

**INVESTIGACIÓN HIDROGEOLÓGICA E
HIDROQUÍMICA DEL ENTORNO DE
LA CUEVA DEL SOPLAO**

MEMORIA

ABRIL 2012

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN	3
1.1.- Situación de la zona de estudio	3
1.2.- Antecedentes de estudios hidrogeológicos.....	3
1.3.- Objetivos	5
2.- METODOLOGÍA DE TRABAJO	6
3.- GEOLOGÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO	15
3.1.- Estratigrafía del Territorio del Soplao.....	15
4.- HIDROGEOLOGÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO	19
4.1.- Hidrología superficial.....	19
4.2.- Características hidrogeológicas de los materiales.....	20
4.3.- Inventario de puntos de agua.....	23
4.3.1.- Inventario del interior de la Cueva del Soplao.....	23
4.3.2.- Inventario del exterior de la Cueva del Soplao	26
4.4.- Cartografía hidrogeológica.....	32
4.5.- Campañas de aforos	32
4.6.- Modelo hidrogeológico conceptual.....	40
4.6.1.- Modelo hidrogeológico en estado natural	40
4.6.2.- Modelo hidrogeológico tras la actividad minera	41
4.6.3.- Balance.....	44
5.- CARACTERIZACIÓN HIDROQUÍMICA.....	47
5.1.- Elección de la red de calidad.....	49
5.2.- Caracterización hidroquímica del agua subterránea.....	50
5.2.1.- Caracterización hidroquímica: facies, mineralización y dureza.....	50
5.2.2.- Análisis químicos	62
5.3.- Estabilidad mineral.....	64
5.4.- Caracterización isotópica	64
5.5.- Interpretación hidroquímica	74
6.- CONSIDERACIONES FINALES	77
7.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	80

1.- INTRODUCCIÓN

El día 17 de diciembre de 2007 se firmó un Convenio de Colaboración entre el IGME, el Gobierno de Cantabria (a través de la entonces Consejería de Cultura, Turismo y Deportes) y la empresa SIEC, S.A., que tiene contratada la gestión turística de la Cueva del Soplao, cuyo objetivo general era la realización por parte del IGME de un conjunto de actividades de investigación geocientífica en dicha Cueva y su entorno.

Dentro de las labores incluidas en el Plan de Trabajo del Proyecto “*Investigación científica y técnica de la Cueva del Soplao y su entorno geológico*” se incluye el *Paquete de Trabajo 5: Investigación hidrogeológica e hidroquímica del entorno de la cueva del Soplao*, cuyo responsable fue don Miguel L. Rodríguez González. Su realización corrió a cargo de un equipo de técnicos de la Unidad del IGME en Oviedo, formado, además del mencionado anteriormente, por doña Mónica Meléndez Asensio y doña María Teresa Bros Miranda (ésta como colaboradora interna del IGME), con el apoyo en las labores de campo de don Carlos Zapatero Menchero. El informe final, memoria y anexos, fue elaborado por doña María Teresa Bros Miranda, doña Mónica Meléndez Asensio y don Miguel L. Rodríguez González.

Se quiere dejar constancia del agradecimiento especial de los miembros de este equipo de trabajo al personal de El Soplao / SIEC, S.A., en especial a doña Teresa Castanedo, don Alfredo Argumosa y don Jaime Mac Lennan, y a don Martín González Hierro, don Pedro González Hierro y don Francisco Xabier Perrier, espeleólogos y topógrafos de la empresa Zalama Multiservicios S. Coop., por su especial colaboración en todas las tareas de campo desarrolladas en el transcurso de esta investigación, sin cuya ayuda no habría sido posible la elaboración de buena parte de este trabajo.

1.1.- Situación de la zona de estudio

En esta investigación hidrogeológica, que se centra en el acuífero constituido por las calizas y dolomías de la *Formación Reocín*, de edad Gargasiense-Clansayense (Cretácico Inferior), en la que se instaló la mineralización que fue objeto de laboreo minero en la explotación conocida como Minas de La Florida y se desarrolló el karst que originó la Cueva del Soplao, el área de estudio pretende incluir las formaciones más próximas a la citada, a techo y a muro geológico, y los ejes principales de drenaje del acuífero.

Así, este área se extiende desde el arroyo Bustriguado, por el este, en el tramo comprendido desde la localidad del mismo nombre hasta la localidad de La Puente, hasta el río Nansa, por el oeste, en el sector comprendido entre el SO de Bielva y el Embalse de Palombera, como se puede observar en la Figura 1. La zona se incluye dentro de la hoja nº 57 – Cabezón de la Sal del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000.

1.2.- Antecedentes de estudios hidrogeológicos

A principios de los años 80 del siglo pasado se llevaron a cabo los trabajos del estudio de infraestructura en materia de hidrogeología y aguas subterráneas incluidos en el proyecto *Plan Nacional de Investigación de Aguas Subterráneas. Los Sistemas hidrogeológicos de Cantabria. Sus recursos en aguas subterráneas, utilización actual y*

posibilidades futuras (IGME, 1984), realizado por el IGME en colaboración con la Empresa Nacional Adaro de Investigaciones Mineras, S.A. (ENADIMSA).

En dicho trabajo se definieron los sistemas acuíferos de la región cántabra y su división en subsistemas, caracterizando los acuíferos incluidos en ellos, con la valoración de sus parámetros hidrogeológicos en la medida de lo posible, y aportando cifras estimadas, con la suficiente precisión, de recursos y reservas de los mismos.

Posteriormente, en el año 1988 la empresa contratista INYPSA realizó para el IGME un estudio sedimentológico de la zona en la que se centra la presente investigación hidrogeológica (IGME-INYPSA, 1988), que incluyó una cartografía de facies a escala 1:10.000, uno de cuyos objetivos era el establecimiento de un modelo sedimentológico de áreas favorables para posteriores trabajos de investigación en el campo de las aguas subterráneas.

1.3.- Objetivos

Una vez que se llevó a cabo la recopilación y análisis exhaustivo de toda la información hidrogeológica existente en relación con la zona de estudio, y con el apoyo del conocimiento generado en los restantes paquetes de trabajo que componen el proyecto, los objetivos de esta investigación se centraron en:

- la realización de una cartografía hidrogeológica a escala 1:15.000
- la elaboración de un inventario de puntos de agua en el interior y en el entorno exterior de la Cueva del Soplao
- el diseño de una red de control de la calidad química del agua subterránea, constituida por puntos de agua en el interior y el exterior de la cueva, y la realización de las correspondientes campañas de toma de muestras y análisis en los laboratorios
- el diseño de una red de control hidrométrico y la realización de las correspondientes campañas de medida para estimar la descarga del acuífero
- la elaboración de un modelo hidrogeológico conceptual
- la realización de un estudio hidroquímico de las aguas subterráneas existentes en la zona de trabajo y la valoración de su calidad química tanto en el exterior como en el interior de la Cueva del Soplao
- la elaboración de una serie de consideraciones finales destinadas a proponer una gestión sostenible, desde el punto de vista medioambiental, del entorno de la Cueva del Soplao.

2.- METODOLOGÍA DE TRABAJO

Una vez finalizada la primera fase de esta investigación, que consistió en la realización de un exhaustivo reconocimiento de campo que incluyó la caracterización hidrogeológica de los materiales, la realización de un inventario de puntos de agua tanto en el exterior como en el interior de la Cueva del Soplao y el estudio de otros aspectos hidrogeológicos, la metodología de trabajo de campo ha consistido, fundamentalmente, en el seguimiento periódico de dos redes de control: una red de control de la calidad química del agua, que se planificó tanto para elaborar un estudio hidroquímico como para realizar una valoración sobre la calidad química de las aguas que entran en la cavidad y de aquellas que surgen a través de las descargas de los acuíferos presentes en la zona de estudio, y una red de control hidrométrico, que se destinó a la elaboración del balance hídrico así como al estudio del funcionamiento hidrogeológico del denominado *acuifero de La Florida*.

▪ Seguimiento de los puntos de agua de los inventarios de interior y exterior

Tras las primeras jornadas de reconocimiento de campo se diseñaron sendas redes de control, una en el interior de la Cueva del Soplao y otra en el exterior de la misma, en un área que cubre el Territorio del Soplao entre los ríos Nansa y Bustriguado. En las sucesivas campañas llevadas a cabo se controlaron los siguientes parámetros del agua: el caudal, la temperatura del agua y la temperatura ambiental, la conductividad eléctrica y el pH. La medida del caudal, en función de las características de cada punto, se realizó mediante aforo volumétrico (recipiente y cronómetro) o mediante aforos directos en los cauces de los arroyos formados en las surgencias (casos del manantial de Puente El Arrudo y la bocamina de Cereceo). En algunas ocasiones, la imposibilidad de utilización de estos dispositivos de medida obligó a realizar una estimación del caudal.



Foto 1.- Realización de un aforo en el manantial de Puente El Arrudo

La temperatura del agua y ambiente se tomó con un termómetro digital marca Hanna y la conductividad eléctrica y el pH se midieron con un equipo multiparamétrico marca Eutech Instruments, modelo Cyberscan.

▪ **Establecimiento de la Red de Control Hidrométrico**

Con el fin de estimar el balance hídrico del acuífero se diseñó una red de control hidrométrico, mediante la cual se realizó el seguimiento de las descargas del mismo. A partir de la realización de aforos diferenciales en los cursos fluviales que constituyen los principales ejes de drenaje (río Nansa y arroyo Bustriguado), aguas arriba y aguas abajo de la intersección de estos cauces con el afloramiento del acuífero, se determinaron las descargas difusas, y mediante la medida de las surgencias principales (manantial de Puente El Arrudo y bocamina de Cereceo) se controlaron las salidas directas.

En la tabla 1 se refleja la situación de cada uno de los puntos de control de esta red. Además, en el Anexo 2 se presentan las fichas descriptivas de cada una de estas secciones.

Tabla 1.- Situación de los puntos correspondientes a las descargas a los ríos y a las principales surgencias

NOMBRE	COORDENADA X	COORDENADA Y	COTA (m s.n.m.)
Río Bustriguado <i>“Secc. Pueblo” (aguas arriba)</i>	390.587	4.795.791	85
Río Bustriguado <i>“Secc. Fuente” (aguas abajo)</i>	390.625	4.795.032	80
Río Nansa <i>“Secc. Ferrería” (aguas arriba)</i>	381.203	4.795.995	75
Río Nansa <i>“Secc. Puente” (aguas abajo)</i>	380.771	4.796.619	73
Canal de Cereceo	387.212	4.795.818	315
Puente El Arrudo	380.854	4.796.257	75

En la primera fase del estudio, las mediciones de caudal en los cursos fluviales se realizaron utilizando dos equipos diferentes: un micromolinete de la casa OTT (Foto 2) y un equipo de aforo químico de la casa Etrelec denominado Salinomadd (Foto 3). La poca efectividad de este último en el río Nansa aconsejó descartar este método, sustituyéndose por un sistema de medida de la casa Sontronic (Flowtracker), basado en el empleo de ultrasonidos para determinar la velocidad del flujo. La selección del método de aforo empleado dependió de las especificaciones de cada uno de ellos, así como de la accesibilidad y la morfología de cada una de las secciones de aforo elegidas. Por otra parte, en la bocamina de Cereceo se instaló un equipo de medida de nivel de registro continuo (limnógrafo), mediante el cual, una vez construida la correspondiente curva de gastos, se pudo determinar el caudal que ha circulado por el canal de evacuación del agua durante el periodo de control.

Las principales características de cada uno de estos métodos se describen brevemente a continuación.

a) Aforo con micromolinete

Es importante tener en cuenta que se trata de un método preferentemente eficaz en canales o en cauces con caudales pequeños y secciones bastante regulares.

Consta de una hélice que se anexa a una barra, que permite su colocación a diferentes alturas y, mediante el recorrido a lo ancho de la sección del cauce, la realización de sucesivas medidas, cubriendo la totalidad de la misma. El paso del agua provoca la rotación de la hélice, la cual es proporcional a la velocidad del flujo, siendo necesaria una calibración muy precisa para la realización del cálculo. El equipo dispone de diferentes hélices, cada una con su ecuación característica, para ser utilizadas en distintos rangos de velocidad. Este sistema se basa en la medida del número de revoluciones producidas en la hélice por el movimiento del agua en un tiempo determinado, a partir de las cuales, y utilizando la ecuación correspondiente, se obtiene la velocidad de circulación del agua; conociendo el área de la sección de medida, con el dato de velocidad se puede determinar el valor de caudal.



Foto 2.- Equipo de aforo mediante micromolinete

b) Aforo químico con el equipo Salinomadd

Sobre el tramo de río que se quiere aforar, se procede a verter una determinada cantidad de sal común (previamente disuelta en agua del propio río) que actúa como trazador, para después, aguas abajo de ese punto, poder registrar con el equipo la modificación de la salinidad producida por el paso de la nube salina respecto a la salinidad base o inicial del agua del río medida previamente. Mediante un proceso de integración del área definida por una curva que representa las variaciones de la salinidad en el tiempo, se llega a determinar el caudal de agua que ha atravesado esa sección.

El método está diseñado para caudales que no excedan de los 6 m³/s, por la dificultad que supone manejar un recipiente capaz de contener el volumen de agua necesaria para disolver la cantidad de sal que se precisa para elevar la salinidad base del

río como mínimo en un 10% de su valor inicial, o, al menos, 15 miligramos por litro, pues en caso contrario la medida no sería válida.

Además, el tramo de río objeto del ensayo debe cumplir algunas condiciones importantes, para que los resultados sean de garantía de acuerdo con las especificaciones del método, como son:

- en la zona de inyección donde se vierte la disolución salina ha de producirse un buen reparto de la misma en toda la masa de agua; por esto, conviene realizar el vertido en una zona donde la corriente del río produzca la agitación suficiente para garantizar esta dispersión.
- la distancia entre la zona de inyección y el punto de registro de la salinidad ha de garantizar el tiempo suficiente para que se produzca la homogeneización en toda la masa de agua.
- en la zona de registro se ha de procurar que toda el agua circulante se canalice a través de la sección, sin diferencia apreciable de velocidad a lo ancho de la misma y sin que puedan existir canales laterales o circulaciones de agua por la zona subálvea que se escapen del control de la sonda de registro.



Foto 3.- Equipo de aforo químico Salinomadd (arroyo Bustriguado)

c) Aforo con el equipo Flowtracker

El equipo Flowtracker, de la marca Sontek (Foto 4), es un equipo de medición acústica portátil que tiene capacidad para medir perfiles de velocidad en dos dimensiones dentro de un área determinada. Este dispositivo utiliza el efecto Doppler, que es el que se produce cuando una fuente de onda se mueve respecto a un punto. Mientras la fuente de onda se acerca las ondas se comprimen, de modo que se perciben como si la frecuencia fuera mayor de lo que es, y cuando la fuente se aleja se perciben como si fuera de frecuencia más baja. Este método es bastante preciso, sobre todo en los casos en los que la velocidad del flujo es muy lenta. Permite obtener en el momento los

valores de caudal registrados, así como almacenarlos en el propio equipo, de modo que pueden ser directamente descargados a un PC para su posterior tratamiento.



Foto 4.- Equipo de medida de caudal modelo FlowTracker. A la derecha, aforo en el arroyo Bustriguado

d) Limnógrafo del canal de Cereceo

El canal de Cereceo fue construido para evacuar el agua del que es el principal drenaje de las labores mineras, constituyendo en la actualidad la salida al exterior más importante del agua que circula por la cavidad. Para el estudio de la variación del caudal en este punto durante el periodo de investigación, se instaló en diciembre de 2008 un equipo de medida continua del nivel de la lámina de agua (Foto 5). Además, se realizaron aforos directos con periodicidad aproximadamente quincenal que permitieron obtener la curva de gasto correspondiente para el cálculo del caudal circulante.

El equipo utilizado es un Miniorpheus de la casa OTT, que, colocado a una profundidad de pocos centímetros bajo la superficie del agua, registró y almacenó la variación del nivel. Este dispositivo está protegido por una tubería dúctil de aluminio que termina en una pequeña caseta contigua al canal, situada en las coordenadas X: 387.240; Y: 4.795.820; Z: 310 m s.n.m., dentro de la cual se encuentra el sensor que permite la lectura y descarga de los datos registrados a un ordenador portátil.



Foto 5. Limnógrafo instalado en el canal de Cereceo

▪ **Establecimiento de la Red de Control Hidroquímico**

La red de control de la calidad química se estableció con la finalidad de proceder a la elaboración de un estudio hidroquímico que permitiera la caracterización hidroquímica del acuífero, así como la valoración de la calidad química de las aguas presentes en el interior de la Cueva del Soplao, de las correspondientes a las descargas puntuales de los materiales permeables y del agua de lluvia.

De las 27 surgencias inventariadas en el exterior de la zona de estudio se seleccionaron 5, en las que se llevaron a cabo 4 campañas de muestreo (Tabla 2). En el momento de la toma de muestras se registraron *in situ* los parámetros caudal, Tª del agua y ambiental, pH y conductividad eléctrica, estos últimos con un equipo portátil multiparamétrico (Foto 6).

Tabla 2.- Puntos y fechas de muestreo del inventario de exterior

Fecha de muestreo	Nº Inventario	Volumen de muestra
18.08.2009	1705.1.0016	1L / 0,5 L / 0,25 L
	1705.1.0018	1L / 0,5 L / 0,25 L
	1705.2.0016	1L / 0,5 L / 0,25 L
	1705.2.0018	1L / 0,5 L / 0,25 L
19.05.2009	1705.1.0016	1L / 0,5 L / 0,25 L
	1705.1.0018	1L / 0,5 L / 0,25 L
	1705.2.0016	1L / 0,5 L / 0,25 L
	1705.2.0018	1L / 0,5 L / 0,25 L
	1705.2.0025	1L / 0,5 L / 0,25 L
03.03.2010	1705.1.0016	0,5 L / 0,25 L / 0,17 L
	1705.1.0018	0,5 L / 0,25 L / 0,17 L
	1705.2.0016	0,5 L / 0,25 L / 0,17 L
	1705.2.0018	0,5 L / 0,25 L / 0,17 L
	1702.2.0025	0,5 L / 0,25 L / 0,17 L
09.12.2010	1705.1.0016	0,5 L / 0,25 L / 0,17 L
	1705.1.0018	0,5 L / 0,25 L / 0,17 L
	1705.2.0016	0,5 L / 0,25 L / 0,17 L
	1705.2.0018	0,5 L / 0,25 L / 0,17 L
	1702.2.0025	0,5 L / 0,25 L / 0,17 L



Foto 6.- Equipo multiparamétrico



Foto 7.- Botella para toma de muestra

El protocolo del muestreo consistió en la toma de tres muestras de agua por punto, previo el lavado cuidadoso de las botellas de polietileno de doble tapón con el agua del punto muestreado: una botella de 1 L para determinaciones normales, otra de 0,5 L, acidulada con 2,5 mL de HNO_3 , para la determinación de metales, y una tercera de 0,25 L, a la que se añadían 2 mL de sosa y 10 gotas de acetato de zinc, para la determinación de sulfuros (Foto 7). Las botellas se mantenían en un lugar fresco hasta su envío al laboratorio.

En las dos últimas campañas se modificaron los volúmenes de agua muestreada, de forma que se tomaron muestras de 0,5 L para determinaciones normales, de 0,25 L (aciduladas con 1,25 mL de HNO_3) para determinación de metales y de 0,17 L (a las que se añadían 1,36 mL de sosa y 7 gotas de acetato de zinc) para la determinación de sulfuros.

Para el estudio del agua procedente de las precipitaciones caídas en la zona se instaló un pluviocaptor (Foto 8), mediante el cual se recogieron las muestras de agua de lluvia. Este dispositivo consta de un embudo que recoge el agua, la cual es transportada, mediante un tubo de plástico, a una botella de polietileno incluida dentro de un recipiente protector de 5 L.



Foto 8.- Pluviocaptor ubicado en la azotea de las instalaciones de la Cueva de El Soplao

El objetivo de la toma de muestras del agua de lluvia era conocer la composición isotópica de la precipitación, para lo que se procedió de acuerdo con el programa

propuesto por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) y la Organización Meteorológica Mundial (OMM), que puede consultarse en la siguiente página web: http://www-naweb.iaea.org/naweb/ih/IHS_resources_gnip.html.

El muestreo se realizó de manera integrada para un mes completo, repitiéndose dicho muestreo durante tres meses seguidos (abril, mayo y junio de 2009), de forma que el día 1 de cada mes mencionado se instaló la botella con 2 cm de parafina líquida para evitar procesos de evaporación, y, posteriormente, fue recogida el día 30 del mismo mes, quedando así cubierto el periodo establecido. Una vez preparadas las botellas se enviaron al laboratorio para su análisis.

La red de calidad química en el interior de la cueva se diseñó durante el reconocimiento de campo llevado a cabo en junio de 2008, en el sector de la cueva conocido hasta ese momento de más fácil acceso. Durante dos días se llevó a cabo un inventario en el cual se identificaron un total de 27 puntos de agua; en 12 de ellos se recogió muestra para análisis químico, y en otros 4, en los que el aporte de agua procedía de goteos lentos, se colocaron botellas que fueron recogidas posteriormente (Foto 9), y en el resto tan sólo se midieron parámetros de calidad *in situ*. Todos los puntos quedaron identificados dentro de la cueva mediante unas etiquetas amarillas. En mayo de 2009 se visitó el sector de la cueva no reconocido previamente y se seleccionaron nuevos puntos de control, por lo que la red de muestreo de interior aumentó hasta un total de 31 puntos. En junio de 2009 se procedió a la recogida de una muestra adicional en 5 puntos seleccionados destinada al análisis de los isótopos estables del agua.



Foto 9.- Toma de muestras de agua en el interior de la Cueva del Soplo

Para el muestreo correspondiente a las aguas del interior de la cueva el protocolo consistió en la toma, en cada punto, de tres muestras de agua: una botella de 0,5 L para medir los parámetros normales, otra de 0,25 L, acidulada con 1,25 mL de HNO_3 , para medir la concentración de metales y otra de 0,17 L, con 1,36 mL de sosa y 7 gotas de

acetato de zinc, para la medición de los sulfuros. Para el análisis de isótopos se tomó en cada punto una botella de 125 mL sin tratar.

En todos los casos, los análisis químicos se realizaron en el laboratorio del IGME en Tres Cantos (Madrid), a excepción del análisis isotópico que fue llevado a cabo en la Universidad Autónoma de Madrid. Los resultados de todos estos análisis se adjuntan en el Anexo 3.

▪ **Control climático**

Además de todo lo anteriormente expuesto, durante el periodo de desarrollo de esta investigación se instaló una estación termopluviométrica de registro continuo de datos meteorológicos (precipitación, temperatura y humedad relativa), que se puede observar en la foto 10, realizándose la descarga de los datos a un ordenador portátil con una frecuencia máxima mensual. Dicha estación se emplazó en la azotea del edificio de instalaciones de la Cueva del Soplao, en un punto de coordenadas aproximadas UTM (ED50) $X = 386.060$; $Y = 4.795.060$; $Z = 630$ m s.n.m.



Foto 10.- Estación termopluviométrica instalada en la azotea del edificio de la Cueva de El Soplao

3.- GEOLOGÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO

En la memoria final del *Paquete de Trabajo 1: Estudio geológico de los materiales del entorno de la Cueva del Soplao* incluido en el Proyecto “*Investigación científica y técnica de la Cueva del Soplao y su entorno geológico*” se recoge una amplia exposición sobre el marco geológico de este territorio, en el que se expone detalladamente todo lo relacionado con la geología de la cueva y su entorno (estratigrafía, estructura y tectónica), la geomorfología de este sector y la evolución geológica y geomorfológica regional. Por ello, en este capítulo únicamente se hará mención a los rasgos más significativos de la zona de estudio, relacionados con la investigación hidrogeológica que dio lugar a la redacción de la presente memoria. Los párrafos que siguen son una transcripción de una parte de la información recogida en la memoria del mencionado *Paquete de Trabajo 1*.

Dentro del contexto geodinámico general de la Cuenca Vasco-Cantábrica, la zona de estudio se localiza en la denominada Cuenca Nor-Cantábrica (CNC) (Wilmsen, 2005; Najarro *et al.*, 2007), o Bloque Costero de Santander según Barnolas y Pujalte (2004), que constituye paleogeográficamente la terminación noroccidental de la Cuenca Vasco-Cantábrica. Este área se comportó durante la extensión cretácica como una subcuenca relativamente independiente y poco subsidente, con orientación E-O y espesores comparativamente reducidos de varios cientos de metros (en contraste con los miles de metros que presenta el resto). La CNC estuvo limitada al sur por el alto y falla de Cabuérniga, al oeste por el entonces macizo emergido asturiano, al norte por el alto estructural de Lienres (hoy día sumergido justo en frente de la actual línea de costa), y al este por la estructura extensional denominada Flexura del Río Miera (Feuillée y Rat, 1971).

3.1.- Estratigrafía del Territorio del Soplao

Los materiales del Aptiense–Cenomaniense que constituyen la zona de estudio de La Florida se encuentran relativamente adelgazados con respecto a otras áreas de la cuenca, y descansan discordantemente sobre unidades continentales del Triásico inferior (arenas y lutitas del Buntsandstein). Debido a su posición en el bloque elevado de la falla de Bustriguado, los materiales depositados en este sector presentan frecuentes hiatos y vacíos erosionales de duración y entidad variada. De esta forma, se registra aquí una laguna estratigráfica que abarca todo el Jurásico y el Cretácico inferior hasta el Aptiense. La fuerte transgresión de la base del Aptiense, junto con el aumento de subsidencia, provocó la invasión marina en esta zona de la cuenca y el registro de depósitos sedimentarios solo a partir del Aptiense. El esquema litoestratigráfico del Aptiense, Albiense y Cenomaniense de La Florida, como se puede observar en la figura 2, está constituido por 8 unidades con entidad de formación (según Hines, 1985, con modificaciones de Najarro *et al.*, 2009), que, de más antiguas a más modernas, son:

- La *Formación Rábago* (Bedouliense basal), de 10 a 20 m de espesor, constituida por limos, arcillas y areniscas con calcarenitas a techo, en facies de plataforma mixta terrígeno-carbonatada. Su techo presenta una discontinuidad con rasgos de disolución por exposición subaérea y posterior condensación durante la transgresión siguiente (Najarro y Rosales, 2008).

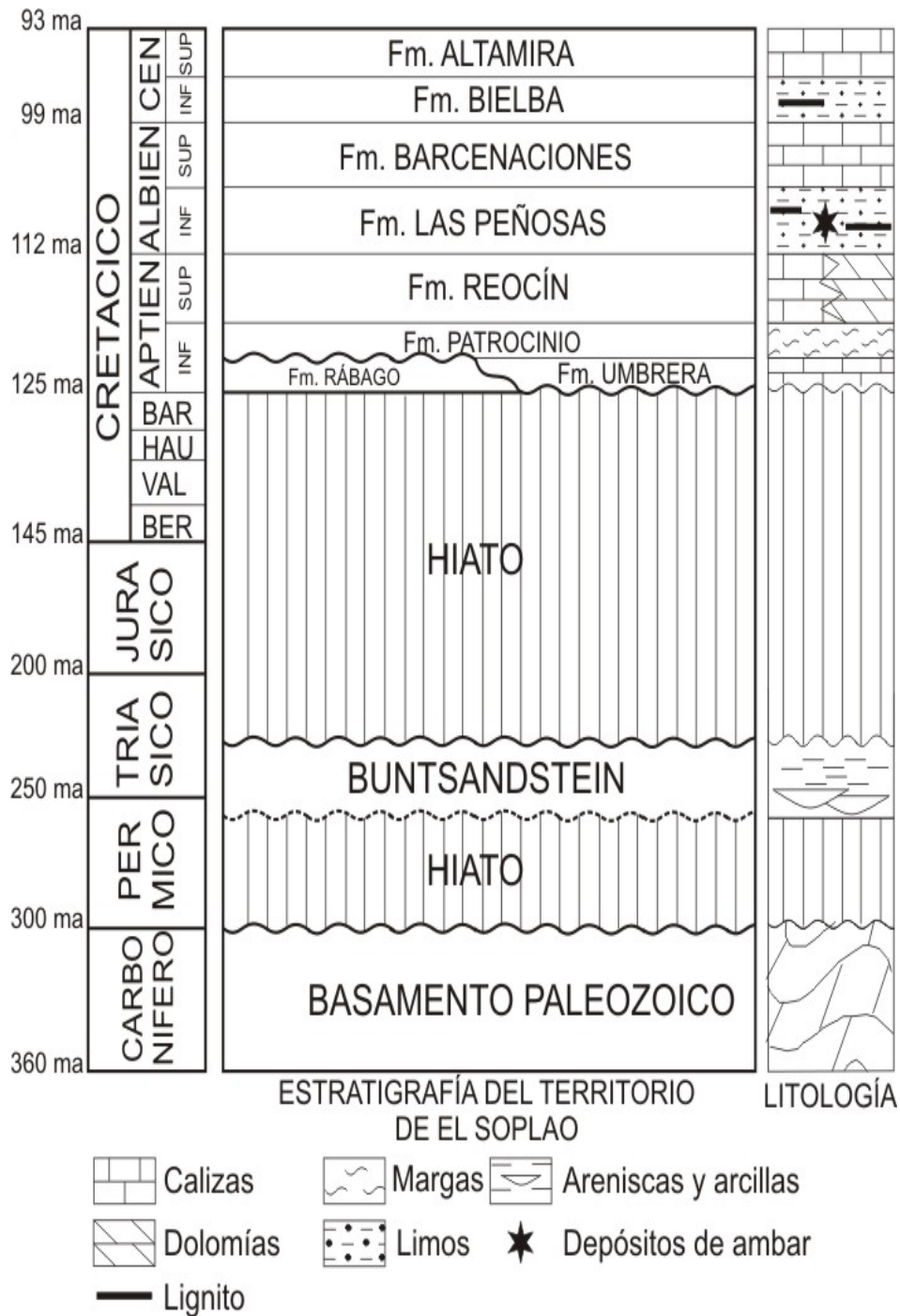


Figura 2.- Esquema cronolitoestratigráfico del área de La Florida (modificado de Najarro et al., 2009). Escala cronoestratigráfica según Gradstein, 2004.

- La *Formación Umbreira* (Bedouliense inferior), con una potencia entre 0 y 30 m, constituida por calcarenitas oolíticas y bioclásticas con estratificación cruzada. Esta unidad presenta una geometría en cuña, con la máxima potencia registrada en la sección de Bustriguado al E y progresiva disminución de potencia hacia el O, hasta desaparecer en la sección de Corona de Arnero.

- La *Formación Patrocinio* (Bedouliense inferior), con una potencia aproximada de 45 m, constituida por margas grises y calizas margosas.
- La *Formación Reocín* (Aptiense superior, Gargasiense alto al Clansayesiense), constituida por un litosomo de calizas, dolomitizadas en buena parte de la plataforma, y margocalizas con rudistas y corales. Como se puede observar en la figura 3, la unidad aumenta de potencia hacia el E, presentando un espesor mínimo de unos 100 metros en la sección de Puentenansa-Puente del Arrudo y un espesor máximo algo mayor de 300 metros en la sección de Bustriguado. En el sector de La Florida el Bedouliense superior y el Gargasiense basal no están representados (laguna estratigráfica, Rosales *et al.*, 2009).
- La *Formación Las Peñas* (Albiense inferior), con un espesor entre 20 y 100 m, está constituida por areniscas y lutitas con carbones y ámbar, depositados en ambientes fluvio-deltaicos y estuarinos.
- La *Formación Barcenaciones* (Albiense superior), con una potencia del orden de 50 m, está constituida por margas, margocalizas, calizas laminadas (con estromatolitos y laminaciones algales) y calcarenitas con glauconita.
- La *Formación Bielva* (Cenomaniense inferior), formada por arenas, limos y lutitas carbonosas de ambientes estuarinos.
- Finalmente, la *Formación Altamira* (Cenomaniense superior) está constituida por calizas tableadas de plataforma carbonatada.



Foto 11.- Aspecto de algunas formaciones geológicas en el entorno de la Cueva del Soplao. En primer término, las areniscas triásicas; en el centro, las calizas y dolomías de la Fm. Reocín.

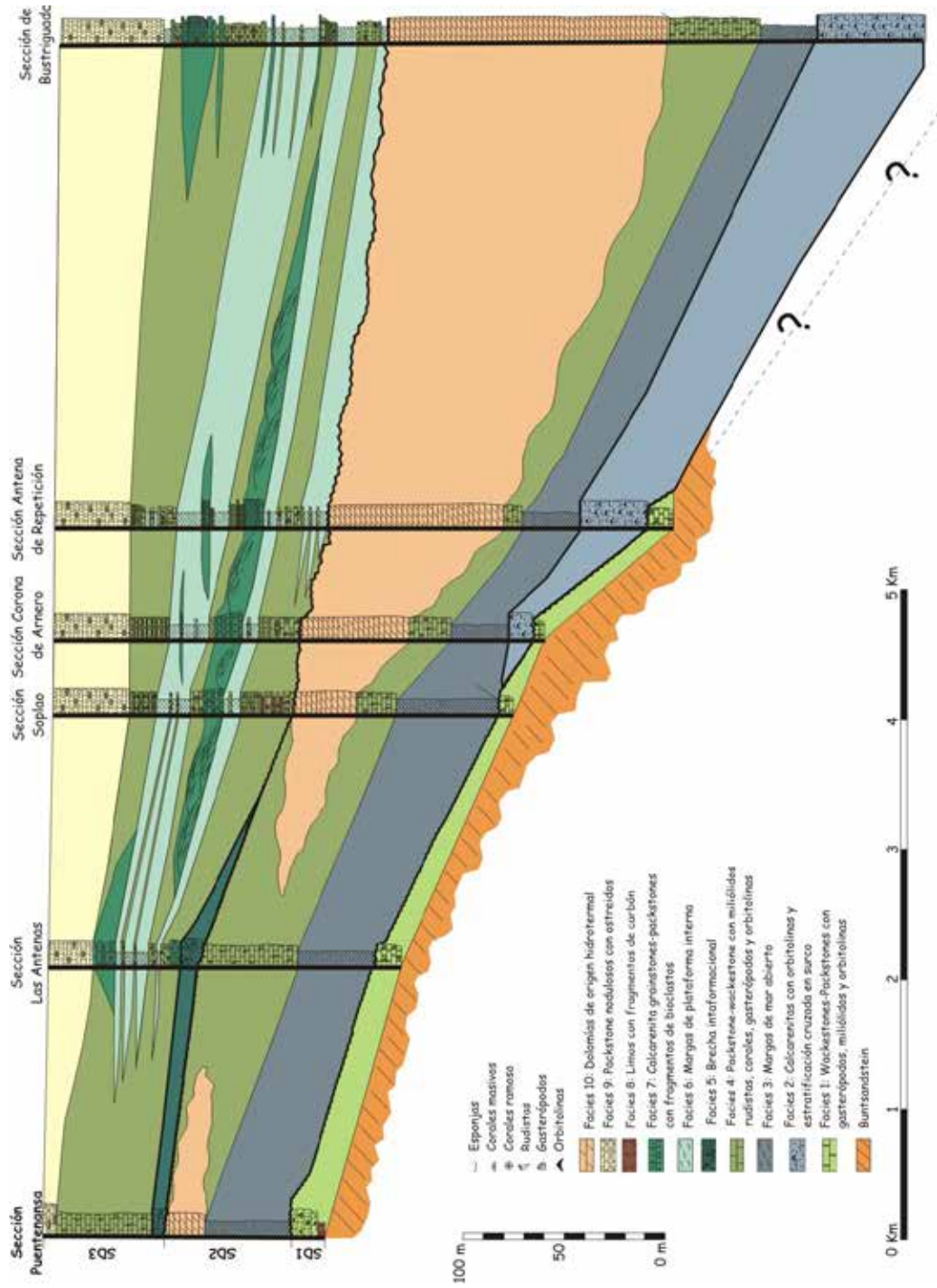


Fig. 3.- Sección estratigráfica de la Plataforma de La Florida, mostrando los cambios de espesores, facies sedimentarias y la distribución parcheada de la dolomitización, siguiendo ciertos niveles estratigráficos preferenciales dentro de la Fm Reocin. Tomado de Najarro et al., 2007.

4.- HIDROGEOLOGÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se encuentra ubicada en el antiguamente denominado *Subsistema 4C Unidad Mesoterciaria Costera*, dentro del *Sistema Acuífero nº 4 Sinclinal de Santander-Santillana y zona de San Vicente de la Barquera* (IGME, 1984), y posteriormente en la *Unidad Hidrogeológica 01.15 Santillana-San Vicente de la Barquera* (DGOH-IGME, 1988). Actualmente esta zona está incluida en la *Masa de Agua Subterránea 012-008 Santillana-San Vicente de la Barquera* (MMAMRM, 2009).

La climatología de este sector es de tipo atlántico suave, y en él se registra una precipitación anual media en torno a los 660 mm y una temperatura media del orden de los 11 °C, con una temperatura máxima que no suele sobrepasar los 23 °C y una temperatura mínima que rara vez baja de los - 2 °C.

El acuífero en el que se centra esta investigación, que se podría denominar localmente como *acuífero de La Florida*, forma parte de una formación acuífera con destacada presencia cartográfica en el territorio cántabro, constituida por calizas y dolomías aptienses (edad Gargasiense-Clansayense), que en este sector de la zona noroccidental de Cantabria aflora desde más al E del arroyo Bustriguado hasta, al menos, el límite con Asturias. Sus materiales presentan una *permeabilidad* secundaria, por fracturación y karstificación, muy variable sectorialmente, con valores en general medios a muy altos pero que pueden ser muy diferentes en sectores geográficamente próximos. Debido a esta característica, también son muy variables, en el mismo rango, los parámetros hidrogeológicos *transmisividad* y *coeficiente de almacenamiento*.

La alimentación de este acuífero se realiza, fundamentalmente, a partir de la infiltración del agua de lluvia, aunque también podría proceder de la cesión hídrica, estacional, de los principales cursos fluviales que lo atraviesan, como son los ríos Nansa y Bustriguado. En régimen natural, la descarga se realizaría únicamente a través de los manantiales y de la cesión difusa a los cauces fluviales mencionados, pero la realización de las obras subterráneas que supusieron en su momento las galerías mineras, ahora abandonadas, introdujo un nuevo medio de descarga del acuífero: el drenaje a través de las bocaminas de menor cota.

4.1.- Hidrología superficial

Los principales cursos de agua superficiales existentes en el área investigada son el río Nansa, por el oeste, y el arroyo Bustriguado, por el este, que, como se mencionó anteriormente, constituyen los ejes de drenaje occidental y oriental del sector del acuífero objeto de estudio.

El río Nansa nace, a unos 1.300 m s.n.m., en la Sierra de Peña Labra, y después de un curso de 46 km desemboca en el mar Cantábrico formando la ría de Tina Menor. Tiene una superficie de cuenca próxima a los 418 km², y una aportación anual del orden de los 376 hm³. En la zona de estudio discurre en dirección SE-NO, e intersecta el acuífero objeto de estudio, constituido por las calizas y dolomías de edad Gargasiense-Clansayense, aguas abajo del Embalse de Palombera, entre los parajes de Cades y Puente del Arrudo.

El arroyo Bustriguado nace a unos 2 km al SO de la localidad del mismo nombre, y después de un recorrido próximo a los 6 km desemboca en el río Escudo, en las inmediaciones de La Cocina. En un tramo de longitud aproximada de 1 km discurre sobre las calizas y dolomías del acuífero gargasiense-clansayense.

4.2.- Características hidrogeológicas de los materiales

Las calizas y dolomías de la *Formación Reocín*, objeto de este estudio, presentan una permeabilidad secundaria variable y sectorial, por fracturación y/o karstificación, que puede oscilar de media a muy alta. Desde el punto de vista hidrogeológico, los niveles carbonatados de edad Gargasiense–Clansayense actúan como una única unidad que se puede denominar localmente *acuífero de La Florida*. Este acuífero se encuentra confinado entre niveles impermeables: en la base, las margas grises de la *Formación Patrocinio*, cuya permeabilidad se puede considerar de muy baja a impermeable, de edad Bedouliense (Aptiense inferior), con un espesor aproximado de unos 45 m, y a techo las lutitas y areniscas, con carbones y ámbar, de la *Formación Las Peñas*, de edad Albiense inferior, con una permeabilidad de baja a muy baja y una potencia que varía entre 20 y 100 m.

Del resto de materiales presentes en la zona de estudio, se considera que las areniscas y lutitas del *Buntsandstein* y las arenas, limos y lutitas carbonosas de la *Formación Bielva* tienen permeabilidad baja a muy baja, mientras que las calcarenitas de las formaciones *Rábago*, *Umbreira* y *Barcenaciones* presentan permeabilidades secundarias variables, de medias a altas, por fisuración y/o karstificación.

En la *Masa de Agua Subterránea Santillana-San Vicente de la Barquera*, el denominado localmente *acuífero de La Florida* ocupa una superficie de unos 3 km² y aflora en el sector suroccidental de la misma, como la parte más suroriental de una serie de afloramientos de calizas y dolomías de edad Gargasiense-Clansayense que continúan, hacia el N y el O y con algunas discontinuidades hidrogeológicas constituidas por sedimentos impermeables del Cretácico superior, hasta adentrarse en la provincia de Asturias. La potencia del sistema acuífero de La Florida oscila entre 100 m y 300 m, y presenta dolomitizaciones locales que afectan a su permeabilidad.

El río Nansa corta el acuífero en su límite occidental, en un tramo de poco más de 100 m de longitud, actuando el río como regulador final de los niveles piezométricos modificados en el sector occidental del acuífero. Los alrededores del antiguo poblado minero de La Florida coinciden con un alto topográfico que divide las aguas superficiales, y posiblemente un umbral hidrogeológico que divide las subterráneas, de manera que el arroyo Bustriguado constituye el eje de drenaje del acuífero en su sector oriental.

Sobre el sector central de la formación carbonatada gargasiense-clansayense se ubicaron las labores mineras de la Mina de La Florida, en principio a cielo abierto y posteriormente mediante labores subterráneas; esta explotación minera ha modificado sustancialmente el modelo hidrogeológico en estado natural del acuífero: dio lugar a un gran aumento de la permeabilidad, por la creación de huecos mineros en buena parte de los tramos dolomíticos de la *Formación Reocín*, y conectó estos tramos con la zona calcárea, inicialmente más permeable. Además, creó una red de drenajes a partir de la obra minera realizada para la extracción tanto del mineral beneficiado como de las

aguas subterráneas que debían evacuarse para que no afectaran el desarrollo de los trabajos de laboreo minero.



Foto 12.- Aspecto de la Fm. Reocín en las inmediaciones de la Cueva del Soplao; en primer término se ven las dolomías, y por encima de ellas las calizas



Foto 13.- En la carretera de Bustriguado se puede observar el contacto entre las calizas de la Fm. Reocín y los materiales infrayacentes de la Fm. Patrocinio



Foto 14.- Aspecto de los materiales de la Fm. Las Peñasas en su contacto con las calizas de la Fm. Reocín, en la carretera del Soplao.



