

# **INFORME DE L'AVALUACIÓ DELS PARÀMETRES AMBIENTALS DE LES COVES DEL TOLL**

Cristina Forcada i Clopés – Llicenciada en Ciències Ambientals per la UAB  
Juny 2007

## **INTRODUCCIÓ**

Les Coves del Toll i, en conjunt, qualsevol sistema de coves tancades i aïllades en més o menys mesura de l'exterior, compta amb unes singularitats que fan que el sistema sigui vulnerable a canvis procedents de l'exterior.

Aquesta particularitat fa necessari un estudi dels possibles impactes que l'afluència de visitants pugui tenir sobre el conjunt, per tal de poder determinar amb més fiabilitat la capacitat de càrrega del sistema.

Així mateix, en el cas de les Coves del Toll cal tenir en compte el fet que qualsevol actuació que es faci sobre el curs d'aigua que les recorre pot tenir efectes sobre tot l'ecosistema de les coves. Això és especialment important en el cas de la contaminació del curs d'aigua per nitrats, ja que les coves es troben al límit d'una zona considerada com a potencialment contaminada per infiltració de nitrats al subsòl.

## **OBJECTIUS**

L'estudi dels paràmetres ambientals del conjunt de les Coves del Toll respon a dos objectius, concrets:

- Avaluar els paràmetres ambientals actuals, i fer-ne un seguiment per tal de detectar possibles incidències.
- Estudiar els efectes que l'afluència de visitants té sobre l'estructura i l'ambient de la cova.

## **PROCEDIMENT**

Per tal d'assolir els objectius fixats, s'ha dut a terme un seguiment dels paràmetres ambientals següents:




- Temperatura ambiental en diversos punts de l'interior de la cova i a l'entrada de la mateixa.
- Humitat del sòl en diversos punts de l'interior de la cova.
- pH del sòl en diversos punts de l'interior de la cova.
- Fauna de l'interior de la cova: observació directa, sense fer-ne una caracterització acurada.
- Riu interior: mesures d'alçada de la làmina d'aigua, velocitat, temperatura i presa de mostres per a la seva posterior anàlisi.
- Taques de verdet (microorganismes fotosintètics): observació directa de les taques i la seva localització i càlcul de la superfície teòrica.






En alguns casos el seguiment ha tingut una periodicitat i una durada en el temps, mentre que en altres, com és el cas de les taques de verdet i de l'aigua que circula pel riu interior de la

cova, s'han fet mesures puntuals per tal de veure les característiques i l'evolució en el temps d'aquests dos fenòmens.

Als inicis dels estudis dels paràmetres ambientals de la cova es va decidir una periodicitat d'una mesura cada setmana, però s'ha vist que per als paràmetres observats aquesta periodicitat es podia ampliar a una mesura cada 15 dies, que és la que es duu a terme actualment.

Per tal de caracteritzar la cova, s'han establert 8 punts de mesura de la humitat i el pH del sòl (veure figura 1, Annex II), els quals s'han escollit aleatòriament, però seguint un criteri d'equidistància entre ells. Aquests 8 punts i la seva ubicació es relacionen a la taula 1, i es pot observar la seva distribució dins la cova a la figura 2 de l'Annex II.

Punt d'observació	Localització dins la cova	Fotografia del punt
PO 1	Davant les gerres amb cereals, a prop de l'entrada de la porta sud; mesura presa a la paret.	
PO 2	Passada la passera de fusta on hi ha la zona de cates arqueològiques, a uns 25 metres de l'entrada, just davant d'un forat que s'allunya del camí central; mesura presa a la paret.	
PO 3	Passat el tros de sostre baix, a uns 55 metres de l'entrada, en una zona en què fa com un petit altell d'uns 30 o 40 cm d'alçada al costat del camí central; mesura presa damunt de l'altell.	




PO 4	Espai on hi ha la imatge de l'enterrament, just al costat hi ha l'inici d'un segon altell més alt que el de la imatge amb un espai al mig on es poden insertar els aparells; mesura presa en aquest espai.	
PO 5	Arribant a la sala intersecció, a uns 100 metres de l'entrada, hi ha un altell a l'esquerra del camí central de més o menys 1,5 m d'alçada; mesura presa a la paret.	
PO 6	Passada la sala intersecció, just al costat de la passera de fusta al punt marcat per una bombeta incandescent (focus 31); mesura presa a terra, al costat del curs del riu interior.	
PO 7	A la sala de la pota d'elefant, just al costat esquerre de la columna que dona nom a la sala; mesura presa a terra.	
PO 8	A l'última sala, en diversos punts, però principalment entrant a la sala a la dreta, molt a la vora de la paret; mesura presa a terra.	




**Taula 1.** Ubicació dels punts d'observació de la humitat i el pH del sòl.

En la presa de mesures s'ha seguit sempre el mateix procediment. En cadascun dels punts marcats per a la mesura de pH i d'humitat del sòl, s'ha realitzat la mesura amb el pH-metre (pH meter) i amb el mesurador d'humitat (Moisture meter), seguint les instruccions indicades per a utilitzar l'aparell, els quals es poden observar a les figures 5 i 6 de l'Annex V respectivament.

Pel que fa a la temperatura de l'ambient, s'han establert 6 punts de mesura relacionats a la taula 2, situats estratègicament al llarg de la cova, tal com s'observa a la figura 1 de l'Annex II.

El termòmetre amb el qual s'han realitzat les mesures de temperatura ambiental es pot veure a la figura 7 de l'Annex V.

