas y otros anfibios, así como muchos macroinvertebrados, son particularmente sensibles a los valores extremos de pH. La mayoría de los insectos, anfibios y peces no pueden vivir en aguas con pH por debajo de 4,0 o por encima de 10,0.

#### Material necesario:

- Botes de recogida de muestras
- Cuentagotas
- Papel indicador de pH

#### Procedimiento:

Se echa con el cuentagotas, sobre el papel indicador, unas gotas de la muestra.

Se compara su color con la escala de colores, averiguando su acidez.

Repite el experimento en tres puntos diferentes del río.

#### RESPONDE

- \* ¿Cómo varía la temperatura del agua con la profundidad? ¿A qué se debe?
- \* ¿Qué indica la profundidad a la que dejan de distinguirse las franjas blancas y negras del disco de Secchi? ¿Dónde se concentra la mayor parte de los organismos fotosintéticos, por encima o por debajo de esa profundidad? ¿Por qué?
- \* ¿Qué explicación puedes dar sobre el valor del pH obtenido? ¿Qué ocurriría con los seres vivos que habitan el río si el pH bajara?



#### Salamandra.

La presencia de abundantes cursos de agua en el Parque Natural Sierra Norte de Sevilla ha permitido que existan numerosas especies de anfibios, como la salamandra que aparece en la fotografía.

Los anfibios, en general, son muy sensibles a cambios bruscos en el pH del agua

(foto: F. J. Hoyos)