Foto 15.- En la carretera de Bustriguado se observa la serie Fm. Reocín (calizas de la derecha) / Fm. Las Peñasas (materiales recubiertos del centro) / Fm. Barcenaciones (calcareñas de la izquierda)

4.3.- Inventario de puntos de agua

En este apartado se recogerán las características más importantes de los dos conjuntos de puntos de agua estudiados en el transcurso de esta investigación, uno de ellos localizado en el interior de la Cueva del Soplao y el otro ubicado en el entorno próximo de la cueva.

4.3.1.- Inventario del interior de la Cueva del Soplao

El primer reconocimiento del interior de la cueva se efectuó en el mes de junio de 2008, en el sector de la misma conocido hasta dicho momento. Durante dos días se realizó un inventario de puntos de agua en el cual se identificaron un total de 27 puntos; en 12 de ellos se tomó muestra de agua para su posterior análisis en el laboratorio del IGME en Tres Cantos (Madrid), en otros 4, en los que el aporte de agua procedía de goteos lentos, se colocaron botellas que fueron recogidas en el mes de octubre, y en el resto tan sólo se midieron parámetros de calidad *in situ*. Uno de los puntos muestreados se corresponde con el agua de inundación de las galerías mineras.

Durante los primeros días de junio de 2009 se llevó a cabo una segunda campaña de muestreo para análisis químicos; se recogieron muestras en 13 puntos de agua, y en otros 5 se colocaron botes de muestreo para su posterior recogida a finales de dicho mes. Durante los trabajos de campo efectuados a finales del mes de junio se reconoció una zona de la cueva que no había sido visitada con anterioridad, en la que se inventariaron 3 nuevos puntos. En la última campaña se tomaron, además, 5 muestras para análisis de los isótopos del agua Oxígeno-18 y Deuterio.

El inventario final consta de 31 puntos, distribuidos de la siguiente manera:

- 8 son goteos, es decir, puntos de circulación lenta en el techo o en las paredes de los conductos kársticos,
- 5 son cascadas, es decir, agua que surge de forma continua del techo de la cavidad,
- 12 se corresponden con salidas constantes de agua de las paredes, con mayor caudal que los goteos y que han sido denominadas “chorros”,
- 1 es una surgencia ocasional, y
- 5 son cursos de agua superficiales, en los que la situación del punto se corresponde con el lugar donde ha sido visto, o con el lugar donde se ha tomado la muestra.

En el interior de la cueva se colocaron hitos identificativos en la mayor parte de los puntos de agua inventariados, con el fin de que pudieran ser correctamente representados durante las labores de realización de la cartografía topográfica de la cueva.

En la tabla 3 quedan resumidas las características más significativas de todos los puntos que conforman el inventario. La situación de los puntos sobre la topografía de interior se muestra en el mapa de la figura 4. Además, se han elaborado las correspondientes fichas de inventario en las que se recoge toda la información relacionada con cada punto, que se incluyen en el Anexo 1.

Tabla 3.- Inventario de puntos de agua del interior de la Cueva del Soplao

Nombre	Id Isótopos	Localización	Tipo	Red	Método de toma
P1		Galería minera (frente al sondeo 429-72)	chorro	sí	directo
P2		Entrada zona turística	curso superficial	sí	directo
P3		Final de la Galería Este	goteo	sí	directo
P4	ISO-2	Cuadro de luz	goteo	sí	larga duración
P5		Sala Campamento	goteo	sí	larga duración
P6		Sala Coca-Cola	goteo muy lento	sí	larga duración
P7		Sala del Órgano	cascada	sí	directo
P8	ISO-5	Sala Señor de los Anillos	cascada	sí	directo
P9		Galería minera (cerca de la Galería de La Sirena)	chorro	no	
P10		Galería de La Sirena	cascada	sí	directo
P11		Galería de La Sirena	curso superficial	sí	directo
P12		Galería de La Sirena (punto con espumas)	curso superficial	no	
P13		Galería de La Sirena	goteo	sí	larga duración
P14		Galería de La Sirena	cascada	sí	directo
P15		Galería de La Sirena	cascada	sí	directo
P16		Entrada galería minera	chorro	no	
P17		Ramal occidental de la Galería Este	chorro	sí	directo
P18		Sala El Bosque	goteo muy lento	sí	larga duración
P19		Galería minera	chorro	no	
P20		Galería minera	chorro grande	sí	directo
P21		Galería Este	curso superficial	sí	directo
P22		Galería Este	chorro	no	
P23		Galería Este	chorro	no	
P24		Galería Este	chorro	no	
P25		Galería Este	chorro	sí	directo
P26		Galería Este	chorro	no	
P27		Galería Este	chorro	no	
P28	ISO-4	Sala Cuchillas	curso superficial	sí	directo
P29	ISO-1	Balcón de Lacuerre	goteo	sí	duración media (1 día)
P30	ISO-3	Galería Gorda	goteo	sí	larga duración
P31		Galería Gorda	ocasional	sí	directo

4.3.2.- Inventario del exterior de la Cueva del Soplao

A lo largo de varias jornadas de campo se completó el inventario de puntos de agua en el exterior de la Cueva de El Soplao, con un total de 27 puntos. Una buena parte de éstos corresponde a salidas directas del acuífero gargasiense, aunque también se han reconocido otras, de menor entidad, procedentes de los materiales tanto suprayacentes como subyacentes. Su situación geográfica aparece reflejada en el mapa de la figura 5.

Con carácter general, el inventario de puntos de agua en los alrededores de la Cueva de El Soplao está compuesto por manantiales, existiendo también varias descargas localizadas en antiguas galerías mineras y dos antiguos sondeos mineros con un comportamiento peculiar, que será descrito más adelante.

Durante el transcurso de la investigación se llevaron a cabo varias campañas de reconocimiento en estos puntos de agua; las más completas fueron realizadas en mayo y octubre de 2008, marzo y octubre de 2009, marzo y diciembre de 2010 y abril de 2011. En la figura 6 aparece reflejada la evolución de los parámetros medidos en cada uno de los puntos durante el desarrollo de la investigación. En cuatro de ellas (junio de 2008, mayo de 2009, marzo de 2010 y diciembre de 2010), además de realizar las medidas de algunos parámetros del agua *in situ* (conductividad, T^a, pH y Q) mediante equipos de campo multiparamétricos, se tomaron muestras de agua en cinco de los puntos (sombreados en gris en la tabla inferior) para su posterior análisis en el laboratorio del IGME en Tres Cantos, conformando así la red de calidad.

En lo que se refiere a alguna de sus características, los 27 puntos citados pueden agruparse como se expone a continuación:

Distribución por litologías

Calizas/dolomías de la *Fm. Reocín*: 18 puntos (*)
Calcarenitas de la *Fm. Barcenaciones*: 3 puntos
Areniscas del *Buntsandstein*: 2 puntos
Areniscas de la *Fm. Las Peñas*: 2 puntos
Margas de la *Fm. Patrocinio*: 1 punto
Areniscas de la *Fm. Bielva*: 1 punto

(*) dos de ellos son drenajes de labores mineras, Cereceo y Runaz, y otros dos son sondeos surgentes.

Distribución por naturaleza del punto

Manantiales: 21 puntos (**)
Galerías: 4 puntos
Sondeos: 2 puntos

(**) uno de ellos, el denominado “Plaza del Monte”, podría ser una surgencia de las labores mineras próximas.

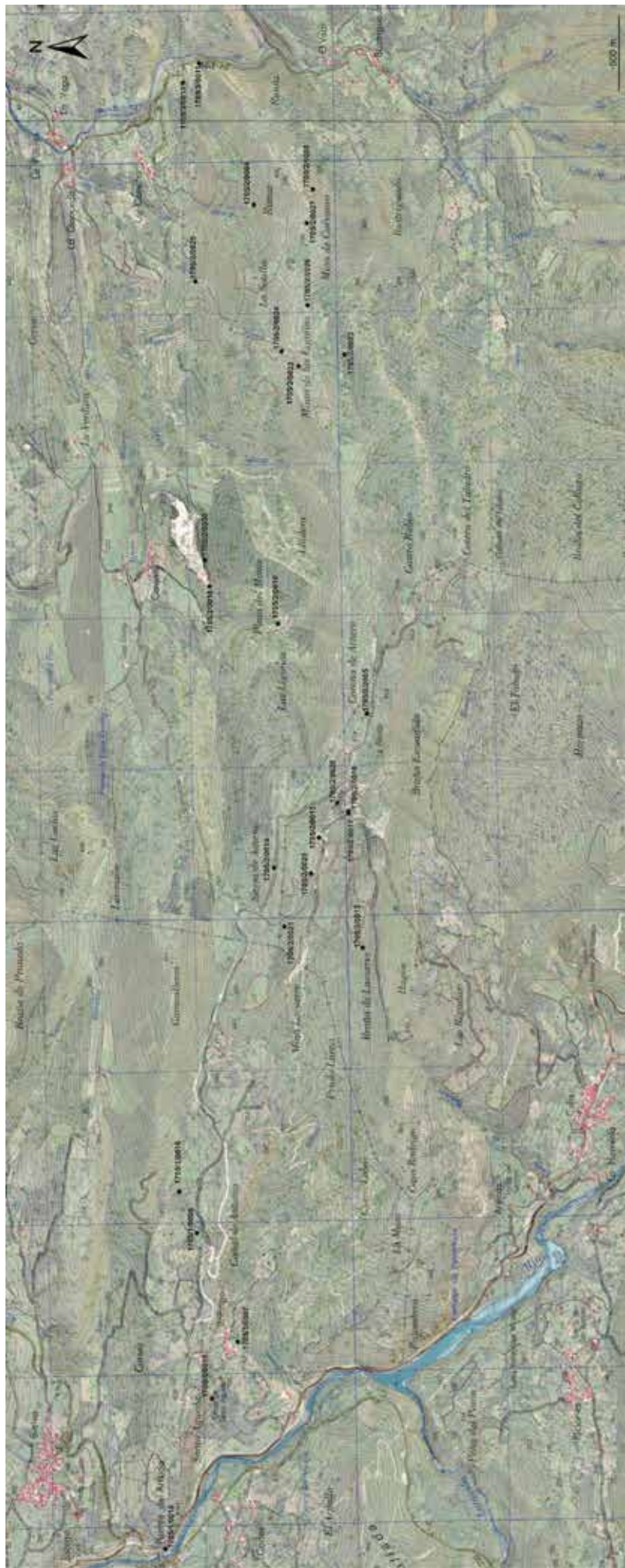


Figura 5.- Mapa de situación de los puntos de agua del Inventario de exterior en el Territorio del Soplao (E: 1/25,000)

*Distribución por caudales (***)*

Q < 0,1 L/s: 9 puntos

0,1 < Q < 1 L/s: 9 puntos

1 < Q 10 L/s: 6 puntos

Q > 10 L/s: 2 puntos

(***) no se pudo medir el caudal del Sondeo El Vear

En la tabla siguiente se muestra de manera resumida la localización y el tipo de punto identificado, así como la naturaleza y edad de los materiales en los que aparece. Por otra parte, en el Anexo 1 se incluyen las fichas de cada uno de los puntos, en las que se recogen sus características más importantes.

En cuanto a los sondeos citados anteriormente, realizados ambos por la empresa Asturiana de Zinc, S.A., para la investigación de la prolongación hacia el E. del yacimiento de plomo-zinc explotado en las minas de la zona de La Florida, presentan las siguientes características:

Sondeo La Comba

En el año 1988 se perforaron dos sondeos en el mismo emplazamiento, ambos con dirección N155° (centesimales): el primero, de 703,50 m de longitud, estaba inclinado 60° con la horizontal; el segundo, de 819,40 m de longitud, estaba inclinado 80° con la horizontal.

Emboquillado en materiales de edad Cenomaniense Inferior, la serie atravesada del primero de los sondeos comienza con 36,70 m de arenas, limolitas y arcilla de la *Fm. Bielva*, sigue con 82,80 m de calcarenitas de la *Fm. Barcenaciones*, continúa con 228,30 m de areniscas, lutitas y calizas margosas de la *Fm. Las Peñasas*, sigue con 343,50 m de calizas y dolomías de la *Fm. Reocín* y finaliza con 12,20 m de calizas margosas de la *Fm. Patrocinio*.

En la actualidad, este sondeo abandonado es surgente, y a su través se drena constantemente un caudal de 1,43 a 1,66 L/s, con una temperatura del agua comprendida en el rango de 22,2 a 24,3 °C. El agua no se utiliza.

Sondeo El Vear

Este sondeo fue perforado en el año 1988 con dirección N200° (centesimales), 587,60 m de longitud y estaba inclinado 60° con la horizontal.

Emboquillado en materiales de edad Albiense Inferior, la serie atravesada comienza con 7,80 m de areniscas, lutitas y calizas margosas de la *Fm. Las Peñasas*, y sigue hasta su final con 579,80 m de calizas y dolomías de la *Fm. Reocín*.

En la actualidad, este sondeo surgente está captado para abastecimiento ocasional de una vivienda situada en sus proximidades.



Foto 16.- Sondeo surgente La Comba



Foto 17.- Sondeo surgente El Vear

Tabla 4.- Inventario de puntos de agua del exterior de la Cueva del Soplo

Nº I.R.H.	Toponimia	X	Y	Z	Litología	Edad	Naturaleza
1705.1.0007	Fuente Vieja	382.218	4.795.750	180	Areniscas	Buntsandstein	manantial
1705.1.0008	Fuente de la Canalona	382.907	4.796.059	277	Calcarenitas	Albiense Med-Sup.	manantial
1705.1.0016	Fuente de las Salgueras	383.221	4.796.170	300	Calcarenitas	Albiense Med-Sup.	manantial
1705.1.0018	Manantial de Puente El Arrudo	380.854	4.796.257	75	Calizas	Gargas.-Clansay.	manantial
1705.1.0019	Manantial en Santa Águeda	381.829	4.795.951	162	Margas	Aptiense Inferior	manantial
1705.2.0004	Fuente de La Concha	389.714	4.795.548	275	Calizas	Gargas.-Clansay.	galería
1705.2.0005	Fuente de La Florida	386.306	4.794.834	646	Calizas	Gargas.-Clansay.	manantial
1705.2.0013	Fuente Lacuerre	384.777	4.794.904	510	Areniscas	Buntsandstein	manantial
1705.2.0014	Abrevadero pista edificio antenas	385.325	4.795.463	528	Areniscas	Albiense Inferior	manantial
1705.2.0015	Abrevadero _d en ctra. El Soplo	385.535	4.795.180	520	Calizas	Gargas.-Clansay.	manantial
1705.2.0016	Fuente de Miguel	385.712	4.794.950	545	Calizas	Gargas.-Clansay.	galería
1705.2.0017	Drenaje Cueva El Soplo	385.714	4.794.952	545	Calizas	Gargas.-Clansay.	galería
1705.2.0018	Cereceo	387.212	4.795.818	315	Calizas	Gargas.-Clansay.	galería
1705.2.0019	Plaza del Monte	386.959	4.795.444	430	Areniscas	Albiense Inferior	manantial
1705.2.0020	Abrevadero en La Maestra	385.799	4.795.030	575	Calizas	Gargas.-Clansay.	manantial
1705.2.0021	Fuente Garavillines	384.940	4.795.402	490	Calizas	Gargas.-Clansay.	manantial
1705.2.0022	Fuente Sebío	388.668	4.795.254	365	Calizas	Gargas.-Clansay.	manantial
1705.2.0023	Fuente El Castrón	388.740	4.794.930	400	Calizas	Gargas.-Clansay.	manantial
1705.2.0024	Nacimiento reguero La Sotilla	388.705	4.795.307	340	Calizas	Gargas.-Clansay.	manantial
1705.2.0025	Sondeo La Comba	389.210	4.795.902	255	(1)		sondeo
1705.2.0026	Fuente del Raudio	389.083	4.795.200	376	Calizas	Gargas.-Clansay.	manantial
1705.2.0027	Fuente de los Coterros	389.597	4.795.189	435	Calizas	Gargas.-Clansay.	manantial
1705.2.0028	Fuente de la Encina	389.819	4.795.194	375	Calizas	Gargas.-Clansay.	manantial
1705.2.0029	Abrevadero _i en ctra. El Soplo	385.306	4.795.228	500	Calizas	Gargas.-Clansay.	manantial
1705.2.0030	Fuente de Cereceo	387.391	4.795.885	320	Areniscas	Cenomaniense Inf.	manantial
1705.3.0010	Abrevadero ctra. Bustriguado	390.515	4.795.980	90	Calcarenitas	Albiense Med-Sup.	manantial
1705.3.0011	Sondeo El Vear	390.652	4.795.893	80	(2)		sondeo

(1): 0,00-119,50 m: calcarenitas y calizas margosas (Albiense Medio-Superior). 119,50-347,80: areniscas, lutitas, calizas margosas (Albiense Inferior). 47,80-492,70 m: calizas, dolomías (Gargasiense). 492,70-691,30 m: dolomías, calizas (Gargasiense). 691,30-703,50 m: calizas margosas (Bedouliense)

(2): 0,00-7,80 m: areniscas, lutitas, calizas margosas (Albiense Inferior). 7,80-587,60: calizas, dolomías (Gargasiense). **Datos: Asturiana de Zinc**

Por otra parte, se consideró de utilidad la elaboración de una tabla de datos de puntos de agua, que se adjunta en el Anexo 3, en la que se recogen los resultados de todas las medidas efectuadas en cada uno de dichos puntos (manantiales, labores mineras y sondeos) a lo largo del periodo estudiado, de forma que se pueda ver la evolución de los parámetros del agua en las distintas épocas de los años hidrológicos comprendidos en esta investigación.

4.4.- Cartografía hidrogeológica

A partir de la cartografía geológica recogida en el *Paquete de Trabajo 1* se acometió la elaboración de una cartografía hidrogeológica a escala 1:15.000 que permitiera, tras agrupar los distintos materiales presentes en la zona de estudio y su entorno próximo atendiendo a los valores estimados del parámetro *permeabilidad*, ofrecer una visión general de las formaciones geológicas susceptibles de constituirse en acuíferos, almacenando agua subterránea y permitiendo su circulación a su través.

En esta cartografía, que se presenta en el Mapa Hidrogeológico adjunto a escala aproximada 1:23.500, se distinguen tres grupos de materiales:

- materiales de muy baja permeabilidad a impermeables, constituidos por las margas grises de la *Formación Patrocinio*.
- materiales de permeabilidad baja a muy baja, representados por las areniscas y lutitas de la *Facies Buntsandstein*, las areniscas y lutitas con carbones y ámbar de la *Formación Las Peñas* y las arenas, limos y lutitas carbonosas de la *Formación Bielva*.
- materiales de permeabilidad secundaria variable, de media a muy alta, por fisuración y/o karstificación, representados por las calcarenitas de las formaciones *Rábago* y *Umbreira*, las calizas y dolomías de la *Formación Reocín* y las margocalizas, calizas laminadas y calcarenitas de la *Formación Barcenaciones*.

Además, se incluye en la cartografía la situación de los puntos que componen el Inventario de Puntos de Agua, para que de esta manera se pueda asociar cada uno de ellos con su correspondiente grupo de materiales de los descritos en los párrafos anteriores.

4.5.- Campañas de aforos

Un término importante dentro del cálculo del balance hídrico de un acuífero lo constituyen las descargas, tanto las puntuales a través de surgencias naturales y antrópicas como las que se realizan de forma difusa a los cursos fluviales que lo atraviesan. Con el fin de cuantificar las aportaciones del acuífero a sus ejes de drenaje se procedió a la realización de una serie de aforos diferenciales, estableciendo como puntos de medida secciones aguas arriba y aguas abajo de la intersección del afloramiento de la formación permeable con cada cauce. Por otra parte, se realizaron aforos directos en las principales descargas puntuales del sistema.

De esta forma, se diseñó una red de control hidrométrico que consta de cuatro secciones de aforo, dos en cada uno de los cursos fluviales que intersectan el acuífero,

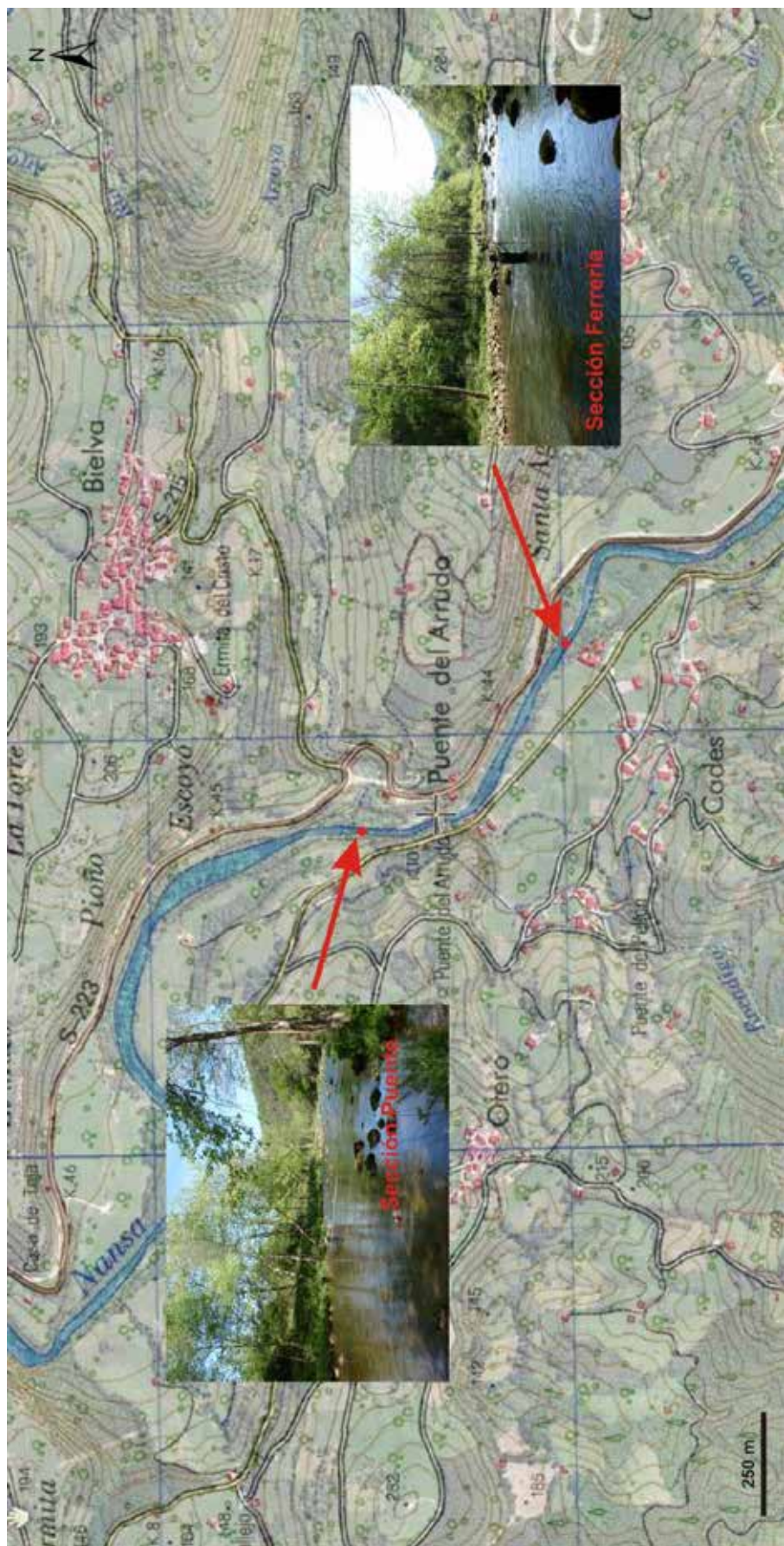


Figura 7. Localización de las secciones de aforo en el río Nansa.

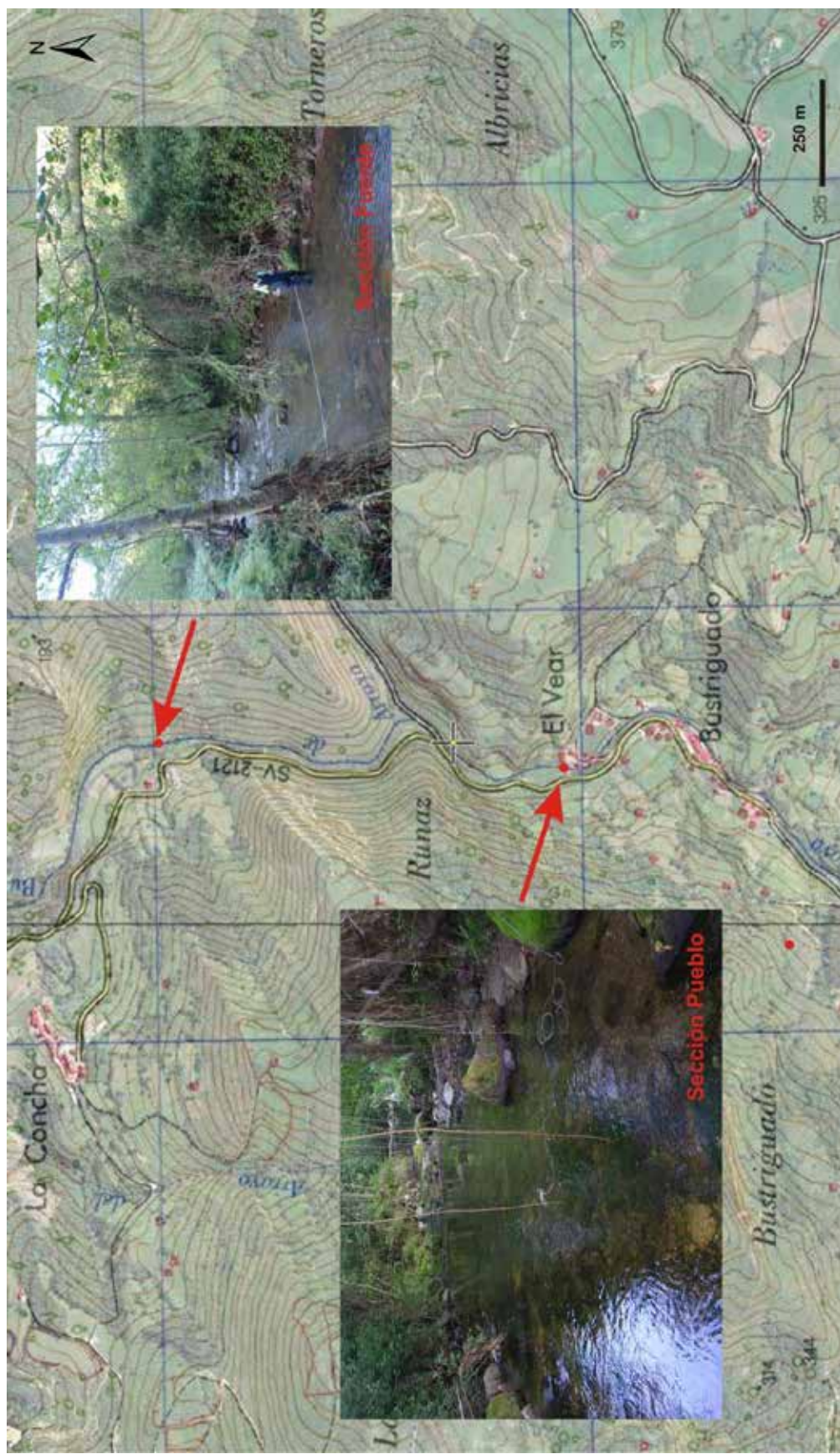


Figura 8. Localización de las secciones de aforo en el arroyo Bustriguado.

río Nansa y arroyo Bustriguado, y dos puntos de medida en el manantial de Puente El Arrudo y la bocamina de Cereceo, descargas puntuales directas del acuífero. La situación geográfica de estas secciones de aforo aparece reflejada en las figuras 7 y 8, mientras que en las fotografías 18 y 19 se refleja el aspecto de cada uno de los puntos de control de esta red.





ARROYO BUSTRIGUADO	Sección Pueblo	ARROYO BUSTRIGUADO	Sección Fuente
			
X: 390.587; Y: 4.795.791; Z: 85		X: 390.625; Y: 4.795.032; Z: 80	
RÍO NANSA	Sección Ferrería	RÍO NANSA	Sección Puente El Arrudo
			
X: 381.203; Y: 4.795.995; Z: 75		X: 380.771; Y: 4.796.619; Z: 73	

Foto 18.- Aspecto de las secciones de aforo que miden las descargas a los ríos

Los aforos diferenciales consisten en realizar sendas medidas, aguas arriba y aguas abajo de la intersección del afloramiento del acuífero con el cauce fluvial correspondiente, lo más próximas posible en el tiempo, y determinar, por diferencia de caudal, el agua drenada por el acuífero si ésta es positiva o, si es negativa, el caudal que aporta el río a la formación permeable.

CANAL DE CERECEO

X: 387.212; Y: 4.795.818; Z: 315
PUENTE EL ARRUDO

X: 380.854; Y: 4.796.257; Z: 75

Foto 19.- Aspecto de las secciones de aforo de las principales surgencias

Debido a las características de las secciones disponibles en el río Nansa, el método de medida mediante aforo químico no se consideró adecuado, descartándose los primeros datos recogidos. La mala adecuación del método a este cauce se debe a la lenta circulación del agua en la sección situada aguas arriba del afloramiento del acuífero, o a que el caudal era demasiado elevado para ser “trazado” con la instrumentación disponible. El aforo directo en el que se utilizó el equipo Flowtracker aportó resultados satisfactorios durante todo el periodo de estudio. En el río Nansa, entre las secciones situadas aguas arriba y aguas abajo del afloramiento de la *Formación Reocín* éste recibe los aportes del manantial de Puente El Arrudo y de un arroyo que se incorpora por la margen izquierda del río, a la altura del edificio del Ayuntamiento de Herrerías, por lo que en cada una de las campañas realizadas se aforaron simultáneamente ambas aportaciones y se descontaron del caudal total diferencial obtenido.

En el arroyo Bustriguado, aunque el método de aforo químico realizado con el equipo Salinomadd no planteó ningún problema, se decidió sustituir éste por el equipo

de medida Flowtracker debido a la mayor rapidez en la operación utilizando este último sistema de aforo.

Aunque la frecuencia de medidas prevista en la programación inicial de esta campaña de aforos pretendía ser mensual, esto no pudo llevarse a cabo debido a las intensas lluvias acaecidas esporádicamente, sobre todo durante el otoño e invierno de 2008, así como por otros problemas de carácter operativo, por lo que finalmente se realizaron un total de 5 campañas de medidas entre julio de 2008 y abril de 2011.

Los datos registrados en cada campaña, tanto de los aforos realizados en los cauces fluviales como de los que se llevaron a cabo en las descargas puntuales visibles del acuífero, como son el manantial de Puente El Arrudo y la bocamina de Cereceo, se muestran en las tablas 5, 6 y 7.

Tabla 5.- Aforos realizados en el río Nansa (caudales en L/s)

Fecha	Método	Sección	Caudal	Mt. Puente El Arrudo	arroyo margen izq.	Descarga puntual	Descarga difusa	Descarga total
30.07.08	Salinomadd	Ferrería	FALLO	9,2	3	9,2	86,8	96
	Micromolinetete	Ferrería	155					
	Salinomadd	Puente	254					
27.05.09	Flowtracker	Ferrería	340	18	8	18	14	32
	“	Puente	380					
09.10.09	Flowtracker	Ferrería	214,7	2,5	1,5	2,5	6	8,5
	“	Puente	224,7					
17.05.10	Flowtracker	Ferrería	1.874,4	23,4	7	23,4	100,4	123,8
	“	Puente	2.005,2					
13.04.11	Flowtracker	Ferrería	1.075,5	4,7	9,3	4,7	288,9	293,6
	“	Puente	1.378,4					

Tabla 6.- Aforos realizados en el río Bustriguado (caudales en L/s)

Fecha	Método	Sección	Caudal	Descarga difusa
30.07.08	Salinomadd	Pueblo	44,6	55,4
	“	Fuente	100	
18.05.09	Salinomadd	Pueblo	151	30,0
	“	Fuente	181	
08.10.09	Salinomadd	Pueblo	55	29,3
	Flowtracker	Pueblo	52,6	
	“	Fuente	81,9	
17.05.10	Flowtracker	Pueblo	509	117,4
	“	Fuente	626,4	
13.04.11	Flowtracker	Pueblo	236,5	23,1
	“	Fuente	259,6	

En el canal de Cereceo, como ya se comentó en el apartado de metodología, se instaló en diciembre de 2008 un equipo de medida que registra el nivel de la lámina de agua de forma continua, permitiendo disponer de datos con una frecuencia diaria. Con el fin de obtener el caudal circulante por el canal durante el periodo de control se calculó la curva de gastos (Figura 9), realizando previamente una serie de aforos directos distribuidos entre los distintos rangos de altura/caudal.

Tabla 7.- Aforos realizados en el Manantial Puente El Arrudo y el Canal de Cereceo (caudales en L/s)

NOMBRE	FECHA	MÉTODO	CAUDAL (L/s)
Canal Cereceo	31/07/08	micromolinete	12,03
	09/02/09	“	155,98
	02/03/09	micromolinete	72,13
		aforo químico	83,7
	19/03/09	micromolinete	21,35
		aforo químico	13,6
	01/04/09	micromolinete	25,86
		aforo químico	20,5
Mt. Puente El Arrudo	30/07/08	micromolinete	9,21
	02/03/09	“	126,07
	19/03/09	“	31,81
	01/04/09	“	36,82
	09/10/09	Flowtracker	2,5

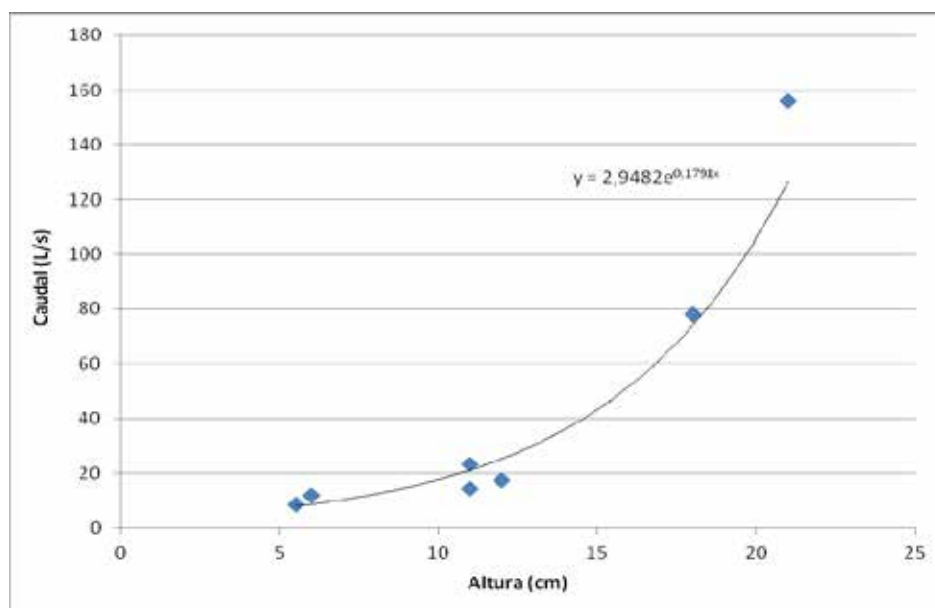


Figura 9.- Curva de gasto establecida en el Canal de Cereceo.

Por otra parte, mediante la comparación de los datos de caudal con el volumen de la precipitación caída en el mismo periodo se ha podido reconocer el funcionamiento hidrodinámico de esta descarga. Para ello se han utilizado los datos recogidos por el pluviómetro instalado en la azotea del edificio de la Cueva del Soplao, si bien, debiso a problemas eléctricos y técnicos, solo se registraron datos durante el periodo comprendido entre diciembre de 2008 y agosto de 2009.

En el gráfico que se recoge en la Figura 10 se han representado de manera conjunta la variación del nivel de la lámina de agua en el canal y los valores de precipitación diaria obtenidos en el pluviómetro citado. El canal de Cereceo fue construido con la finalidad de proceder al drenado de las galerías mineras, y constituye en la actualidad la vía principal de descarga del agua que se canaliza en la red formada por las galerías y labores mineras y los conductos kársticos. Debido a la naturaleza de esta red, la circulación del agua por el sistema es muy rápida y la capacidad de regulación escasa, por lo que la variación en el caudal es muy elevada (en algunas ocasiones el espesor de lámina de agua era de apenas 1 cm, mientras que en otros momentos se alcanzaron cifras del orden de 45 cm de altura del nivel) y está directamente relacionada con los eventos de precipitación. Se ha podido constatar que el tiempo de respuesta del sistema es prácticamente inmediato (como máximo 1 día), considerando como tal el tiempo transcurrido desde que cae la precipitación hasta que se observa una variación de nivel en el caudal. Se concluye, por tanto, que se trata de una vía de desagüe rápida de aquellas aguas infiltradas en la cavidad que no llegan a circular hacia la zona más profunda del acuífero.

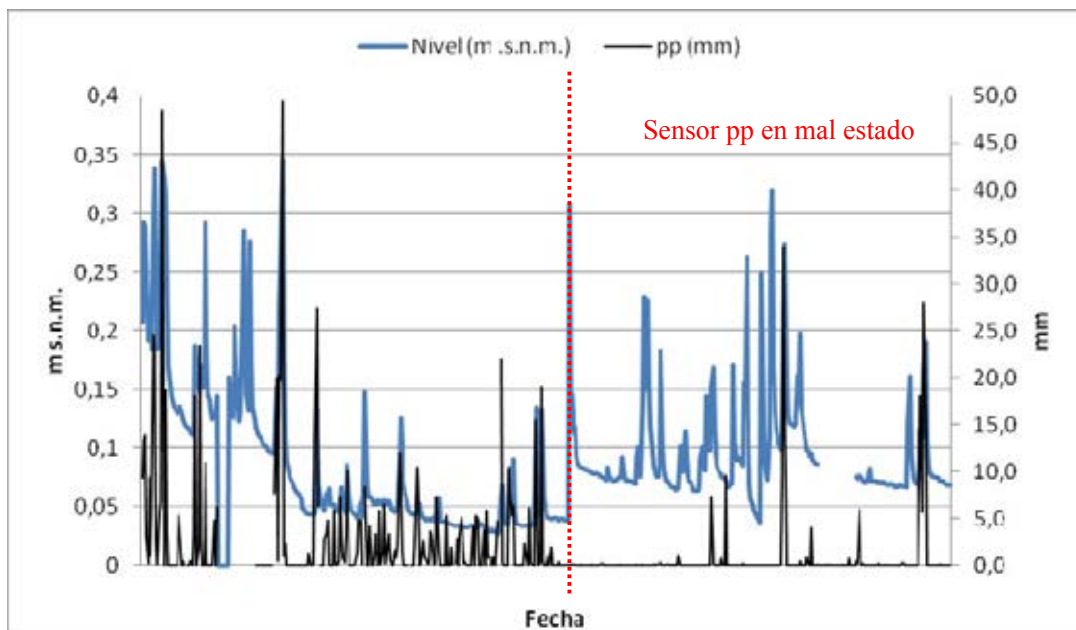


Figura 10.- Relación entre la altura de la lámina de agua en el Canal de Cereceo y la precipitación.

Durante el periodo posterior no se obtuvo un buen rendimiento del pluviómetro, debido fundamentalmente a problemas eléctricos y técnicos, por lo que no fue posible continuar la correlación entre drenaje y pluviometría, si bien en algún punto del gráfico se observa que el comportamiento es sensiblemente el mismo que al inicio del estudio.

4.6.- Modelo hidrogeológico conceptual

En este apartado se recogen las consideraciones que se consideran más relevantes en relación con el modelo hidrogeológico del *acuífero de La Florida*, tanto en estado natural, como se supone que debía funcionar este sistema antes del inicio de la actividad minera en esta zona, como durante el desarrollo de las labores de extracción y tras el abandono de las mismas.

4.6.1.- Modelo hidrogeológico en estado natural

En el Territorio del Soplao, el *acuífero de La Florida* se encuentra en parte como acuífero libre, no confinado o freático, en el sector en el que aflora la *Formación Reocín* y en parte como acuífero confinado, o cautivo, en el sector en el que sobre ésta se disponen las formaciones *Las Peñosas*, *Barcenaciones* y suprayacentes. En el primer caso el agua subterránea está únicamente sometida a la presión atmosférica, mientras que en el segundo soporta una presión hidrostática, normalmente superior a la atmosférica: se dice que el acuífero *está en carga*. Esto no implica la existencia de algún tipo de discontinuidad hidrodinámica de ambos tipos de recursos subterráneos, dado que se trata del mismo acuífero.

La alimentación de este acuífero debía realizarse fundamentalmente a partir de la lluvia útil resultante de las precipitaciones de lluvia, nieve o granizo sobre las calizas y dolomías aflorantes, que se infiltraba no solo a través de las fracturas existentes en dichos materiales carbonatados sino también a favor de las depresiones y sumideros naturales del terreno, torcas y dolinas, muy abundantes en el Territorio del Soplao. El agua circulaba a través de conductos de distinto tamaño, desde microfisuras a grandes huecos, siguiendo los gradientes hidráulicos regionales. Estacionalmente, también podría recibir una cierta recarga procedente del río Saja y el arroyo Bustriguado en aquellas épocas de estiaje en las que las condiciones hidrodinámicas convirtieran a estos cursos de agua en *perdedores*. Además, podría existir alguna cesión de recursos hídricos hacia este acuífero procedente de los niveles permeables de edad Bedouliense que pudieran estar en contacto con la *Formación Reocín* en algún sector concreto, pero se considera que estas cifras, como las anteriores, deberían ser muy poco importantes.

A lo largo de los millones de años transcurridos a partir del momento en el que comenzó este proceso, la circulación del agua a través de la red kárstica, primero incipiente y cada vez más desarrollada, dio lugar a la formación de la morfología actual de la gran cavidad subterránea. El progresivo encajamiento de la red fluvial general influyó notablemente en la evolución vertical de la karstificación, de tal forma que, al tiempo que los cauces de los ríos y arroyos a los que descarga el acuífero kárstico fueron excavando, erosionando el terreno y circulando a cotas más bajas, dentro del karst también tuvo lugar un encajamiento del nivel de base, dando lugar a que el agua disolviera y excavara conductos más profundos, quedando seca la parte superior de la cueva.

La zona turística de la Cueva del Soplao corresponde a conductos antiguos por los que circulaba el agua subterránea, es decir, en la actualidad esta cavidad está emplazada en la zona no saturada del *acuífero de La Florida*. El agua que se infiltra a través de grietas y sumideros circula por gravedad a través de los diversos conductos, se

canaliza y discurre hacia las áreas más profundas, incorporándose a la zona saturada del acuífero. Las últimas investigaciones espeleológicas realizadas revelaron que la parte más profunda de la cueva se encuentra en el sector de Torca Juñoso y Sifón Este, con cotas del orden de 240-250 m s.n.m.



Foto 20.- Vista del Sifón Este, en el sector de Torca Juñoso.

La descarga del acuífero se produciría, fundamentalmente y de forma puntual, a través de los manantiales que surgían casi exclusivamente en las calizas de esta formación, y de forma difusa drenando el agua subterránea hacia el río Nansa y el arroyo Bustriguado en los sectores en los que estos cursos de agua interceptan a la *Formación Reocín*.