Punt d'observació	Localització dins la cova	Fotografia del punt
POT 1	Aquest és l'únic punt de mesura exterior a la cova, i es pren just a l'entrada, davant de la porta.	
POT 2	Just a l'entrada de la cova, a l'esquerra, damunt d'un altell, s'hi troba situat un termòmetre fix.	
POT 3	Punt situat al mig de la zona amb sostre baix, a uns 48 metres de l'entrada de la cova, damunt de l'altell situat a la dreta del camí central, formant un forat que s'enlaira paret amunt.	

POT 4	A la galeria intersecció, a l'esquerra, s'hi troba situat un termòmetre fix.	
POT 5	A la sala de la pota d'elefant.	
POT 6	A l'última sala.	

**Taula 2.** Ubicació dels punts d'observació de la temperatura ambiental de la cova.

S'han realitzat 7 mesures de temperatura en 6 punts diferents, tal com es pot veure a la taula 7, a l'Annex I. Això s'explica pel POT 3. Aquest punt es troba situat al mig de la zona on el sostre de la cova és més baix (veure figura 1, Annex II), i forma un forat que queda aïllat del pas de persones i amb un focus de màxim 500 W situat just al mig del forat. La seva localització fa que el verdet que hi ha situat dins del forat es degui pràcticament exclusivament a l'acció d'aquest focus, fet pel qual es va considerar la necessitat de mesurar la temperatura dins i fora del forat, per tal de veure possibles augments de temperatura de l'interior respecte l'exterior que puguin afectar el creixement del verdet.

Finalment, es va caracteritzar als inicis de l'estudi, el dia 1 de maig del 2006, el verdet que hi havia present a les parets i sostres de la cova, fent un seguiment de la localització dels punts de llum i de les taques de verdet associades. Per tal de poder comparar l'evolució del verdet, s'ha fet una nova caracterització de les taques de verdet el dia 29 de maig del 2007. Les dades obtingudes en ambdues ocasions es relacionen a les taules 8 i 9 de l'Annex IV.

El dia 3 d'abril es va observar que el riu interior de la cova portava aigua, de manera que es va procedir a la seva caracterització i seguiment. El dia 7 de maig es va realitzar l'última observació d'aigua corrent en el curs del riu interior de la cova, observant-se en la següent data de mesures, el 13 de maig, que el riu ja no duia gens d'aigua.

El dia 2 de maig es van recollir tres mostres d'aigua, una al llac que es forma a l'última sala, a la trompa d'elefant, una a la sala intersecció i una a la balma, a la sorgència, per tal de veure possibles addicions de compostos o canvis al llarg del recorregut de l'aigua. Aquestes mostres es van dur a analitzar l'endemà, essent l'analista en Joan Sala i Mas. Les analítiques es troben recollides a l'Annex III. Les hores que van estar dins dels pots les mostres, l'aigua va restar guardada dins la nevera, a una temperatura de 4 °C, per tal de mantenir les propietats de l'aigua.

### **MATERIAL NECESSARI**

S'observa la necessitat de renovar i ampliar el material del qual es disposa per a fer les mesures, per tal que es pugui fer un seguiment més adequat. Per aquest motiu, es relaciona a l'annex V el material que caldria per a realitzar el seguiment, així com un pressupost aproximat d'aquests materials.

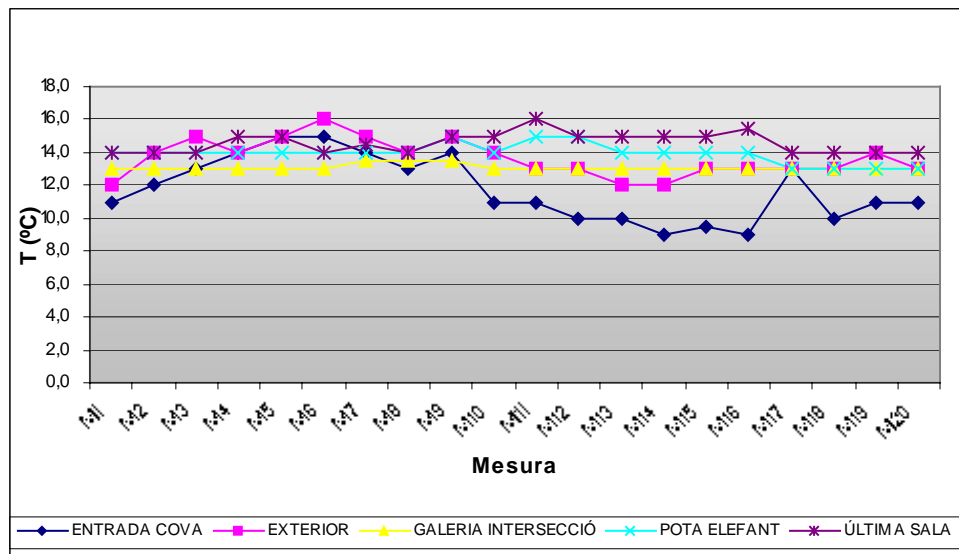
### **OBSERVACIONS**

Les dades que s'han mesurat amb més freqüència al llarg d'aquest any d'observacions corresponen a temperatura ambient, humitat i pH del sòl, però també s'han obtingut dades del creixement de les taques de verdet, del curs del riu interior i observacions de fauna dins la cova.

#### **Temperatura**

Per a l'anàlisi de la temperatura ambiental s'han establert 6 punts de mesura, la ubicació dels quals es relaciona a la taula 2, i es pot observar a la figura 1 de l'Annex II.