Posiblemente relacionado con la topografía del terreno, debería existir un umbral hidrogeológico en el entorno del antiguo poblado minero de La Florida, próximo al edificio de las antenas, que delimitara las dos direcciones de drenaje del agua subterránea, con una línea de flujo dirigida hacia el oeste, en dirección al río Nansa, y otra hacia el este, descargando al arroyo Bustriguado.

4.6.2.- Modelo hidrogeológico tras la actividad minera

La actividad minera comenzó, a finales del siglo XIX, con el laboreo superficial de las calaminas o menas oxidadas de plomo y zinc encajadas en las dolomías rojizas de los sectores comprendidos entre La Clara y La Isidra, explotadas por medio de zanjones y labores mineras orientadas según los afloramientos de mineral. Este hecho, que se sumó a la abundante existencia de las morfologías kársticas citadas anteriormente,

produjo un incremento de las vías preferentes de entrada de agua al acuífero y, por tanto, un aumento de la recarga de dicho acuífero.

Posteriormente, el agotamiento de los recursos mineros de superficie llevó a la planificación de una minería de interior para el beneficio de las blendas, galenas y calaminas que constituían el yacimiento subterráneo, lo que dio lugar a la construcción de un buen número de galerías, planos inclinados y rampas de pequeña sección, construidos en función de las direcciones principales de la mineralización. Por supuesto, a la realización de toda esta labor minera le precedió la preparación de distintos puntos de acceso desde el exterior: un pozo vertical y un socavón en Lacuerre, un socavón general en Plaza del Monte, la Galería Maestra de acceso a las labores de La Isidra, un socavón o galería en Cereceo y una galería en Braña Escondida o Mina Ligorias.

Esta red antrópica de comunicaciones subterráneas se unió, en un momento determinado del avance de la explotación minera, con el desarrollo de grutas y galerías de la Cueva del Soplao, combinándose entonces la existencia de un karst natural con la creación de otro gran número de conductos que multiplicó la capacidad de recogida y transporte de agua en la zona no saturada del acuífero. Desde el momento en el que las galerías mineras calaron a los conductos kársticos el agua empezó a circular indistintamente por la red de conductos naturales y galerías mineras, de forma que ambas se consideran una única red de circulación del agua a través de la cavidad. Esta red de conductos recoge el agua que se infiltra desde la superficie a través de distintas vías de acceso, canalizándola hacia la zona saturada del acuífero, o hacia alguna galería de drenaje.

Las vías de acceso del agua al interior de la cavidad pueden considerarse de distinta naturaleza, según el tiempo de tránsito transcurrido desde el momento en el que la lluvia se precipita sobre la superficie del acuífero hasta que llega al interior por medio de uno de los conductos mencionados. De esta forma, se pueden observar vías de acceso rápido, entre las que se encuentran las cascadas, las surgencias naturales (manantiales) o los barrenos que se han convertido en “manantiales”, y entradas lentas de agua, en las que ésta llega hasta el interior mediante goteos. El desfase entre el momento de la caída de la lluvia en superficie y su aparición en el interior de la cueva a través de los distintos puntos de agua varía en función de la naturaleza de la vía de acceso y de la intensidad de las precipitaciones: la entrada a través de las cascadas es rápida, con un tiempo medio de tránsito menor que dos meses, mientras que a través de los goteos el tiempo mínimo establecido oscila entre dos y tres meses.

Por otra parte, se debe tener en cuenta que los eventos de precipitación importantes, en magnitud e intensidad, provocan una circulación rápida del agua de lluvia hacia el interior de la cavidad, que es canalizada e incorporada a la zona saturada del acuífero. Este hecho trae como consecuencia un ascenso del nivel freático relativamente rápido, que puede llegar a provocar la circulación de agua a través de conductos habitualmente secos o la inversión del flujo en otros conductos, denotando así la rápida respuesta del sistema a los episodios de lluvia.

Durante el periodo en el que se desarrolló esta investigación se pudo apreciar que el *epikarst* (zona no saturada del acuífero) presenta un comportamiento poco inercial, es decir, se observan elevadas variaciones en el caudal de goteo en función del régimen de las precipitaciones. Durante los meses de estiaje la precipitación restituye

las reservas del epikarst y del suelo, mientras que en épocas de recarga aumenta la velocidad y cuantía de los goteos, así como las vías de acceso rápido del agua a la cavidad. La velocidad lenta de circulación de un agua sobresaturada en calcita y aragonito condiciona la deposición de carbonatos, formándose así espectaculares y variados espeleotemas de gran valor tanto paisajístico como científico.

Es evidente que las labores mineras indujeron modificaciones en el régimen de funcionamiento del *acuífero de La Florida*, tanto en lo que se refiere al área de recarga como a la circulación de agua en la zona no saturada del acuífero. Por una parte, los huecos generados por las labores mineras de superficie favorecieron la entrada de agua al acuífero ya que, al ser eliminado el horizonte que recubre la cavidad, el agua puede acceder al interior de forma directa (en relación con este fenómeno, se pueden observar “cascadas” de agua dentro de la cueva que coinciden con antiguas labores mineras en superficie), y, por otra parte, el desarrollo de la minería de interior provocó que tuviera lugar el drenaje del macizo superior a través de las galerías que lo cortan a cota más baja; este hecho tiene como consecuencia el secado de manantiales en superficie, como por ejemplo el antiguo manantial de La Florida, que estaba situado en las inmediaciones del poblado minero del mismo nombre.

La canalización y evacuación de las aguas del interior de la cavidad a través de las galerías mineras de Cereceo constituye otra de las modificaciones en el régimen hidrodinámico del epikarst. Durante la explotación del yacimiento, el agua acumulada en las labores de interior se canalizaba y era evacuada al exterior por gravedad o mediante operaciones de bombeo a través de dichas galerías, saliendo a superficie a través de la bocamina de Cereceo, que drena el agua y la incorpora al arroyo de La Plaza. En la actualidad esta vía representa una de las descargas más importantes del agua que circula por el conjunto de conductos subterráneos.

Además, se debe considerar otra modificación adicional en el régimen natural de funcionamiento del acuífero, que se manifiesta en el caso de la descarga del mismo, por la aparición de descargas puntuales creadas por la actividad humana: dos de ellas están constituidas por dos sondeos surgentes, realizados en campañas de investigación del yacimiento, y otras por el drenaje de las galerías mineras, tanto en la bocamina de Cereceo como en la de Runaz, aunque tanto esta última como los sondeos drenan el sector oriental del acuífero, que no tiene conexión con la Cueva del Soplao ni con las antiguas labores mineras de La Florida.

En definitiva, se concluye que la Cueva del Soplao está emplazada en el epikarst del *acuífero de La Florida*, formado en el seno de la *Formación Reocín*. La cueva presenta un desarrollo fundamentalmente horizontal, con una evolución de la karstificación ligada predominantemente a un control estratigráfico. Aunque el acuífero se ha estudiado en el denominado Territorio del Soplao, desde el afloramiento de la Formación Reocín en el cauce del río Nansa, por el O, hasta la localidad de Bustriguado, por el E, donde el arroyo del mismo nombre intersecta los materiales de esta formación, la cavidad turística únicamente ocupa una parte del sector central de esta área, en la zona no saturada del acuífero. Este acuífero funciona en parte como libre y en parte como confinado, bajo los materiales de la *Formación Las Peñasas*. La recarga procede de las precipitaciones caídas sobre el afloramiento de las calizas y dolomías que constituyen esta formación geológica, en parte modificado por las primeras explotaciones mineras, a cielo abierto, lo que provocó un incremento en la

cantidad de agua infiltrada. Las descargas del acuífero tienen lugar, de forma natural, a través de un cierto número de manantiales, entre los que destaca, por su caudal y estabilidad, el de Puente El Arrudo, situado en las proximidades del río Nansa, así como a través de las descargas a los cursos de agua que atraviesan la formación, en concreto el río Nansa y el arroyo Bustriguado. De forma artificial, el drenaje del epikarst en el sector de la Cueva del Soplao se realiza a través de las galerías de Cereceo, que tienen su salida al exterior en la bocamina del mismo nombre; en el sector oriental del acuífero existen otras vías de drenaje en las descargas de los dos sondeos surgentes y de la bocamina de Runaz, aunque de mucha menor cuantía.

4.6.3.- Balance

La estimación del balance hídrico para el *acuífero de La Florida* se obtuvo a partir del código VISUAL BALAN, desarrollado por el Grupo de Hidrología de la Universidad de La Coruña (Samper y García Vera, 1992).

El periodo de tiempo utilizado para estimar la recarga ha estado afectado por la disponibilidad de los datos de entrada, por lo que no se corresponde con un año hidrológico en sentido estricto. Este periodo se encuentra comprendido entre el 1 de diciembre de 2008 y el 30 de noviembre de 2009. Los datos de entrada relativos a los caudales se obtuvieron a partir de mediciones realizadas en campo; las descargas naturales del acuífero se establecieron en cinco grupos: 1º) río Nansa; 2º) arroyo Bustriguado; 3º) manantial de Puente El Arrudo; 4º) bocamina de Cereceo, y 5º) los manantiales de pequeña entidad.

Los datos termopluviométricos introducidos proceden de la estación instalada en la zona de estudio para tal fin, obteniéndose para este periodo una precipitación (PP) y una temperatura media de, aproximadamente, 900 mm y 11°C, respectivamente.

Como aportes de entrada al sistema solo se tuvo en cuenta la precipitación, al no existir en la zona cursos superficiales importantes ni aportes laterales de otro tipo. Además, la cubierta vegetal en esta zona es prácticamente inexistente y el desarrollo de suelo es de escasa importancia, lo cual va a influir en la tasa de recarga.

Por otra parte, se utilizaron los siguientes datos estimados en función de las características litológicas del tipo de acuífero:

Formación geológica	Área (km ²)	Espesor del suelo (m)	Capacidad de campo (%)	Punto de marchitez (%)	Permeabilidad (m/día)	Porosidad total (%)
Fm. Reocín	5	0,30	8	9	10	10

Con todo esto, y para una precipitación media anual de aproximadamente 900 mm, el resultado ha sido el siguiente:

$$\text{Recarga al acuífero} = 200,24 \text{ L/m}^2$$

En la figura 11 se han representado los valores de precipitación y temperatura registrados en el periodo de estudio, y se incluyen, además, los valores de *evapotranspiración potencial* (ETP), calculada por el método de Thornthwaite, así como la *evapotranspiración real* (ETR), obtenida mediante balance hídrico. Este último parámetro hace referencia al agua que realmente vuelve a la atmósfera como consecuencia de los procesos de evaporación y transpiración. Se puede observar que los periodos de máximas precipitaciones tienen lugar en invierno y otoño, mientras que en los meses de verano coinciden las máximas temperaturas con el menor volumen de lluvia. La ETR está condicionada por ambos parámetros climáticos, de tal forma que la temperatura hace aumentar la demanda de agua en la atmósfera (*evapotranspiración potencial*), mientras que el volumen de precipitación influye en la disponibilidad de agua para cubrir dicho parámetro.

La estimación de la recarga se realiza considerando el valor de la *lluvia útil* (LI-U), que se obtiene al restar al valor de la precipitación los términos de *evapotranspiración, retención y escorrentía superficial*.

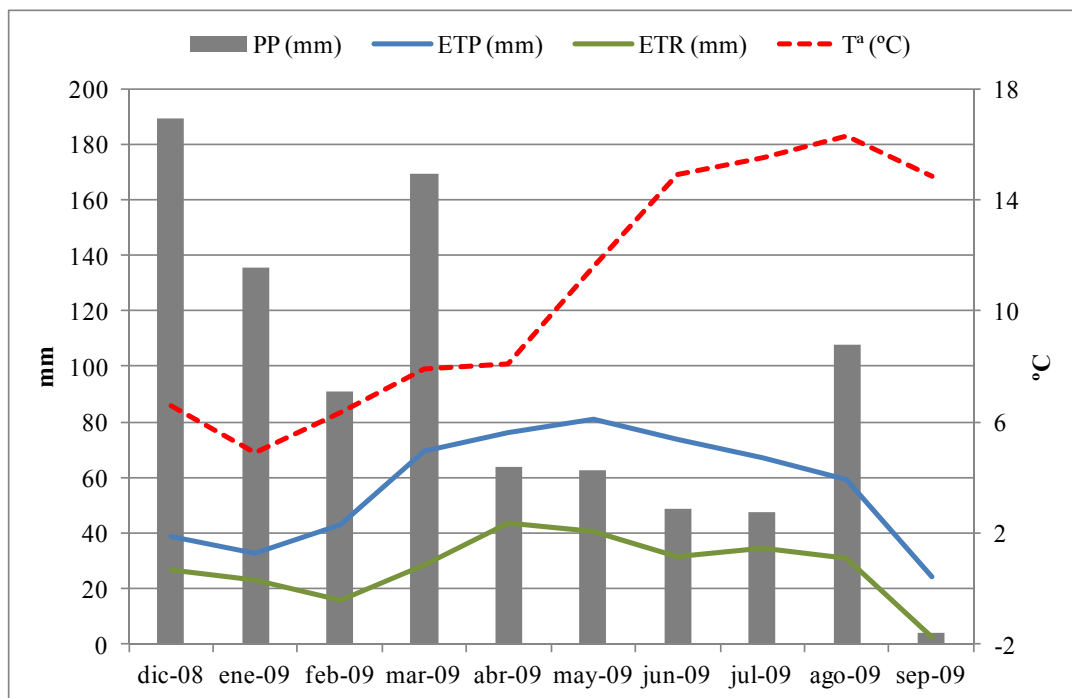


Figura 11.- Comparación entre la tasa de precipitación y los valores de ETP y ETR obtenidos con el código VISUAL BALAN

En la zona de estudio, en la que destaca la ausencia de cursos de agua permanentes significativos, se ha establecido la siguiente ecuación:

$$LI\ U = PP - ETR - \text{Flujo hipodérmico}$$

$$LI\ U = 921,80\ L/m^2 - 277,76\ L/m^2 - 200,63\ L/m^2 = 443,41\ L/m^2$$

La tasa de recarga calculada para el *acuífero de La Florida*, teniendo en cuenta el valor de *lluvia útil* obtenido, es del orden del 45%, valor que se asimila a una tasa de

recarga media-alta, como corresponde a acuíferos kársticos de estas características con rápidas respuestas ante las precipitaciones.

En la figura 12 se ha representado la evolución de la recarga en función de la tasa de precipitación, y se observa que ésta se inicia en los meses en los que la precipitación es más elevada y continua. El acuífero se mantiene en recarga los meses en los que comienza el estiaje, y después de este periodo comienza a reducirse, respondiendo con rapidez a los eventos pluviométricos.

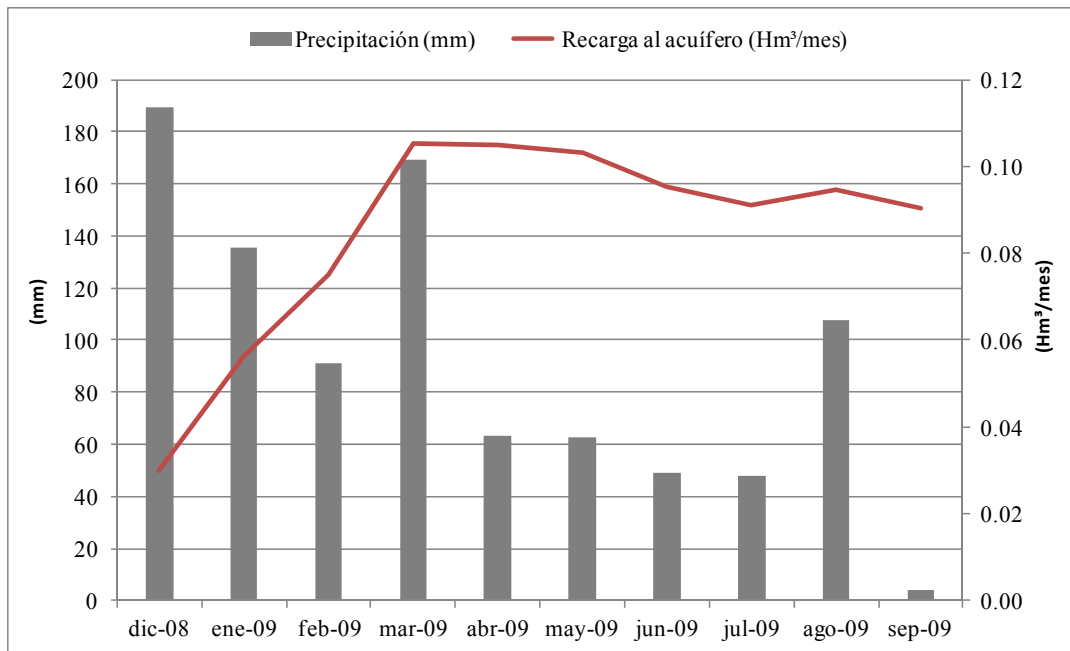


Figura 12.- Evolución de la recarga en función de la tasa de precipitación

5.- CARACTERIZACIÓN HIDROQUÍMICA

Para proceder a la caracterización hidroquímica del agua subterránea en el Territorio del Soplao, la interpretación de los resultados de los análisis químicos, así como de los parámetros fisicoquímicos registrados en campo, se ha llevado a cabo atendiendo a los criterios que vienen siendo habituales en los trabajos del IGME, en parte descritos en Hem (1970) y Lloyd y Heathcote (1985). Esta caracterización se realiza estableciendo la facies, mineralización y dureza del agua.

- **Facies:** se considera facies predominante aquella especie iónica que, expresada en tanto por ciento de meq/L, supera el 50% del contenido en aniones o cationes, y facies secundaria la que supera el 25%.

- **Mineralización:** se expresa a partir de la conductividad eléctrica del agua, utilizando la siguiente clasificación:

Conductividad eléctrica	Mineralización
< 65 $\mu\text{S/cm}$	Sin mineralización
65 – 200 $\mu\text{S/cm}$	Muy débil
201 – 500 $\mu\text{S/cm}$	Ligera
501 – 2.000 $\mu\text{S/cm}$	Notable
> 2.000 $\mu\text{S/cm}$	Fuerte

- **Dureza:** expresada en mg/L de CaCO_3 , se determina mediante la expresión:

$$D = \left(\frac{\text{mg/L Ca}^{2+}}{40} + \frac{\text{mg/L Mg}^{2+}}{24} \right) \times 100$$

Los intervalos considerados son:

D (mg/L CaCO_3)	Mineralización
0 – 40	Muy blanda
41 – 120	Blanda
121 – 350	Media
351 – 650	Dura
> 650	Muy dura

Por otra parte, se ha procedido a la elaboración de una serie de representaciones gráficas como herramienta de apoyo a la interpretación de los resultados de los análisis químicos, así como para visualizar de forma gráfica algunos aspectos de las muestras.

Una de las representaciones estadísticas habituales utilizadas para comparación de grupos de datos son los gráficos *box plot*, también denominados “de cajas y bigotes”. Estos gráficos indican la tendencia central de los valores, la simetría de la distribución y la presencia de *outliers* (valores muy diferentes del resto de los valores).

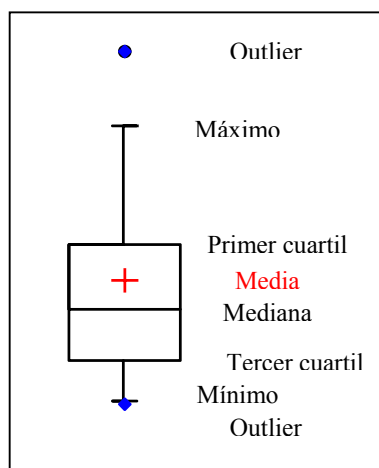


Figura 13.- Gráfico *boxplot*

En la figura 13 se muestra la leyenda utilizada para estos gráficos. Si se consideran Q1 y Q3 el primer y tercer cuartil, e IQR el rango intercuartil ($Q3 - Q1$), un valor atípico leve (representado en el diagrama mediante un círculo vacío) será aquel que cumple la expresión: $\text{valor} < Q1 - 1,5 \times \text{IQR}$ ó $< Q3 + 1,5 \times \text{IQR}$. Los valores atípicos extremos (representados en el diagrama mediante círculos negros) son observaciones más allá de los límites externos ($\text{valor} < Q1 - 3 \times \text{IQR}$ ó $< Q3 + 3 \times \text{IQR}$).

La representación gráfica de los puntos en el Diagrama de Piper (Figura 14) refleja la clasificación de las aguas según su contenido iónico. Existen distintas variantes de estos diagramas. En este caso, la metodología utilizada es la siguiente: en primer lugar, los valores de concentración de iones se reducen a porcentaje de miliequivalentes por litro (meq/l) de cada catión o anión respecto del total de aniones o cationes, y se representan los datos en tres diagramas poligonales:

- un triángulo para los cationes mayoritarios, en cuyos vértices figuran: calcio (Ca^{2+}), magnesio (Mg^{2+}) y la suma de los iones sodio y potasio ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$), cada uno de ellos incrementándose en el sentido horario; a cada vértice le corresponde el 100% de cada parámetro.
- otro triángulo para los aniones mayoritarios, en cuyos vértices figuran: cloruro (Cl^-), sulfato (SO_4^{2-}) y la suma de los iones carbonato y bicarbonato ($\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$), cada uno de ellos incrementándose en el sentido antihorario; a cada vértice le corresponde el 100% de cada parámetro.
- y un diagrama romboidal en el que se representan la suma de los cationes calcio y magnesio ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$) y sodio y potasio ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) en un par de lados paralelos y complementarios, mientras que en el otro par de lados se representan la suma de aniones carbonato y bicarbonato ($\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$) y su complementario sulfato y cloruro ($\text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^-$).

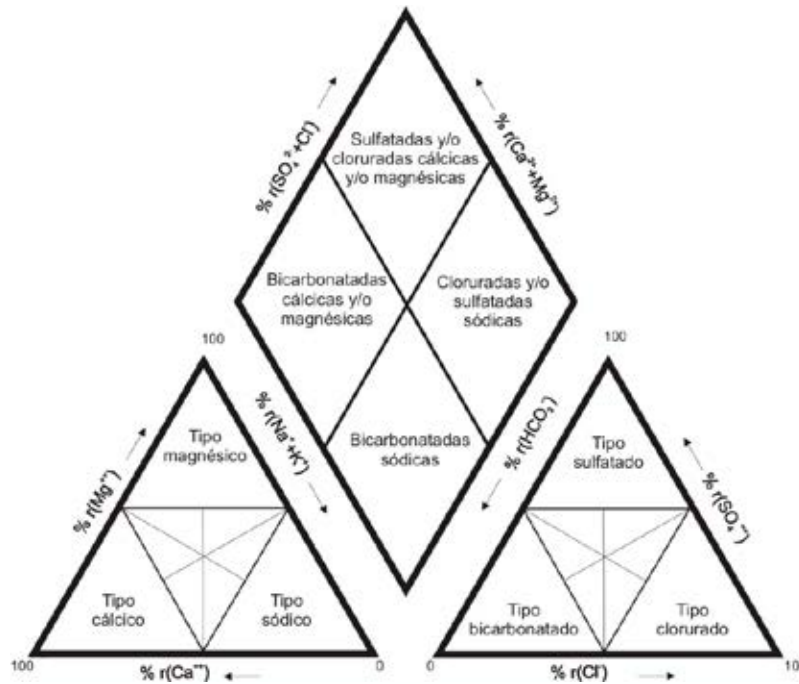


Figura 14.- Clasificación de las aguas según el Digrama de Piper

5.1.- Elección de la red de calidad

Como ya se comentó en el capítulo 2 (*Metodología de trabajo*), dentro del plan de trabajo previsto en esta investigación se estableció una red de control de calidad de las aguas tanto en el exterior como en el interior de la Cueva del Soplao. Estos puntos fueron elegidos atendiendo a criterios de distribución espacial, representatividad y volumen de caudal aportado.

En el interior de la cueva, la naturaleza del punto (cascada, goteo, surgencia o curso superficial) condicionó el método de muestreo, de tal forma que cuando el caudal de agua del punto era suficiente la recogida de la muestra y la medida de los parámetros *in situ* se hizo de forma inmediata, mientras que en el caso de los goteos se colocaron botellas, durante un periodo de tiempo variable, para obtener un volumen de muestra suficiente. La escasa cantidad de agua captada en los puntos P6 y P18 trajo como consecuencia que en ellos no se pudieran realizar medidas de parámetros. En la tabla 8 se muestra el tipo de análisis realizado en cada uno de los puntos seleccionados.

Tabla 8.- Tipo de análisis para cada punto de agua

Puntos de muestreo para análisis químico normal	P1, P2, P3, P4, P5, P7, P8, P10, P11, P13, P14, P15, P17, P20, P21, P25, P29, P30, P31.
Puntos para análisis isotópico	P4 (ISO-2), P8 (ISO-5), P28 (ISO-4), P29 (ISO-1), P30 (ISO-3).
Puntos en los que sólo se tomaron parámetros <i>in situ</i>	P9, P12, P16, P19, P22, P23, P24, P26, P27.

De todos los puntos descritos en el Inventario correspondiente al exterior de la Cueva de El Soplao, sólo cinco de ellos conforman la red de calidad (tabla 9). Para la

selección de estos puntos se tuvo en consideración que se tratara de surgencias representativas de la descarga del sistema hidrogeológico, como es el caso del manantial Puente El Arrudo, la Fuente de Miguel o la bocamina de Cereceo. Además, se incorporaron a esta red el sondeo La Comba, debido a sus características peculiares (surgente y con cierta termalidad) y la Fuente de Las Salgueras, que drena la *Formación Barcenaciones*, con el fin de establecer una comparación entre aguas procedentes de diferentes formaciones carbonatadas.

Tabla 9.- Puntos de la red de calidad de exterior

Manantial Puente El Arrudo	1705.1.0018
Fuente de Las Salgueras	1705.1.0016
Fuente de Miguel	1705.2.0016
Bocamina de Cereceo	1705.2.0018
Sondeo La Comba	1705.2.0025

Los resultados de todos los análisis realizados pueden verse en el Anexo 3.

5.2.- Caracterización hidroquímica del agua subterránea

5.2.1.- Caracterización hidroquímica: facies, mineralización y dureza

Muestras de interior

La caracterización hidroquímica del agua subterránea se ha realizado en primer lugar atendiendo a su facies, mineralización y dureza. En la tabla 10 figuran los parámetros medidos en campo junto con la clasificación de las muestras respecto a los conceptos mencionados; en esta tabla, los puntos cuyos nombres van en negrita son aquellos que están incluidos en la red de control hidroquímica y/o isotópica.

En el interior de la cueva predominan las aguas de mineralización ligera, aunque se localizan algunos puntos con mineralización muy débil (P9, P11, P12, P16 y P19). Respecto a la dureza, a excepción de seis puntos en los que las aguas son blandas, la dureza es media.

La facies aniónica es bicarbonatada en todas las muestras analizadas; la facies catiónica es predominantemente calcico-magnésica o magnesico-cálcica, a excepción de los puntos P7 (Sala del Órgano) y P13 y P14 (ambos en la cascada final de la Galería de La Sirena) en los que el componente magnésico aparece en menor concentración. Con el objeto de estudiar la evolución de la composición química del agua en el tiempo de estudio se han representado los diagramas de Piper correspondientes a cada uno de los puntos del interior de la cueva (figura 15.a, 15.b y 15.c)

Muestras de exterior

Las muestras tomadas en el exterior de la cavidad presentan una caracterización hidroquímica análoga a la de las del interior de la misma, como se puede ver en la tabla 11, en la cual los puntos cuyos nombres aparecen en negrita son los incluidos en la red de control de la calidad del agua subterránea.

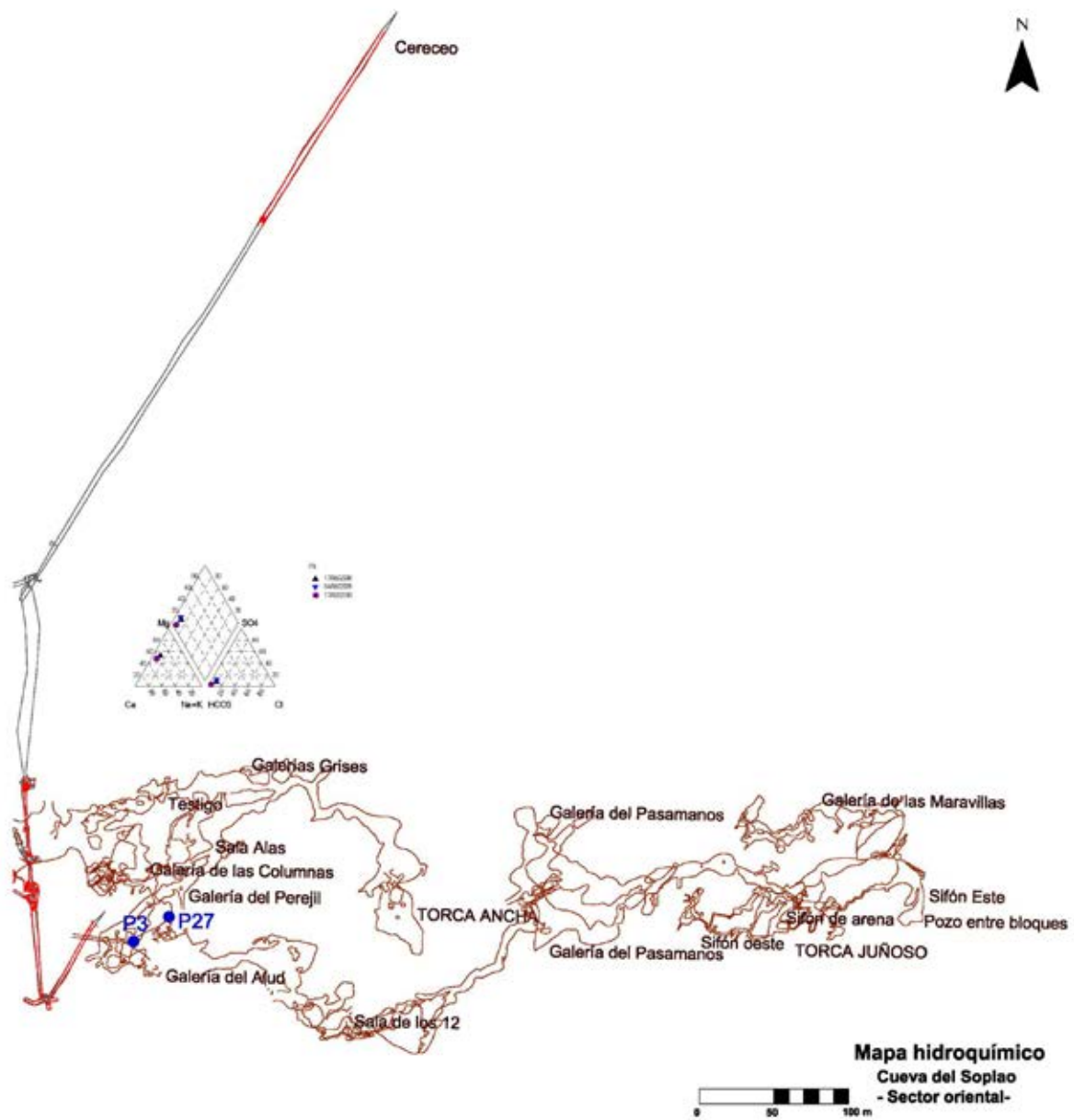


Figura 15.a.- Representación en diagramas de Piper de la evolución de la composición química del agua de los puntos del interior de la Cueva del Soplao (sector oriental)

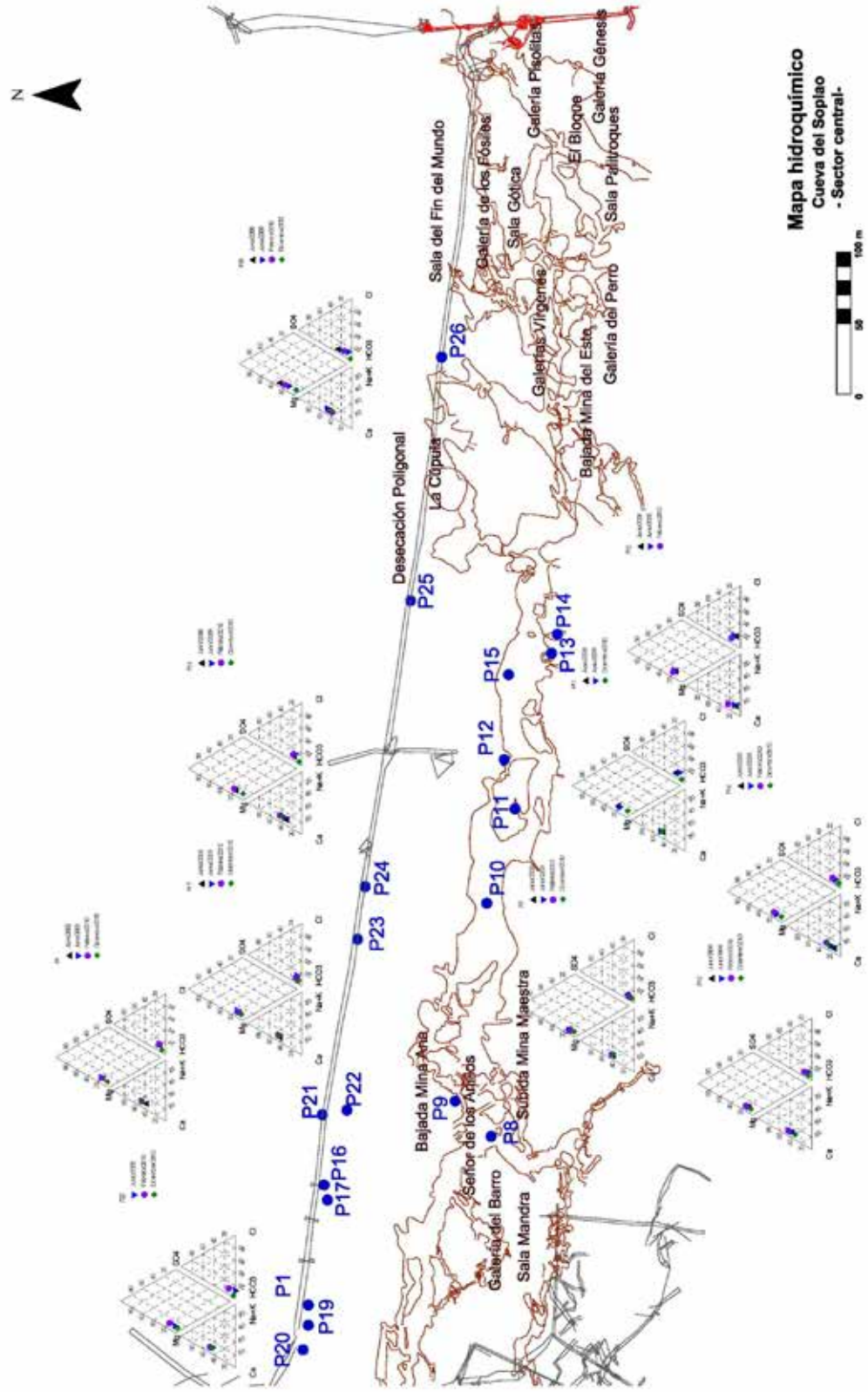
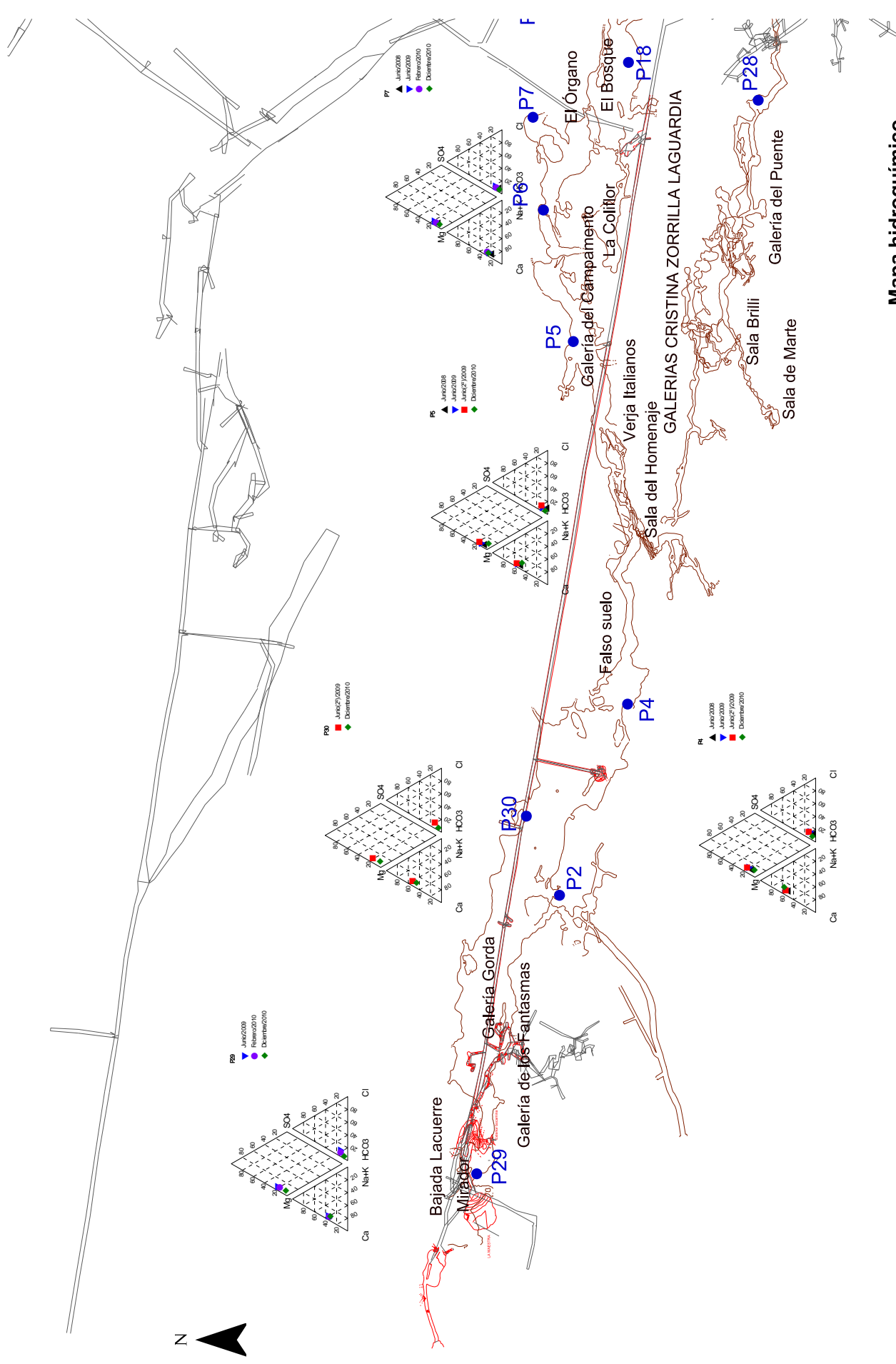


Figura 15.b.- Representación en diagramas de Piper de la evolución de la composición química del agua de los puntos del interior de la Cueva del Soplao (sector central)



Mapa hidroquímico

Cueva del Soplao
- Sector occidental -



La mineralización del agua de las formaciones Reocín, Las Peñas y Barcenaciones se puede clasificar como ligera en prácticamente todas las muestras controladas. Sin embargo, las que proceden de las areniscas del *Bundsandstein* presentan mineralización muy débil, y en la única muestra relacionada con la *Formación Patrocinio* la mineralización es notable. La mayor parte de las muestras pertenecen al acuífero instalado en la *Formación Reocín*, y solo una se corresponde con la *Formación Barcenaciones*, por lo que los comentarios se refieren a estas formaciones.

Mayoritariamente se trata de aguas de dureza media, si bien en alguna campaña aparecen aguas blandas, siempre en un rango entre 100 y 190 ppm de CaCO₃. La facies del agua relacionada con la *Formación Reocín* es bicarbonatada cálcica o calcico-magnésica; sin embargo, el sondeo de La Comba, que atraviesa además las calcarenitas y calizas margosas del Albiense y está situado en la parte más oriental del acuífero, presenta una concentración de magnesio más elevada, llegando a superar a la concentración de calcio. Las aguas que han circulado por la *Formación Barcenaciones* presentan características de aguas bicarbonatadas calcico-magnésicas.

La evolución del contenido en elementos mayoritarios en las sucesivas campañas de muestreo queda reflejada en los gráficos de Piper representados en la figura 16.

Muestras de agua de lluvia

Por otra parte, se realizó un muestreo del agua procedente de las precipitaciones caídas en la zona, ya que éstas constituyen la principal recarga del acuífero y, por tanto, conforman todo el sistema hídrico subterráneo observable tanto en el interior como en el exterior de la cavidad. Su estudio consistió en el registro de la intensidad y duración de los diferentes episodios de lluvias y la realización de análisis hidroquímicos e isotópicos que proporcionarían información sobre la procedencia, evolución y edad de las aguas subterráneas que están presentes en toda la zona de interés. Como cabría esperar, el bajo contenido iónico del agua se refleja en una mineralización muy baja y muy baja dureza; además, no se pudo definir una facies hidroquímica.