De l'anàlisi de les dades de temperatura (Annex I, Taula 7) s'extreu que el punt d'observació en el qual hi ha més oscil·lació dins la cova és el POT 2, tal com s'observa a la gràfica 1, essent la diferència entre la mesura més alta i la més baixa preses, de 6°C. Aquest punt es troba situat a l'entrada de la cova, on hi ha un termòmetre posat de forma permanent. Aquesta variabilitat en les mesures s'explica pel fet que el punt es troba molt a la vora de la porta exterior, i la temperatura es veu en part determinada per la temperatura exterior.



**Gràfica 1.** Evolució i variabilitat de les temperatures en els 5 punts en els quals s'ha realitzat mesures de temperatura.

De les 19 mesures preses al POT 2, en 9 dels casos (un 47,37%) la temperatura exterior ha sigut superior a la mesurada dins de la cova, a l'entrada (POT 0). En 7 dels casos (un 36,84%) la temperatura exterior ha sigut inferior, i en la resta de casos (un 15,79%) les dues temperatures han coincidit.

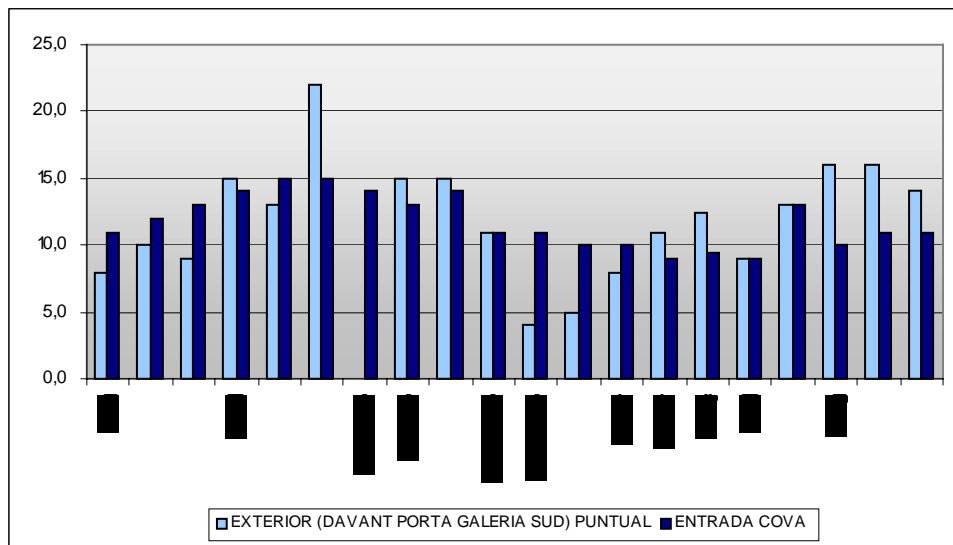
Sembla, doncs, observant la gràfica 2, que no hi ha una relació estricta entre la temperatura exterior i la interior, ja que s'observa que temperatures exteriors més baixes no donen forçosament temperatures interiors també més baixes.

Els mesos en què s'ha obtingut temperatures més baixes a l'exterior de la cova, la temperatura a l'entrada, al POT 2, s'ha mantingut més alta que l'exterior, i més o menys estable. Els mesos en què les temperatures exteriors han sigut més altes, les temperatures registrades a l'interior també han augmentat, però no en la mesura de les de l'exterior, sinó que es registra un augment d'uns 3 o 4 °C respecte les temperatures registrades en altres mesos.

Això es deu en part a l'efecte tamponador de la cova, en la qual tot i que l'ambient exterior determina la sensació que es té en entrar a la cova, aquesta manté una temperatura més o menys estable dins les variacions que presenta.

Cal tenir en compte aquest fenomen a l'hora d'establir nous punts de mesura de la temperatura.



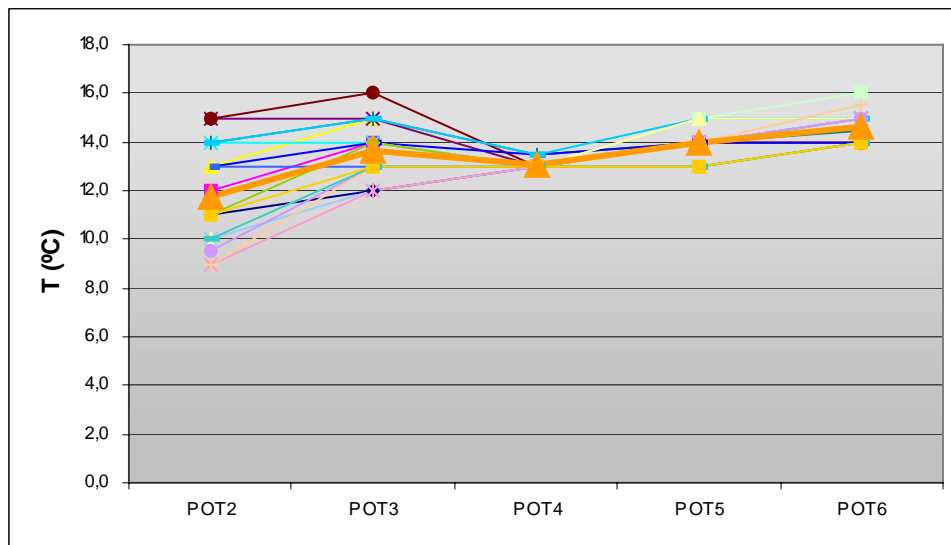


**Gràfica 2.** Comparació de les temperatures a l'entrada de la cova (mesura de temperatura a l'exterior, davant la porta de la galeria sud, i a l'interior, obtinguda al termòmetre fix).

El punt d'observació en què menys oscil·la la temperatura és el POT 4, situat a la sala intersecció, punt en el qual també hi ha un termòmetre posat de forma permanent, essent l'oscil·lació de temperatures de 0,5 °C.

Pel que fa a l'evolució de la temperatura dins la cova s'observa una tendència, tot i les oscil·lacions observades en cada punt. S'observa a la gràfica 3 que les temperatures pugen una mica entre els punts d'observació 2 i 3, llavors disminueixen lleugerament, fins arribar al POT 4, i a partir d'aquí pateixen un lleuger augment, arribant a ser temperatures gairebé constants als punts 5 i 6, situant-se entre els 13 °C i els 15 °C, i arribant excepcionalment als 16 °C a l'última sala.

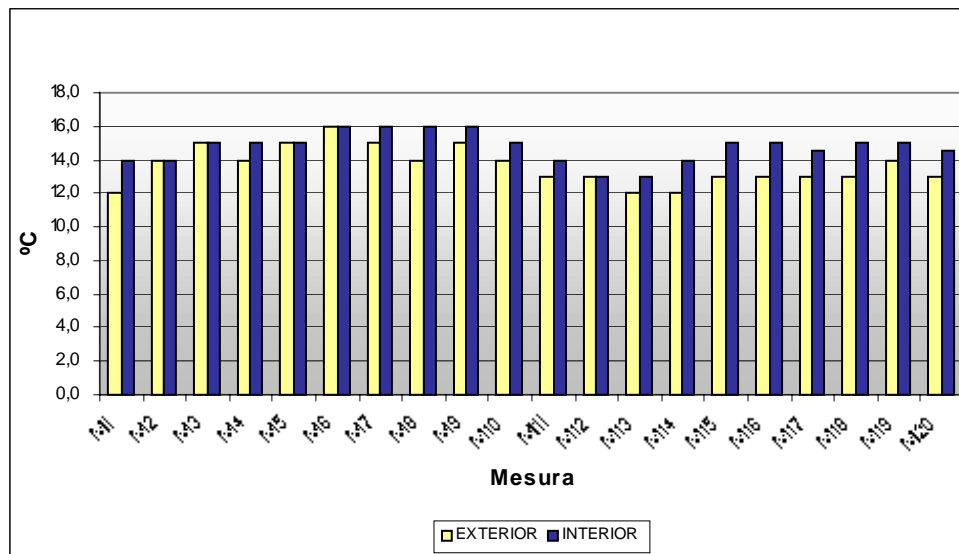
Qualitativament, s'observa una influència de la temperatura exterior fins el punt en què la cova s'estreny, passada la zona de sostre baix, mentre que a partir d'aquest punt aquesta sensació ja no es té.



**Gràfica 3.** Evolució (en color taronja) presentada per les temperatures al llarg de la cova.

En fer la caracterització del verdet, el dia 1 de maig del 2006, es va observar la presència de molt verdet en un punt situat dins d'un forat una mica separat del camí, a la zona on el sostre es fa més baix, el qual compta amb un focus de 500W. Aquest punt s'ha caracteritzat com a POT 3 (veure figura 1, a l'Annex II, i taula 2), ja que es tracta d'una zona aïllada de la influència d'altres focus, i s'ha observat la necessitat de fer-ne un seguiment per tal d'analitzar l'evolució del verdet.

Pel que fa a la temperatura, observant les característiques del forat s'infereix que la temperatura a l'interior ha de ser més elevada que a l'exterior, per la situació del focus, encarat directament dins del forat, i per la situació del forat, situat en un punt aïllat del camí i que no es troba en la zona de pas habitual. De fet, si s'observa la gràfica 4, això és cert en la majoria de casos (75%), però no en tots (en un 25% la temperatura a l'exterior del forat ha sigut igual a la temperatura a l'interior). S'observa també que no hi ha cap cas en què la temperatura a l'interior del forat sigui més baixa que a l'exterior.



**Gràfica 4.** Comparació de les temperatures mesurades a l'interior i a l'exterior del forat nomenat POT 3.

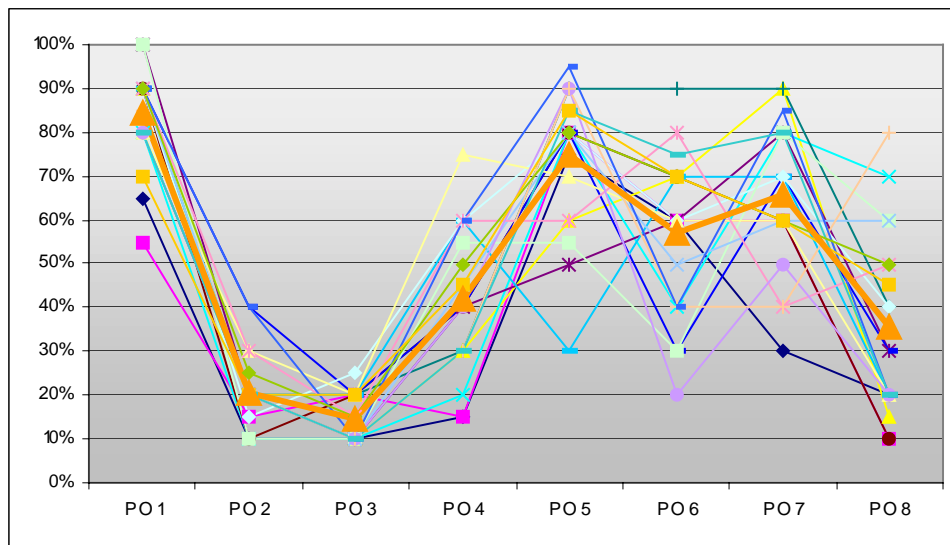
Les característiques d'aquesta zona fan que sigui molt adequada per a dur-hi a terme una prova d'il·luminació, per tal de veure si es pot pal·liar o fins i tot eliminar el verdet fent un canvi en el sistema d'il·luminació de la cova.