Tabla 10.- Caracterización hidroquímica de las muestras de interior

NOMBRE	TIPO	FECHA	pH	C,E,	T ^a	MINERALIZACIÓN	DUREZA	ANIÓNICA	CATIÓNICA
P1	chorro	17/06/2008	6,7	212	12,8	Ligera	Blanda	Bicarbonatada	Cálcica magnésica
		04/06/2009	7,7	246	10,5	Ligera	Blanda	Bicarbonatada	Magnésico cálcica
		17/02/2010	6,3	270		Ligera	Blanda	Bicarbonatada	Magnésico cálcica
		13/12/2010	8,0	270	11,2	Ligera	Blanda	Bicarbonatada	Cálcica magnésica
P2	curso superficial	17/02/2010	6,7	307		Ligera	Media	Bicarbonatada	Cálcica magnésica
P3	goteo	17/06/2008	5,5	229	13,8	Ligera	Media	Bicarbonatada	Magnésico cálcica
		17/02/2010	7,1	275		Ligera	Blanda	Bicarbonatada	Magnésico cálcica
		13/12/2010	8,2	283	10,5	Ligera	Media	Bicarbonatada	Magnésico cálcica
P4	goteo	17/06/2008	8,1*	274*		Ligera	Media	Bicarbonatada	Magnésico cálcica
		04/06/2009	7,7*	279*		Ligera	Media	Bicarbonatada	Magnésico cálcica
		30/06/2009	8,0*	299*		Ligera	Media	Bicarbonatada	Magnésico cálcica
		13/12/2010	8,2	304	11,8	Ligera	Media	Bicarbonatada	Magnésico cálcica
P5	goteo	17/06/2008	7,9	350		Ligera	Media	Bicarbonatada	Magnésico cálcica
		04/06/2009	7,5	374		Ligera	Media	Bicarbonatada	Magnésico cálcica
		30/06/2009	8,0	349		Ligera	Media	Bicarbonatada	Magnésico cálcica
		13/12/2010	8,1	474	11,2	Ligera	Media	Bicarbonatada	Magnésico cálcica
P7	cascada	17/06/2008	7,7	349	13,00	Ligera	Media	Bicarbonatada	Cálcica
		04/06/2009	8,2	353	10,00	Ligera	Media	Bicarbonatada	Cálcica
		17/02/2010	7,1	416		Ligera	Media	Bicarbonatada	Cálcica
		13/12/2010	7,1	391	10,70	Ligera	Media	Bicarbonatada	Cálcica
P8	cascada	17/06/2008	7,8	257	13,2	Ligera	Media	Bicarbonatada	Cálcica magnésica
		04/06/2009	8,3	265	10,7	Ligera	Media	Bicarbonatada	Cálcica magnésica
		17/02/2010	7,1	339		Ligera	Media	Bicarbonatada	Cálcica magnésica
		13/12/2010	7,3	308	11,4	Ligera	Media	Bicarbonatada	Cálcica magnésica
P9	chorro	17/06/2008	6,3	190	13,2	Muy débil			
P10	cascada	17/06/2008	6,9	205	13,1	Ligera	Media	Bicarbonatada	Cálcica magnésica
		04/06/2009	8,3	272	10,5	Ligera	Media	Bicarbonatada	Cálcica magnésica
		17/02/2010	7,2	292		Ligera	Media	Bicarbonatada	Cálcica magnésica
		13/12/2010	7,4	298	11	Ligera	Media	Bicarbonatada	Cálcica
P11	curso superficial	17/06/2008	6,0	192	13,3	Muy débil	Blanda	Bicarbonatada	Cálcica magnésica
		04/06/2009	8,1	224	10,5	Ligera	Blanda	Bicarbonatada	Magnésico cálcica
		13/12/2010	7,4	242	11,1	Ligera	Blanda	Bicarbonatada	Cálcica magnésica
P12	curso superficial	17/06/2008	6,7	165	13,1	Muy débil			
P13	goteo	17/06/2008	7,4*	300		Ligera	Blanda	Bicarbonatada	Cálcica
		04/06/2009	7,6*	327		Ligera	Blanda	Bicarbonatada	Cálcica
		17/02/2010	8,4*	308		Ligera	Blanda	Bicarbonatada	Cálcica

* Dato medido en laboratorio

Tabla 10 (continuación).- Caracterización hidroquímica de las muestras de interior

NOMBRE	TIPO	FECHA	Ph	C,E,	Tª	MINERALIZACIÓN	DUREZA	ANIÓNICA	CATIÓNICA
P14	cascada	17/06/2008	6,3	218	12,9	Ligera	Media	Bicarbonatada	Cálcica
		04/06/2009	8,2	240	10,5	Ligera	Media	Bicarbonatada	Cálcica
		17/02/2010	7,3	291		Ligera	Blanda	Bicarbonatada	Cálcica
		13/12/2010	7,4	253	11,2	Ligera	Blanda	Bicarbonatada	Cálcica
P15	cascada	17/06/2008	6,7	204	12,6	Ligera			
		17/02/2010	7,1	287		Ligera	Media	Bicarbonatada	Cálcica magnésica
		13/12/2010	7,1	285	11,2	Ligera	Media	Bicarbonatada	Cálcica
P16	chorro	17/06/2008	6,3	196	12,7	Muy débil			
		13/12/2010	7,8	261	11,7	Ligera			
P17	chorro	17/06/2008	6,1	210	12,7	Ligera	Media	Bicarbonatada	Cálcica magnésica
		04/06/2009	8	229	10,5	Ligera	Media	Bicarbonatada	Cálcica magnésica
		17/02/2010	7,2	301		Ligera	Media	Bicarbonatada	Cálcica magnésica
		13/12/2010	7,9	270	11,6	Ligera	Media	Bicarbonatada	Cálcica magnésica
P19	chorro	17/06/2008	6,2	193	12,4	Muy débil			
P20	chorro	17/06/2008	6,6	222	12,8	Ligera			
		04/06/2009	7,7	247	10,5	Ligera	Blanda	Bicarbonatada	Cálcica magnésica
		17/02/2010	7,2	283		Ligera	Blanda	Bicarbonatada	Magnésico cálcica
		13/12/2010	8,0	277	11,8	Ligera	Blanda	Bicarbonatada	Cálcica magnésica
P21	curso superficial	17/06/2008	6,3	194	12,3	Muy débil	Blanda	Bicarbonatada	Cálcica
		04/06/2009	8,0	221	10,5	Ligera	Blanda	Bicarbonatada	Cálcica magnésica
		17/02/2010	7,2	291		Ligera	Blanda	Bicarbonatada	Cálcica magnésica
		13/12/2010	8	240	11,1	Ligera	Blanda	Bicarbonatada	Cálcica magnésica
P22	chorro	17/06/2008	6,2	212	12,3	Ligera			
P23	chorro	17/06/2008	6,3	204	12,4	Ligera			
P24	chorro	17/06/2008	6,2	203	14,1	Ligera			
P25	chorro	17/06/2008	6,9	204	14,4	Ligera			
		04/06/2009	8,2	211	10,5	Ligera	Blanda	Bicarbonatada	Magnésico cálcica
		17/02/2010	7,4	277		Ligera	Blanda	Bicarbonatada	Cálcica magnésica
		13/12/2010	8,0	240	11,1	Ligera	Blanda	Bicarbonatada	Cálcica magnésica
P26	chorro	17/06/2008	6,6	255	13,8	Ligera			
P27	chorro	17/06/2008	6,7	252	14,1	Ligera			
P28	curso superficial	30/06/2009	7,6	232	10,9	Ligera	Media	Bicarbonatada	Magnésico cálcica
P29	goteo	17/02/2010	7,5	330		Ligera	Media	Bicarbonatada	Cálcica magnésica
		13/12/2010	8,0	326	11,4	Ligera	Media	Bicarbonatada	Cálcica
P30	goteo	13/12/2010	7,6	386		Ligera	Media	Bicarbonatada	Cálcica magnésica
P31	choro	17/12/2010	7,4	340		Ligera	Media	Bicarbonatada	Cálcica

Tabla 11.- Caracterización hidroquímica de las muestras de exterior

NOMBRE	Formación	FECHA	pH	C.E.	MINERALIZACIÓN	DUREZA	ANIÓNICA	CATIÓNICA
1705.1.0008	Fm. Barcenaciones	21/05/08	7,96	346	Ligera			
		03/03/09	7,02	229	Ligera			
		27/10/09	7,95	349	Ligera			
		09/12/10	7,76	242	Ligera			
		12/04/11	6,99	398	Ligera			
1705.1.0016	Fm. Barcenaciones	21/05/08	8,10	366	Ligera			
		16/06/08	7,28	316	Ligera	Media	Bicarbonatada	Cálcica magnésica
		01/10/08	7,20	314	Ligera			
		03/03/09	7,29	259	Ligera			
		19/05/09	8,14	310	Ligera	Media	Bicarbonatada	Cálcica magnésica
		26/10/09	8,01	362	Ligera			
		03/03/10	8,25	360	Ligera	Media	Bicarbonatada	Cálcica magnésica
		09/12/10	7,98	267	Ligera	Blanda	Bicarbonatada	Cálcica
1705.1.0018	Fm. Reocín	20/05/08	6,80	272	Ligera			
		16/06/08	7,60	256	Ligera	Blanda	Bicarbonatada	Cálcica
		30/07/08	7,44	368	Ligera			
		01/10/08	7,48	326	Ligera			
		03/03/09	6,80	191	Ligera			
		19/03/09	7,10	264	Ligera			
		01/04/09	7,74	236	Ligera			
		19/05/09	8,24	269	Ligera	Media	Bicarbonatada	Cálcica
		26/10/09	7,73	380	Ligera			
		03/03/10	7,95	278	Ligera	Blanda	Bicarbonatada	Cálcica
		17/05/10	7,94	217	Ligera			
		09/12/10	7,76	303	Ligera	Media	Bicarbonatada	Cálcica
12/04/11	7,18	358	Ligera					
1705.1.0019	Fm. Patrocinio	21/05/08	7,22	613	Notable			
1705.2.0004	Fm. Reocín	02/03/09	7,36	253	Ligera			
		26/10/09	7,85	352	Ligera			

Tabla 11 (continuación).- Caracterización hidroquímica de las muestras de exterior

NOMBRE	Formación	FECHA	pH	C.E.	MINERALIZACIÓN	DUREZA	ANIÓNICA	CATIÓNICA
1705.2.0005	Fm. Reocín	20/05/08	7,60	505	Notable			
		27/10/09	7,49	521	Notable			
1705.2.0013	Buntsandstein	20/05/08	6,60	175	Muy débil			
		02/10/08	6,41	178	Muy débil			
		03/03/09	6,22	156	Muy débil			
		27/10/09	6,83	160	Muy débil			
		03/03/10	6,72	169	Muy débil			
		10/12/10	6,70	170	Muy débil			
		12/04/11	7,09	164	Muy débil			
1705.2.0014	Fm. Las Peñas	20/05/08	7,66	290	Ligera			
		02/10/08	7,38	316	Ligera			
		03/03/09	7,17	143	Muy débil			
		27/10/09	8,07	332	Ligera			
		09/12/10	7,59	145	Muy débil			
		12/04/11	7,36	134	Muy débil			
1705.2.0015	Fm. Reocín	20/05/08	8,70	349	Ligera			
		31/07/08	7,10	443	Ligera			
		03/03/09	7,35	245	Ligera			
		27/10/09	7,57	316	Ligera			
		03/03/10	7,69	315	Ligera			
		09/12/10	7,83	257	Ligera			
		12/04/11	6,98	380	Ligera			
1705.2.0016	Fm. Reocín	20/05/08	7,07	430	Ligera			
		16/06/08	7,02	392	Ligera	Media	Bicarbonatada	Cálcica
		31/07/08	7,40	422	Ligera			
		01/10/08	6,62	368	Ligera			
		03/03/09	7,06	369	Ligera			
		19/05/09	7,40	379	Ligera	Media	Bicarbonatada	Cálcica
		27/10/09	7,25	411	Ligera			
		03/03/10	7,24	423	Ligera	Media	Bicarbonatada	Cálcica
		10/12/10	7,29	372	Ligera	Media	Bicarbonatada	Cálcica
		12/04/11	7,20	401	Ligera			

Tabla 11 (continuación).- Caracterización hidroquímica de las muestras de exterior

NOMBRE	Formación	FECHA	pH	C.E.	MINERALIZACIÓN	DUREZA	ANIÓNICA	CATIÓNICA
1705.2.0017	Fm. Reocín	20/05/08	7,46	298	Ligera			
		03/03/09	7,34	268	Ligera			
		10/12/10	8,05	290	Ligera			
1705.2.0018	Fm. Reocín	20/05/08	8,96	313	Ligera			
		16/06/08	7,13	298	Ligera	Media	Bicarbonatada	Cálcica
		31/07/08	7,65	316	Ligera			
		01/10/08	6,64	314	Ligera			
		02/03/09	7,49	297	Ligera			
		19/03/09	7,38	259	Ligera			
		01/04/09	7,23	301	Ligera			
		19/05/09	8,26	288	Ligera	Media	Bicarbonatada	Cálcica magnésica
		26/10/09	7,82	337	Ligera			
		03/03/10	7,54	311	Ligera	Media	Bicarbonatada	Cálcica magnésica
		17/05/10	8,01	310	Ligera			
		09/12/10	7,98	303	Ligera	Media	Bicarbonatada	Cálcica
12/04/11	7,79	401	Ligera					
1705.2.0019	Fm. Las Peñasas	20/05/08	9,60	406	Ligera			
		31/07/08	7,97	645	Notable			
		19/05/09	8,20	351	Ligera			
		26/10/09	8,02	410	Ligera			
		03/03/10	7,61	516	Notable			
		09/12/10	7,91	255	Ligera			
		12/04/11	8,01	297	Ligera			
1705.2.0020	Fm. Reocín	20/05/08	7,73	445	Ligera			
		03/03/09	7,40	310	Ligera			
		27/10/09	7,78	420	Ligera			
		03/03/10	7,73	423	Ligera			
		09/12/10	7,59	307	Ligera			
		12/04/11	7,89	401	Ligera			
1705.2.0021	Fm. Reocín	01/10/08	7,24	236	Ligera			
		03/03/09	7,33	312	Ligera			
		27/10/09	7,08	208	Ligera			
		09/12/10	7,17	182	Muy débil			

Tabla 11 (continuación).- Caracterización hidroquímica de las muestras de exterior

NOMBRE	Formación	FECHA	pH	C.E.	MINERALIZACIÓN	DUREZA	ANIÓNICA	CATIÓNICA
1705.2.0023	Fm. Reocín	02/10/08	7,22	303	Ligera			
1705.2.0025	Fm. Reocín	02/10/08	7,34	321	Ligera			
		02/03/09	6,91	379	Ligera			
		18/05/09	7,77	354	Ligera	Media	Bicarbonatada	Magnésico cálcica
		26/10/09	7,69	383	Ligera			
		03/03/10	7,40	408	Ligera	Media	Bicarbonatada	Magnésico cálcica
		09/12/10	7,48	382	Ligera	Media	Bicarbonatada	Magnésico cálcica
		12/04/11	7,29	481	Ligera			
1705.2.0026	Fm. Reocín	02/03/09	7,50	336	Ligera			
1705.2.0027	Fm. Reocín	02/03/09	7,05	304	Ligera			
1705.2.0028	Fm. Reocín	02/03/09	7,14	284	Ligera			
1705.2.0029	Fm. Reocín	03/03/09	6,58	291	Ligera			
		09/12/10	7,33	340	Ligera			
		12/04/11	6,94	509	Notable			
1705.2.0030	Fm. Bielva	27/10/09	7,89	331	Ligera			
		13/04/11	4,67	342	Ligera			
1705.3.0010	Fm. Barcenaciones	02/10/08	7,02	362	Ligera			
		02/03/09	5,59	160	Muy débil			
		26/10/09	7,18	359	Ligera			
		03/03/10	7,32	354	Ligera			
		09/12/10	7,25	251	Ligera			
		12/04/11	5,09	426	Ligera			
1705.3.0011	Fm. Reocín	27/10/09	7,73	392	Ligera			

5.2.2.- Análisis químicos

Los resultados de los análisis químicos de todas las muestras tomadas en las sucesivas campañas figuran en el Anexo 3. Como ya se mencionó anteriormente, todos los análisis han sido realizados en los laboratorios del IGME en Tres Cantos, Madrid. Los componentes mayoritarios muestran valores similares en las muestras tomadas tanto en interior como en exterior, estando dentro de los rangos normales para aguas que han circulado por terrenos carbonatados o dolomíticos. La composición de las aguas es muy homogénea y, salvo en la concentración de magnesio, no se aprecia ninguna diferencia significativa entre los distintos valores obtenidos en las diferentes muestras atendiendo a su origen (es decir, en las de exterior, respecto a la formación de procedencia, y en las de interior, respecto a su naturaleza). Se puede establecer, en términos generales, que la concentración de magnesio es ligeramente superior en las muestras procedentes de goteos, mientras que la de calcio presenta un rango ligeramente superior en las muestras recogidas en las cascadas del interior de la cavidad (Figura 17).

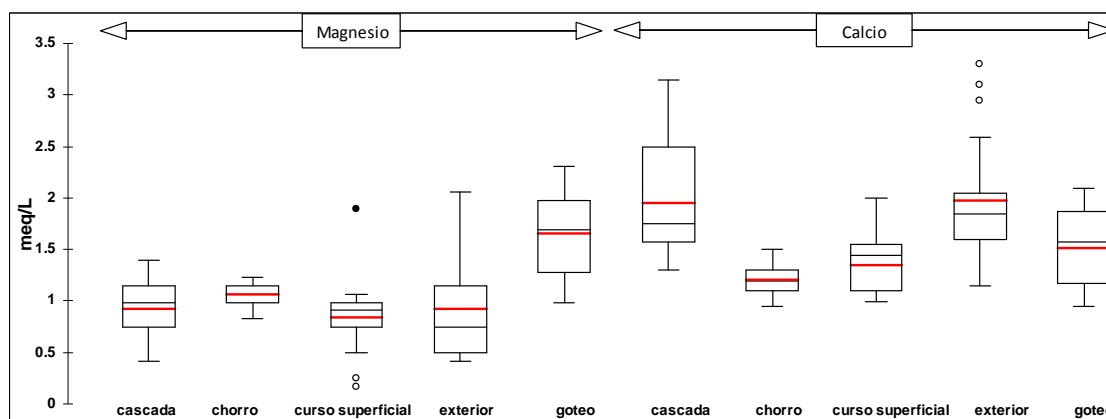


Figura 17.- Diagramas de cajas y bigotes relativos a la concentración de calcio y magnesio, atendiendo a su naturaleza.

Respecto a la concentración en elementos metálicos, el hierro y el zinc están presentes en todas las muestras, siendo su concentración ligeramente superior en las muestras tomadas en el exterior de la cavidad (Figura 18). El valor máximo analizado en ambos parámetros corresponde a una muestra tomada en la Galería Este (P25), en la campaña de junio de 2008, cuyo valor superó 1 mg/L de hierro y 2 mg/L de zinc.

Un aspecto que se considera de interés destacable es el parámetro DQO (demanda química de oxígeno), que se define, para cualquier sustancia tanto orgánica como inorgánica susceptible de ser oxidada mediante un oxidante fuerte, como la cantidad de oxidante consumida en este proceso, y se expresa, en términos de su equivalencia en oxígeno, en mg/L O₂. Tanto los constituyentes orgánicos como inorgánicos pueden ser oxidados; sin embargo, el componente orgánico predomina y es de mayor interés. Normalmente, este parámetro se emplea para establecer la posible contaminación orgánica de las aguas.

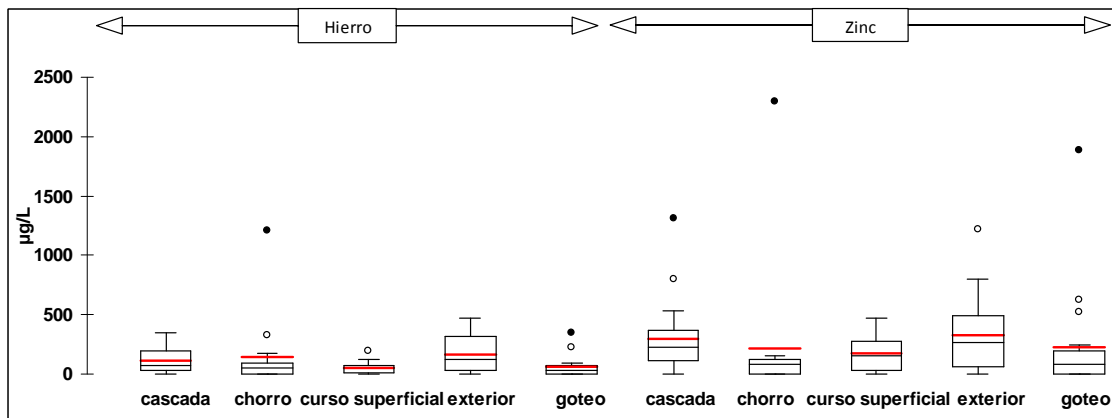


Figura 18.- Diagramas de cajas y bigotes relativos a la concentración de hierro y zinc, atendiendo a su naturaleza.

En las muestras analizadas, si bien en ningún caso se supera el valor establecido en la reglamentación vigente (RD. 140/2003) como parámetro indicador, cabe destacar que las aguas que entran en la cavidad a través de las cascadas muestran valores mayores, llegando a alcanzar un máximo de 4,3 mg/L en la cascada de la Sala del Órgano (P7), en la campaña de junio de 2008 (figura 19). No obstante, en alguna de las muestras tomadas en el exterior también se registraron valores próximos a los 4 mg/L.

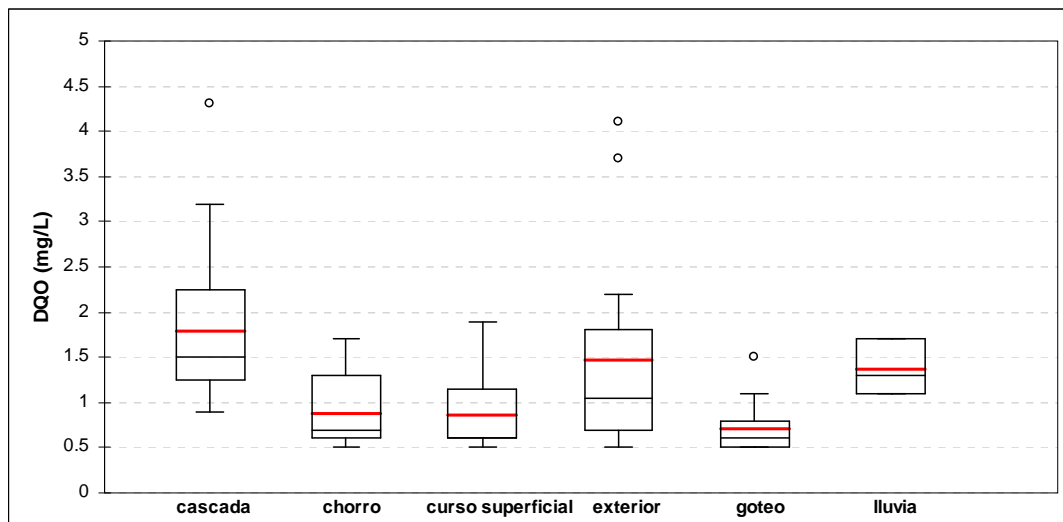


Figura 19.- Diagramas de cajas y bigotes relativos a la DQO, atendiendo a su naturaleza

5.3.- Estabilidad mineral

Los cálculos referentes a la estabilidad mineral se hicieron utilizando la base termodinámica PHREEQC-2, que constituye una modificación de Parkhurst *et al.* (1980). Aunque en el proceso de estudio se han incluido un amplio número de especies minerales, se reflejan únicamente aquellas en las que se han obtenido valores positivos en alguna de las campañas y se consideran significativas para la interpretación hidroquímica. En estado de equilibrio el valor del índice de saturación es igual a 0, valores positivos indican sobresaturación en la especie mineral considerada y valores negativos subsaturación. Estos estados no indican que se produzca precipitación o disolución de la especie mineral, ya que para que esto suceda son necesarias unas condiciones determinadas de presión y temperatura.

En las figuras 20 y 21 se han representado los valores del índice de saturación para las especies minerales calcita, dolomita y aragonito, realizándose un gráfico para cada uno de los puntos analizados. De las muestras de interior, todas ellas se encuentran sobresaturadas en calcita y dolomita, a excepción de los puntos P1, P11 y P13 (en las campañas de junio de 2008 y junio de 2009). La saturación en aragonito presenta valores positivos en las muestras tomadas en la cavidad, mientras que los puntos que surgen en la Galería Este están todos subsaturados en esta especie. Además se aprecia subsaturación en el punto situado en la Galería de la Sirena (P11). Las muestras del exterior de la cavidad están sobresaturadas en las tres especies minerales, a excepción del manantial Puente el Arrudo y el abrevadero de la Cueva del Soplao (Fuente de Miguel), que, salvo en la campaña de febrero de 2010, están subsaturadas en dolomita ambas y en aragonito la primera de ellas.

El segundo grupo de especies minerales estudiadas hace referencia a la goethita, hematites e hidróxido de hierro (figuras 20 y 21), estableciéndose que todas las muestras estudiadas están sobresaturadas en dichas especies.

5.4.- Caracterización isotópica

Un aspecto de interés para el estudio hidroquímico es el análisis del contenido en isótopos del agua. La existencia de fenómenos de fraccionamiento isotópico en los procesos de cambio de estado (vapor de agua a precipitación), junto con el carácter conservativo de los isótopos estables del agua, llevan a considerar que el estudio de la composición isotópica de un agua determinada presenta gran utilidad para la identificación de zonas de recarga, existencia de aguas de diferentes orígenes, discernimiento entre aguas superficiales y subterráneas y para la identificación de zonas de descarga de acuíferos profundos y de aguas de lenta renovación, así como otros aspectos de diferente índole. En este sentido, se ha analizado el agua procedente de las precipitaciones caídas en la zona, ya que éstas constituyen la principal recarga del acuífero y, por tanto, conforman todo el sistema hídrico subterráneo observable tanto en el interior como en el exterior de la cavidad, con la finalidad de ser comparadas con las características isotópicas de las aguas que llegan al interior de la cueva. Considerando las características hidrogeológicas del sistema, se ha estimado procedente analizar tres meses sucesivos de precipitación y, coincidiendo con el último, realizar una toma de muestras en cinco puntos en el interior.

La toma de muestras de precipitación se realizó siguiendo el programa propuesto por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) y la Organización

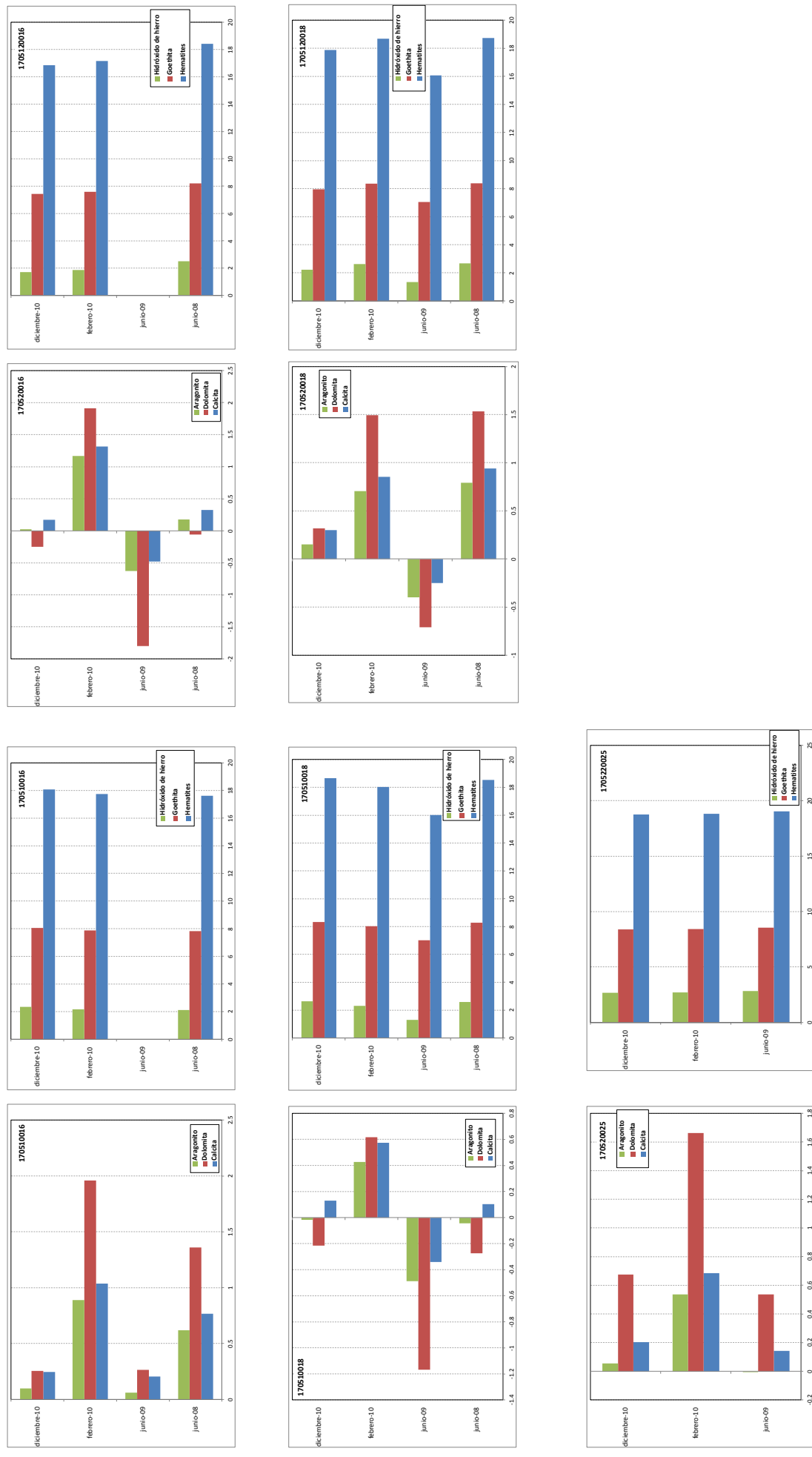


Figura 20.- Gráficos de estabilidad mineral correspondientes a las muestras de exterior

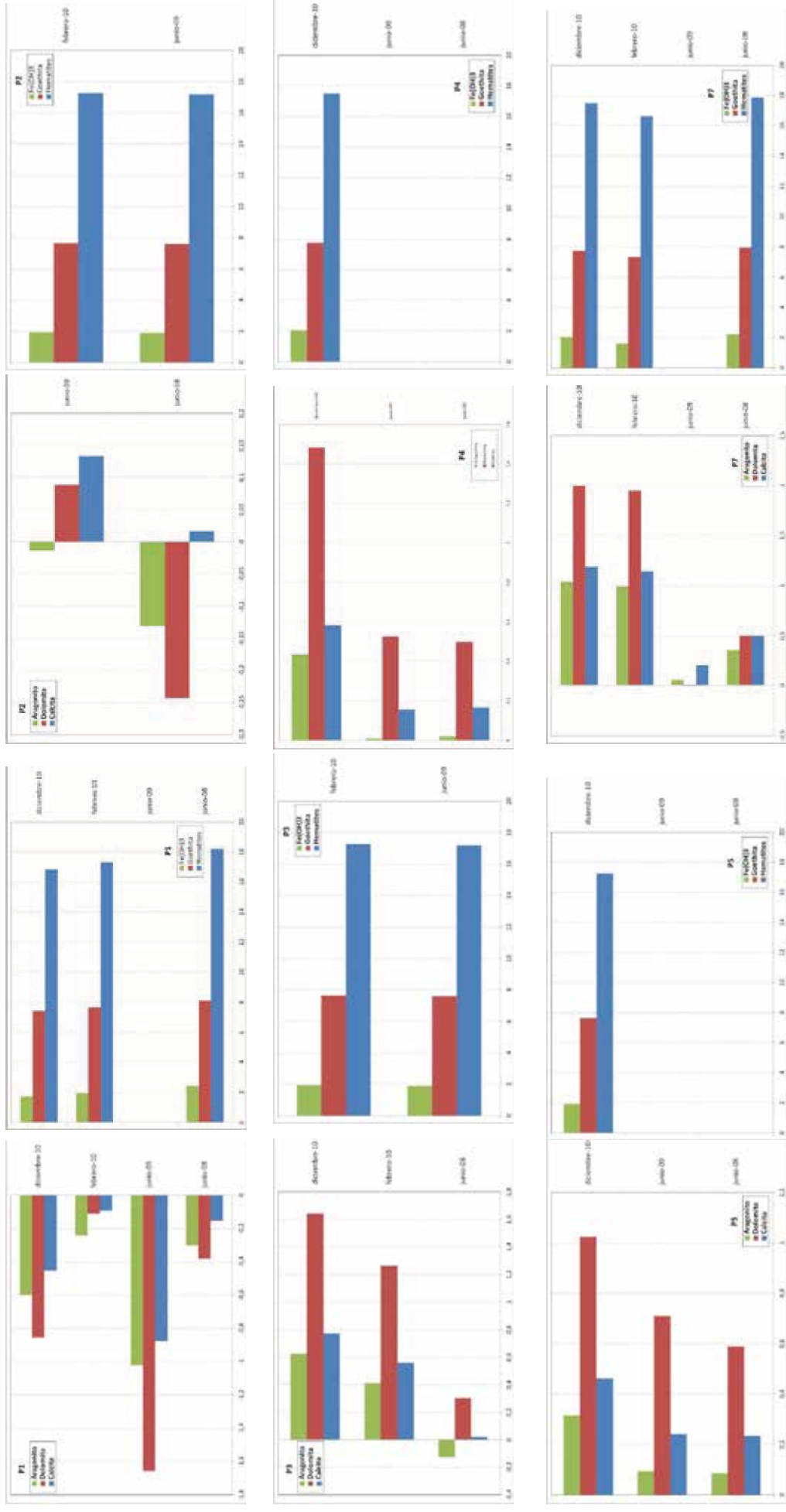


Figura 21.- Gráficos de estabilidad mineral correspondientes a las muestras de interior

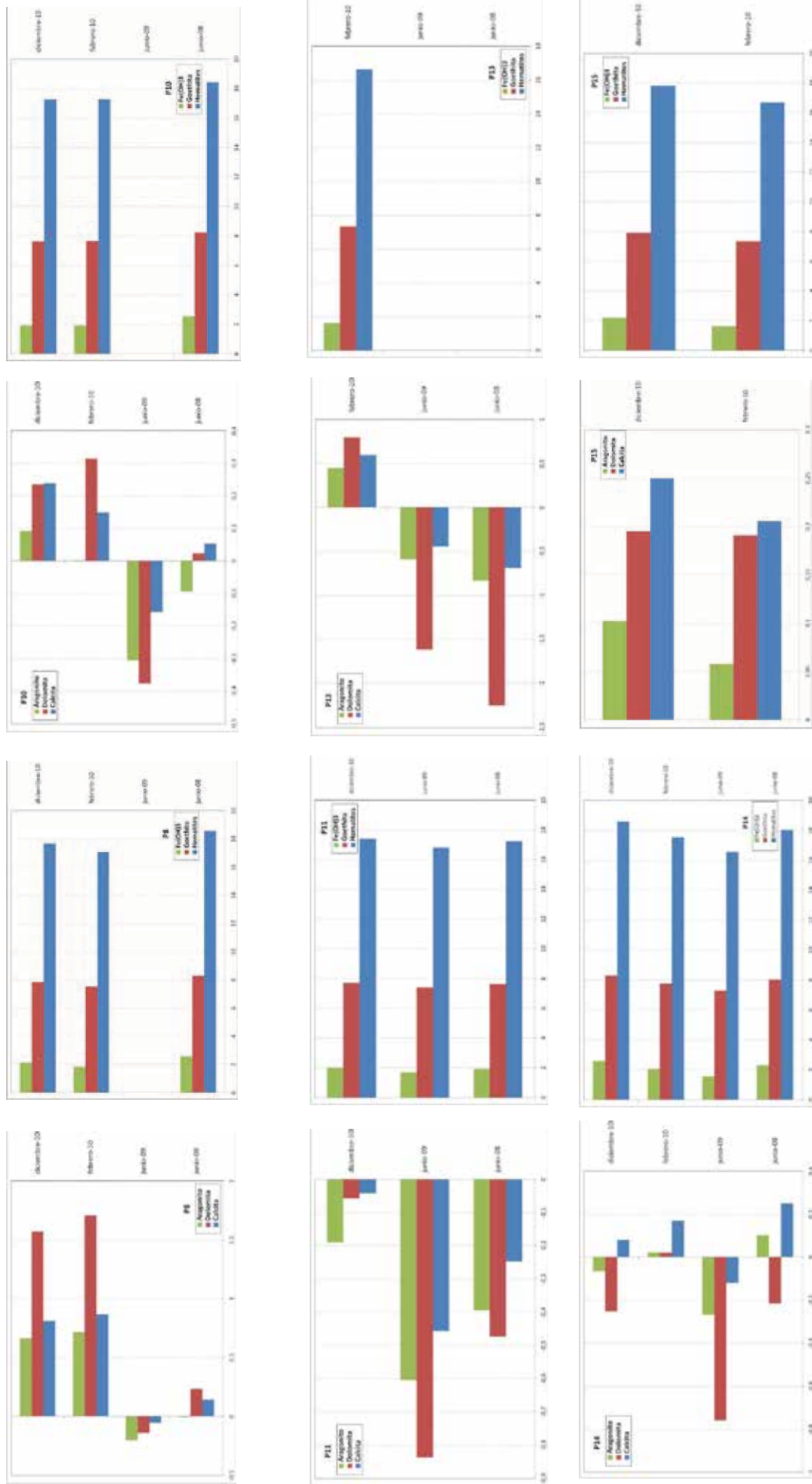


Figura 21 (continuación).- Gráficos de estabilidad mineral correspondientes a las muestras de interior

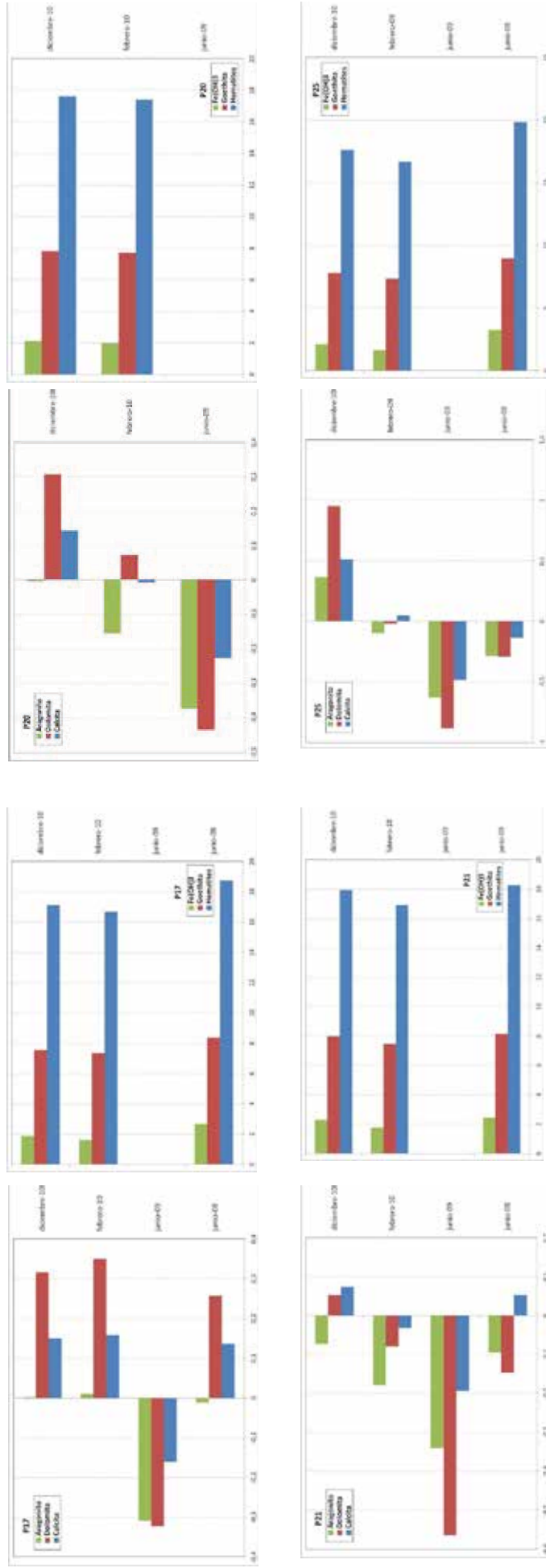


Figura 21 (continuación).- Gráficos de estabilidad mineral correspondientes a las muestras de interior

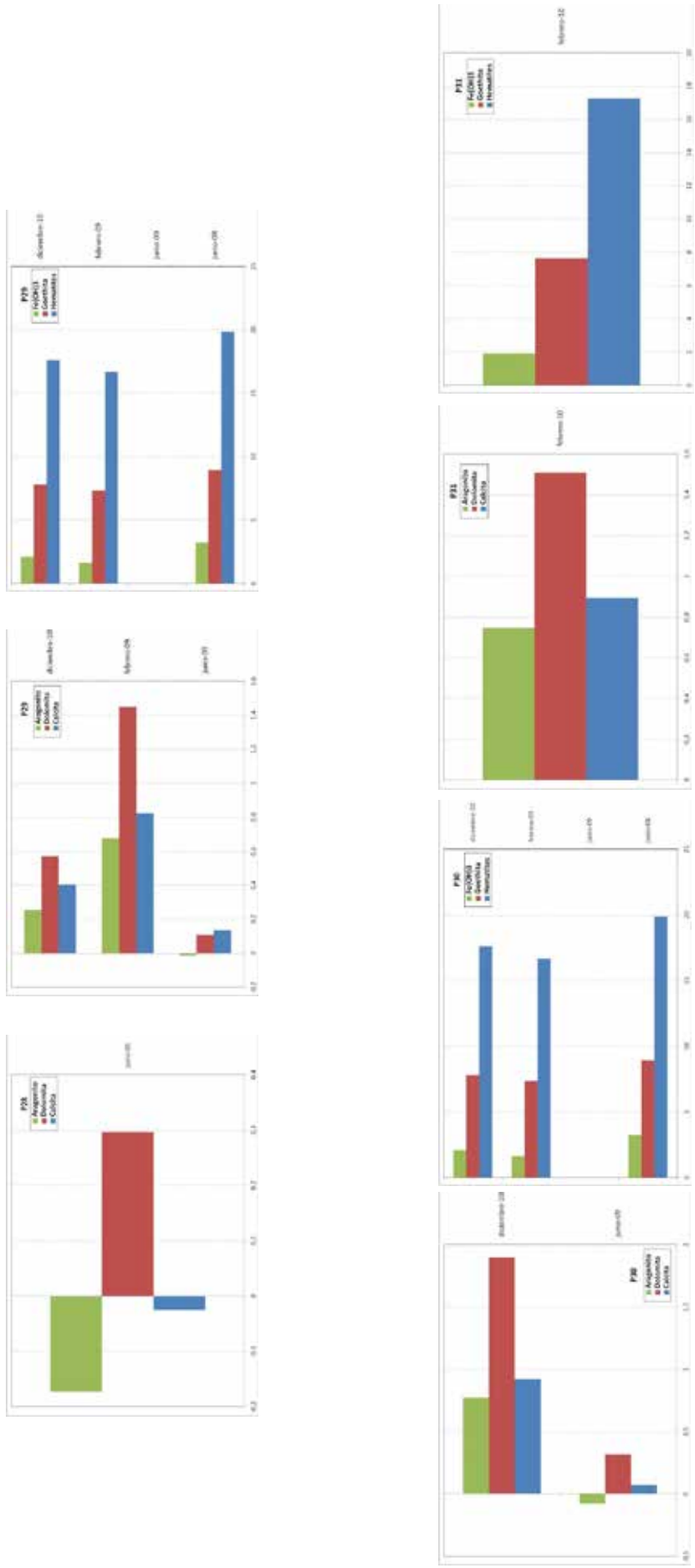


Figura 21 (continuación).- Gráficos de estabilidad mineral correspondientes a las muestras de interior

Meteorológica Mundial (OMM). En la tabla 12 se muestran los datos de la composición isotópica del agua de lluvia correspondiente a los meses abril, mayo y junio de 2009, junto con las temperaturas registradas en esas mismas fechas en el pluviómetro instalado sobre el tejado del edificio de servicios de la Cueva del Soplao.

Tabla 12.- Composición isotópica del agua de lluvia y temperaturas registradas en El Soplao

Ref. muestra lluvia	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	δD (‰)	T ^a media mensual (mm)
Abril 2009	- 7,01	- 42,7	8,1
Mayo 2009	- 4,31	- 19,1	11,5
Junio 2009	- 3,52	- 16,3	14,86

Al finalizar el mes de junio de 2009 se procedió a la recogida de muestras para análisis isotópico en el interior de la cavidad. Para ello se eligieron 5 puntos (figura 22) correspondientes a tres orígenes diferentes: goteos (P4, P29 y P30), cascada (P8) y curso superficial (P28). En la tabla 13 se muestran los datos relativos a la composición isotópica en estos puntos, indicando, además, su naturaleza y un valor de altura topográfica correspondiente a la cota en superficie de la proyección en vertical del punto de medida.