És també molt important poder realitzar mesures de la humitat ambiental de la cova, per tal de controlar els canvis en aquesta respecte l'exterior, i per tal d'observar si la freqüència de visites dins la cova l'altera o la modifica.

### **Humitat i pH del sòl**

Per a les mesures de la humitat i del pH del sòl s'han establert 8 punts, situats al llarg de la cova, la situació dels quals es pot observar a la figura 2 de l'Annex II, i a la taula 1, per tal de poder fer una caracterització de la seva evolució al llarg del recorregut des de l'entrada fins l'última sala. Les dades obtingudes es presenten en forma de taula a l'Annex I (taula 8).

A la gràfica 5, s'observa l'evolució de la humitat del sòl al llarg de la cova.



**Gràfica 5.** Evolució (en color taronja) de la humitat del sòl al llarg de la cova.

El que s'observa és que al principi, al punt que hem anomenat PO 1 (punt d'observació 1) hi ha una humitat elevada, la qual ha arribat a ser del 100% (o si més no propera al 100%) en dues ocasions, mentre que en la resta de preses de mesures s'ha mantingut pràcticament sempre entre el 60% i el 90%. De fet, es tracta d'una zona amb un elevat grau d'humitat. És una zona on hi ha una terrassa més elevada, en la qual els dies de pluja hi ha degotalls.

A partir d'aquest punt la humitat pateix un descens important, essent d'un 21% de mitjana en el PO 2, a la zona en la qual actualment es fan excavacions, situada a l'esquerra del camí entrant a la cova. Val a dir que en aquest PO 2 s'hi ha vist en més d'una ocasió rat-penats penjats del sostre, en total un nombre d'entre 2 i 3 en cada observació.

El sòl del PO 3 és igualment sec, essent la mitjana d'humitat del 15%, no s'hi ha registrat valors d'humitat del sòl més elevats del 20% en la majoria de casos, i només en un cas ha arribat a ser del 25%.

Al PO 4 els valors registrats pel que fa a humitat són força variables, essent la mitjana d'un 42% d'humitat. Els valors, però, van des d'un 15% registrat a les primeres mesures, a un 75%, valor màxim d'humitat registrat.

Els punts d'observació 6, 7 i 8 presenten la mateixa problemàtica. Es tracta de punts situats al costat de la llera del riu interior, i són zones en les quals el sòl té una presència més important de grava. Això ha fet difícil escollir un punt concret en el qual fer les mesures, ja que sovint ha estat impossible introduir l'aparell dins del sòl per poder prendre la dada corresponent, i ha calgut buscar algun punt proper alternatiu.

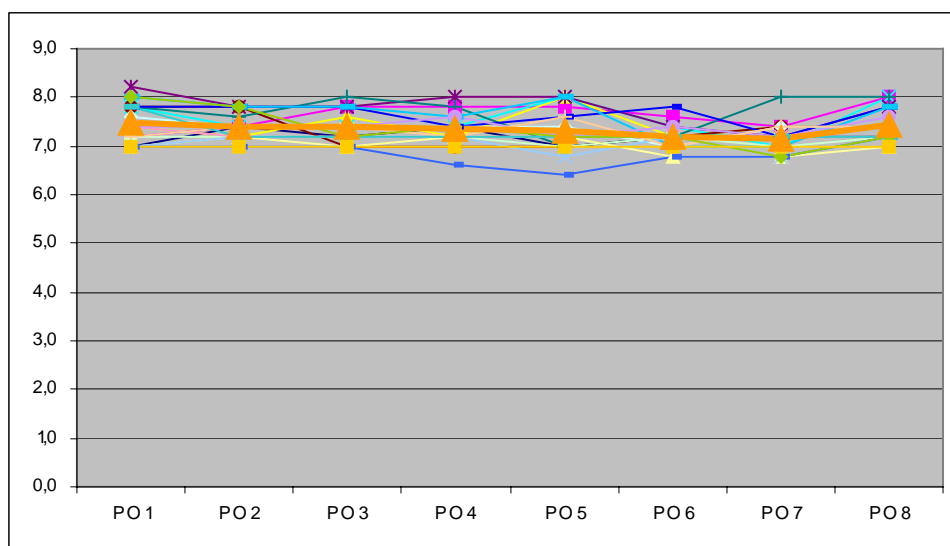
Aquests punts presenten també una variabilitat important. De fet, s'observa que el dia 14/09/2006 els punts 6 i 7 van donar una humitat del 90%. En aquestes dates el riu interior

baixava ple d'aigua (feia dos dies que plovia amb intensitat, segons anotació presa a la llibreta d'anotacions).

Entre el 3 i el 15 d'abril el riu interior també baixava ple d'aigua, degut a un nou episodi de pluges. En aquest cas al PO 6 no es va detectar l'augment d'humitat que hauria d'haver generat la baixada d'aigua, ja que es va registrar una humitat del sòl del 40%.

S'ha observat, doncs, que en aquests tres punts la humitat del sòl depèn molt del lloc on es prengui la mesura, de manera que cal estandarditzar aquest paràmetre per tal que els registres siguin comparables.

Pel que fa al pH del sòl, s'observa una gran uniformitat en les dades, tal com es mostra a la gràfica 6.



**Gràfica 6.** Evolució (en color taronja) del pH del sòl al llarg de la cova.

El perfil de pH ens mostra que al llarg de la cova no hi ha pràcticament canvis en el pH, el qual es manté una mica per sobre de 7, mostrant un sòl lleugerament alcalí. Mirant les mitjanes per punts d'observació, s'observa que la mesura mitjana més alta és de 7,5 (al PO 8), i la més baixa de 7,2 (als PO 6 i 7) .