Tabla 13.- Composición isotópica de las aguas subterráneas del interior de la cavidad (fecha de muestreo: 30/06/2009)

Ref. muestra	ID	Naturaleza	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	Cota *	δD (‰)	$d = \delta\text{D} - 8\delta^{18}\text{O}$
ISO 1	P29	goteo	- 7,27	570	- 42,4	15,7
ISO 2	P4	goteo	- 6,81	618	- 39,6	14,9
ISO 3	P30	goteo	- 6,89	617	- 39,8	15,4
ISO 4	P28	curso superficial	- 7,42	653	- 43,3	16,0
ISO 5	P8	cascada	- 6,55	640	- 37,6	14,8

* Este valor corresponde a la cota en superficie tomada sobre la vertical del punto de muestreo

La estación termopluviométrica del Soplao, lugar en el que se recogieron las muestras para análisis isotópicos de la precipitación, está situada a una cota aproximada de 630 m s.n.m., en la zona más elevada del área de recarga. Las variaciones de los valores δD (‰) y $\delta^{18}\text{O}$ (‰) están relacionadas con las oscilaciones de temperatura acontecidas en cada periodo, con valores más negativos en los periodos fríos y húmedos (abril) y valores menos negativos en periodos más cálidos (mayo y junio). En la figura 23 se han representado los valores de δD (‰) y $\delta^{18}\text{O}$ (‰) tanto en la precipitación analizada como en las muestras tomadas en el interior de la cavidad, junto con la temperatura del agua de lluvia. El rango de variación del δD (‰) es mayor que el del $\delta^{18}\text{O}$ (‰), pero ambos parámetros presentan un comportamiento similar: a menor temperatura los valores de δD (‰) y $\delta^{18}\text{O}$ (‰) son más negativos, tanto en las muestras procedentes de la precipitación como en las tomadas en el interior de la cavidad. Por otra parte, se puede apreciar que los valores isotópicos del agua de la cueva están en consonancia con los de la lluvia del mes de abril; únicamente difieren en cierta medida

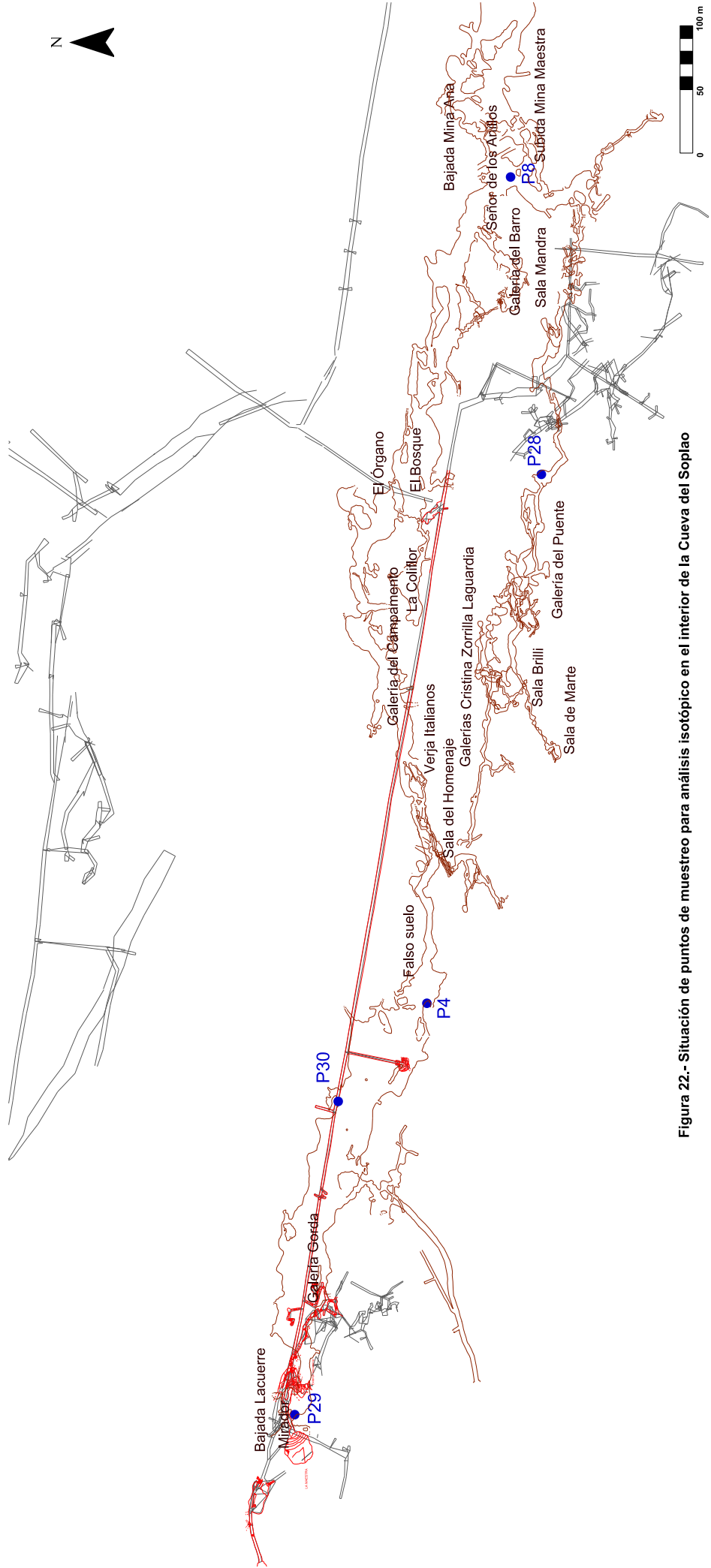


Figura 22.- Situación de puntos de muestreo para análisis isotópico en el interior de la Cueva del Soploac

el punto P8 (ISO 5), que muestra una señal isotópica acorde con una temperatura mayor, y el P28 (ISO 4), acorde con una temperatura menor.

El exceso de Deuterio (d), definido por la ecuación $d = \delta^2\text{H} - 8\delta^{18}\text{O}$, es un parámetro importante en la descripción de los datos isotópicos, ya que es un indicador de los procesos de evaporación acontecidos y, por tanto, del déficit de humedad relativa existente. Según Plata (1994), la mayor parte de las precipitaciones que tienen lugar en la vertiente atlántica (y, por lo tanto, en la zona estudiada) proceden del vapor generado en zonas próximas a las Islas Azores, donde, debido a la situación anticiclónica que reina durante la mayor parte del año, existe un déficit de humedad relativa. La ecuación de dicha recta tiene la siguiente expresión: $\delta^2\text{H} = (7,09 \pm 0,24) \delta^{18}\text{O} + (4,58 \pm 4,89)$.

La composición isotópica típica de las precipitaciones que se producen en la mayor parte de la Península Ibérica se encuentra a la izquierda de la Línea Mundial de las Aguas Meteoricas, dando excesos de deuterio comprendidos entre el 12‰ y 17‰. En Meléndez y Rebollar (2006) se propone una recta representativa de las precipitaciones en la región asturiana, que presenta la expresión $\delta^2\text{H} = 8 \delta^{18}\text{O} + 13,7\text{‰}$, siendo 13,7 el valor del exceso de deuterio. Valores más bajos (inferiores a 12‰) de este parámetro indicarían presencia de procesos de evaporación significativos.

Los datos de exceso de deuterio obtenidos para la precipitación oscilan entre 11,7‰, en el mes de junio, y 15,30‰, en el mes de mayo, con un valor intermedio para el mes de abril (13,3‰). La lluvia de junio, que corresponde con el mes más caluroso de los muestreados (14,9 °C de media), presenta el valor más bajo, indicando, por tanto, una mayor evaporación. Sin embargo, en el mes de mayo, aunque la temperatura media mensual es de 11,5 °C, el valor del exceso de deuterio no se corresponde con la presencia de procesos de evaporación. Este hecho puede ser debido a que en dicho mes el volumen de precipitación fue sensiblemente mayor, y, por tanto, el efecto cantidad contrarresta el efecto de la evaporación, es decir, que los eventos de lluvias más intensas están más empobrecidos en δD (‰) y $\delta^{18}\text{O}$. Otra posible causa es que la mayor parte de la evapotranspiración se produzca en forma de transpiración, en la que no se modifica la señal isotópica.

En el gráfico de la Figura 24 se han representado los pares de valores $\delta^{18}\text{O} - \delta\text{D}$ de la precipitación recogida en el Territorio del Soplao, junto con la Recta Meteorica Mundial (RMM), la recta de regresión calculada por Plata (1994) para las precipitaciones de procedencia atlántica, la calculada con los datos de la Red Global de Isótopos en la Precipitación (GNIP) (IAEA/WMO, 2004) para la estación de Santander (años 2000-2006), así como la propuesta para la región asturiana. En ella se puede observar que la recta de Santander presenta un exceso de deuterio ligeramente superior al de la RMM, si bien algo inferior al obtenido para la recta de Asturias. También se aprecia que los datos de precipitación obtenidos en el Territorio del Soplao se engloban en la nube de los puntos de la estación de Santander, por lo que se pueden considerar representativos. Se aprecia claramente que en los meses más cálidos los valores son menos negativos, mientras que en el resto, aunque la variabilidad es mayor, predominan los valores más negativos.

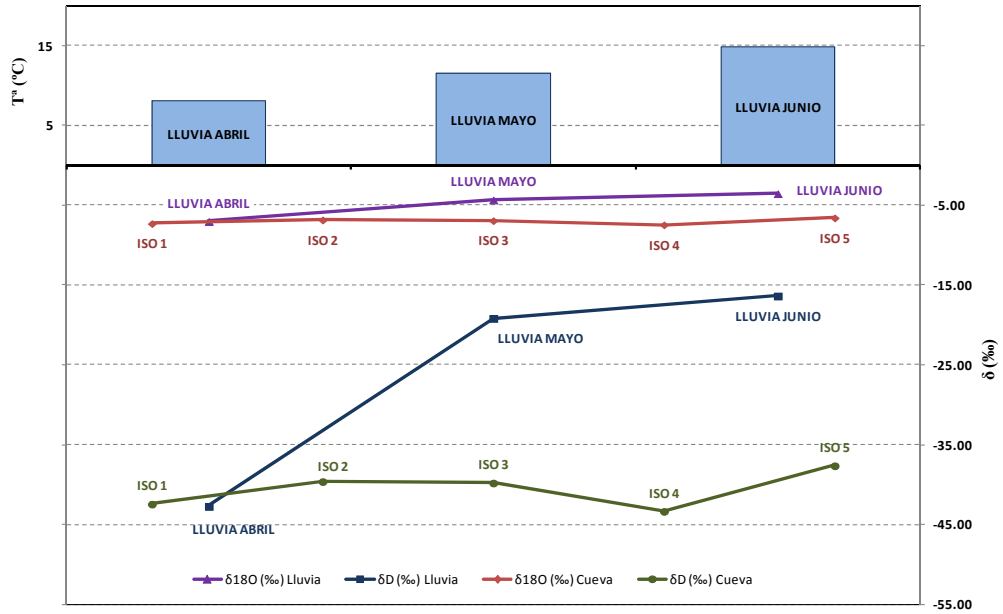


Figura 23.- Comparación de los valores de $\delta^{18}\text{O}$ (‰) y δD (‰) con la temperatura de en la precipitación.

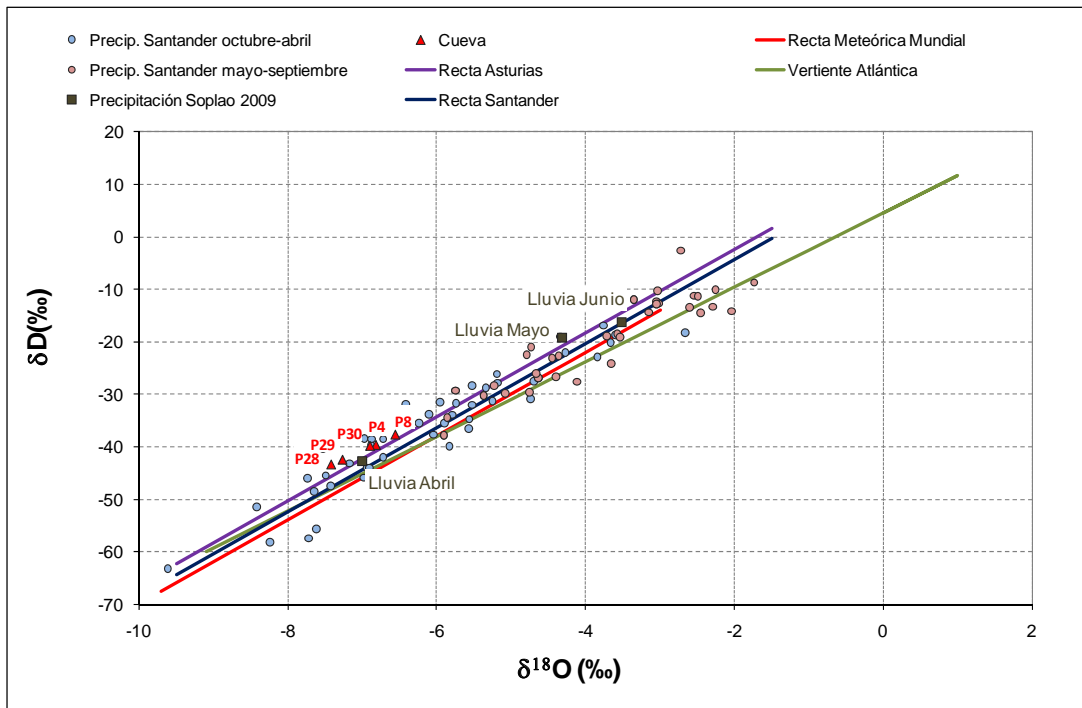


Figura 24.- Diagrama $\delta^{18}\text{O}$ - δD

Como se indicó anteriormente, el estudio isotópico de la precipitación permite realizar una comparación con la señal isotópica de las aguas subterráneas presentes en el interior de la cavidad. Esta comparación permite establecer que los contenidos isotópicos del agua subterránea recolectada en el mes de junio están más próximos a la impronta del mes de abril que a la de los meses más cálidos (Figura 24). Por lo tanto, se considera que el tiempo de tránsito desde que cae la precipitación hasta que accede al interior de la cavidad es de al menos dos-tres meses, como término medio. En los goteos (P4, P29 y P30) el tiempo de tránsito debe ser mayor, ya que presentan valores más negativos, es decir, los puntos están situados hacia el sector de temperaturas más bajas, mientras que el punto procedente de la cascada (P8), está más cerca del sector de temperaturas más cálidas, hecho que se asimila a un tiempo de respuesta menor. El agua muestreada en el punto P28 se corresponde con un curso superficial que recoge las aguas procedentes de distintos orígenes; su composición isotópica muestra que se trata de aguas que se han infiltrado predominantemente en meses más fríos, por lo que se establece que en ese sector predominan las aguas de circulación lenta.

Por otra parte, los valores de exceso de deuterio permiten establecer que no se ha producido un fraccionamiento isotópico como consecuencia de procesos de evaporación importante, acorde con una percolación rápida a través del terreno kárstico, sin que el agua permanezca expuesta a las condiciones atmosféricas.

5.5.- Interpretación hidroquímica

El agua presente en la cavidad entra a ella por diferentes accesos: puede penetrar en la misma a través de vías de circulación rápida, entre las que se encuentran las cascadas y los denominados chorros, o mediante una circulación lenta, en puntos de goteo. En las cascadas el agua entra desde el techo, y se considera que están relacionadas directamente con dolinas o sumideros kársticos; los chorros pueden ser de origen natural (manantiales) o antiguos barrenos que han constituido una surgencia permanente de agua. En los puntos de goteo la velocidad de circulación del agua es mucho menor. Además, se han diferenciado algunos cursos superficiales que discurren por el suelo de las galerías y conductos, canalizando las aguas presentes para después incorporarlas a la zona saturada del acuífero. El otro gran grupo de surgencias considerado lo constituyen los puntos de agua seleccionados en el exterior de la cavidad, que constituyen drenajes del acuífero y de otras formaciones geológicas situadas a techo y a muro del mismo.

En primer lugar, se establece que la composición química de las aguas es muy homogénea, no habiéndose encontrado diferencias significativas entre las muestras tomadas en el interior de la cavidad y las muestreadas en los puntos de exterior. Los rangos de los elementos mayoritarios, así como los de los minoritarios y traza, están en el mismo orden de magnitud. La única diferencia que se ha podido determinar es la presencia de un mayor contenido en hierro y zinc en el agua que surge de los manantiales del exterior de la cavidad. Este hecho puede deberse a que en el exterior se produce una mayor oxidación de las formaciones expuestas a la intemperie, por lo que el agua incorpora a su paso a través de los materiales un mayor contenido de estos elementos.

Respecto a las características de las aguas en el interior de la cavidad, cabe indicar que la especie aniónica predominante es el bicarbonato, mientras que entre las catiónicas destacan el calcio y el magnesio. En los gráficos de dispersión de la figura 25 se puede apreciar una buena correlación de los iones bicarbonato – calcio + magnesio y una nube dispersa cuando sólo se añade como especie catiónica el calcio.

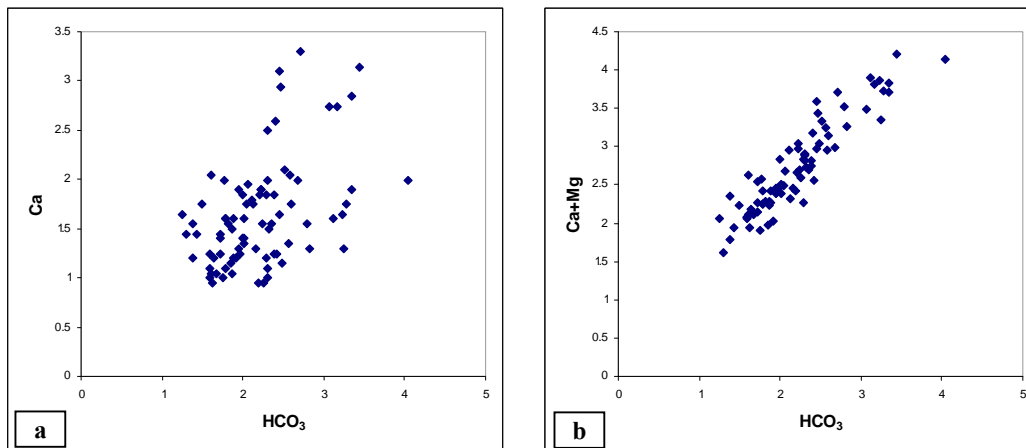


Figura 25.- Diagramas de dispersión del anión bicarbonato frente al calcio (a) y al calcio + magnesio (b).

Entre las muestras del interior se aprecia una ligera diferencia en lo que se refiere a la concentración del parámetro DQO, siendo ligeramente superior en el agua que entra a la misma a través de cascadas, con valores variables que oscilan entre 0,9 y 4,2 mg/L. Este parámetro está relacionado con la concentración de materia orgánica que presentan las aguas, y es un indicador de una posible contaminación orgánica. El agua que entra a través de las cascadas procede de aportes directos del exterior, sin un filtrado previo, propiciando una mayor concentración de materia orgánica proveniente del lavado del suelo y de la escorrentía subsuperficial. También se encuentran valores relativamente elevados de este parámetro en algunas de las muestras tomadas en el exterior, relacionadas con campañas realizadas en épocas de lluvias.

Por otra parte, también se aprecia una ligera diferencia en la concentración de magnesio, de tal forma que en las muestras que proceden de goteos es ligeramente superior, lo que probablemente se relaciona con la circulación más lenta a través de esta vía de acceso de agua.

La calidad del agua que penetra en la cavidad y circula a través de ella para después incorporarse al flujo subterráneo está relacionada con las vías de acceso; cuando el agua accede a través de sumideros (cascadas) no existen ningún filtrado, y, por lo tanto, son más vulnerables a la contaminación, mientras que la circulación a través de los goteos propicia el filtrado de la posible contaminación orgánica y favorece la disolución de los materiales.

Por otra parte, los datos isotópicos han permitido establecer un tiempo de tránsito mínimo de, al menos, dos meses desde que cae la precipitación hasta que circula por el interior de la cavidad. Los goteos muestreados en junio presentan una impronta isotópica más acorde con meses más fríos, por lo que se considera un tiempo de tránsito

mayor, mientras que en la única cascada muestreada se aprecia que, aunque la circulación es rápida, se produce un porcentaje de mezcla con aguas de circulación más lenta o bien un cierto recorrido a través del suelo y/o la formación, lo que hace que la marca isotópica se corresponda con meses más fríos del muestreado, es decir, con un tiempo de tránsito de menos de dos meses.

Se considera importante destacar que en la actualidad no se han detectado focos de contaminación en el área en el que se infiltran las aguas que posteriormente surgen en el interior, propiciando su buena calidad en lo que respecta a los parámetros analizados. Una buena calidad de las aguas en la cavidad es fundamental para la conservación del patrimonio natural que constituye la Cueva del Soplao, por lo que se considera de gran interés que se proteja el área evitando cualquier tipo de actividad potencialmente contaminante.

6.- CONSIDERACIONES FINALES

En el área de estudio denominada Territorio del Soplao se sitúan distintas formaciones geológicas de edades Triásico y Cretácico, de las que cuatro de ellas (*Rábago, Umbrera, Reocín y Barcenaciones*) presentan permeabilidades secundarias variables, de medias a altas, por fisuración y/o karstificación de las calizas, dolomías, calizas margosas o calcarenitas que las forman. De ellas, las calizas y dolomías de la *Formación Reocín*, en la que se localiza la Cueva del Soplao, constituyen lo que se denomina en esta memoria el *acuífero de La Florida*.

En estado natural, antes del comienzo de la actividad minera en esta zona, este acuífero se alimentaba fundamentalmente del agua procedente de la lluvia útil que, tras precipitarse sobre la superficie aflorante de la *Formación Reocín*, se infiltraba a través de las distintas fracturas y morfologías kársticas hasta incorporarse a la masa de agua subterránea existente en dicho acuífero. Las descargas se realizaban, de forma puntual, a través de los distintos manantiales que surgían en esta formación, y, de forma difusa, hacia los cursos de agua que constituyen la red de drenaje natural del acuífero, como son el río Nansa y el arroyo Bustriguado.

La karstificación de los materiales producida a lo largo de millones de años en el seno de esta formación geológica dio lugar a la formación de la Cueva del Soplao, con un desarrollo mayoritariamente horizontal. La disolución de los materiales carbonatados que dio lugar a la red de conductos y galerías que forman el karst está ligado a un control predominantemente estratigráfico, y, en menor medida, a favor del diaclasado. El proceso de karstificación que dio origen al conjunto de galerías que se conoce como Cueva del Soplao evolucionó de forma que en la actualidad esta cavidad se encuentra localizada en la zona vadosa del acuífero.

Aunque la zona de estudio, denominada Territorio del Soplao, está limitada entre los cauces del arroyo Bustriguado y el río Nansa, la extensión del acuífero se pueden continuar tanto al este como al oeste. La recarga tiene lugar a través de las precipitaciones caídas sobre los afloramientos permeables de la *Formación Reocín*, y el agua procedente de la lluvia se infiltra a través de las distintas fracturas y morfologías kársticas, circula por el epikarst y se incorpora a las aguas subterráneas del acuífero. El área de recarga, como consecuencia de la aparición de la actividad minera, en principio como minería de exterior (con zanjonos y calicatas como obras más significativas) y posteriormente como minería de interior (con la construcción de un pozo vertical y socavones o bocaminas de acceso, además de una red de galerías, chimeneas, coladeros, etc.) se ha visto modificada, de tal forma que se han creado nuevas vías de infiltración preferente del agua desde el exterior, y se ha reducido, en sectores, la capa superior del suelo. En conjunto, estas modificaciones actúan reduciendo el tiempo de tránsito desde que cae la precipitación hasta que alcanza el acuífero y aumentando el volumen de agua infiltrada. La peculiaridad de sus materiales permite que la tasa de recarga generada por las precipitaciones pueda ser considerada de media a alta, valorándose en un 45% de la precipitación útil registrada en la zona.

En su estado natural, la descarga del acuífero se produce de forma puntual a través de un cierto número de manantiales, entre los que destaca, por su caudal y estabilidad, el de Puente El Arrudo, situado en las proximidades del río Nansa. De forma difusa lo hace mediante las descargas a los cursos de agua que atraviesan la

formación en aquellos tramos en los que acuífero y río se intersectan. De forma artificial, el drenaje del epikarst en el sector de la Cueva del Soplao se realiza, en su mayor parte, a través de las galerías de Cereceo que tienen su salida al exterior por la bocamina del mismo nombre; por otra parte, el sector oriental del acuífero, no conectado con la Cueva del Soplao ni con las labores mineras de La Florida, se drena a través de dos sondeos surgentes y de la bocamina de Runaz, que constituyen otras vías de descarga artificial del acuífero de mucha menor cuantía. La descarga directa del acuífero generada a través de los diferentes puntos ya mencionados constituye una cuarta parte de la recarga total, confiriendo un balance hídrico positivo al mismo.

La actividad minera generó una red antrópica de galerías subterráneas que se unió, en un momento determinado del avance de la explotación minera, con las grutas y conductos de la Cueva del Soplao, combinándose entonces la existencia de un karst natural con la creación artificial de otro gran número de galerías, que multiplicó la capacidad de recogida y transporte de agua en la zona no saturada del acuífero. Desde el momento en el que las galerías mineras calaron a los conductos kársticos el agua empezó a circular indistintamente por la red de conductos naturales y galerías mineras, de forma que ambas se consideran una única red de circulación del agua a través de la cavidad, conformando la zona vadosa del *acuífero de La Florida* en este sector. El agua que accede a esta zona entra en ella por diferentes vías; de este modo, puede penetrar en la misma a través de vías de circulación rápida, entre los que se encuentran las cascadas y los denominados chorros, o mediante una circulación lenta, en forma de puntos de goteo. En las cascadas el agua entra desde el techo y se considera que están relacionadas directamente con dolinas, sumideros kársticos o antiguas explotaciones mineras; los chorros pueden ser de origen natural (manantiales) o antiguos barrenos que han constituido una surgencia permanente de agua. En los puntos de goteo la velocidad de circulación del agua es mucho menor. Por otra parte, existen cursos superficiales que discurren por el suelo de las galerías, canalizando las aguas presentes para después incorporarlas a la zona saturada o volver a surgir al exterior, como es el caso del agua drenada a través de la bocamina de Cereceo.

Para la realización del estudio hidroquímico de las aguas presentes en el sistema se han llevado a cabo sucesivas campañas de toma de muestras tanto en las surgencias del interior de la cavidad como en el exterior. La interpretación de los resultados analíticos ha permitido establecer que la composición química de las aguas es muy homogénea, no habiéndose encontrado diferencias significativas entre las muestras tomadas en el interior de la cavidad y las muestreadas en los puntos de exterior. Los rangos de los elementos mayoritarios, así como de los minoritarios y traza están en el mismo orden de magnitud. La única diferencia que se ha podido determinar es la presencia de un mayor contenido en hierro y zinc en el agua que surge de los manantiales del exterior de la cavidad. Este hecho puede deberse a que en el exterior se produce una mayor oxidación de las formaciones expuestas a la intemperie, por lo que el agua incorpora a su paso a través de los materiales un mayor contenido de estos elementos. La facies iónica del agua es bicarbonatada, y entre las especies catiónicas predominan el calcio y el magnesio, de tal forma que, dependiendo de los sectores o del origen del agua, o bien el calcio es el mayoritario y el magnesio no sobrepasa el 25% o bien ambas especies catiónicas superan este porcentaje y se hallan en proporción variable. En las muestras que proceden de goteos la concentración de magnesio es ligeramente superior, debido a una circulación más lenta a través de esta vía de acceso de agua.

Un aspecto a destacar hace referencia al parámetro DQO, que está relacionado con la concentración de materia orgánica que presentan las aguas, y es un indicador de posible contaminación orgánica, siendo ligeramente superior en el agua que entra en la cavidad a través de cascadas así como en el agua muestreada en el exterior. El agua que entra a través de las cascadas procede de aportes directos del exterior, sin un filtrado previo, propiciando una mayor concentración de materia orgánica proveniente del lavado del suelo y de la escorrentía subsuperficial.

Por otra parte, también se aprecia una ligera diferencia en la concentración de magnesio, de tal forma que en las muestras que proceden de goteos es ligeramente superior, hecho probablemente relacionado con la circulación más lenta a través de esta vía de acceso de agua.

La calidad del agua que penetra en la cavidad y circula a través de ella para después incorporarse al flujo subterráneo está relacionada con las vías de acceso; cuando el agua accede a través de sumideros (cascadas) no existen ningún filtrado, y, por lo tanto, es más susceptible de contaminarse, mientras que la circulación a través de los goteos propicia el filtrado de la posible contaminación orgánica y favorece la disolución de los materiales.

Por otra parte, los datos isotópicos han permitido establecer un tiempo de tránsito mínimo de al menos dos meses desde que cae la precipitación hasta que circula por el interior de la cavidad. Los goteos muestreados en junio presentan una impronta isotópica más acorde con meses más fríos, por lo que se considera un tiempo de tránsito mayor. En la única cascada muestreada se aprecia que, aunque la circulación es rápida, se produce un porcentaje de mezcla con aguas de circulación más lenta o un cierto recorrido a través del suelo y/o la formación, lo que hace que la marca isotópica se corresponda con meses más fríos del muestreado, es decir, con un tiempo de tránsito de menos de dos meses.

Se considera importante destacar que en la actualidad no se han detectado focos de contaminación en el área en el que se infiltran las aguas que posteriormente surgen en el interior, propiciando su buena calidad en lo que respecta a los parámetros analizados. Una buena calidad de las aguas en la cavidad es fundamental para la conservación del patrimonio natural que constituye la Cueva del Soplao, por lo que se considera de gran interés que se proteja el área evitando cualquier tipo de actividad potencialmente contaminante.

7.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barnolas, A. y Pujalte, V. (Eds.). 2004.- *Capítulo 3: La Cordillera Pirenaica*. En: Vera, J.A. (Ed. principal). *Geología de España*. SGE, IGME. 231-343.

DGOH-IGME. 1988.- *Estudio de delimitación de unidades hidrogeológicas del territorio peninsular e Islas Baleares y síntesis de sus características*. Informe 2505. Servicio Geológico. Madrid.

Feuillée, P. y Rat, P. 1971.- *Estructures et paléogéographies pyrénéo-cantabriques*. En : *Histoire structurale du Golfe de Gascogne*. Editions Technip. VI-V, 1-48. Paris.

Global Network of Isotopes in Precipitation (GNIP).- Página web:
http://www-naweb.iaea.org/naweb/ih/IHS_resources_gnip.html

Gradstein, F.M. 2004.- *A geologic time scale*. Universitetet i Oslo, Purdue University (Indiana), University of Cambridge. ISBN 9780521786737.

Hem, J. 1970.- *Study and interpretation of the chemical characteristics of natural waters*. U. S. Geological Survey, paper 1473.

Hines, F.M. 1985.- *Sedimentation and tectonics in north-west Santander*. En: Milá, M.D. y Rosell, J. (eds.). 6th European Regional Meeting. *Excursion Guidebook*. International Association of Sedimentologists, 371-398.

IAEA/WMO. 2004.- Global Network of Isotopes in Precipitation. The ENIP Database. Accesible at: <http://isohis.iaea.org>

IGME. 1984.- *Plan Nacional de Investigación de Aguas Subterráneas. Los sistemas hidrogeológicos de Cantabria. Sus recursos en aguas subterráneas, utilización actual y posibilidades futuras*. Colección Informe. Servicio de Publicaciones. Ministerio de Industria y Energía. Madrid.

IGME-INYPSA. 1988.- *Estudio sedimentológico aplicado a los yacimientos minerales del Urganiano de Cantabria en las áreas de San Vicente de la Barquera y Sector Oriental*. Centro de Documentación. IGME. Madrid.

Lloyd, J.W. y Heathcote, J.A. 1985.- *Natural inorganic hydrochemistry in relation to groundwater*. Clarendon Press. Oxford.

MMAMRM. 2009. *Capas oficiales de información*. Subdirección General de Planificación Hidrológica y Uso Sostenible del Agua. Dirección General del Agua. Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino. Madrid.

Meléndez, M. y Rebollar, A. 2006.- *Caracterización isotópica de las aguas subterráneas del Principado de Asturias*. En: López Geta, J.A.; Fernández Rubio, R. Y Ramos, G. (Eds.). *Las aguas subterráneas en los países mediterráneos*. Publicaciones del Instituto Geológico y Minero de España. Serie: Hidrogeología y Aguas Subterráneas (17), 85-88. Madrid. ISBN 84-7840-631-X.

- Najarro, M.; Rosales, I., y Martín-Chivelet, J. 2007.- *Sedimentological and diagenetical studies in Early Cretaceous carbonates as indicators of environmental change: the prelude of the early Aptian Oceanic Anoxic Event (OAE 1a)*. Geophysical Research Abstracts. Vol. 9, EGU 2007-A-09054.
- Najarro, M.; Rosales, I., y Martín-Chivelet, J. 2007.- *Evolución de la plataforma carbonatada de La Florida durante el rifting del Cretácico Inferior (Aptiense, NO de Cantabria)*. Volumen Monográfico de la II Semana de Jóvenes Investigadores del IGME, 123-128.
- Najarro, M. y Rosales, I. 2008.- *Disoluciones e incrustaciones ferruginosas asociadas al OAE 1a en la plataforma carbonatada de La Florida (NO de Cantabria)*. Geogaceta, 44, 199-202.
- Najarro, M.; Peñalver, E.; Rosales, I.; Pérez de la Fuente, R.; Daviero-Gómez, V.; Gómez, B. y Delclós, X. 2009.- *Unusual concentration of Early Albian arthropod bearing amber in the Basque-Cantabrian Basin (El Soplao, Cantabria, Northern Spain): Palaeoenvironmental and palaeobiological implications*. Geologica Acta 7(3): 363-387.
- Parkhurst, D.L.; Thorstenson, D.C. y Plummer, L.N. 1980.- *PHREEQE – A computer program for geochemical calculations*. U. S. Geological Survey. Water-Resources Investigations Report 80-96, p. 195. (Revised and reprinted August, 1990).
- Plata, A. 1994.- *Composición isotópica de las precipitaciones y aguas subterráneas de la Península Ibérica*. CEDEX (Monografías, Serie Azul).
- RD. 140/2003.- *Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano*. BOE del 21.02.2003. Accesible en: <http://www.boe.es/boe/dias/2003/02/21/pdfs/A07228-07245.pdf>
- Rosales, I.; Najarro, M.; Moreno-Bedmar, J.A.; de Gea, G.A., y Company, M. 2009.- *High-resolution chemo- and biostratigraphic records of the Early Aptian Oceanic Anoxic Event in Cantabria (Northern Spain)*. Geochimica et Cosmochimica Acta Awards Ceremony Speeches and Abstracts of the 19th Annual V.M. Goldschmidt. 73, 13. Supp. 1, A 1118.
- Samper, J. y García Vera, M.A. 1992. Manual de usuario del programa BALAN-8. Dpto. de Ingeniería del Terreno. E. T. S. de Ingenieros de Caminos. UPC. Barcelona.
- Wilmsen, M. 2005.- *Stratigraphy and biofacies of the Lower Aptian of Cuchía (Cantabria, northern Spain)*. Journal of Iberian Geology, 31 (2), 253-275.

**INVESTIGACIÓN HIDROGEOLÓGICA E
HIDROQUÍMICA DEL ENTORNO DE
LA CUEVA DEL SOPLAO**

ANEXOS

ABRIL 2012

ANEXOS

- 1.- FICHAS DEL INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA
- 2.- DATOS HIDROMÉTRICOS
- 3.- DATOS HIDROQUÍMICOS

ANEXO 1. FICHAS DEL INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA

INVENTARIO DEL EXTERIOR DE LA CUEVA



Instituto Geológico
y Minero de España

**INVENTARIO DE PUNTOS
ACUÍFEROS**

Nº de registro 1705.1.0007

Nº de puntos descritos 1

Hoja topográfica 1/50.000

Cabezón de la Sal

Número 57

COORDENADAS UTM

Huso	X	Y	Z
30	382.218	4.795.750	180



Toponimia Fuente Vieja

M.A.S_b 012.008 Santillana - S. Vicente

Provincia Cantabria

Localización T.M. Herrerías

Naturaleza Manantial

Redes a las que pertenece el punto

Piezometría

Hidrometría

Calidad

Nombre del propietario:

Utilización del agua: ninguna abastecimiento agricultura y ganadería otros

Cantidad extraída (L/s):

LITOLOGÍA	FORMACIÓN GEOLÓGICA	EDAD
Areniscas	Buntsandstein	Triásico Inferior

DATOS IN SITU

Fecha muestreo	pH	C.E. (µS/cm)	T ^a _{agua} (°C)	T ^a _{amb} (°C)	Q (L/s)
03/10/2008	5,40	78	17,5	16,7	~ 0,03
03/03/2009	7,14	87	11,8	12,2	« 0,1

Observaciones: Las medidas de caudal se realizaron por estimación visual.

Nº de registro 1705.1.0008

Nº de puntos descritos 1

Hoja topográfica 1/50.000

Cabezón de la Sal

Número 57

COORDENADAS UTM

Huso	X	Y	Z
30	382.907	4.796.059	277



Toponimia Fuente La Canalona

M.A.S_b. 012.008 Santillana - S. Vicente

Provincia Cantabria

Localización T.M. Herrerías

Naturaleza Manantial

Redes a las que pertenece el punto

Piezometría

Hidrometría

Calidad

Nombre del propietario:

Utilización del agua: ninguna abastecimiento agricultura y ganadería otros

Cantidad extraída (L/s):

LITOLOGÍA	FORMACIÓN GEOLÓGICA	EDAD
Calcarenitas	Fm. Barcenaciones	Albiense Medio-Superior (Cret. Inf.)

DATOS IN SITU

Fecha muestreo	pH	C.E. (µS/cm)	T ^a _{agua} (°C)	T ^a _{amb} (°C)	Q (L/s)
21/05/2008	7,96	346	13,5	14,9	~ 4,0
03/03/2009	7,02	229	9,6	5,8	~ 8,25
27/10/2009	7,95	349	11,7	20,6	~ 1,6
09/12/2010	7,76	242	10,6	6,9	~ 13,0
12/04/2011	6,99	398	11,0	12,7	~ 25,0

Observaciones: Antiguo abastecimiento de la localidad de Rábago. Los datos de caudal se tomaron por estimación visual y, cuando fue posible, mediante aforo utilizando cubo y cronómetro.



Instituto Geológico
y Minero de España

**INVENTARIO DE PUNTOS
ACUÍFEROS**

Nº de registro 1705.1.0016

Nº de puntos descritos 1

Hoja topográfica 1/50.000
Cabezón de la Sal
Número 57

COORDENADAS UTM

Huso	X	Y	Z
30	383.221	4.796.170	300



Toponimia Fuente de Las Salgueras
M.A.S_b 012.008 Santillana - S. Vicente
Provincia Cantabria
Localización T.M. Herrerías
Naturaleza Manantial

Redes a las que pertenece el punto

- Piezometría
Hidrometría
Calidad

Nombre del propietario:

Utilización del agua: ninguna abastecimiento agricultura y ganadería otros

Cantidad extraída (L/s):

LITOLOGÍA	FORMACIÓN GEOLÓGICA	EDAD
Calcarenitas	Fm. Barcenaciones	Albiense Medio-Superior (Cret. Inf.)

DATOS IN SITU

Fecha muestreo	pH	C.E. (µS/cm)	T ^a _{agua} (°C)	T ^a _{amb} (°C)	Q (L/s)
21/05/2008	8,10	366	14,0	15,2	2,4
16/06/2008	7,28	316	12,6		~ 4,0
01/10/2008	7,20	314	15,4	18,8	0,83
03/03/2009	7,29	259	10,0	5,1	4,0
19/05/2009	8,14	310	11,2	12,8	1,54
26/10/2009	8,01	362	12,6	17,4	1,0
03/03/2010	8,25	360	10,8	10,5	2,6
09/12/2010	7,98	267	11,1	9,0	6,0
12/04/2011	7,45	414	12,2	11,5	> 2,5

ANÁLISIS QUÍMICOS

Laboratorio IGME en Tres Cantos (Madrid)

ANIONES		mg/L									
Fecha	Cl ⁻	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NO ₃	NO ₂	PO ₄	F	S	SiO ₂	
16/06/2008	9	31	136	4	1	0				6,30	
19/05/2009	13	30	136	0	1	0		0		8	
03/03/2010	10	22	129	7,23	1	0				7	
09/12/2010	6	17	114	0	2	0		0		4,4	

CATIONES		mg/L											
Fecha	Na	K	Ca	Mg	NH ₄	Cu	Zn	Fe	Mn	As	Cd	Pb	Hg
16/06/2008	7	0	38	13	0	0	430	93	0	8	0	0	0
19/05/2009	8	0	38	14	0	0		0	0		0	0	0
03/03/2010	7	0	36	14	0		60	122	0			0	
09/12/2010	7	0	30	9	0	1,26	54,3	147	4,7		0	0,6	0

OTRAS DETERMINACIONES

Laboratorio IGME en Tres Cantos (Madrid)

Fecha	C.E. (µS/cm)	pH	R.S. (mg/L)	DQO
16/06/2008	290	8,30	198	1,60
19/05/2009	308	8,0	326,40	0,8
03/03/2010	298	8,64		1,30
09/12/2010	242	8,2		3,7

Observaciones: Antiguo abastecimiento de la localidad de Bielva. Los datos de caudal se tomaron mediante aforo utilizando cubo y cronómetro.



Instituto Geológico
y Minero de España

**INVENTARIO DE PUNTOS
ACUÍFEROS**

Nº de registro 1705.1.0018

Nº de puntos descritos

Hoja topográfica 1/50.000
Cabezón de la Sal
Número 57

COORDENADAS UTM

Huso	X	Y	Z
30	380.854	4.796.257	75



Toponimia Puente El Arrudo
M.A.S_b 012.008 Santillana - S. Vicente
Provincia Cantabria
Localización T.M. Herrerías
Naturaleza Manantial
Redes a las que pertenece el punto
Piezometría
Hidrometría
Calidad

Nombre del propietario:

Utilización del agua: ninguna abastecimiento agricultura y ganadería otros

Cantidad extraída (L/s):

LITOLOGÍA	FORMACIÓN GEOLÓGICA	EDAD
Calizas	Fm. Reocín	Gargasiense-Clansayense (Cret. Inf.)