Els valors de pH més elevats que s'han registrat han donat mesures de 8,2 (al PO 1), mentre que el pH més baix registrat ha estat de 6,4 (al PO 5).

### **Riu interior**

Al llarg d'aquest any en el qual s'han dut a terme les mesures dels paràmetres ambientals de les Coves del Toll, el riu interior de la cova ha presentat un curs d'aigua important en dues ocasions.

La primera ocasió en què es va observar va ser el dia 14/09/2006, però en aquesta ocasió no es va poder prendre una mostra d'aigua, fet pel qual no hi ha cap analítica realitzada.

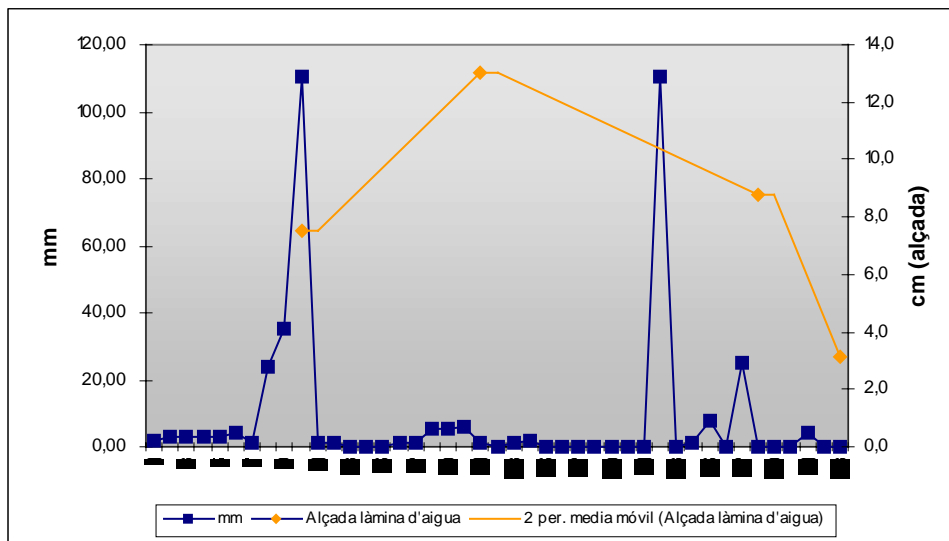
L'altra ocasió en què s'ha observat aquest fenomen ha sigut el dia 2 d'abril del 2007, i el curs del riu interior ha dut un cabal important d'aigua des d'aquest dia fins el dia 13 de maig del 2007, moment en què ja no ha presentat aigua, només un sòl humit.

S'ha realitzat una mesura de l'alçada de l'aigua al costat de la passera de la sala intersecció, així com una mesura aproximada de la velocitat del curs d'aigua en aquest punt, mesures que es presenten a la taula 3.

DATA	T (°C)	Alçada làmina d'aigua (cm)		Velocitat aigua (m/s)
		passera punt intermig	p.o. 6	
04/04/2007	12,0	7,5	13,5 16,0	0,67
15/04/2007		13,0		
02/05/2007	12,0	8,8		
07/05/2007	12,5	3,1		0,41
13/05/2007	El riu interior ja no presenta un curs d'aigua.			

**Taula 3.** Mesures de la temperatura, l'alçada de la làmina d'aigua i la velocitat del curs d'aigua del riu interior de la cova.

Pel que fa a l'alçada de l'aigua, s'observa que el riu ha experimentat un creixement en el seu cabal entre el dia 4 i el dia 15 d'abril, mentre que a partir d'aquest moment el cabal d'aigua va decreixent fins el dia 13 de maig, en què, tal com ja s'ha comentat, només resta humitat, però el riu no duu ja cabal d'aigua.



**Gràfica 7.** Comparació entre la pluviometria registrada entre els dies 26/03/2007 i 07/05/2007, segons dades extretes de la pàgina web <http://www.elmoianes.net/meteoMoia.htm>, i l'alçada de la làmina d'aigua a la zona de la sala intersecció, a la passera just davant del camí, mesurada els dies 4 i 15 d'abril i 2 i 7 de maig del 2007.

En les mesures preses el 13 de maig, s'observa que, mentre una setmana abans, el dia 7, l'alçada del curs d'aigua al seu pas per la sala intersecció era de 3,1 cm, en aquest moment no tan sols no hi ha aigua al riu interior, sinó que a més a més a les zones on s'havia acumulat aigua en forma de basal, com per exemple al forat situat a la dreta de la passera de fusta, just abans d'arribar a la sala de la pota d'elefant, ja no hi ha aigua.

Per tal de caracteritzar el règim d'estacionalitat del riu interior cal tenir en compte les dades de pluviometria de la zona. Aquestes dades s'han obtingut a través de la pàgina web: <http://www.elmoianes.net/meteoMoia.htm>, i es relacionen a la taula 4.