DATOS IN SITU

Fecha	pH	C.E. (µS/cm)	T ^a _{agua} (°C)	T ^a _{amb} (°C)	Q (L/s)	Método medida
20/05/2008	6,80	272	13,3	18,8	~ 12	Estimado
16/06/2008	7,60	256	12,1		~ 15	Estimado
30/07/2008	7,44	368	12,4		~ 9,2	Micromolinete
01/10/2008	7,48	326	16,4	20,8	~ 0,3	Estimado
02/03/2009					~ 25	Estimado
02/03/2009					~ 126	Micromolinete
03/03/2009	6,80	191	10,3	14,4	~ 15	Estimado
19/03/2009	7,10	264	11,1		31,81	Micromolinete
01/04/2009	7,74	236	10,9	12,1	36,82	Micromolinete
19/05/2009	8,24	269	11,3	16,2	~ 7	Estimado
27/05/2009					~ 18	Estimado
09/10/2009					2,5	Flowtracker

DATOS IN SITU						
Fecha	pH	Cond ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	T ^a _{agua} (°C)	T ^a _{amb} (°C)	Q (L/s)	Método medida
26/10/2009	7,73	380	12,2	21,8	~ 1	Estimado
03/03/2010	7,95	278	10,8	11,5	~ 20	Salinomadd
17/05/2010	7,94	217	11,1	16,9	23,4	Flowtracker
09/12/2010	7,76	303	11,6	7,7	~ 25	Estimado
12/04/2011	7,18	358	11,6	12,4	~ 7	Estimado
13/04/2011					4,7	Flowtracker

ANÁLISIS QUÍMICOS													
Laboratorio IGME en Tres Cantos (Madrid)													
ANIONES		mg/L											
Fecha	Cl ⁻	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NO ₃	NO ₂	PO ₄	F	S	SiO ₂			
16/06/2008	7	33	91	0	2	0				4,90			
19/05/2009	11	42	98	0	2	0				5,4			
03/03/2010	9	29	76	2,4	2	0				4,8			
09/12/2010	6	38	108	0	2	0				3,8			
CATIONES		mg/L											
Fecha	Na	K	Ca	Mg	NH ₄	Cu	Zn	Fe	Mn	As	Cd	Pb	Hg
16/06/2008	6	1	35	6	0	0	1310	257	0	10	0	0,02	0
19/05/2009	7	1	41	7	0	0	0,69	0,024	0		0,0017	0	0
03/03/2010	6	0	33	5	0		0,8	0,148	0			0	
09/12/2010	7	1	40	7	0	1,5	1220	298	6		2,6	16,9	0

OTRAS DETERMINACIONES					
Laboratorio IGME en Tres Cantos (Madrid)					
Fecha	C.E. ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	pH	R.S (mg/L)	DQO	
16/06/2008	230	8,10	169	2,90	
19/05/2009	272	7,55	279	0,9	
03/03/2010	233	8,39		1,9	
09/12/2010	271	8,0		4,1	

Observaciones: Manantial que se incorpora inmediatamente al río Nansa por su margen derecha.



Instituto Geológico
y Minero de España

**INVENTARIO DE PUNTOS
ACUÍFEROS**

Nº de registro 1705.1.0019

Nº de puntos descritos

Hoja topográfica 1/50.000
Cabezón de la Sal
Número 57

COORDENADAS UTM

Huso	X	Y	Z
30	381.829	4.795.951	162



Toponimia Manantial en Sta. Águeda
M.A.S_b 012.008 Santillana - S. Vicente

Provincia Cantabria

Localización T.M. Herrerías

Naturaleza Manantial

Redes a las que pertenece el punto

Piezometría

Hidrometría

Calidad

Nombre del propietario:

Utilización del agua: ninguna abastecimiento agricultura y ganadería otros

Cantidad extraída (L/s):

LITOLOGÍA	FORMACIÓN GEOLOGICA	EDAD
Margas	Fm. Patrocinio	Aptiense Inferior (Cret. Inf.)

DATOS IN SITU

Fecha	pH	C.E. (µS/cm)	T ^a _{agua} (°C)	T ^a _{amb} (°C)	Q (L/s)	Método medida
21/05/2008	7,22	613	18,7	20,6	~ 0,3	Estimado

Observaciones: Manantial recogido parcialmente para abrevar ganado.



Instituto Geológico
y Minero de España

**INVENTARIO DE PUNTOS
ACUÍFEROS**

Nº de registro 1705.2.0004

Nº de puntos descritos

Hoja topográfica 1/50.000
Cabezón de la Sal
Número 57

COORDENADAS UTM

Huso	X	Y	Z
30	389.714	4.795.548	275



Toponimia Fuente de La Concha
M.A.S_b 012.008 Santillana - S. Vicente
Provincia Cantabria
Localización Bocamina de Runaz (T.M. Valdáliga)
Naturaleza Galería

Redes a las que pertenece el punto

- Piezometría
Hidrometría
Calidad

Nombre del propietario:

Utilización del agua: ninguna abastecimiento agricultura y ganadería otros

Cantidad extraída (L/s):

LITOLOGÍA	FORMACIÓN GEOLOGICA	EDAD
Calizas	Fm. Reocín	Gargasiense-Clansayense (Cret. Inf.)

DATOS IN SITU

Fecha	pH	C.E. (µS/cm)	T ^a _{agua} (°C)	T ^a _{amb} (°C)	Q (L/s)	Método medida
02/03/2009	7,36	253	11,1	7,9	~ 5	Estimado
26/10/2009	7,85	352	12,1	17,2	0,4	Estimado

Observaciones: Drenaje de las labores mineras de Runaz que se utiliza para el abastecimiento urbano de la localidad de La Concha.



Instituto Geológico
y Minero de España

**INVENTARIO DE PUNTOS
ACUÍFEROS**

Nº de registro 1705.2.0005

Nº de puntos descritos

Hoja topográfica 1/50.000
Cabezón de la Sal
Número 57

COORDENADAS UTM

Huso	X	Y	Z
30	386.306	4.794.834	646



Toponimia Fuente de La Florida
M.A.S_b 012.008 Santillana - S. Vicente
Provincia Cantabria
Localización T.M. Rionansa
Naturaleza Manantial
Redes a las que pertenece el punto
Piezometría
Hidrometría
Calidad

Nombre del propietario:

Utilización del agua: ninguna abastecimiento agricultura y ganadería otros

Cantidad extraída (L/s):

LITOLOGÍA	FORMACIÓN GEOLOGICA	EDAD
Calizas	Fm. Reocín	Gargasiense – Clansayense (Cret. Inf.)

DATOS IN SITU

Fecha	pH	C.E. (µS/cm)	T ^a _{agua} (°C)	T ^a _{amb} (°C)	Q (L/s)	Método medida
20/05/2008	7,60	505	11,5	22,4	0,08	Cubo + cron.
31/07/2008					0	Estimado
01/10/2008					<< 0,01	Estimado
27/10/2009	7,49	521	12,8	23,5	<< 0,01	Estimado

Observaciones: Antigua fuente pública del poblado minero de La Florida.



Instituto Geológico
y Minero de España

**INVENTARIO DE PUNTOS
ACUÍFEROS**

Nº de registro 1705.2.0013

Nº de puntos descritos

Hoja topográfica 1/50.000
Cabezón de la Sal
Número 57

COORDENADAS UTM

Huso	X	Y	Z
30	384.777	4.794.904	510



Toponimia Fuente Lacuerre
M.A.S_b 012.008 Santillana - S. Vicente
Provincia Cantabria
Localización T.M. Rionansa
Naturaleza Manantial

Redes a las que pertenece el punto

Piezometría
Hidrometría
Calidad

Nombre del propietario:

Utilización del agua: ninguna abastecimiento agricultura y ganadería otros

Cantidad extraída (L/s):

LITOLOGÍA	FORMACIÓN GEOLOGICA	EDAD
Areniscas	Buntsandstein	Triásico Inferior

DATOS IN SITU

Fecha	pH	C.E. (µS/cm)	T ^a _{agua} (°C)	T ^a _{amb} (°C)	Q (L/s)	Método medida
20/05/2008	6,60	175	12,9	18,9	0,2	Cubo + cron.
02/10/2008	6,41	178	14,4	15,5	0,08	Cubo + cron.
03/03/2009	6,22	156	9,8	7,8	0,12	Cubo + cron.
27/10/2009	6,83	160	11,8	16,9	0,09	Cubo + cron.
03/03/2010	6,72	169	10,6	10,4	0,11	Cubo + cron.
10/12/2010	6,70	170	10,9	4,3	0,13	Cubo + cron.
12/04/2011	7,09	164	10,8	11,7	0,1	Cubo + cron.

Observaciones: Manantial captado a un abrevadero.



Instituto Geológico
y Minero de España

**INVENTARIO DE PUNTOS
ACUÍFEROS**

Nº de registro 1705.2.0014

Nº de puntos descritos

Hoja topográfica 1/50.000
Cabezón de la Sal
Número 57

COORDENADAS UTM

Huso	X	Y	Z
30	385.325	4.795.463	528



Toponimia Abrevadero pista antenas
M.A.S_b 012.008 Santillana - S. Vicente
Provincia Cantabria
Localización T.M. Valdáliga
Naturaleza Manantial

Redes a las que pertenece el punto

Piezometría
Hidrometría
Calidad

Nombre del propietario:

Utilización del agua: ninguna abastecimiento agricultura y ganadería otros

Cantidad extraída (L/s):

LITOLOGÍA	FORMACIÓN GEOLOGICA	EDAD
Areniscas/ Lutitas	Fm. Las Peñosas	Albiense Inferior-Medio (Cret. Inf.)

DATOS IN SITU

Fecha	pH	C.E. (µS/cm)	T ^a _{agua} (°C)	T ^a _{amb} (°C)	Q (L/s)	Método medida
20/05/2008	7,66	290	14,0	18,7	< 0,05	Estimado
02/10/2008	7,38	316	15,8	13,3	0,03	Cubo + cron.
03/03/2009	7,17	143	5,9	10,4	~ 0,05	Estimado
27/10/2009	8,07	332	13,4	23,8	0,045	Cubo + cron.
09/12/2010	7,59	145	8,1	4,8	~ 0,5	Estimado
12/04/2011	7,36	134	11,3	13,2	0,62	Cubo + cron.

Observaciones: Manantial captado a un abrevadero.



Instituto Geológico
y Minero de España

**INVENTARIO DE PUNTOS
ACUÍFEROS**

Nº de registro 1705.2.0015

Nº de puntos descritos

Hoja topográfica 1/50.000
Cabezón de la Sal
Número 57

COORDENADAS UTM

Huso	X	Y	Z
30	385.535	4.795.180	520



Toponimia Abrevadero (dcha.) ctra. Soplao
M.A.S_b. 012.008 Santillana - S. Vicente

Provincia Cantabria

Localización T.M. Rionansa

Naturaleza Manantial

Redes a las que pertenece el punto

Piezometría

Hidrometría

Calidad

Nombre del propietario:

Utilización del agua: ninguna abastecimiento agricultura y ganadería otros

Cantidad extraída (L/s):

LITOLOGÍA	FORMACIÓN GEOLOGICA	EDAD
Calizas	Fm. Reocín	Gargasiense-Clansayense (Cret. Inf.)

DATOS IN SITU

Fecha	pH	C.E. (µS/cm)	T ^a _{agua} (°C)	T ^a _{amb} (°C)	Q (L/s)	Método medida
20/05/2008	8,70	349	15,8	21,1	~ 0,1	Estimado
31/07/2008	7,10	443	19,0	22,3	0,005	Cubo + cron.
01/10/2008					<< 0,01	Estimado
03/03/2009	7,35	245	7,6	7,5	0,026	Cubo + cron.
27/10/2009	7,57	316	14,0	22,3	0,047	Cubo + cron.
03/03/2010	7,69	315	8,6	9,0	0,015	Cubo + cron.
09/12/2010	7,83	257	7,8	3,9	0,1	Cubo + cron.
12/04/2011	6,98	380	11,5	11,4	0,4	Cubo + cron.

Observaciones: Manantial captado a un abrevadero.



Instituto Geológico
y Minero de España

**INVENTARIO DE PUNTOS
ACUÍFEROS**

Nº de registro 1705.2.0016

Nº de puntos descritos

Hoja topográfica 1/50.000
Cabezón de la Sal
Número 57

COORDENADAS UTM

Huso	X	Y	Z
30	385.712	4.794.950	545



Toponimia Fuente de Miguel
M.A.S_b 012.008 Santillana - S. Vicente
Provincia Cantabria
Localización T.M. Rionansa
Naturaleza Galería

Redes a las que pertenece el punto

Piezometría
Hidrometría
Calidad

Nombre del propietario:

Utilización del agua: ninguna abastecimiento agricultura y ganadería otros

Cantidad extraída (L/s):

LITOLOGÍA	FORMACIÓN GEOLÓGICA	EDAD
Calizas	Fm. Reocín	Gargasiense-Clansayense (Cret. Inf.)

DATOS IN SITU

Fecha	pH	C.E. (µS/cm)	T ^a _{agua} (°C)	T ^a _{amb} (°C)	Q (L/s)	Método medida
20/05/2008	7,07	430	11,4	18,8	0,33	Cubo + cron.
16/06/2008	7,02	392	11,5		0,4	Cubo + cron.
31/07/2008	7,40	422	12,3	22,7	0,1	Cubo + cron.
01/10/2008	6,62	368	12,1	14,3	0,06	Cubo + cron.
03/03/2009	7,06	369	10,2	1,2	0,5	Cubo + cron.
19/05/2009	7,40	379	10,6	14,9	0,14	Cubo + cron.
27/10/2009	7,25	411	11,6	21,1	0,09	Cubo + cron.
03/03/2010	7,24	423	10,6	10,2	0,19	Cubo + cron.
10/12/2010	7,29	372	10,8	4,1	0,73	Cubo + cron.
12/04/2011	7,20	401	10,9	11,2	0,72	Cubo + cron.

ANÁLISIS QUÍMICOS**Laboratorio** IGME en Tres Cantos (Madrid)

ANIONES		mg/L											
Fecha	Cl⁻	SO₄	HCO₃	CO₃	NO₃	NO₂	PO₄	F	S	SiO₂			
16/06/2008	14	40	151	0	4	0							5,80
19/05/2009	16	39	165	0	3	0							7
03/03/2010	13	35	150	7,2	3	0							6,2
10/12/2010	7	37	147	0	5	0							4,2

CATIONES		mg/L											
Fecha	Na	K	Ca	Mg	NH₄	Cu	Zn	Fe	Mn	As	Cd	Pb	Hg
16/06/2008	10	3	59	6	0	0	630	227	0	7	0	0	0
19/05/2009	10	2	66	5	0	0	290	0	0				
03/03/2010	9	2	62	6	0		0,44	0,062	0			0	
10/12/2010	9	3	52	7	0	1,2	537	38,7	2,1		1,8	2,8	0

OTRAS DETERMINACIONES**Laboratorio** IGME en Tres Cantos (Madrid)

Fecha	C.E. (µS/cm)	pH	R.S (mg/L)	DQO	
16/06/2008	347	7,90	251	1,10	
19/05/2009	371	7	474,60	0,6	
03/03/2010	351	8,65		0,6	
10/12/2010	338	7,8		1,1	

Observaciones: Drenaje de la Cueva del Soplao captado a un abrevadero.



Instituto Geológico
y Minero de España

**INVENTARIO DE PUNTOS
ACUÍFEROS**

Nº de registro 1705.2.0017

Nº de puntos descritos

Hoja topográfica 1/50.000
Cabezón de la Sal
Número 57

COORDENADAS UTM

Huso	X	Y	Z
30	385.714	4.794.952	545



Toponimia Drenaje Cueva del Soplao
M.A.S_b 012.008 Santillana - S. Vicente

Provincia Cantabria

Localización T.M. Rionansa

Naturaleza Galería

Redes a las que pertenece el punto

Piezometría

Hidrometría

Calidad

Nombre del propietario:

Utilización del agua: ninguna abastecimiento agricultura y ganadería otros



Cantidad extraída (L/s):

LITOLOGÍA	FORMACIÓN GEOLÓGICA	EDAD
Calizas	Fm. Reocín	Gargasiense-Clansayense (Cret. Inf.)

DATOS IN SITU

Fecha	pH	C.E. (µS/cm)	T ^a _{agua} (°C)	T ^a _{amb} (°C)	Q (L/s)	Método medida
20/05/2008	7,46	298	11,8	22,3	0,21	Cubo + cron.
31/07/2008					0	Estimado
02/10/2008					« 0,001	Estimado
03/03/2009	7,34	268	7,3	1,4	0,26	Cubo + cron.
27/10/2009					~ 0	Estimado
03/03/2010					~ 0,001	Estimado
10/12/2010	8,05	290	9,3	3,9	0,65	Cubo + cron.
12/04/2011					« 0,001	Estimado

Observaciones: Drenaje de la Cueva del Soplao.

 <p>Instituto Geológico y Minero de España</p> <p>INVENTARIO DE PUNTOS ACUÍFEROS</p>	<p>Nº de registro 1705.2.0018</p>	<p>COORDENADAS UTM</p>				
	<p>Nº de puntos descritos</p> <p>Hoja topográfica 1/50.000 Cabezón de la Sal Número 57</p>					<p>Huso</p> <p>30</p>
		<p>Toponimia Bocamina de Cereceo M.A.S_b 012.008 Santillana - S. Vicente Provincia Cantabria Localización T.M. Valdáliga Naturaleza Galería Redes a las que pertenece el punto Piezometría <input type="checkbox"/> Hidrometría <input checked="" type="checkbox"/> Calidad <input checked="" type="checkbox"/></p>				
<p>Nombre del propietario:</p> <p>Utilización del agua: <input checked="" type="checkbox"/> ninguna <input type="checkbox"/> abastecimiento <input type="checkbox"/> agricultura y ganadería <input type="checkbox"/> otros</p> <p>Cantidad extraída (L/s):</p>						
LITOLOGÍA		FORMACIÓN GEOLÓGICA		EDAD		
Calizas		Fm. Reocín		Gargasiense-Clansayense (Cret. Inf.)		
DATOS IN SITU						
Fecha	pH	C.E. (µS/cm)	T^a_{agua} (°C)	T^a_{amb} (°C)	Q (L/s)	Método medida
20/05/2008	8,96	313	12,2	18,2	~ 4	Estimado
16/06/2008	7,13	298	12,3		~ 4	Estimado
31/07/2008	7,65	316	11,0	22,4	12	Micromolinete
01/10/2008	6,64	314	14,3	17,4	~ 18	Estimado
02/03/2009	7,49	297	10,9	8	~ 73,22	Micromolinete
02/03/2009					83,7	Salinomadd
19/03/2009	7,38	259	10,7		21,35	Micromolinete
19/03/2009					13,6	Salinomadd
01/04/2009	7,23	301	9,5	6,2	20,5	Salinomadd
01/04/2009					25,86	Micromolinete

DATOS IN SITU						
Fecha	pH	C.E. ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	T ^a _{agua} ($^{\circ}\text{C}$)	T ^a _{amb} ($^{\circ}\text{C}$)	Q (L/s)	Método medida
19/05/2009	8,26	288	11,5	12,1	~ 5	Estimado
19/05/2009					12,8	Salinomadd
08/10/2009					8,5	Flowtracker
26/10/2009	7,82	337	12,3	14,8	~ 2	Estimado
03/03/2010	7,54	311	10,9	14,0	18	Salinomadd
17/05/2010	8,01	310	11,8	16,3	~ 11,5	Flowtracker
09/12/2010	7,98	303	11,6	6,8	~ 25	Estimado
12/04/2011	7,79	401	11,7	10,8	~ 15	Estimado
13/04/2011					~ 26	Flowtracker

ANÁLISIS QUÍMICOS													
Laboratorio IGME en Tres Cantos (Madrid)													
ANIONES	mg/L												
Fecha	Cl	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NO ₃	NO ₂	PO ₄	F	S	SiO ₂			
16/06/2008	7	23	126	6	4	0				1,20			
19/05/2009	11	31	122	0	4	0				3,1			
03/03/2010	9	16	109	4,8	2	0				3,1			
09/12/2010	5	18	135	0	5	0				2,0			
CATIONES	mg/L												
Fecha	Na	K	Ca	Mg	NH ₄	Cu	Zn	Fe	Mn	As	Cd	Pb	Hg
16/06/2008	5	1	39	9	0	0	800	347	0,01	8	0	0,01	0
19/05/2009	7	1	37	12	0	0	0,11	0,020	0		0	0	0
03/03/2010	6	0	32	10	0		0,26	0,334	0			0,005	
09/12/2010	6	1	37	10	0	1,6	276	116	8,4		0,6	10,1	0

OTRAS DETERMINACIONES					
Laboratorio IGME en Tres Cantos (Madrid)					
Fecha	C.E. ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	pH	R.S (mg/L)	DQO	
16/06/2008	260	8,50	200	1,70	
19/05/2009	291	7,59	792,6	1,0	
03/03/2010	264	8,55		1,7	
09/12/2010	274	8,1		2,2	

Observaciones: La galería está emboquillada en calcarenitas de la Fm. Barcenaciones, pero el agua procede de las calizas de la Fm. Reocín.

Nº de registro 1705.2.0019

Nº de puntos descritos

Hoja topográfica 1/50.000
Cabezón de la Sal
Número 57

COORDENADAS UTM

Huso	X	Y	Z
30	386.959	4.795.444	430



Toponimia Plaza del Monte
M.A.S_b 012.008 Santillana - S. Vicente
Provincia Cantabria
Localización T.M. Valdáliga
Naturaleza Manantial

Redes a las que pertenece el punto

Piezometría
Hidrometría
Calidad

Nombre del propietario:

Utilización del agua: ninguna abastecimiento agricultura y ganadería otros



Cantidad extraída (L/s):

LITOLOGÍA	FORMACIÓN GEOLÓGICA	EDAD
Areniscas/Lutitas	Fm. Las Peñosas	Albiense Inferior- Medio (Cret. Inf.)

DATOS IN SITU

Fecha	pH	C.E. (µS/cm)	T ^a _{agua} (°C)	T ^a _{amb} (°C)	Q (L/s)	Método medida
20/05/2008	9,60	406	13,3	18,2	~ 2	Estimado
31/07/2008	7,97	645	12,3	16,3		
01/10/2008					« 0,01	Estimado
19/05/2009	8,20	351	10	11,6	~ 1	Estimado
26/10/2009	8,02	410	12,5	15,8	~ 0,35	Cubo + cron.
03/03/2010	7,61	516	8	15,6	~ 0,3	Cubo + cron.
09/12/2010	7,91	255	9,2	5,7	~ 4	Cubo + cron.
12/04/2011	8,01	297	10,2	11,5	~ 8,75	Cubo + cron.

Observaciones: Podría ser una surgencia de las labores mineras de Plaza del Monte. El agua se incorpora al canal de la bocamina de Cereceo.

 <p>Instituto Geológico y Minero de España</p> <p>INVENTARIO DE PUNTOS ACUÍFEROS</p>	<p>Nº de registro 1705.2.0020</p>	<p>COORDENADAS UTM</p>				
	<p>Nº de puntos descritos</p> <p>Hoja topográfica 1/50.000 Cabezón de la Sal Número 57</p>					<p>Huso</p> <p>30</p>
		<p>Toponimia Abrevadero en La Maestra M.A.S_b. 012.008 Santillana - S. Vicente</p> <p>Provincia Cantabria</p> <p>Localización T.M. Rionansa</p> <p>Naturaleza Manantial</p> <p>Redes a las que pertenece el punto</p> <p style="padding-left: 40px;">Piezometría <input type="checkbox"/></p> <p style="padding-left: 40px;">Hidrometría <input checked="" type="checkbox"/></p> <p style="padding-left: 40px;">Calidad <input type="checkbox"/></p>				
<p>Nombre del propietario:</p> <p>Utilización del agua: <input type="checkbox"/> ninguna <input type="checkbox"/> abastecimiento <input checked="" type="checkbox"/> agricultura y ganadería <input type="checkbox"/> otros</p> <p>Cantidad extraída (L/s):</p>						
LITOLOGÍA		FORMACIÓN GEOLÓGICA		EDAD		
Calizas		Fm. Reocín		Gargasiense-Clansayense (Cret. Inf.)		
DATOS IN SITU						
Fecha	pH	C.E. (µS/cm)	T^a_{agua} (°C)	T^a_{amb} (°C)	Q (L/s)	Método medida
20/05/2008	7,73	445	14,7	21,2	0,04	Cubo+cron.
31/07/2008					0	Estimado
02/10/2008					0	Estimado
03/03/2009	7,40	310	8,2	6,6	0,16	Cubo+cron.
27/10/2009	7,78	420	14,4	24,2	0,01	Cubo+cron.
03/03/2010	7,73	423	8,2	9,0	0,011	Cubo+cron.
09/12/2010	7,59	307	10,3	4,0	0,96	Cubo+cron.
12/04/2011	7,89	401	10,5	11,2	1,2	Cubo+cron.
<p>Observaciones: Manantial captado a un abrevadero.</p>						



Instituto Geológico
y Minero de España

**INVENTARIO DE PUNTOS
ACUÍFEROS**

Nº de registro 1705.2.0021

Nº de puntos descritos

Hoja topográfica 1/50.000
Cabezón de la Sal
Número 57

COORDENADAS UTM

Huso	X	Y	Z
30	384.940	4.795.402	490



Toponimia Fuente Garavillines
M.A.S_b 012.008 Santillana - S. Vicente
Provincia Cantabria
Localización T.M. Rionansa
Naturaleza Manantial

Redes a las que pertenece el punto

Piezometría
Hidrometría
Calidad

Nombre del propietario:

Utilización del agua: ninguna abastecimiento agricultura y ganadería otros

Cantidad extraída (L/s):

LITOLOGÍA	FORMACIÓN GEOLOGICA	EDAD
Dolomías	Fm. Reocín	Gargasiense-Clansayense (Cret. Inf.)

DATOS IN SITU

Fecha	pH	C.E. (µS/cm)	T ^a _{agua} (°C)	T ^a _{amb} (°C)	Q (L/s)	Método medida
01/10/2008					< 0,01	Estimado
03/03/2009	7,24	236	9,8	8,6	0,9	Cubo + cron.
27/10/2009	7,33	312	12,3	23,6	< 0,01	Estimado
09/12/2010	7,08	208	10,4	4,2	~ 4	Estimado
12/04/2011	7,17	182	11,0	10,2	2,8	Cubo + cron.

Observaciones: Manantial captado a un abrevadero.



Instituto Geológico
y Minero de España

**INVENTARIO DE PUNTOS
ACUÍFEROS**

Nº de registro 1705.2.0022

Nº de puntos descritos

Hoja topográfica 1/50.000
Cabezón de la Sal
Número 57

COORDENADAS UTM

Huso	X	Y	Z
30	388.668	4.795.254	365



Toponimia Fuente Sebío
M.A.S_b 012.008 Santillana - S. Vicente
Provincia Cantabria
Localización T.M. Valdáliga
Naturaleza Manantial

Redes a las que pertenece el punto

Piezometría
Hidrometría
Calidad

Nombre del propietario:

Utilización del agua: ninguna abastecimiento agricultura y ganadería otros

Cantidad extraída (L/s):

LITOLOGÍA	FORMACIÓN GEOLOGICA	EDAD
Calizas	Fm. Reocín	Gargasiense-Clansayense (Cret. Inf.)

DATOS IN SITU

Fecha	pH	C.E. (µS/cm)	T ^a _{agua} (°C)	T ^a _{amb} (°C)	Q (L/s)	Método medida
02/10/2008					« 0,001	Estimado

Observaciones: Utilizado antiguamente como fuente pública.



Instituto Geológico
y Minero de España

**INVENTARIO DE PUNTOS
ACUÍFEROS**

Nº de registro 1705.2.0023

Nº de puntos descritos

Hoja topográfica 1/50.000
Cabezón de la Sal
Número 57

COORDENADAS UTM

Huso	X	Y	Z
30	388.740	4.794.930	400



Toponimia Fuente del Castrón
M.A.S_b 012.008 Santillana - S. Vicente
Provincia Cantabria
Localización T.M. Valdáliga
Naturaleza Manantial
Redes a las que pertenece el punto
Piezometría
Hidrometría
Calidad

Nombre del propietario:

Utilización del agua: ninguna abastecimiento agricultura y ganadería otros

Cantidad extraída (L/s):

LITOLOGÍA	FORMACIÓN GEOLOGICA	EDAD
Calizas	Fm. Reocín	Gargasiense-Clansayense

DATOS IN SITU

Fecha	pH	C.E. (µS/cm)	T ^a _{agua} (°C)	T ^a _{amb} (°C)	Q (L/s)	Método medida
02/10/2008	7,22	303	13,6	15,4	« 0,01	Estimado

Observaciones: Surge en una cueva y se utilizaba antiguamente como fuente pública.



Instituto Geológico
y Minero de España

**INVENTARIO DE PUNTOS
ACUÍFEROS**

Nº de registro 1705.2.0024

Nº de puntos descritos

Hoja topográfica 1/50.000
Cabezón de la Sal
Número 57

COORDENADAS UTM

Huso	X	Y	Z
30	388.705	4.795.307	340



Toponimia Nacim. reguero de La Sotilla

M.A.S_b 012.008 Santillana - S. Vicente

Provincia Cantabria

Localización T.M. Valdáliga

Naturaleza Manantial

Redes a las que pertenece el punto

Piezometría

Hidrometría

Calidad

Nombre del propietario:

Utilización del agua: ninguna abastecimiento agricultura y ganadería otros

Cantidad extraída (L/s):

LITOLOGÍA	FORMACIÓN GEOLÓGICA	EDAD
Calizas	Fm. Reocín	Gargasiense-Clansayense (Cret. Inf.)

DATOS IN SITU

Fecha	pH	C.E. (µS/cm)	T ^a _{agua} (°C)	T ^a _{amb} (°C)	Q (L/s)	Método medida
02/10/2008					<< 0,01	Estimado

Observaciones: En verano se seca el reguero en su nacimiento, pero en coordenadas 388.887/4.795.577 surge agua.

 Instituto Geológico y Minero de España INVENTARIO DE PUNTOS ACUÍFEROS	Nº de registro 1705.2.0025 Nº de puntos descritos 2	COORDENADAS UTM			
	Hoja topográfica 1/50.000 Cabezón de la Sal Número 57	Huso 30 X 389.210 Y 4.795.902 Z 255			
		Toponimia Sondeo La Comba M.A.S_b 012.017 Santillana – S. Vicente Provincia Cantabria Localidad T.M. Valdáliga Naturaleza Sondeo Profundidad de la obra (m) 703,50 / 819,40 Redes a las que pertenece el punto <div style="text-align: right;"> Piezometría <input type="checkbox"/> Hidrometría <input checked="" type="checkbox"/> Calidad <input checked="" type="checkbox"/> </div>			
Tipo de perforación: sondeo Trabajos aconsejados por AZSA Año de ejecución 1.988 Profundidad 703,50 m / 819,40 m Reprofundizado el año Profundidad final		MOTOR	BOMBA		
		Naturaleza Tipo equipo de extracción Potencia	Naturaleza Capacidad Marca y tipo		
Utilización del agua No se utiliza Cantidad extraída (Dm³) Durante días					
Nombre y dirección del propietario: Descripción del punto Se trata de un sondeo “doble” con agua mesotermal que presenta olor a huevos podridos. Se realizaron dos perforaciones en el mismo emplazamiento, por lo que tiene dos tuberías con diferente inclinación y profundidad: una, que buza 60° al SE y tiene una profundidad de 703,50 m, y otra, que buza 80° al SE y tiene una de profundidad 819,40 m. Las medidas de caudal se tomaron mediante aforos con cubo y cronómetro.					

Fecha	Surgente	Q (L/s)	pH	C.E. ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	T ^a _{agua} (°C)	T ^a _{amb} (°C)
02/10/2008	Sí	1,66	7,34	321	24,3	17,8
02/03/2009	Sí	1,43	6,91	379	22,3	9,6
18/05/2009	Sí	1,5	7,77	354	22,2	11,0
26/10/2009	Sí	1,48	7,69	383	22,6	20,1
03/03/2010	Sí	1,6	7,40	408	22,6	14,6
09/12/2010	Sí	1,6	7,48	382	22,6	7,4
12/04/2011	Sí	1,5	7,29	481	22,6	11,7

COLUMNA ESTRATIGRÁFICA					
Sondeo que buza 60° al SE			Sondeo que buza 80° al SE		
METROS	LITOLÓGÍAS	EDAD	METROS	LITOLÓGÍAS	EDAD
0,00 - 6,00	Arenas, arcillas, gravas	Cuaternario	0,00- 6,00	Arenas, arcillas y gravas	Cuaternario
6,00 - 119,50	Calcarenitas, calizas margas	Albiense Med.– Sup.	6,00 - 147,50	Calcarenitas, calizas margosas	Albiense Med.– Sup.
119,50 - 347,80	Areniscas, lutitas, calizas y margas	Albiense Inferior	147,50 - 383,70	Areniscas, lutitas, calizas y margas	Albiense Inferior
347,80 - 492,70	Calizas y dolomías	Gargasiense-Clansayense	383,70 - 713,50	Dolomías y calizas	Gargasiense-Clansayense
492,70 - 691,30	Dolomías y calizas	Gargasiense-Clansayense	713,50 - 819,40	Calizas, lutitas, calizas y margas	Bedouliense
691,30 - 703,50	Calizas margosas	Bedouliense			

ANÁLISIS QUÍMICOS

Laboratorio IGME en Tres Cantos (Madrid)

ANIONES		mg/L									
Fecha	Cl ⁻	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NO ₃	NO ₂	PO ₄	F	S	SiO ₂	
18/05/2009	12	14	172	0	0	0		0		4,6	
03/03/2010	12	13	152	3,6	0	0				4,2	
09/12/2010	4	8	198	0	0	0		0		3,2	

CATIONES		mg/L											
Fecha	Na	K	Ca	Mg	NH ₄	Cu	Zn	Fe	Mn	Cr	Cd	Pb	Hg
18/05/2009	8	0	26	24	0	0	0	0,047	0		0	0	0
03/03/2010	8	0	23	23	0	0	60	0,371				0	
09/12/2010	8	0	26	25	0	2,3	40,4	332,9	4,2	0,1	0	0,6	0

OTRAS DETERMINACIONES

Laboratorio IGME en Tres Cantos (Madrid)

Fecha	C.E. (μS/cm)	pH	R.S (mg/L)	DQO
18/05/2009	329	7,53	388,6	0,5
03/03/2010	317	8,39		0,9
09/12/2010	347	8,0		0,5

Observaciones: Sondeo de investigación minera realizado por la empresa Asturiana de Zinc, S.A., para el reconocimiento del sector oriental del yacimiento explotado en las minas de La Florida.



Instituto Geológico
y Minero de España

**INVENTARIO DE PUNTOS
ACUÍFEROS**

Nº de registro 1705.2.0026

Nº de puntos descritos

Hoja topográfica 1/50.000
Cabezón de la Sal
Número 57

COORDENADAS UTM

Huso	X	Y	Z
30	389.083	4.795.200	376



Toponimia Fuente del Raudio
M.A.S_b 012.008 Santillana - S. Vicente
Provincia Cantabria
Localización T.M. Valdáliga
Naturaleza Manantial

Redes a las que pertenece el punto

Piezometría
Hidrometría
Calidad

Nombre del propietario:

Utilización del agua: ninguna abastecimiento agricultura y ganadería otros

Cantidad extraída (L/s):

LITOLOGÍA	FORMACIÓN GEOLÓGICA	EDAD
Calizas	Fm. Reocín	Gargasiense-Clansayense (Cret. Inf.)

DATOS IN SITU

Fecha	pH	C.E. (µS/cm)	T ^a _{agua} (°C)	T ^a _{amb} (°C)	Q (L/s)	Método medida
02/03/2009	7,50	336	7,8	7,5	~ 0,1	Estimado

Observaciones: En una surgencia próxima se tomaron los datos siguientes: Q << 0,1 L/s, T^a_{agua} = 10,5 °C, T^a_{amb.} = 6,8 °C, pH = 6,95, C.E. = 450 µS/cm.



Instituto Geológico
y Minero de España

**INVENTARIO DE PUNTOS
ACUÍFEROS**

Nº de registro 1705.2.0027

Nº de puntos descritos

Hoja topográfica 1/50.000
Cabezón de la Sal
Número 57

COORDENADAS UTM

Huso	X	Y	Z
30	389.597	4.795.189	435



Toponimia Fuente de los Coteros
M.A.S_b 012.008 Santillana - S. Vicente
Provincia Cantabria
Localización T.M. Valdáliga
Naturaleza Manantial
Redes a las que pertenece el punto
Piezometría
Hidrometría
Calidad

Nombre del propietario:

Utilización del agua: ninguna abastecimiento agricultura y ganadería otros



Cantidad extraída (L/s):

LITOLOGÍA	FORMACIÓN GEOLÓGICA	EDAD
Calizas	Fm. Reocín	Gargasiense-Clansayense (Cret. Inf.)

DATOS IN SITU

Fecha	pH	C.E. (µS/cm)	T ^a _{agua} (°C)	T ^a _{amb} (°C)	Q (L/s)	Método medida
02/03/2009	7,05	304	10,0	7,9	0,23	Estimado

Observaciones: Manantial captado parcialmente a un bebedero de ganado.

 Instituto Geológico y Minero de España INVENTARIO DE PUNTOS ACUÍFEROS	Nº de registro 1705.2.0028	COORDENADAS UTM							
	Nº de puntos descritos Hoja topográfica 1/50.000 Cabezón de la Sal Número 57					<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Huso</td> <td style="text-align: center;">X</td> <td style="text-align: center;">Y</td> <td style="text-align: center;">Z</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">30</td> <td style="text-align: center;">389.819</td> <td style="text-align: center;">4.795.194</td> <td style="text-align: center;">375</td> </tr> </table>	Huso	X	Y
Huso	X	Y	Z						
30	389.819	4.795.194	375						
	Toponimia Fuente de la Encina M.A.S_b 012.008 Santillana - S. Vicente Provincia Cantabria Localización T.M. Valdáliga Naturaleza Manantial Redes a las que pertenece el punto Piezometría <input type="checkbox"/> Hidrometría <input checked="" type="checkbox"/> Calidad <input type="checkbox"/>								
	Nombre del propietario: Utilización del agua: <input checked="" type="checkbox"/> ninguna <input type="checkbox"/> abastecimiento <input type="checkbox"/> agricultura y ganadería <input type="checkbox"/> otros Cantidad extraída (L/s):								
LITOLOGÍA		FORMACIÓN GEOLÓGICA		EDAD					
Calizas		Fm. Reocín		Gargasiense-Clansayense					
DATOS IN SITU									
Fecha	pH	C.E. (µS/cm)	T^a_{agua} (°C)	T^a_{amb} (°C)	Q (L/s)	Método medida			
02/03/2009	7,14	284	9,7	7,0	0,6	Estimado			
Observaciones: 									



Instituto Geológico
y Minero de España

**INVENTARIO DE PUNTOS
ACUÍFEROS**

Nº de registro 1705.2.0029

Nº de puntos descritos

Hoja topográfica 1/50.000
Cabezón de la Sal
Número 57

COORDENADAS UTM

Huso	X	Y	Z
30	385.306	4.795.228	500



Toponimia Abrevadero (i) ctra. Soplao
M.A.S_b. 012.008 Santillana - S. Vicente

Provincia Cantabria

Localización T.M. Rionansa

Naturaleza Manantial

Redes a las que pertenece el punto

- Piezometría
Hidrometría
Calidad

Nombre del propietario:

Utilización del agua: ninguna abastecimiento agricultura y ganadería otros

Cantidad extraída (L/s):

LITOLOGÍA	FORMACIÓN GEOLÓGICA	EDAD
Calizas	Fm. Reocín	Gargasiense-Clansayense (Cret. Inf.)

DATOS IN SITU

Fecha	pH	C.E. (µS/cm)	T ^a _{agua} (°C)	T ^a _{amb} (°C)	Q (L/s)	Método medida
03/03/2009	6,58	291	9,2	9,6	0,7	Estimado
27/10/2009					~ 0	Estimado
03/03/2010					<< 0,01	Estimado
09/12/2010	7,33	340	11,3	5,3	~ 1	Estimado
12/04/2011	6,94	509	11,3	13,9	~ 0,2	Estimado

Observaciones: Manantial que debería estar conectado a un abrevadero construido en sus inmediaciones, pero cuya agua no se utiliza.



Instituto Geológico
y Minero de España

**INVENTARIO DE PUNTOS
ACUÍFEROS**

Nº de registro 1705.2.0030

Nº de puntos descritos

Hoja topográfica 1/50.000
Cabezón de la Sal
Número 57

COORDENADAS UTM

Huso	X	Y	Z
30	387.391	4.795.885	310



Toponimia Fuente de Cereceo
M.A.S_b 012.008 Santillana - S. Vicente
Provincia Cantabria
Localización T.M. Valdáliga
Naturaleza Manantial

Redes a las que pertenece el punto

Piezometría
Hidrometría
Calidad

Nombre del propietario:

Utilización del agua: ninguna abastecimiento agricultura y ganadería otros

Cantidad extraída (L/s):

LITOLOGÍA	FORMACIÓN GEOLOGICA	EDAD
Areniscas	Fm. Bielva	Cenomaniense Inferior (Cret. Sup.)

DATOS IN SITU

Fecha	pH	C.E. (µS/cm)	T ^a _{agua} (°C)	T ^a _{amb} (°C)	Q (L/s)	Método medida
27/10/2009	7,89	331	12,4	18,2	<< 0,01	Estimado
13/04/2011	4,67	342	10,7	10,6	<< 0,01	Estimado

Observaciones: Manantial utilizado antiguamente como fuente pública.



Instituto Geológico
y Minero de España

**INVENTARIO DE PUNTOS
ACUÍFEROS**

Nº de registro 1705.3.0010

Nº de puntos descritos

Hoja topográfica 1/50.000
Cabezón de la Sal
Número 57

COORDENADAS UTM

Huso	X	Y	Z
30	390.515	4.795.980	92



Toponimia Abrev. ctra. Bustriguado
M.A.S_b. 012.008 Santillana - S. Vicente

Provincia Cantabria

Localización T.M. Valdáliga

Naturaleza Manantial

Redes a las que pertenece el punto

Piezometría
Hidrometría
Calidad

Nombre del propietario:

Utilización del agua: ninguna abastecimiento agricultura y ganadería otros: Fuente pública



Cantidad extraída (L/s):

LITOLOGÍA	FORMACIÓN GEOLÓGICA	EDAD
Calcarenitas	Fm. Barcenaciones	Albiense Medio-Superior (Cret. Inf.)

DATOS IN SITU

Fecha	pH	C.E. (µS/cm)	T ^a _{agua} (°C)	T ^a _{amb} (°C)	Q (L/s)	Método medida
02/10/2008	7,02	362	13,9	15,5	0,06	Cubo + cron.
02/03/2009	5,59	160	8,7	9,6	4,6	Cubo + cron.
26/10/2009	7,18	359	13,1	18,6	0,07	Cubo + cron.
03/03/2010	7,32	354	10,4	14,8	0,34	Cubo + cron.
09/12/2010	7,25	251	10,4	8,3	3,7	Cubo + cron.
12/04/2011	5,09	426	12,4	12,7	0,92	Cubo + cron.


Observaciones: Manantial captado a una fuente pública y abrevadero.