### Taula de precipitació mensual

Estació meteorològica IBARCELO58 - Estació Oregon WMR 928 NX  
 Lat.: N 41° 48' 49" (41.814°)  
 Lon.: E 2° 6' 3" (2.101°)  
 Elevació: 2346 ft (715,06 m)  
 Hardware estació: Estació Automàtica de Moià (Barcelona)  
 Software: VWS V 13.01

Mes	Marzo		Abril		Maig	
Data	pul	mm	pul	mm	pul	mm
1	0,00	0,00	0,04	1,00	0,98	24,90
2	0,00	0,00	0,94	23,90	0,00	0,00
3	0,00	0,00	1,38	35,10	0,00	0,00
4	0,00	0,00	4,34	110,20	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,04	1,00	0,16	4,10
6	0,00	0,00	0,04	1,00	0,00	0,00
7	0,39	9,94	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,04	1,00	0,00	0,00
11	0,00	0,00	0,04	1,00	0,00	0,00
12	0,00	0,00	0,20	5,10	0,00	0,00
13	0,00	0,00	0,20	5,10	0,00	0,00
14	0,00	0,00	0,24	6,10	0,12	3,00
15	0,00	0,00	0,04	1,00	0,00	0,00
16	0,12	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17	1,38	35,10	0,04	1,00	0,00	0,00
18	0,00	0,00	0,08	2,00	0,00	0,00
19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	2,00
21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	1,00
22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	1,00
24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	1,00
26	0,08	2,00	4,34	110,20	0,98	24,90
27	0,12	3,00	0,00	0,00	0,04	1,00
28	0,12	3,00	0,04	1,00	0,00	0,00
29	0,12	3,00	0,31	7,90	0,00	0,00
30	0,12	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00
31	0,16	4,10			0,00	0,00
<b>TOTAL MENSUAL</b>	<b>2,61</b>	<b>66,14</b>	<b>12,35</b>	<b>313,60</b>	<b>2,48</b>	<b>62,90</b>
<b>MITJANA MENSUAL</b>	<b>0,08</b>	<b>2,13</b>	<b>0,41</b>	<b>10,45</b>	<b>0,08</b>	<b>2,03</b>

**Taula 4.** Precipitació mensual registrada a l'Estació meteorològica IBARCELO58, situada a Moià, segons dades publicades a la pàgina web <http://www.elmoianes.net/meteoMoia.htm>.

Comparant les dades de pluviometria amb les dades registrades del riu interior, s'observa que en el moment de fer la primera mesura d'aigua al riu interior feia 7 dies que plovia, havent-se registrat en total una pluviometria de 43,00 mm (l/m<sup>2</sup>). En aquesta ocasió es va mesurar també la temperatura de l'aigua, que va resultar ser de 12,0°C, i la velocitat del curs d'aigua, d'aproximadament 0,67 m/s.



En mesures posteriors s'ha observat que la temperatura del curs d'aigua es manté estable en uns 12°C, i la velocitat del curs d'aigua ha anat disminuint.

El riu interior ha presentat un curs d'aigua estable des de la primera mesura, el dia 2 d'abril, fins el dia 7 de maig (en la propera mesura, el 13 de maig, ja no hi ha cabal d'aigua al riu interior). En aquest període s'han registrat dues puntes de precipitació, els dies 4 i 26 d'abril, en cadascun dels quals s'han registrat 110,20 mm (l/m<sup>2</sup>), aportant aquests dos dies sols una mica més del 60% de la pluja caiguda en tot el període (que és de 360,70 mm (l/m<sup>2</sup>)).

A la gràfica 7 s'observa que el creixement de la làmina d'aigua pot ser degut a l'augment en la pluviositat registrat entre els dies 2 i 4 d'abril, i el que s'observa és que el curs d'aigua presenta el creixement en dies posteriors, al llarg dels quals tot i haver plogut una mica, la quantitat d'aigua caiguda no és suficient per a justificar el creixement.

Pel que fa al segon pic de pluviositat que s'observa a la gràfica 7, aquest no ha provocat en el riu interior la mateixa reacció que en el primer cas. Cal caracteritzar la dinàmica del sistema per tal de veure en quins valors de pluviositat el riu interior de la cova comença a dur un cabal important d'aigua.

El dia 2 de maig s'han pres tres mostres d'aigua: una a l'última sala, al bassal que es forma al forat de sortida de l'aigua; la segona a la sala intersecció, just al costat de la passera; i la tercera a la sorgència, a la balma, per tal de procedir a fer-ne l'anàlisi.

Es compta en l'actualitat amb 8 analítiques de mostres preses entre el 17/11/2005 i el 02/05/2007. D'aquestes analítiques, n'hi ha 3 que corresponen al dia 02/05/2007, les quals s'han pres en tres punts diferents del curs del riu interior per tal de detectar possibles canvis en la composició de l'aigua del riu interior al llarg del seu curs.

A l'Annex III s'hi recullen les analítiques realitzades a les mostres d'aigua, i a la taula 5 es mostren els resultats obtinguts a les analítiques, per tal de poder-los comparar.

Els paràmetres que s'han mesurat són:

- pH de la mostra
- Conductivitat (µs/cm)
- Duresa (mg/l CaCO<sub>3</sub>)
- Nitrits (mg/l); a les mostres del dia 02/05/2007 aquest paràmetre no s'ha mesurat, ja que segons observació de l'analista, Joan Sala, no és un paràmetre rellevant en les mostres d'aigua de la cova.
- Nitrats (mg/l)
- Bicarbonats (mg/l HCO<sup>3-</sup>); aquest paràmetre s'ha afegit a les mostres del dia 02/05/2007, en lloc de la mesura de nitrits, en considerar-se important la mesura de carbonats i bicarbonats presents a l'aigua.