 Instituto Geológico y Minero de España INVENTARIO DE PUNTOS ACUÍFEROS	Nº de registro 1705.3.0011	COORDENADAS UTM				
	Nº de puntos descritos 1					
	Hoja topográfica 1/50.000 Cabezón de la Sal Número 57	Huso 30	X 390.652	Y 4.795.893	Z 80	
		Toponimia Sondeo El Vear M.A.S_b 012.008 Santillana - S. Vicente Provincia Cantabria Localización T.M. Valdáliga Naturaleza Sondeo Redes a las que pertenece el punto Piezometría <input type="checkbox"/> Hidrometría <input checked="" type="checkbox"/> Calidad <input type="checkbox"/>				
Nombre del propietario: Utilización del agua: <input type="checkbox"/> ninguna <input checked="" type="checkbox"/> abastecimiento no urbano <input type="checkbox"/> agricultura y ganadería <input type="checkbox"/> otros Cantidad extraída (L/s):						
LITOLOGÍA		FORMACIÓN GEOLÓGICA		EDAD		
Areniscas, lutitas y calizas margosas		Fm. Las Peñosas		Albiense Inferior (Cret. Inf.)		
DATOS IN SITU						
Fecha	pH	C.E. (µS/cm)	T^a_{agua} (°C)	T^a_{amb} (°C)	Q (L/s)	Método medida
27/10/2009	7,73	392	15,2	12,8		

METROS	LITOLOGÍAS	EDAD
0,00 - 7,80	Arenas, lutitas, calizas y margas	Albiense Inferior (Cret. Inf.)
7,80 – 587,60	Calizas y dolomías	Gargasiense- Clansayense (Cret. Inf.)

Observaciones: Sondeo de investigación minera realizado en el año 1988 por la empresa Asturiana de Zinc, S.A., para el reconocimiento del sector oriental del yacimiento explotado en las minas de La Florida. Es surgente, y su agua se capta para abastecimiento ocasional de una vivienda situada en sus proximidades.

INVENTARIO DEL INTERIOR DE LA CUEVA

 Instituto Geológico y Minero de España INVENTARIO DE PUNTOS ACUÍFEROS	Nº de registro P-1	COORDENADAS UTM			
	Nº de puntos descritos 1				
	Hoja topográfica 1/50.000 Cabezón de la Sal Número 57	Huso X Y Z			



Toponimia P-1
M.A.S_b 012.008 Santillana – S. Vicente
Provincia Cantabria
Localización Interior Cueva del Soploa
Naturaleza Chorro
Redes a las que pertenece el punto
 Piezometría
 Hidrometría
 Calidad

Nombre y dirección del propietario

Descripción del punto Barreno frente a sondeo 429-72. Galería minera. Cueva del Soploa.

DATOS IN SITU

Fecha	pH	C.E. (µS/cm)	T ^a _{agua} (°C)	T ^a _{amb} (°C)	Q (L/s)
16/06/2008	6,74	212	12,8		
04/06/2009	7,67	246	10,5		
17/02/2010	6,35	270			
13/12/2010	8,01	270	11,2	12,0	~ 0,1

ANÁLISIS QUÍMICOS


Laboratorio IGME en Tres Cantos (Madrid)

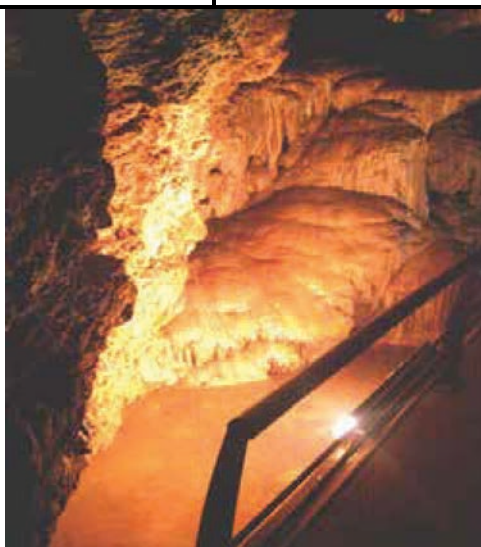
ANIONES		mg/L								
Fecha	Cl ⁻	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NO ₃	NO ₂	PO ₄	F	S	SiO ₂
16/06/2008	7	11	134	0	1	0	0	0	0,40	1,5
04/06/2008	8	13	97	0	6	0		0		2,5
17/02/2010	8	12	102	0	5	0				1,7
13/12/2010	2	5	84	0	7	0		0		1,4

CATIONES		mg/L												
Fecha	Na	K	Ca	Mg	NH ₄	Cu	Zn	Fe	Mn	As	Cd	Pb	Hg	Cr
16/06/2008	6	0	19	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
04/06/2008	5	0	20	13	0	0	0	0	0		0	0	0	
17/02/2010	5	0	21	13	0		60	59	0			12		
13/12/2010	5	0	24	14	0	1,1	53,1	42,1	3,81		0,21	0,86	0	0,21

OTRAS DETERMINACIONES					
Fecha	C.E. ($\mu\text{S/cm}$)	pH	R.S (mg/L)	DQO	
16/06/2008	226	8,1	151	0,8	
04/06/2008	208	7.30	142,8	0,60	
17/02/2010	219	8,05		1,7	
13/12/2010	239	7,74		1,3	

Observaciones: Los días 16.06.08, 04.06.08, 17.02.10 y 13.12.10 se realizaron los muestreos para análisis químico tomando, en cada campaña, tres muestras de agua: una botella de 0,5 L, otra de 0,25 L (acidulada con 1,25 mL de HNO_3) y otra de 0,17 L (con 1,36 mL de sosa y 7 gotas de acetato de zinc).

 Instituto Geológico y Minero de España INVENTARIO DE PUNTOS ACUÍFEROS	Nº de registro P-2 Nº de puntos descritos 1	COORDENADAS UTM Huso X Y Z			
	Hoja topográfica 1/50.000 Cabezón de la Sal Número 57				



Toponimia P-2
M.A.S_b 012.008 Santillana – S. Vicente
Provincia Cantabria
Localización Interior Cueva del Soplao
Naturaleza Curso superficial
Redes a las que pertenece el punto
 Piezometría
 Hidrometría
 Calidad

Nombre y dirección del propietario

Descripción del punto Entrada a zona turística. Cueva del Soplao.

DATOS IN SITU

Fecha	T ^a agua (°C)	C.E. (µS/cm)	pH	Observaciones
17/02/2010		307	6,70	

ANÁLISIS QUÍMICOS

Laboratorio IGME en Tres Cantos (Madrid)



ANIONES											mg/L				
Fecha	Cl ⁻	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NO ₃	NO ₂	PO ₄	F	S	SiO ₂					
17/02/2010	7	16	123	0	6	0				1,8					

CATIONES														mg/L				
Fecha	Na	K	Ca	Mg	NH ₄	Cu	Zn	Fe	Mn	As	Cd	Pb	Hg					
17/02/2010		0	32	11	0		470	63	0			9						

OTRAS DETERMINACIONES

Fecha	C.E. (µS/cm)	pH	R.S (mg/L)	DQO
17/02/2010	251	8,03		1,3

Observaciones: El día 17.02.10 se realizó el muestreo para análisis químico tomando tres muestras de agua: una botella de 0,5 L, otra de 0,25 L (acidulada con 1,25 mL de HNO₃) y otra de 0,17 L (con 1,36 mL de sosa y 7 gotas de acetato de zinc).

 Instituto Geológico y Minero de España INVENTARIO DE PUNTOS ACUÍFEROS	Nº de registro P-3	COORDENADAS UTM			
	Nº de puntos descritos 1				
	Hoja topográfica 1/50.000 Cabezón de la Sal Número 57	Huso X Y Z			
	Toponimia P-3 M.A.S_b . 012.008 Santillana – S. Vicente Provincia Cantabria Localización Interior Cueva del Soplao Naturaleza Goteo Redes a las que pertenece el punto Piezometría <input type="checkbox"/> Hidrometría <input type="checkbox"/> Calidad <input checked="" type="checkbox"/>				

Nombre y dirección del propietario

Descripción del punto Goteo situado en el final de la Galería Este. Cueva del Soplao.

DATOS IN SITU

Fecha	pH	C.E. (µS/cm)	T ^a _{agua} (°C)	T ^a _{amb} (°C)	Q (L/s)
16/06/2008	5,50	229	13,8		
17/02/2010	7,09	275			
13/12/2010	8,20	283	10,5	10,6	

ANÁLISIS QUÍMICOS

Laboratorio IGME en Tres Cantos (Madrid)


ANIONES															
mg/L															
Fecha	Cl ⁻	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NO ₃	NO ₂	PO ₄	F	S	SiO ₂					
16/06/2008	7	11	134	0	1	0	0	0	0,40	1,5					
17/02/2010	6	12	114	2,4	1	0				1,3					
13/12/2010	2	3	148	3,6	2	0				0,9					

CATIONES														
mg/L														
Fecha	Na	K	Ca	Mg	NH ₄	Cu	Zn	Fe	Mn	As	Cd	Pb	Hg	Cr
16/06/2008	6	0	19	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
17/02/2010	5	0	21	15	0		250	36	0			0		
13/12/2010	5	0	25	16	0	0,87	45,9	30,5	2,16		0	1,11	0	0,26

OTRAS DETERMINACIONES

Fecha	C.E. ($\mu\text{S/cm}$)	pH	R.S (mg/L)	DQO	
16/06/2008	226	8,1	151	0,8	
17/02/2010	242	8,41		1,0	
13/12/2010	252	8,44		0,7	

Observaciones: Los días 16.06.08, 17.02.10 y 13.12.10 se realizaron los muestreos para análisis químico tomando, en cada campaña, tres muestras de agua: una botella de 0,5 L, otra de 0,25 L (acidulada con 1,25 mL de HNO_3) y otra de 0,17 L (con 1,36 mL de sosa y 7 gotas de acetato de zinc).

 Instituto Geológico y Minero de España INVENTARIO DE PUNTOS ACUÍFEROS	Nº de registro P-4 (ISO-2) Nº de puntos descritos 1	COORDENADAS UTM Huso X Y Z			
	Hoja topográfica 1/50.000 Cabezón de la Sal Número 57				



Toponimia P-4 (ISO-2)
M.A.S_b. 012.008 Santillana - S. Vicente
Provincia Cantabria
Localización Interior Cueva del Soplao
Naturaleza Goteo
Redes a las que pertenece el punto
 Piezometría
 Hidrometría
 Calidad + isótopos

Nombre y dirección del propietario

Descripción del punto Goteo de aporte lento situado al lado del cuadro de luces en el interior de la Cueva del Soplao.

MUESTREOS

Fecha colocación	Fecha toma muestra	Observaciones
17/06/2008	04/09/2008	Se colocaba la botella y se recogía cuando estaba llena. No fue posible tomar datos in situ por falta de agua.
04/09/2008	04/06/2009	
04/06/2009	30/06/2009	Se tomó muestra para isótopos
30/06/2009	13/12/2010	

DATOS IN SITU

Fecha	pH	C.E. (µS/cm)	T ^a _{agua} (°C)	T ^a _{amb} (°C)	Q (L/s)
13/12/2010	8,22	304	11,8	12,0	

ANÁLISIS QUÍMICOS


Laboratorio IGME en Tres Cantos (Madrid)

Fecha	ANIONES									
	Cl ⁻	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NO ₃	NO ₂	PO ₄	F	S	SiO ₂
04/09/2008	10	8	146	0	6	0		0		2,20
04/06/2009	11	14	141	0	5	0		0		2,40
30/06/2009	11	19	156	0	5	0				1,9
13/12/2010	5	7	138	3,6	6	0				1,5

CATIONES	mg/L														
	Fecha	Na	K	Ca	Mg	NH ₄	Cu	Zn	Fe	Mn	As	Cd	Pb	Hg	Cr
	04/09/2008	6	0	25	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	04/06/2009	7	0	22	21	0	0	0	57	0		0	0	0	
	30/06/2009	6	0	27	23	0		0,09	0	0			0		
	13/12/2010	7	0	19	20	0	1,7	137	76,2	15,4		0,3	8,9	0	0,2

ANÁLISIS QUÍMICOS					
Laboratorio IGME en Tres Cantos (Madrid)					
OTRAS DETERMINACIONES					
Fecha	C.E. (µS/cm)	pH	R.S (mg/L)	DQO	
04/09/2008	274	8,10	184	0,60	
04/06/2009	279	7,70	183	0,50	
30/06/2009	299	8,04		0,5	
13/12/2010	268	8,4		0,7	

Observaciones: El día 30.06.09 se tomó muestra para análisis de isótopos: una botella de 0,125 L sin tratar. Los días 04.09.08, 04.06.09 y 13.12.10 se realizaron los muestreos para análisis químico tomando, en cada campaña, tres muestras de agua: una botella de 0,5 L, otra de 0,25 L (acidulada con 1,25 mL de HNO₃) y otra de 0,17 L (con 1,36 mL de sosa y 7 gotas de acetato de zinc).

 Instituto Geológico y Minero de España INVENTARIO DE PUNTOS ACUÍFEROS	Nº de registro P-5	COORDENADAS UTM Huso X Y Z			
	Nº de puntos descritos 1				
	Hoja topográfica 1/50.000 Cabezón de la Sal Número 57				



Toponimia P-5
M.A.S_b. 012.008 Santillana - S. Vicente
Provincia Cantabria
Localización Interior Cueva del Soplao
Naturaleza Goteo
Redes a las que pertenece el punto
 Piezometría
 Hidrometría
 Calidad

Nombre y dirección del propietario

Descripción del punto Sala Campamento, interior de la Cueva del Soplao.

MUESTREOS

Fecha colocación	Fecha toma muestra	Observaciones
17/06/2008	04/09/2008	Se colocaba la botella y se recogía cuando estaba llena. Aporte lento. No fue posible la toma de datos in situ.
04/09/2008	04/06/2009	
04/06/2009	13/12/2010	

DATOS IN SITU

Fecha	pH	C.E. (µS/cm)	T ^a _{agua} (°C)	T ^a _{amb} (°C)	Q (L/s)
13/12/2010	8,10	474	11,2	12,1	

ANÁLISIS QUÍMICOS

Laboratorio IGME en Tres Cantos (Madrid)										
ANIONES	mg/L									
Fecha	Cl⁻	SO₄	HCO₃	CO₃	NO₃	NO₂	PO₄	F	S	SiO₂
04/09/2008	11	5	200	0	5	0		0		2,60
04/06/2009	8	17	197	0	5	0		0		2,80
13/12/2010	6	8	247	0	7	0				1,8

ANÁLISIS QUÍMICOS


Laboratorio IGME en Tres Cantos (Madrid)

CATIONES	mg/L														
	Fecha	Na	K	Ca	Mg	NH ₄	Cu	Zn	Fe	Mn	As	Cd	Pb	Hg	Cr
	04/09/2008	5	0	35	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	04/06/2009	5	0	33	27	0	0	0	0	0		0	0	0	
	13/12/2010	12	0	40	26	0	1,8	94,4	63,5	8,5		0,3	3,4	0	0,3

OTRAS DETERMINACIONES

Fecha	C.E. ($\mu\text{S/cm}$)	pH	R.S (mg/L)	DQO	
04/09/2008	350	7,90	196	0,60	
04/06/2009	374	7,50	216,40	0,50	
13/12/2010	397	8,0		0,6	

Observaciones: Los días 04.09.08, 04.06.09 y 13.12.10 se realizaron los muestreos para análisis químico tomando, en cada campaña, tres muestras de agua: una botella de 0,5 L, otra de 0,25 L (acidulada con 1,25 mL de HNO₃) y otra de 0,17 L (con 1,36 mL de sosa y 7 gotas de acetato de zinc).

 Instituto Geológico y Minero de España INVENTARIO DE PUNTOS ACUÍFEROS	Nº de registro P-6	COORDENADAS UTM Huso X Y Z			
	Nº de puntos descritos 1				
	Hoja topográfica 1/50.000 Cabezón de la Sal Número 57				



Toponimia P-6
M.A.S_b. 012.008 Santillana - S. Vicente
Provincia Cantabria
Localización Interior Cueva del Soplo
Naturaleza Goteo
Redes a las que pertenece el punto
 Piezometría
 Hidrometría
 Calidad

Nombre y dirección del propietario

Descripción del punto Sala Coca-Cola, interior de la Cueva del Soplo.

MUESTREOS

Fecha colocación	Fecha toma muestra	Observaciones
17/06/2008		Se colocó la botella pero nunca llegó a llenarse, por lo que no se hizo análisis. Aporte muy lento. No fue posible la toma de datos in situ.



ANÁLISIS QUÍMICOS

Laboratorio										
ANIONES	mg/L									
Fecha	Cl	SO₄	HCO₃	CO₃	NO₃	NO₂	PO₄	F	S	SiO₂

CATIONES	mg/L													
Fecha	Na	K	Ca	Mg	NH₄	Cu	Zn	Fe	Mn	As	Cd	Pb	Hg	

OTRAS DETERMINACIONES

Fecha	C.E. (µS/cm)	pH	R.S (mg/L)	DQO
--------------	---------------------	-----------	-------------------	------------

 Instituto Geológico y Minero de España INVENTARIO DE PUNTOS ACUÍFEROS	Nº de registro P-7 Nº de puntos descritos 1	COORDENADAS UTM			
	Hoja topográfica 1/50.000 Cabezón de la Sal Número 57	Huso	X	Y	Z
		Toponimia P-7 M.A.S_b . 012.008 Santillana - S. Vicente Provincia Cantabria Localización Interior Cueva del Soplao Naturaleza Cascada Redes a las que pertenece el punto Piezometría <input type="checkbox"/> Hidrometría <input type="checkbox"/> Calidad <input checked="" type="checkbox"/>			

Nombre y dirección del propietario

Descripción del punto Sala del Órgano, interior de la Cueva del Soplao.

DATOS IN SITU

Fecha muestreo	pH	C.E. (µS/cm)	T ^a _{agua} (°C)	T ^a _{amb} (°C)	Q (L/s)
17/06/2008	7,7	349	13,0		
04/06/2009	8,20	353	10,0		
17/02/2010	7,15	416			
13/12/2010	7,10	391	10,7	11,5	~ 0,5

ANÁLISIS QUÍMICOS

Laboratorio IGME Tres Cantos (Madrid)

Fecha	ANIONES									
	Cl	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NO ₃	NO ₂	PO ₄	F	S	SiO ₂
17/06/2008	7	12	187	0	2	0	0	0	0,80	3,2
04/06/2009	10	24	210	0	3	0	0			3,2
17/02/2010	6	18	193	3,6	2	0				2
13/12/2010	5	8	204	4,8	4	0				1,9

ANÁLISIS QUÍMICOS


Laboratorio IGME Tres Cantos (Madrid)

CATIONES	mg/L												
Fecha	Na	K	Ca	Mg	NH ₄	Cu	Zn	Fe	Mn	As	Cd	Pb	Hg
17/06/2008	5	0	55	9	0	0	0,11		0	0	0	0	0
04/06/2009	6	0	63	13	0	0	0	0	0	0,0006	0	0	
17/02/2010	5	0	55	13	0		60	31	0			0	
13/12/2010	5	0	57	12	0	1,6	118	75,4	11,5		0,3	7,2	

OTRAS DETERMINACIONES

Fecha	C.E. (µS/cm)	pH	R.S (mg/L)	DQO	
17/06/2008	301	8,0	207	4,3	
04/06/2009	377	7,6	254	1,2	
17/02/2010	359	8,39		2,3	
13/12/2010	350	8,4		2,2	

Observaciones: Los días 17.06.08, 04.06.09, 17.02.10 y 13.12.10 se realizaron los muestreos para análisis químico tomando, en cada campaña, tres muestras de agua: una botella de 0,5 L, otra de 0,25 L (acidulada con 1,25 mL de HNO₃) y otra de 0,17 L (con 1,36 mL de sosa y 7 gotas de acetato de zinc).

 Instituto Geológico y Minero de España INVENTARIO DE PUNTOS ACUÍFEROS	Nº de registro P-8 (ISO-5)	COORDENADAS UTM Huso X Y Z		
	Nº de puntos descritos 1			
	Hoja topográfica 1/50.000 Cabezón de la Sal Número 57			



Toponimia P-8 (ISO-5)
M.A.S_b. 012.008 Santillana - S. Vicente
Provincia Cantabria
Localización Interior Cueva del Soplao
Naturaleza Cascada
Redes a las que pertenece el punto
Piezometría
Hidrometría
Calidad

Nombre y dirección del propietario

Descripción del punto Sala Señor de los Anillos, interior de la Cueva del Soplao.

DATOS IN SITU

Fecha muestreo	pH	C.E. (µS/cm)	T ^a _{agua} (°C)	T ^a _{amb} (°C)	Q (L/s)
17/06/2008	7,79	257	13,2		
04/06/2009	8,30	265	10,7		
30/06/2009					
17/02/2010	7,13	339			
13/12/2010	7,30	308	11,4	12,2	

ANÁLISIS QUÍMICOS

Laboratorio IGME Tres Cantos (Madrid)

OTRAS DETERMINACIONES

Fecha	C.E. (µS/cm)	pH	R.S (mg/L)	DQO	
17/06/2008	224	8,1	154	2,2	
04/06/2009	287	7,70	193	0,9	
17/02/2010	285	8,42		1,5	
13/12/2010	273	8,4		1,3	



ANÁLISIS QUÍMICOS


Laboratorio IGME Tres Cantos (Madrid)

ANIONES		mg/L									
Fecha	Cl ⁻	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NO ₃	NO ₂	PO ₄	F	S	SiO ₂	
17/06/2008	5	16	122	0	3	0	0	0			1,6
04/06/2009	8	15	158	0	5	0		0			1,70
17/02/2010	5	13	150	3,6	3	0					1,2
13/12/2010	4	5	144	3,6	5	0					1,0

CATIONES		mg/L											
Fecha	Na	K	Ca	Mg	NH ₄	Cu	Zn	Fe	Mn	As	Cd	Pb	Cr
17/06/2008	4	0	28	13	0	0	0,53	0,27	0,093	7	0,001	0,054	
04/06/2009	5	0	35	17	0	0	180	0	0		0	7	
17/02/2010	5	0	33	16	0		208	46	0			20	
13/12/2010	5	0	31	14	0	4	426	97,9	21,7		0,9	19,9	0,4

Observaciones: El día 30.06.09 se tomó muestra para análisis de isótopos: una botella de 0,125 mL sin tratar. Los días 17.06.09, 04.06.09, 17.02.10 y 13.12.10 se realizaron los muestreos para análisis químico tomando, en cada campaña, tres muestras de agua: una botella de 0,5 L, otra de 0,25 L (acidulada con 1,25 mL de HNO₃) y otra de 0,17 L (con 1,36 mL de sosa y 7 gotas de acetato de zinc).

 Instituto Geológico y Minero de España INVENTARIO DE PUNTOS ACUÍFEROS	Nº de registro P-9 Nº de puntos descritos 1	COORDENADAS UTM			
	Hoja topográfica 1/50.000 Cabezón de la Sal Número 57	Huso	X	Y	Z
		Toponimia P-9 M.A.S_b 012.008 Santillana - S. Vicente Provincia Cantabria Localización Interior Cueva del Soplo Naturaleza chorro Redes a las que pertenece el punto Piezometría <input type="checkbox"/> Hidrometría <input type="checkbox"/> Calidad <input type="checkbox"/>			
Nombre y dirección del propietario Descripción del punto Galería minera después de La Sirena.					
DATOS IN SITU					
Fecha muestreo	pH	C.E. (µS/cm)	T_{agua} (°C)	Q (L/s)	
17/06/2008	6,30	190	13,2		
Observaciones: No se tomaron muestras.					

 Instituto Geológico y Minero de España INVENTARIO DE PUNTOS ACUÍFEROS	Nº de registro P-10 Nº de puntos descritos 1	COORDENADAS UTM			
	Hoja topográfica 1/50.000 Cabezón de la Sal Número 57	Huso	X	Y	Z



Toponimia P-10
M.A.S_b 012.008 Santillana - S. Vicente
Provincia Cantabria
Localización Interior Cueva del Soplao
Naturaleza Cascada
Redes a las que pertenece el punto
 Piezometría
 Hidrometría
 Calidad

Nombre y dirección del propietario

Descripción del punto Cascada en la sala de La Sirena, interior de la Cueva del Soplao.

DATOS IN SITU

Fecha muestreo	pH	C.E. (µS/cm)	T ^a _{agua} (°C)	T ^a _{amb} (°C)	Q (L/s)
17/06/2008	6,9	205	13,1		
04/06/2009	8,3	272	10,5		
17/02/2010	7,22	292			
13/12/2010	7,40	298	11,0	11,2	

ANÁLISIS QUÍMICOS

Laboratorio IGME Tres Cantos (Madrid)

Fecha	ANIONES									
	mg/L									
	Cl ⁻	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NO ₃	NO ₂	PO ₄	F	S	SiO ₂
17/06/2008	6	11	123	0	4	0	0	0	0,402	1,7
04/06/2009	9	10	137	0	7	0		0		1,9
17/02/2010	6	16	119	0	6	0				1,1
13/12/2010	4	8	146	0	9	0				1,1

ANÁLISIS QUÍMICOS


Laboratorio IGME Tres Cantos (Madrid)

CATIONES	mg/L													
	Fecha	Na	K	Ca	Mg	NH ₄	Cu	Zn	Fe	Mn	As	Cd	Pb	Cr
17/06/2008	5	0	28	12	0	0	0,37	0,231	0,025	0	0,0005			
04/06/2009	6	0	31	14	0	0	230	0	0		0	0		
17/02/2010	5	0	26	14	0		180	58	0				0	
13/12/2010	5	0	37	11	0	1,8	290	57,8	18,6		0,6	7,2	0,2	

OTRAS DETERMINACIONES

Fecha	C.E. (µS/cm)	pH	R.S (mg/L)	DQO	
17/06/2008	226	8,0	166	2,3	
04/06/2009	271	7,7	182,8	1,0	
17/02/2010	239	8,15		1,4	
13/12/2010	256	8,0		1,3	

Observaciones: Los días 17.06.08, 04.06.09, 17.02.10 y 13.12.10 se realizaron los muestreos para análisis químico tomando, en cada campaña, tres muestras de agua: una botella de 0,5 L, otra de 0,25 L (acidulada con 1,25 mL de HNO₃) y otra de 0,17 L (con 1,36 mL de sosa y 7 gotas de acetato de zinc).

 Instituto Geológico y Minero de España INVENTARIO DE PUNTOS ACUÍFEROS	Nº de registro P-11 Nº de puntos descritos 1	COORDENADAS UTM			
	Hoja topográfica 1/50.000 Cabezón de la Sal Número 57	Huso	X	Y	Z



Toponimia P-11
M.A.S_b 012.008 Santillana - S. Vicente
Provincia Cantabria
Localización Interior Cueva del Soplao
Naturaleza Curso superficial
Redes a las que pertenece el punto
 Piezometría
 Hidrometría
 Calidad

Nombre y dirección del propietario

Descripción del punto Curso de agua en la sala de La Sirena, interior de la Cueva del Soplao.

DATOS IN SITU

Fecha muestreo	pH	C.E. (µS/cm)	T ^a _{agua} (°C)	T ^a _{amb} (°C)	Q (L/s)
17/06/2008	6,01	192	13,3		
04/06/2009	8,10	224	10,5		
13/12/2010	7,40	242	11,1	11,4	~ 0,2

ANÁLISIS QUÍMICOS

Laboratorio IGME Tres Cantos (Madrid)

Fecha	ANIONES									
	mg/L									
	Cl ⁻	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NO ₃	NO ₂	PO ₄	F	S	SiO ₂
17/06/2008	5	19	97	0	8	0		0		0,80
04/06/2009	8	11	98	0	11	0		0		1,30
13/12/2010	1	6	107	0	11	0				0,7



ANÁLISIS QUÍMICOS**Laboratorio** IGME Tres Cantos (Madrid)


CATIONES	mg/L													
	Fecha	Na	K	Ca	Mg	NH₄	Cu	Zn	Fe	Mn	As	Cd	Pb	Hg
	17/06/2008	5	0	22	12	0	0	150	56	0	0	0	0	0
	04/06/2009	5	0	21	13	0	0	90	35	0		0	0	0
	13/12/2010	5	0	20	11	0	1,4	249	73,9	21,1		0,8	18,8	0

OTRAS DETERMINACIONES

Fecha	C.E. (µS/cm)	pH	R.S (mg/L)	DQO	
17/06/2008	205	7,90	130	1,30	
04/06/2009	214	7,70	135,20	0,60	
13/12/2010	217	8,10		0,6	

Observaciones: Los días 17.06.08, 04.06.09 y 13.12.10 se realizaron los muestreos para análisis químico tomando, en cada campaña, tres muestras de agua: una botella de 0,5 L, otra de 0,25 L (acidulada con 1,25 mL de HNO₃) y otra de 0,17 L (con 1,36 mL de sosa y 7 gotas de acetato de zinc).

 Instituto Geológico y Minero de España INVENTARIO DE PUNTOS ACUÍFEROS	Nº de registro P-12 Nº de puntos descritos 1		COORDENADAS UTM Huso X Y Z										
	Hoja topográfica 1/50.000 Cabezón de la Sal Número 57												
			Toponimia P-12 M.A.S_b . 012.008 Santillana - S. Vicente Provincia Cantabria Localización Interior Cueva del Soplao Naturaleza curso de agua discontinuo Redes a las que pertenece el punto Piezometría <input type="checkbox"/> Hidrometría <input type="checkbox"/> Calidad <input type="checkbox"/>										
			Nombre y dirección del propietario Descripción del punto Curso superficial con presencia de espumas. Galería de La Sirena, interior de la Cueva del Soplao.										
DATOS IN SITU													
Fecha muestreo	pH	C.E. (µS/cm)	T^a agua (°C)	Observaciones									
17/06/2008	6,70	165	13,1	No se tomó muestra									
ANÁLISIS QUÍMICOS													
Laboratorio IGME Tres Cantos (Madrid)													
ANIONES		mg/L											
Fecha	Cl	SO₄	HCO₃	CO₃	NO₃	NO₂	PO₄	F	S	SiO₂			
CATIONES		mg/L											
Fecha	Na	K	Ca	Mg	NH₄	Cu	Zn	Fe	Mn	As	Cd	Pb	Hg
OTRAS DETERMINACIONES													
Fecha	C.E. (µS/cm)	pH	R.S (mg/L)	DQO									
Observaciones: No se tomaron muestras.													

 Instituto Geológico y Minero de España INVENTARIO DE PUNTOS ACUÍFEROS	Nº de registro P-13 Nº de puntos descritos 1	COORDENADAS UTM Huso X Y Z		
	Hoja topográfica 1/50.000 Cabezón de la Sal Número 57			



Toponimia P-13
M.A.S_b. 012.008 Santillana - S. Vicente
Provincia Cantabria
Localización Interior Cueva del Soplao
Naturaleza Goteo
Redes a las que pertenece el punto
 Piezometría
 Hidrometría
 Calidad

Nombre y dirección del propietario

Descripción del punto Goteo lento situado al lado de la cascada final, interior de la Cueva del Soplao.

DATOS IN SITU

Fecha colocación	Fecha toma	Observaciones
17/06/2008	04/08/2008	No se tomaron parámetros <i>in situ</i> por falta de agua.
04/09/2008	04/06/2009	
04/06/2009	17/02/2010	

ANÁLISIS QUÍMICOS

Laboratorio IGME Tres Cantos (Madrid)



ANIONES	mg/L										
	Fecha	Cl ⁻	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NO ₃	NO ₂	PO ₄	F	S	SiO ₂
	17/06/2008	9	7	79	0	5	0		0		1,70
	04/09/2008	9	12	84	0	5	0		0		1,90
	17/02/2010	5	15	87	2,4	5	0				1,6

CATIONES	mg/L													
	Fecha	Na	K	Ca	Mg	NH ₄	Cu	Zn	Fe	Mn	As	Cd	Pb	Hg
	17/06/2008	5	0	29	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	04/09/2008	6	0	31	3	0								
	17/02/2010	4	0	29	6	0		70	28	0			0	



OTRAS DETERMINACIONES

Fecha	C.E. ($\mu\text{S/cm}$)	pH	R.S (mg/L)	DQO	
17/06/2008	182	7,40	124	0,6	
04/09/2008	197	7,6	141,10	1,0	
17/02/2010	201	8,40		0,6	

Observaciones: Los días 17.06.08, 04.09.08 y 13.12.10 se realizaron los muestreos para análisis químico tomando, en cada campaña, tres muestras de agua: una botella de 0,5 L, otra de 0,25 L (acidulada con 1,25 mL de HNO_3) y otra de 0,17 L (con 1,36 mL de sosa y 7 gotas de acetato de zinc).

 <p>Instituto Geológico y Minero de España</p> <p>INVENTARIO DE PUNTOS ACUÍFEROS</p>	<p>Nº de registro P-14</p>	<p>COORDENADAS UTM</p> <p>Huso X Y Z</p>			
	<p>Nº de puntos descritos</p>				
	<p>Hoja topográfica 1/50.000 Cabezón de la Sal Número 57</p>				
	<p>Toponimia P-14</p> <p>M.A.S.b. 012.008 Santillana - S. Vicente</p> <p>Provincia Cantabria</p> <p>Localización Interior Cueva del Soplao</p> <p>Naturaleza Cascada</p> <p>Redes a las que pertenece el punto</p> <p>Piezometría <input type="checkbox"/></p> <p>Hidrometría <input type="checkbox"/></p> <p>Calidad <input checked="" type="checkbox"/></p>				
<p>Nombre y dirección del propietario</p>					
<p>Descripción del punto Cascada del Este, interior de la Cueva del Soplao.</p>					
<p>DATOS IN SITU</p>					
Fecha colocación	pH	C.E. (µS/cm)	T^a agua (°C)	T^a amb (°C)	
17/06/2008	6,3	218	12,9		
04/06/2009	8,19	240	10,5		
17/02/2010		291	7,30		
13/12/2010	7,40	253	11,2	11,5	

ANÁLISIS QUÍMICOS										
Laboratorio IGME Tres Cantos (Madrid)										
ANIONES		mg/L								
Fecha	Cl ⁻	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NO ₃	NO ₂	PO ₄	F	S	SiO ₂
17/06/2008	6	21	141	0	4	0	0	0	0,804	2,7
04/06/2009	8	11	119	0	5	0		0		1,30
17/02/2010	7	16	109	0	3	0				1,20
13/12/2010	4	4	130	0	5	0				1,1

 Instituto Geológico y Minero de España INVENTARIO DE PUNTOS ACUÍFEROS	Nº de registro P-15	COORDENADAS UTM			
	Nº de puntos descritos 1				
	Hoja topográfica 1/50.000 Cabezón de la Sal Número 57				
	Toponimia P-15 M.A.S_b 012.008 Santillana - S. Vicente Provincia Cantabria Localización Interior Cueva del Soplao Naturaleza Cascada Redes a las que pertenece el punto Piezometría <input type="checkbox"/> Hidrometría <input type="checkbox"/> Calidad <input checked="" type="checkbox"/>				

Nombre y dirección del propietario

Descripción del punto Cascada situada antes de La Desección Poligonal, a la derecha, interior de la Cueva del Soplao.

DATOS IN SITU

Fecha colocación	pH	C.E. (µS/cm)	T ^a _{agua} (°C)	T ^a _{amb} (°C)
17/06/2008	6,71	204	12,6	
17/02/2010	7,15	287		
13/12/2010	7,10	285	11,1	11,2

ANÁLISIS QUÍMICOS

Laboratorio IGME Tres Cantos (Madrid)



ANIONES		mg/L									
Fecha	Cl ⁻	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NO ₃	NO ₂	PO ₄	F	S	SiO ₂	
17/02/2010	7	17	115	0	5	0				1,7	
13/12/2010	4	13	125	0	9	0				1,3	

CATIONES		mg/L											
Fecha	Na	K	Ca	Mg	NH ₄	Cu	Zn	Fe	Mn	As	Cd	Pb	Cr
17/02/2010	5	0	32	10		0	270	34				0	
13/12/2010	5	0	35	9	0	5,1	143	110	27,3		0,4	7,5	0,4

OTRAS DETERMINACIONES

Fecha	C.E. ($\mu\text{S/cm}$)	pH	R.S (mg/L)	DQO	
17/02/2010	243	8,13		1,6	
13/12/2010	257	8,1		1,3	

Observaciones: Los días 17.02.10 y 13.12.10 se realizaron los muestreos para análisis químico tomando, en cada campaña, tres muestras de agua: una botella de 0,5 L, otra de 0,25 L (acidulada con 1,25 mL de HNO_3) y otra de 0,17 L (con 1,36 mL de sosa y 7 gotas de acetato de zinc).

 Instituto Geológico y Minero de España INVENTARIO DE PUNTOS ACUÍFEROS	Nº de registro P-16 Nº de puntos descritos 1	COORDENADAS UTM Huso X Y Z			
	Hoja topográfica 1/50.000 Cabezón de la Sal Número 57				
		Toponimia P-16 M.A.S_b 012.008 Santillana - S. Vicente Provincia Cantabria Localización Interior Cueva del Soploa Naturaleza Chorro Redes a las que pertenece el punto Piezometría <input type="checkbox"/> Hidrometría <input type="checkbox"/> Calidad <input type="checkbox"/>			
Nombre y dirección del propietario					
Descripción del punto Barreno en la galería minera con vagoneta debajo, interior de la Cueva del Soploa.					
DATOS IN SITU					
Fecha colocación	pH	C.E. (µS/cm)	T^a_{agua} (°C)	T^a_{amb} (°C)	Q (L/s)
17/06/2008	6,28	196	12,7		
13/12/2010	7,80	261	11,4	11,7	~ 0,2

Observaciones: No se tomaron muestras.

ANÁLISIS QUÍMICOS

Laboratorio IGME Tres Cantos (Madrid)

CATIONES	mg/L													
	Fecha	Na	K	Ca	Mg	NH ₄	Cu	Zn	Fe	Mn	As	Cd	Pb	Hg
17/06/2008	5	0	50	5	0	0	0,11	0,154	0	0	0			
04/06/2009	5	0	38	6	0	0	0	31	13		0	0	0	
17/02/2010	5	0	32	8	0		110	81	0				0	
13/12/2010	5	0	35	7	0	2,5	264	277	220		1,8	67,4	0	

OTRAS DETERMINACIONES

Fecha	C.E. (µS/cm)	pH	R.S (mg/L)	DQO	
17/06/2008	261	7,90	199	3,20	
04/06/2009	243	7,70	158,80	0,90	
17/02/2010	229	8,11		1,3	
13/12/2010	233	7,9		1,7	

Observaciones: Los días 17.06.09, 04.06.09, 17.02.10 y 13.12.10 se realizaron los muestreos para análisis químico tomando, en cada campaña, tres muestras de agua: una botella de 0,5 L, otra de 0,25 L (acidulada con 1,25 mL de HNO₃) y otra de 0,17 L (con 1,36 mL de sosa y 7 gotas de acetato de zinc).



Instituto Geológico
y Minero de España

**INVENTARIO DE PUNTOS
ACUÍFEROS**

Nº de registro P-17

Nº de puntos descritos 1

Hoja topográfica 1/50.000

Cabezón de la Sal

Número 57

COORDENADAS UTM

Huso X Y Z



© Aer

Toponimia P-17

M.A.S_b 012.008 Santillana - S. Vicente

Provincia Cantabria

Localización Interior Cueva del Soplao

Naturaleza Chorro

Redes a las que pertenece el punto

Piezometría

Hidrometría

Calidad

Nombre y dirección del propietario

Descripción del punto Manantial de la Galería Este que nace en una poza, interior de la Cueva del Soplao.

DATOS IN SITU

Fecha colocación	pH	C.E. (µS/cm)	T ^a _{agua} (°C)	T ^a _{amb} (°C)	Q (L/s)
17/06/2008	6,10	210	12,7		
04/06/2009	8,0	229	10,5		
17/02/2010	7,23	301			
13/12/2010	7,95	270	11,2	11,6	~ 0,25

ANÁLISIS QUÍMICOS

Laboratorio IGME Tres Cantos (Madrid)

CATIONES	mg/L												
Fecha	Na	K	Ca	Mg	NH ₄	Cu	Zn	Fe	Mn	As	Cd	Pb	Hg
17/06/2008	5	0	30	15	0	0	90	330	43	0	0	9	0
04/06/2009	7	0	27	14	0	0	0	0	0		0	0	0
17/02/2010	5	0	25	14	0		120	27	0			0	
13/12/2010	5	0	26	14	0		77,8	48,5	6,9	1,3	0,2	1,9	0

ANÁLISIS QUÍMICOS

Laboratorio IGME Tres Cantos (Madrid)

ANIONES	mg/L										
Fecha	Cl ⁻	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NO ₃	NO ₂	PO ₄	F	S	SiO ₂	
17/06/2008	6	13	142	0	3	0		0		2	
04/06/2009	11	12	123	0	6	0		0		2,40	
17/02/2010	6	13	120	0	6	0				1,90	
13/12/2010	4	7	132	0	7	0				1,5	

OTRAS DETERMINACIONES

Fecha	C.E. (µS/cm)	pH	R.S (mg/L)	DQO
17/06/2008	248	8,0	159	1,10
04/06/2009	246	7,80	162,20	0,50
17/02/2010	243	8,17		1,30
13/12/2010	242	8,1		0,60

Observaciones: Los días 17.06.08, 04.06.09, 17.02.10 y 13.12.10 se realizaron los muestreos para análisis químico tomando, en cada campaña, tres muestras de agua: una botella de 0,5 L, otra de 0,25 L (acidulada con 1,25 mL de HNO₃) y otra de 0,17 L (con 1,36 mL de sosa y 7 gotas de acetato de zinc).



Instituto Geológico
y Minero de España

**INVENTARIO DE PUNTOS
ACUÍFEROS**

Nº de registro P-18

Nº de puntos descritos 1

Hoja topográfica 1/50.000

Cabezón de la Sal

Número 57

COORDENADAS UTM

Huso X Y Z



Toponimia P-18

M.A.S_b 012.008 Santillana - S. Vicente

Provincia Cantabria

Localización Interior Cueva del Soplao

Naturaleza goteo muy lento

Redes a las que pertenece el punto

Piezometría

Hidrometría

Calidad



Nombre y dirección del propietario

Descripción del punto Goteo muy lento en la sala El Bosque, interior de la Cueva del Soplao.


DATOS IN SITU

Fecha toma	pH	C.E. ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	T ^a _{agua} (°C)	T ^a _{amb} (°C)	Q (L/s)
04/06/2009					

Observaciones: No se tomaron muestras por falta de agua. Es un goteo muy lento y no llega a llenarse la botella.

 <p>Instituto Geológico y Minero de España</p> <p>INVENTARIO DE PUNTOS ACUÍFEROS</p>	<p>Nº de registro P-19</p>	<p>COORDENADAS UTM</p> <p>Huso X Y Z</p>			
	<p>Nº de puntos descritos 1</p>				
	<p>Hoja topográfica 1/50.000</p> <p>Cabezón de la Sal</p> <p>Número 57</p>				
		<p>Toponimia P-19</p> <p>M.A.S_b 012.008 Santillana - S. Vicente</p> <p>Provincia Cantabria</p> <p>Localización Interior Cueva del Soplao</p> <p>Naturaleza chorro</p> <p>Redes a las que pertenece el punto</p> <p>Piezometría <input type="checkbox"/></p> <p>Hidrometría <input type="checkbox"/></p> <p>Calidad <input type="checkbox"/></p>			
<p>Nombre y dirección del propietario</p>					
<p>Descripción del punto Barreno en la galería minera, interior de la Cueva del Soplao.</p>					
<p>DATOS IN SITU</p>					
Fecha toma	pH	C.E. (µS/cm)	T^a_{agua} (°C)	T^a_{amb} (°C)	Q (L/s)
17/06/2008	6,17	193	12,4		

Observaciones: No se tomaron muestras para análisis químico.

 Instituto Geológico y Minero de España INVENTARIO DE PUNTOS ACUÍFEROS	Nº de registro P-20 Nº de puntos descritos 1	COORDENADAS UTM		
	Hoja topográfica 1/50.000 Cabezón de la Sal Número 57	Huso	X	Y



Toponimia P-20
M.A.S_b. 012.008 Santillana - S. Vicente
Provincia Cantabria
Localización Interior Cueva del Soplao
Naturaleza chorro
Redes a las que pertenece el punto
 Piezometría
 Hidrometría
 Calidad

Nombre y dirección del propietario

Descripción del punto Último barreno de la galería minera, interior de la Cueva del Soplao.

DATOS IN SITU

Fecha muestreo	pH	C.E. (µS/cm)	T ^a _{agua} (°C)	T ^a _{amb} (°C)	Q (L/s)
17/06/2008	6,64	222	12,8		
04/06/2009	7,74	247	10,5		
17/02/2010	7,20	283			
13/12/2010	7,97	277	11,3	11,8	~ 0,7

ANÁLISIS QUÍMICOS

Laboratorio IGME Tres Cantos (Madrid)


ANIONES	mg/L										
	Fecha	Cl	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NO ₃	NO ₂	PO ₄	F	S	SiO ₂
	04/06/2009	9	0	115	0	6	0		0		1,90
	17/02/2010	7	13	109	0	6	0				1,2
	13/12/2010	1	5	140	0	7	0				1,1

CATIONES	mg/L													
	Fecha	Na	K	Ca	Mg	NH ₄	Cu	Zn	Fe	Mn	Cr	Cd	Pb	Hg
	04/06/2009	6	0	24	13	0	0	0	0	0		0	0	0
	17/02/2010	5	0	22	14	0		90	74	0			0	
	13/12/2010	5	0	24	13	0	1,3	154	91,2	61,3	0,3	0,4	15,9	0

OTRAS DETERMINACIONES

Fecha	C.E. ($\mu\text{S/cm}$)	pH	R.S (mg/L)	DQO	
04/06/2009	225	7,80	154,20	0,50	
17/02/2010	233	8,12		0,7	
13/12/2010	227	8,1		0,6	

Observaciones: Los días 04.06.09, 17.02.10 y 13.12.10 se realizaron los muestreos para análisis químico tomando, en cada campaña, tres muestras de agua: una botella de 0,5 L, otra de 0,25 L (acidulada con 1,25 mL de HNO_3) y otra de 0,17 L (con 1,36 mL de sosa y 7 gotas de acetato de zinc).

 Instituto Geológico y Minero de España INVENTARIO DE PUNTOS ACUÍFEROS	Nº de registro P-21	COORDENADAS UTM Huso X Y Z			
	Nº de puntos descritos 1				
	Hoja topográfica 1/50.000 Cabezón de la Sal Número 57				



Toponimia P-21
M.A.S_b. 012.008 Santillana - S. Vicente
Provincia Cantabria
Localización Interior Cueva del Soplao
Naturaleza Curso de agua
Redes a las que pertenece el punto
 Piezometría
 Hidrometría
 Calidad

Nombre y dirección del propietario

Descripción del punto Agua de inundación de la Galería Este, interior de la Cueva del Soplao.

DATOS IN SITU

Fecha muestreo	pH	C.E. (µS/cm)	T ^a agua (°C)	T ^a amb (°C)	Q (L/s)
17/06/2008	6,33	194	12,3		
04/06/2009	8,03	221	10,5		
17/02/2010	7,21	291			
13/12/2010	8,01	240	11	11,1	

ANÁLISIS QUÍMICOS

Laboratorio IGME Tres Cantos (Madrid)


Fecha	ANIONES									
	mg/L									
	Cl ⁻	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NO ₃	NO ₂	PO ₄	F	S	SiO ₂
17/06/2008	6	18	111	0	4	0	0	0	0,804	1,5
04/06/2009	10	14	105	0	8	0		0		1,5
17/02/2010	7	17	100	0	6	0				1,2
13/12/2010	2	6	117	0	7	0				0,8

Fecha	CATIONES												
	mg/L												
	Na	K	Ca	Mg	NH ₄	Cu	Zn	Fe	Mn	As	Cd	Pb	Cr
17/06/2008	5	0	31	9	0	0	0,22	0,19	0	0	0	0,009	
04/06/2009	6	0	29	10	0	0		0	0		0	0	
17/02/2010	5	0	24	12	0		300	43	0			0	
13/12/2010	5	0	24	10	0	2	158	125	17,3		0,4	11,9	0,4

OTRAS DETERMINACIONES**Laboratorio** IGME Tres Cantos (Madrid)

Fecha	C.E. ($\mu\text{S/cm}$)	pH	R.S (mg/L)	DQO	
17/06/2008	225	8,0	152	0,6	
04/06/2009	219	7,8	145	0,5	
17/02/2010	225	8,07		0,8	
13/12/2010	217	8,1		0,8	

Observaciones: Los días 17.06.08, 04.06.09, 17.02.10 y 13.12.10 se realizaron los muestreos para análisis químico tomando, en cada campaña, tres muestras de agua: una botella de 0,5 L, otra de 0,25 L (acidulada con 1,25 mL de HNO_3) y otra de 0,17 L (con 1,36 mL de sosa y 7 gotas de acetato de zinc).

 Instituto Geológico y Minero de España INVENTARIO DE PUNTOS ACUÍFEROS	Nº de registro P-22	COORDENADAS UTM Huso X Y Z			
	Nº de puntos descritos 1				
	Hoja topográfica 1/50.000 Cabezón de la Sal Número 57				



Toponimia P-22
M.A.S_b. 012.008 Santillana - S. Vicente
Provincia Cantabria
Localización Interior Cueva del Soplao
Naturaleza Chorro
Redes a las que pertenece el punto
 Piezometría
 Hidrometría
 Calidad


Nombre y dirección del propietario
Descripción del punto Aporte superior en derrumbe en la Galería Este, interior de la Cueva del Soplao.

DATOS IN SITU					
Fecha muestreo	pH	C.E. (µS/cm)	T ^a _{agua} (°C)	T ^a _{amb} (°C)	Q (L/s)
17/06/2008	6,24	212	12,3		

ANÁLISIS QUÍMICOS													
Laboratorio IGME Tres Cantos (Madrid)													
ANIONES		mg/L											
Fecha	Cl ⁻	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NO ₃	NO ₂	PO ₄	F	S	SiO ₂			
CATIONES		mg/L											
Fecha	Na	K	Ca	Mg	NH ₄	Cu	Zn	Fe	Mn	As	Cd	Pb	Hg

OTRAS DETERMINACIONES					
Laboratorio IGME Tres Cantos (Madrid)					
Fecha	C.E. (µS/cm)	pH	R.S (mg/L)	DQO	

Observaciones: No se tomaron muestras para análisis químico.

 Instituto Geológico y Minero de España INVENTARIO DE PUNTOS ACUÍFEROS	Nº de registro P-23 Nº de puntos descritos 1	COORDENADAS UTM			
	Hoja topográfica 1/50.000 Cabezón de la Sal Número 57	Huso	X	Y	Z



Toponimia P-23
M.A.S_b 012.008 Santillana - S. Vicente
Provincia Cantabria
Localización Interior Cueva del Soplao
Naturaleza Chorro
Redes a las que pertenece el punto
 Piezometría
 Hidrometría
 Calidad

Nombre y dirección del propietario

Descripción del punto Barreno derecha Galería Este, interior de la Cueva del Soplao.

DATOS IN SITU

Fecha muestreo	pH	C.E. (µS/cm)	T ^a _{agua} (°C)	T ^a _{amb} (°C)	Q (L/s)
17/06/2008	6,31	204	12,4		

ANÁLISIS QUÍMICOS

Laboratorio IGME Tres Cantos (Madrid)

ANIONES		mg/L									
Fecha	Cl ⁻	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NO ₃	NO ₂	PO ₄	F	S	SiO ₂	


CATIONES		mg/L											
Fecha	Na	K	Ca	Mg	NH ₄	Cu	Zn	Fe	Mn	As	Cd	Pb	Hg

OTRAS DETERMINACIONES

Laboratorio IGME Tres Cantos (Madrid)

Fecha	C.E. (µS/cm)	pH	R.S (mg/L)	DQO

Observaciones: No se tomaron muestras para análisis químico.

 Instituto Geológico y Minero de España INVENTARIO DE PUNTOS ACUÍFEROS	Nº de registro P-24 Nº de puntos descritos 1	COORDENADAS UTM			
	Hoja topográfica 1/50.000 Cabezón de la Sal Número 57	Huso	X	Y	Z



Toponimia P-24
M.A.S_b 012.008 Santillana - S. Vicente
Provincia Cantabria
Localización Interior Cueva del Soplao
Naturaleza Chorro
Redes a las que pertenece el punto
 Piezometría
 Hidrometría
 Calidad

Nombre y dirección del propietario

Descripción del punto Barreno bidón en Galería Este, interior de la Cueva del Soplao.

DATOS IN SITU

Fecha muestreo	pH	C.E. (µS/cm)	T ^a agua (°C)	T ^a amb (°C)	Q (L/s)
17/06/2008	6,22	203	14,1		

ANÁLISIS QUÍMICOS

Laboratorio IGME Tres Cantos (Madrid)

ANIONES		mg/L									
Fecha	Cl ⁻	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NO ₃	NO ₂	PO ₄	F	S	SiO ₂	


CATIONES		mg/L											
Fecha	Na	K	Ca	Mg	NH ₄	Cu	Zn	Fe	Mn	As	Cd	Pb	Hg

OTRAS DETERMINACIONES

Laboratorio IGME Tres Cantos (Madrid)

Fecha	C.E. (µS/cm)	pH	R.S (mg/L)	DQO

Observaciones: No se tomaron muestras para análisis químico.

 Instituto Geológico y Minero de España INVENTARIO DE PUNTOS ACUÍFEROS	Nº de registro P-25 Nº de puntos descritos 1	COORDENADAS UTM Huso X Y Z			
	Hoja topográfica 1/50.000 Cabezón de la Sal Número 57				



Toponimia P-25
M.A.S_b. 012.008 Santillana - S. Vicente
Provincia Cantabria
Localización Interior Cueva del Soplao
Naturaleza Chorro
Redes a las que pertenece el punto
 Piezometría
 Hidrometría
 Calidad

Nombre y dirección del propietario

Descripción del punto Salida en el arco de hierros en Galería Este, interior de la Cueva del Soplao.

DATOS IN SITU

Fecha muestreo	pH	C.E. (µS/cm)	T ^a agua (°C)	T ^a amb (°C)	Q (L/s)
17/06/2008	6,92	204	14,4		
04/06/2009	8,20	211	10,5		
17/02/2010	7,38	277			
13/12/2010	8,03	240	11,1	10,7	

ANÁLISIS QUÍMICOS

Laboratorio IGME Tres Cantos (Madrid)

CATIONES	mg/L													
	Fecha	Na	K	Ca	Mg	NH ₄	Cu	Zn	Fe	Mn	Cr	Cd	Pb	Hg
	17/06/2008	4	0	28	14	0	0	2300	1213	0		3,10	7	1,20
	04/06/2009	5	0	19	12	0	0	0	0	0		0	0	0
	17/02/2010	4	0	25	10	0		110	27	0			0	
	13/12/2010	5	0	23	10	0	1,8	158	85,3	6,9	0,3	0,3	5	0


ANÁLISIS QUÍMICOS**Laboratorio** IGME Tres Cantos (Madrid)

ANIONES	mg/L									
	Cl ⁻	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NO ₃	NO ₂	PO ₄	F	S	SiO ₂
Fecha										
17/06/2008	5	33	105	0	3	0		0		1,40
04/06/2009	8	6	99	0	5	0		0		1,40
17/02/2010	6	15	97	0	4	0				1,1
13/12/2010	1	3	113	2,4	5	0				0,8

OTRAS DETERMINACIONES

Fecha	C.E. (µS/cm)	pH	R.S (mg/L)	DQO	
17/06/2008	232	7,90	154	1,40	
04/06/2009	204	7,70	129,80	0,5	
17/02/2010	211	8,14		0,8	
13/12/2010	212	8,3		0,6	

Observaciones: Los días 17.06.08, 04.06.08, 17.02.10 y 13.12.10 se realizaron los muestreos para análisis químico tomando, en cada campaña, tres muestras de agua: una botella de 0,5 L, otra de 0,25 L (acidulada con 1,25 mL de HNO₃) y otra de 0,17 L (con 1,36 mL de sosa y 7 gotas de acetato de zinc).

 Instituto Geológico y Minero de España INVENTARIO DE PUNTOS ACUÍFEROS	Nº de registro P-26 Nº de puntos descritos 1	COORDENADAS UTM			
	Hoja topográfica 1/50.000 Cabezón de la Sal Número 57	Huso	X	Y	Z



Toponimia P-26
M.A.S_b 012.008 Santillana - S. Vicente
Provincia Cantabria
Localización Interior Cueva del Soploa
Naturaleza Chorro
Redes a las que pertenece el punto
 Piezometría
 Hidrometría
 Calidad

Nombre y dirección del propietario

Descripción del punto Salida del techo en Galería Este, interior de la Cueva del Soploa.

DATOS IN SITU

Fecha muestreo	pH	C.E. (µS/cm)	T ^a _{agua} (°C)	T ^a _{amb} (°C)	Q (L/s)
17/06/2008	6,60	255	13,8		

ANÁLISIS QUÍMICOS

Laboratorio

ANIONES											mg/L			
Fecha	Cl ⁻	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NO ₃	NO ₂	PO ₄	F	S	SiO ₂				


CATIONES														mg/L			
Fecha	Na	K	Ca	Mg	NH ₄	Cu	Zn	Fe	Mn	As	Cd	Pb	Hg				

OTRAS DETERMINACIONES

Laboratorio

Fecha	C.E. (µS/cm)	pH	R.S (mg/L)	DQO

Observaciones: No se tomaron muestras para análisis químico.

 Instituto Geológico y Minero de España INVENTARIO DE PUNTOS ACUÍFEROS	Nº de registro P-27	COORDENADAS UTM			
	Nº de puntos descritos 1				
	Hoja topográfica 1/50.000 Cabezón de la Sal Número 57	Huso X	Y	Z	



Toponimia P-27
M.A.S_b. 012.008 Santillana - S. Vicente
Provincia Cantabria
Localización Interior Cueva del Soplao
Naturaleza Chorro
Redes a las que pertenece el punto
 Piezometría
 Hidrometría
 Calidad

Nombre y dirección del propietario

Descripción del punto Salida del techo en Galería Este, interior de la Cueva del Soplao.

DATOS IN SITU

Fecha muestreo	pH	C.E. (µS/cm)	T ^a _{agua} (°C)	T ^a _{amb} (°C)	Q (L/s)
17/06/2008	6,66	252	14,1		


ANÁLISIS QUÍMICOS

Laboratorio													
ANIONES		mg/L											
Fecha	Cl	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NO ₃	NO ₂	PO ₄	F	S	SiO ₂			
CATIONES		mg/L											
Fecha	Na	K	Ca	Mg	NH ₄	Cu	Zn	Fe	Mn	As	Cd	Pb	Hg

OTRAS DETERMINACIONES

Laboratorio					
Fecha	C.E. (µS/cm)	pH	R.S (mg/L)	DQO	

Observaciones: No se tomaron muestras para análisis químico.

 Instituto Geológico y Minero de España INVENTARIO DE PUNTOS ACUÍFEROS	Nº de registro P-28 (ISO-4)	COORDENADAS UTM		
	Nº de puntos descritos 1			
	Hoja topográfica 1/50.000 Cabezón de la Sal Número 57	Huso X	Y	Z



Toponimia P-28 (ISO-4)
M.A.S_p. 012.008 Santillana - S. Vicente
Provincia Cantabria
Localización Interior Cueva del Soplao
Naturaleza Curso superficial
Redes a las que pertenece el punto
Piezometría
Hidrometría
Calidad

Nombre y dirección del propietario

Descripción del punto Sala Cuchillas, interior de la Cueva del Soplao.

DATOS IN SITU

Fecha muestreo	pH	C.E. (µS/cm)	T ^a _{agua} (°C)	T ^a _{amb} (°C)	Q (L/s)
30/06/2009	7,58	232	10,9		

ANÁLISIS QUÍMICOS

Laboratorio IGME en Tres Cantos (Madrid)

ANIONES											
mg/L											
Fecha	Cl	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NO ₃	NO ₂	PO ₄	F	S	SiO ₂	
30/06/2008	12	12	141	0	4	0				1,6	



CATIONES													
mg/L													
Fecha	Na	K	Ca	Mg	NH ₄	Cu	Zn	Fe	Mn	As	Cd	Pb	Hg
30/06/2008	5	0	20	23	0		0	0	0			0	

OTRAS DETERMINACIONES

Laboratorio IGME en Tres Cantos (Madrid)

Fecha	C.E. (µS/cm)	pH	R.S (mg/L)	DQO	
30/06/2008	233	8,02		0,5	

Observaciones: El día 30.06.09 se tomó muestra para análisis de isótopos: una botella de 0,125 L sin tratar.

 Instituto Geológico y Minero de España INVENTARIO DE PUNTOS ACUÍFEROS	Nº de registro P-29 (ISO-1)	COORDENADAS UTM Huso X Y Z			
	Nº de puntos descritos 1 Hoja topográfica 1/50.000 Cabezón de la Sal Número 57				
		Toponimia P-29 (ISO-1) M.A.S_b . 012.008 Santillana - S. Vicente Provincia Cantabria Localización Interior Cueva del Soploa Naturaleza Goteo Redes a las que pertenece el punto Piezometría <input type="checkbox"/> Hidrometría <input type="checkbox"/> Calidad <input checked="" type="checkbox"/>			

Nombre y dirección del propietario

Descripción del punto Balcón de Lacuerre, interior de la Cueva del Soploa.

DATOS IN SITU

Fecha colocación	Fecha toma	pH	C.E. (µS/cm)	T ^a _{agua} (°C)	T ^a _{amb} (°C)
30/06/2009	30/06/2009				
	17/02/2010	7,49	330		
	13/12/2010	8,04	326	11,4	11,3

ANÁLISIS QUÍMICOS

Laboratorio IGME Tres Cantos (Madrid)


ANIONES	mg/L										
	Fecha	Cl ⁻	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NO ₃	NO ₂	PO ₄	F	S	SiO ₂
	30/06/2009	12	20	154	0	6	0				2,1
	17/02/2010	6	17	140	2,4	3	0				1,6
	13/12/2010	3	8	163	0	7	0				1,4

CATIONES	mg/L													
	Fecha	Na	K	Ca	Mg	NH ₄	Cu	Zn	Fe	Mn	Hg	Cd	Pb	Cr
	30/06/2009	5	0	42	15	0	0	0,08	0	0			0	
	17/02/2010	4	0	37	12	0		520	90	0			17	
	13/12/2010	5	0	40	12	0		1883	348	75,1	0	2,7	158	0,6

OTRAS DETERMINACIONES**Laboratorio** IGME Tres Cantos (Madrid)

Fecha	C.E. ($\mu\text{S/cm}$)	pH	R.S (mg/L)	DQO	
30/06/2009	300	7,83		0,5	
17/02/2010	275	8,35		0,8	
13/12/2010	295	8,1		1,5	

Observaciones: El día 30.06.09 se tomó muestra para análisis de isótopos: una botella de 0,125 L sin tratar. Los días 17.12.10 y 13.12.10 se realizaron los muestreos para análisis químico tomando, en cada campaña, tres muestras de agua: una botella de 0,5 L, otra de 0,25 L (acidulada con 1,25 mL de HNO_3) y otra de 0,17 L (con 1,36 mL de sosa y 7 gotas de acetato de zinc).

 Instituto Geológico y Minero de España INVENTARIO DE PUNTOS ACUÍFEROS	Nº de registro P-30 (ISO-3)	COORDENADAS UTM Huso X Y Z			
	Nº de puntos descritos 1				
	Hoja topográfica 1/50.000 Cabezón de la Sal Número 57				



Toponimia P-30 (ISO-3)
M.A.S_b. 012.008 Santillana - S. Vicente
Provincia Cantabria
Localización Interior Cueva del Soplao
Naturaleza Goteo ocasional
Redes a las que pertenece el punto
Piezometría
Hidrometría
Calidad

Nombre y dirección del propietario

Descripción del punto Galería Gorda en la zona turística, interior de la Cueva del Soplao.

DATOS IN SITU

Fecha colocación	Fecha toma	pH	C.E. (µS/cm)	T ^a _{agua} (°C)	T ^a _{amb} (°C)
04/06/2009	30/06/2009				
30/06/2009	13/12/2010 (*)	7,60	386		

(*) Parámetros medidos en gabinete.

ANÁLISIS QUÍMICOS

Laboratorio IGME Tres Cantos (Madrid)

CATIONES	mg/L													
	Fecha	Na	K	Ca	Mg	NH ₄	Cu	Zn	Fe	Mn	Hg	Cd	Pb	Cr
30/06/2009	6	0	31	24	0		0	0	0				0	
13/12/2010	7	1	38	22	0	1,56	136	30,3	7,4	0	0		11,7	0,2

ANÁLISIS QUÍMICOS


Laboratorio IGME Tres Cantos (Madrid)

ANIONES	mg/L										
	Fecha	Cl ⁻	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NO ₃	NO ₂	PO ₄	F	S	SiO ₂
30/06/2009	12	20	170	0	4	0					2,7
13/12/2010	5	9	204	2,4	6	0					1,8

OTRAS DETERMINACIONES**Laboratorio** IGME Tres Cantos (Madrid)

Fecha	C.E. ($\mu\text{S/cm}$)	pH	R.S (mg/L)	DQO	
30/06/2009	327	7,86		0,5	
13/12/2010	339	8,3	231,6	0,6	

Observaciones: El día 30.06.09 se tomó muestra para análisis de isótopos: una botella de 0,125 L sin tratar. El día 13.12.10 se realizó un muestreo para análisis químico tomando tres muestras de agua: una botella de 0,5 L, otra de 0,25 L (acidulada con 1,25 mL de HNO_3) y otra de 0,17 L (con 1,36 mL de sosa y 7 gotas de acetato de zinc).

 Instituto Geológico y Minero de España INVENTARIO DE PUNTOS ACUÍFEROS	Nº de registro P-31	COORDENADAS UTM Huso X Y Z			
	Nº de puntos descritos 1				
	Hoja topográfica 1/50.000 Cabezón de la Sal Número 57				

	Toponimia P-31 M.A.S_b . 012.008 Santillana - S. Vicente Provincia Cantabria Localización Interior Cueva del Soplao Naturaleza Goteo ocasional Redes a las que pertenece el punto Piezometría <input type="checkbox"/> Hidrometría <input type="checkbox"/> Calidad <input checked="" type="checkbox"/>
--	---

Nombre y dirección del propietario

Descripción del punto Galería Gorda en la zona turística, interior de la Cueva del Soplao.

DATOS IN SITU					
Fecha muestreo	pH	C.E. (µS/cm)	T ^a _{agua} (°C)	T ^a _{amb} (°C)	Q (L/s)
17/02/2010	7,40	340			

ANÁLISIS QUÍMICOS													
Laboratorio IGME en Tres Cantos (Madrid)													
ANIONES	mg/L												
Fecha	Cl ⁻	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NO ₃	NO ₂	PO ₄	F	S	SiO ₂			
17/02/10	5	12	157	2,4	4	0				2,3			
CATIONES	mg/L												
Fecha	Na	K	Ca	Mg	NH ₄	Cu	Zn	Fe	Mn	As	Cd	Pb	Hg
17/02/10	5	0	41	11	0		360	61	0			11	

OTRAS DETERMINACIONES					
Laboratorio IGME en Tres Cantos (Madrid)					
Fecha	C.E. (µS/cm)	pH	R.S (mg/L)	DQO	
17/02/10	279	8,33		1,0	

Observaciones: El día 17.02.10 se tomaron tres muestras de agua: una botella de 0,5 L, otra de 0,25 L (acidulada con 1,25 mL de HNO₃) y otra de 0,17 L (con 1,36 mL de sosa y 7 gotas de acetato de zinc)

ANEXO 2. DATOS HIDROMÉTRICOS



Instituto Geológico
y Minero de España

**INVENTARIO DE PUNTOS
ACUÍFEROS**

Nº de registro Sección de aforo del río Nansa

Nº de puntos descritos 2

Hoja topográfica 1/50.000 Cabezón de la Sal

Número 57

Toponimia Río Nansa

M.A.S_b 012.008 Santillana – S. Vicente de la Barquera

Provincia Cantabria

Localidad Puente El Arrudo (T.M. Herrerías)

Naturaleza Río

Redes a las que pertenece el punto Piezometría Hidrometría Calidad

Descripción:

Sección de aforo en el río Nansa. Se aforan dos puntos: la *Sección Ferrería*, situada aguas arriba del contacto con la formación acuífera, y la *Sección Puente*, situada aguas abajo del mismo. De esta forma, por diferencia de caudales se calcula la aportación del acuífero al río.

Además se tienen en cuenta dos aportes laterales que llegan al mismo río: el manantial de Puente El Arrudo y un arroyo, que se une al río Nansa por su margen izquierda, situado por detrás del edificio del Ayuntamiento.

Nombre de la sección: SECCIÓN “FERRERÍA”

Nombre de la sección: SECCIÓN “PUENTE”



Sección de aforo situada en el río Nansa, aguas arriba del acuífero.

Sección de aforo situada en el río Nansa, aguas abajo del acuífero.

COORDENADAS UTM


COORDENADAS UTM

Huso	X	Y	Z
30	380.774	4.796.495	75

Huso	X	Y	Z
30	380.837	4.796.214	73

MEDIDAS DE NIVEL Y/O CAUDAL

Fecha	Sección Ferrería Q (L/s)	Mt. Puente El Arrudo Q (L/s)	Arroyo Q (L/s)	Sección Puente Q (L/s)	Método de medida	Descarga total L/s
30/07/08	155	9,2	3,0	254,0	Micromolinete Salinomadd	96,0
27/05/09	340	18,0	8,0	380,0	Flowtracker	32,0
09/10/09	214,7	2,5	1,5	224,7	Flowtracker	8,5
17/05/09	1874,4	23,4	7,0	2005,2	Flowtracker	123,8
13/04/11	1075,5	4,7	9,3	1378,4	Flowtracker	293,6

 <p>Instituto Geológico y Minero de España</p> <p>INVENTARIO DE PUNTOS ACUÍFEROS</p>	<p>Nº de registro Sección de aforo del arroyo Bustriguado</p> <p>Nº de puntos descritos 2</p>						
	<p>Hoja topográfica 1/50.000 Cabezón de la Sal</p> <p>Número 57</p>						
<p>Toponimia Arroyo Bustriguado</p> <p>M.A.S_b 012.008 Santillana – S. Vicente de la Barquera</p> <p>Provincia Cantabria</p> <p>Localidad Bustriguado (T.M. Valdáliga)</p> <p>Naturaleza Río</p> <p>Redes a las que pertenece el punto Piezometría <input type="checkbox"/> Hidrometría <input checked="" type="checkbox"/> Calidad <input type="checkbox"/></p>							
<p>Descripción:</p> <p>Sección de aforo en el arroyo Bustriguado. Se aforan dos puntos: la <i>Sección Pueblo</i> situada aguas arriba del contacto con la formación acuífera y la <i>Sección Puente</i> situada aguas abajo del mismo. De esta forma, por diferencia de caudales se calcula la aportación del acuífero al río.</p>							
<p>Nombre de la sección: SECCIÓN “PUEBLO”</p>	<p>Nombre de la sección: SECCIÓN “FUENTE”</p>						
							
<p>Sección de aforo situada en el río Bustriguado, aguas arriba del acuífero.</p>	<p>Sección de aforo situada en el río Bustriguado, aguas abajo del acuífero.</p>						
<p>COORDENADAS UTM</p>				<p>COORDENADAS UTM</p>			
Huso	X	Y	Z	Huso	X	Y	Z
30	390.587	4.795.791	85	30	390.625	4.795.032	80

MEDIDAS DE NIVEL Y/O CAUDAL					
SECCIÓN “PUEBLO”			SECCIÓN “FUENTE”		
Fecha	Caudal L/s	Método de medida	Caudal L/s	Método de medida	Descarga difusa L/s
30/07/08	44,6	Salinomadd	100	Salinomadd	55,4
18/05/09	151	Salinomadd	181	Salinomadd	30,0
08/10/09	55,0	Salinomadd	-----	-----	-----
	52,6	Flowtracker	81,9	Flowtracker	29,3
17/05/10	509,0	Flowtracker	626,4	Flowtracker	117,4
13/04/11	236,5	Flowtracker	259,6	Flowtracker	23,1

ANEXO 3. DATOS HIDROQUÍMICOS

Datos de los puntos del Inventario de puntos de agua del interior de la Cueva del Soplao

Nombre	Id Isótopos	Localización	Tipo	Red	Método de toma	Fecha colocación	Fecha toma muestra	pH	C.E.	T ^a
P1		Galería minera (frente al sondeo 429-72)	chorro	sí	directo		16/06/2008	6,74	212	12,8
							04/06/2009	7,67	246	10,5
							17/02/2010	6,35	270	
							13/12/2010	8,00	270	11,2
P2		Entrada zona turística	curso superficial	sí	directo		17/02/2010	6,70	307	
P3		Final de la Galería Este	goteo	sí	directo		16/06/2008	5,50	229	13,8
							17/02/2010	7,09	275	
							13/12/2010	8,20	283	10,5
P4	ISO-2	Cuadro de luz	goteo	sí	larga duración	17/06/2008	04/09/2008			
						04/09/2008	04/06/2009			
						04/06/2009	30/06/2009			
						30/06/2009	13/12/2010	8,22	304	11,8
P5		Sala Campamento	goteo	sí	larga duración	17/06/2008	04/09/2008			
						04/09/2008	04/06/2009			
						04/06/2009	13/12/2010	8,10	474	11,2
P6		Sala Coca-Cola	goteo muy lento	sí	larga duración	17/06/2008	No se tomó			
P7		Sala del Órgano	cascada	sí	directo		17/06/2008	7,70	349	13,00
							04/06/2009	8,20	353	10,00
							17/02/2010	7,15	416	
							13/12/2010	7,10	391	10,7

P8	ISO-5	Sala Señor de los Anillos	cascada	sí	directo		17/06/2008	7,79	257	13,2
							04/06/2009	8,30	265	10,7
							30/06/2009			
P9		Galería minera (cerca de la Galería de La Sirena)	chorro	no			17/02/2010	7,13	339	
							13/12/2010	7,30	308	11,4
							17/06/2008	6,30	190	13,2
P10		Galería de La Sirena	cascada	sí	directo		17/06/2008	6,90	205	13,1
							04/06/2009	8,30	272	10,5
							17/02/2010	7,22	292	
							13/12/2010	7,40	298	11,0
P11		Galería de La Sirena	curso superficial	sí	directo		17/06/2008	6,01	192	13,3
							04/06/2009	8,10	224	
							13/12/2010	7,40	242	11,1
P12		Galería de La Sirena (punto con espumas)	curso superficial	no			17/06/2008	6,70	165	13,1
							04/09/2008			
							04/06/2009			
P13		Galería de La Sirena	goteo	sí	larga duración		17/06/2008			
							04/09/2008			
							04/06/2009			
P14		Galería de La Sirena	cascada	sí	directo		17/06/2008	6,30	218	12,9
							04/06/2009	8,19	240	10,5
							17/02/2010	7,30	291	
							13/12/2010	7,40	253	11,2
P15		Galería de La Sirena	cascada	sí	directo		17/06/2008	6,71	204	12,6
							17/02/2010	7,15	287	
							13/12/2010	7,10	285	11,1

P16		Entrada galería minera	chorro	no				17/06/2008	6,28	196	12,7
								13/12/2010	7,80	261	11,4
P17		Ramal occidental de la Galería Este	chorro	sí	directo			17/06/2008	6,10	210	12,7
								04/06/2009	8,00	229	10,5
								17/02/2010	7,23	301	
P18		Sala El Bosque	goteo muy lento	sí	larga duración		04/06/2009	13/12/2010	7,95	270	11,2
P19		Galería minera	chorro	no				No se tomó			
								17/06/2008	6,17	193	12,4
P20		Galería minera	chorro grande	sí	directo			17/06/2008	6,64	222	12,8
								04/06/2009	7,74	247	10,5
								17/02/2010	7,20	283	
								13/12/2010	7,97	277	11,3
P21		Galería Este	curso superficial	sí	directo			17/06/2008	6,33	194	12,3
								04/06/2009	8,03	221	10,5
								17/02/2010	7,21	291	
								13/12/2010	8,01	240	11,0
P22		Galería Este.	chorro	no				17/06/2008	6,24	212	12,3
P23		Galería Este	chorro	no				17/06/2008	6,31	204	12,4
P24		Galería Este	chorro	no				17/06/2008	6,22	203	14,1
								17/06/2008	6,92	204	14,4
P25		Galería Este	chorro	sí	directo			04/06/2009	8,20	211	10,5
								17/02/2010	7,38	277	
								13/12/2010	8,03	240	11,1
P26		Galería Este	chorro	no				17/06/2008	6,60	255	13,8

P27		Galería Este	chorro	no			17/06/2008	6,66	252	14,1
P28	ISO-4	Sala Cuchillas	curso superficial	sí	directo		30/06/2009	7,58	232	10,9
P29	ISO-1	Balcón de Lacuerre	goteo	sí	duración media (1día)	30/06/2009	30/06/2009			
							17/02/2010	7,40	330	
							13/12/2010	8,04	326	11,4
P30	ISO-3	Galería Gorda	goteo	sí	larga duración	04/06/2009	30/06/2009			
						30/06/2009	13/12/2010	7,60	386	
P31		Galería Gorda	ocasional	sí	directo		17/02/2010	7,40	340	

Datos de los puntos del Inventario de puntos de agua del exterior de la Cueva del Soplaio

Punto	Nombre	Q (L/s)	T° (°C)	C.E. (µS/cm)	pH	Fecha
1705.1.0007	Fuente Vieja	~ 0,03	17,5	78	5,40	2008.10.03
		« 0,1	11,8	87	7,14	2009.03.03
1705.1.0008	Fuente La Canalona	~ 4	13,5	346	7,96	2008.05.21
		~ 8,25	9,6	229	7,02	2009.03.03
		~ 1,6	11,7	349	7,95	2009.10.27
		~ 13	10,6	242	7,76	2010.12.09
		~ 25	11,0	398	6,99	2011.04.12
		2,4	14,0	366	8,10	2008.05.21
		~ 4	12,6	316	7,28	2008.06.16
1705.1.0016	Fuente de Las Salgueras	0,83	15,4	314	7,20	2008.10.01
		4	10,0	259	7,29	2009.03.03
		1,54	11,2	310	8,14	2009.05.19
		1	12,6	362	8,01	2009.10.26
		2,6	10,8	360	8,25	2010.03.03
		6	11,1	267	7,98	2010.12.09
		> 2,5	12,2	414	7,45	2011.04.12
		~ 12	13,3	272	6,80	2008.05.20
		~ 15	12,1	256	7,60	2008.06.16
		9,2	12,4	368	7,44	2008.07.30
1705.1.0018	Manantial Puente El Arrudo	~ 0,3	16,4	326	7,48	2008.10.01
		~ 25				2009.03.02
		~ 15	10,3	191	6,80	2009.03.03
		31,81	11,1	264	7,10	2009.03.19
		36,82	10,9	236	7,74	2009.04.01
		~ 7	11,3	269	8,24	2009.05.19
		~ 18				2009.05.27
		2,5				2009.10.09
		~ 1	12,2	380	7,73	2009.10.26

1705.1.0018	Manantial Puente El Arrudo	~ 20	10,8	278	7,95	2010.03.03
		23,4	11,1	217	7,94	2010.05.17
		~ 25	11,6	303	7,76	2010.12.09
		~ 7	11,6	358	7,18	2011.04.12
		4,7				2011.04.13
1705.1.0019	Manantial de Santa Águeda	~ 0,3	18,7	613	7,22	2008.05.21
1705.2.0004	Fuente de La Concha (Bocamina de Runaz)	~ 5	11,1	253	7,36	2009.03.02
		0,4	12,1	352	7,85	2009.10.26
		0,08	11,5	505	7,60	2008.05.20
		0				2008.07.31
1705.2.0005	Fuente de La Florida	« 0,01				2008.10.01
		« 0,1	12,8	521	7,49	2009.10.27
		0,20	12,9	175	6,60	2008.05.20
		0,08	14,4	178	6,41	2008.10.02
		0,12	9,8	156	6,22	2009.03.03
1705.2.0013	Fuente Lacuerre	0,09	11,8	160	6,83	2009.10.27
		0,11	10,6	169	6,72	2010.03.03
		0,13	10,9	170	6,70	2010.12.10
		0,10	10,8	164	7,09	2011.04.12
		< 0,05	14,0	290	7,66	2008.05.20
		0,03	15,8	316	7,38	2008.10.02
		~ 0,05	5,9	143	7,17	2009.03.03
1705.2.0014	Abrevadero en la pista del edificio de las antenas	0,045	13,4	332	8,07	2009.10.27
		~ 0,5	8,1	145	7,59	2010.12.09
		0,62	11,3	134	7,36	2011.04.12
		~ 0,1	15,8	349	8,70	2008.05.20
1705.2.0015	Abrevadero (derecha) en la carretera del Soplao	0,005	19,0	443	7,10	2008.07.31
		« 0,01				2008.10.01
		0,026	7,6	245	7,35	2009.03.03
		0,047	14,0	316	7,57	2009.10.27
1705.2.0015	Abrevadero (derecha) en la carretera del Soplao	0,015	8,6	315	7,69	2010.03.03
		0,10	7,8	257	7,83	2010.12.09
		0,40	11,5	380	6,98	2011.04.12

1705.2.0016	Fuente de Miguel	0,33	11,4	430	7,07	2008.05.20
		040	11,5	392	7,02	2008.06.16
		0,10	12,3	422	7,40	2008.07.31
		0,06	12,1	368	6,62	2008.10.01
		0,50	10,2	369	7,06	2009.03.03
		0,14	10,6	379	7,40	2009.05.19
		0,09	11,6	411	7,25	2009.10.27
		0,19	10,6	423	7,24	2010.03.03
		0,73	10,8	372	7,29	2010.12.10
		0,72	10,9	401	7,20	2011.04.12
1705.2.0017	Drenaje de la Cueva del Soplao	0,21	11,8	298	7,46	2008.05.20
		0				2008.07.31
		« 0,01				2008.10.02
		0,26	7,3	268	7,34	2009.03.03
		~ 0				2009.10.27
		~ 0,1				2010.03.03
		0,65	9,3	290	8,05	2010.12.10
		« 0,01				2011.04.11
		~ 4	12,2	313	8,96	2008.05.20
		~ 4	12,3	298	7,13	2008.06.16
1705.2.0018	Bocamina de Cereceo	12	11,0	316	7,65	2008.07.31
		~ 18	14,3	314	6,64	2008.10.01
		~ 78	10,9	297	7,49	2009.03.02
		~ 18	10,7	259	7,38	2009.03.19
		~ 23	9,5	301	7,23	2009.04.01
		~ 10	11,5	288	8,26	2009.05.19
		8,5				2009.10.08
		~ 2	12,3	337	7,82	2009.10.26
		18	10,9	311	7,54	2010.03.03
		~ 12	11,8	310	8,01	2010.05.17
1705.2.0018	Bocamina de Cereceo	~ 25	11,6	303	7,98	2010.12.09
		~ 15	11,7	401	7,79	2011.04.12
		~ 26				2011.04.13

1705.2.0019	Manantial en Plaza del Monte	~ 2	13,3	406	9,60	2008.05.20		
		« 0,01	12,3	645	7,97	2008.07.31		
		~ 1	10,0	351	8,20	2009.05.19		
		~ 0,35	12,5	410	8,02	2009.10.26		
		~ 0,3	8,0	516	7,61	2010.03.03		
		~ 4	9,2	255	7,91	2010.12.09		
		~ 8,75	10,2	297	8,01	2011.04.12		
		0,04	14,7	445	7,73	2008.05.20		
		0				2008.07.31		
		0				2008.10.02		
1705.2.0020	Abrevadero en La Maestra	0,16	8,2	310	7,40	2009.03.03		
		0,01	14,4	420	7,78	2009.10.27		
		0,011	8,2	423	7,73	2010.03.03		
		0,96	10,3	307	7,59	2010.12.09		
		1,2	10,5	401	7,89	2011.04.12		
		« 0,01				2008.10.01		
		0,9	9,8	236	7,24	2009.03.03		
		« 0,01	12,3	312	7,33	2009.10.27		
		~ 4	10,4	208	7,08	2010.12.09		
		2,8	11,0	182	7,17	2011.04.12		
1705.2.0021	Fuente Garavillines	« 0,01				2008.10.02		
		« 0,01	13,6	303	7,22	2008.10.02		
		« 0,01				2008.10.02		
1705.2.0022	Fuente Sebio	1,66	24,3	321	7,34	2008.10.02		
		1,43	22,3	379	6,91	2009.03.02		
		1,50	22,2	354	7,77	2009.05.18		
		1,48	22,6	383	7,69	2009.10.26		
		1,60	22,6	408	7,40	2010.03.03		
		1,60	22,6	382	7,48	2010.12.09		
		1,50	22,6	481	7,29	2011.04.12		
		~ 0,1	7,8	336	7,50	2009.03.02		
		0,23	10,0	304	7,05	2009.03.02		
		1705.2.0023	Fuente del Castrón	« 0,01				2008.10.02
« 0,01	13,6			303	7,22	2008.10.02		
« 0,01						2008.10.02		
1705.2.0024	Nacimiento arroyo La Sotilla	1,66	24,3	321	7,34	2008.10.02		
		1,43	22,3	379	6,91	2009.03.02		
		1,50	22,2	354	7,77	2009.05.18		
1705.2.0025	Sondeo La Comba	1,48	22,6	383	7,69	2009.10.26		
		1,60	22,6	408	7,40	2010.03.03		
		1,60	22,6	382	7,48	2010.12.09		
		1,50	22,6	481	7,29	2011.04.12		
		~ 0,1	7,8	336	7,50	2009.03.02		
		0,23	10,0	304	7,05	2009.03.02		
		1705.2.0026	Fuente del Raudio					
		1705.2.0027	Fuente de Los Coterros					

1705.2.0028	Fuente de La Encina	0,6	9,7	284	7,14	2009.03.02
1705.2.0029	Abrevadero (izquierda) en la carretera del Soplao	0,7	9,2	291	6,58	2009.03.03
		~ 0				2009.10.27
		« 0,01				2010.03.03
		~ 1	11,3	340	7,33	2010.12.09
1705.2.0030	Fuente de Cerecedo	~ 0,2	11,3	509	6,94	2011.04.12
		« 0,01	12,4	331	7,89	2009.10.27
		« 0,1	10,7	342	4,67	2011.04.13
		0,06	13,9	362	7,02	2008.10.02
1705.3.0010	Abrevadero en la carretera de Bustriguado	4,6	8,7	160	5,59	2009.03.02
		0,07	13,1	359	7,18	2009.10.26
		0,34	10,4	354	7,32	2010.03.03
		3,7	10,4	251	7,25	2010.12.09
1705.3.0011	Sondeo El Year	0,92	12,4	426	5,09	2011.04.12
			15,2	392	7,73	2009.10.27