DATA PRESA MOSTRA	DATA REGISTRE MOSTRA	ANALISTA	PUNT ANÀLISI	PARÀMETRES					
				pH	Conductivitat a 20°C (ms/cm)	Duresa mg/l CaCO <sub>3</sub>	Nitrits mg/l	Nitrats mg/l	Bicarbonats mg/l HCO <sup>3-</sup>
17/11/2005	26/09/2006	Joan Sala	Riu interior	7,53	533	260	0,18	23,8	
22/02/2006	26/09/2006	Joan Sala	Cova Toll	7,75	545	230	0,06	33,0	
11/01/2006	26/09/2006	Joan Sala	Cova Toll	7,62	449	210	0,35	28,6	
16/09/2006	26/09/2006	Joan Sala	Cova Toll	7,52	598	268	0,14	29,0	
21/11/2006	21/11/2006	Joan Sala	Interior Cova Toll	7,77	613	272	0,02	26,8	
02/05/2007	03/05/2007	Joan Sala	Interior Cova Toll (última sala)	7,18	782	409		29,9	409
02/05/2007	03/05/2007	Joan Sala	Interior Cova Toll (sala intersecció)	7,30	779	402		28,2	415
02/05/2007	03/05/2007	Joan Sala	Sorgència (La balma)	7,60	778	413		27,7	421

**Taula 5.** Resultats de les analítiques realitzades a l'aigua del riu interior entre el 17/11/2005 i el 02/05/2007.

S'observa que l'aigua presenta un pH sempre per sobre de 7, el que vol dir que presenta un cert grau d'alcalinitat, però en cap de les analítiques realitzades no ha arribat a ser de 8. La OMS (Organització Mundial de la Salut), en les seves Directrius per a la qualitat de l'aigua potable, establertes a Gènova el 1993, estableix per al pH de l'aigua un valor desitjable d'entre 6,5 i 8,5.

Els estàndards de la Unió Europea sobre qualitat de l'aigua destinada a consum humà, segons la Directiva 98/83/EC, adoptada pel Consell el 3 de novembre de 1998, fixen per a la conductivitat un valor de 2500 µs/cm a 20°C. En el nostre cas, la conductivitat de l'aigua mostra valors entre 500 i 750 µs/cm a 20°C, molt per sota del límit fixat per a l'aigua potable, de manera que la quantitat de sòlids dissolts en l'aigua del riu interior de la cova no és molt important.

Per a la duresa no hi ha un límit establert, tot i que la OMS proposa com a desitjable en les seves directrius un valor de duresa entre 150 i 500 mg/l de CaCO<sub>3</sub>. S'observa que en el cas de l'aigua del riu interior aquest límit no es veu superat en cap de les analítiques realitzades, essent el valor màxim analitzat de 413 mg/l de CaCO<sub>3</sub>. Cal fer constar que hi ha una diferència molt important entre la duresa analitzada a les mostres inicials i la duresa analitzada a les mostres del dia 02/05/2007. Això implica una major presència d'ions calci i magnesi (sobretot) en aquestes últimes mostres. La presència d'aquest tipus d'ions a l'aigua, però, sol ser d'origen natural, i rarament antròpica.

Pel que fa als nitrats i als nitrats, la seva presència a l'aigua del riu interior de la cova és molt inferior als límits màxims establerts per la Unió Europea, que són de 0,5 mg/l per als nitrats i de 50 mg/l per als nitrats. És important anar controlant el nivell de nitrats presents a l'aigua del riu interior de la cova, ja que en tractar-se d'un curs d'aigua que es genera quan hi ha pluges, el seu cabal és d'escorrentia i, per tant, l'aigua que arriba a l'interior de la cova és el resultat de l'escolament de l'aigua de les vessants properes a la cova. Un augment en el nivell de nitrats suposaria que en aquestes vessants hi ha una presència important de contaminació per nitrats. No s'ha observat presència de microfauna en el curs del riu interior, però caldria realitzar un estudi acurat en el moment en què aquest torni a presentar un cabal d'aigua important.

### **Verdet**

En data 01/05/2006 es va realitzar un mesurament de les taques de verdet presents a les parets, terres i sostres de la cova, mesurament que s'ha repetit en data 29/05/2007, per tal d'observar les possibles diferències en la quantitat de verdet present.

Les dades corresponents a ambdós mesuraments es troben a les taules 8 i 9, a l'Annex IV, i a continuació, a la taula 6, es presenten les dades obtingudes de forma resumida. Així mateix, a la figura 3 de l'Annex IV s'hi han situat els llums que il·luminen la cova, situant en cadascun d'ells una taca mostrant la magnitud de la taca de verdet associada al llum.

	MESURAMENT 2006	MESURAMENT 2007
Nº focus	55	56
S teòrica de taques	44,75	55,86
Nº taques	68	71
Nº taques s/ quantitat:		
Molt	4	8
Bastant	16	19
Poc	17	11
Molt poc	11	15
No hi ha taca	20	18

**Taula 6.** Resum del quadre d'observació de taques de verdet, comparant les principals dades de les taules del 2006 i del 2007.

S'ha realitzat un estudi de la situació de cadascun dels focus al llarg de la cova, observant les seves característiques, quants watts de potència té i en quin punt de la cova (paret, terra o sostre) hi ha la taca de verdet associada. Així, s'observa que a la cova hi ha en l'actualitat 56 focus de llum funcionant, dels quals 36 són focus halògens amb una potència màxima de 500

W, 5 són focus halògens amb una potència màxima de 150 W, i 15 són bombetes incandescent.

La il·luminació amb aquest tipus de làmpades fa que una gran part del consum elèctric del focus es converteixi en calor, fet que propicia el creixement de les taques de verdet, ja que a més de la humitat de la cova i del CO<sub>2</sub> que els aporten les visites, obtenen escalfor dels punts de llum.

El que s'ha observat, en primer lloc, és que en totes les zones en què trobem una taca de verdet hi ha algun punt lluminós que el sustenta, li dóna la il·luminació necessària per a realitzar la fotosíntesi i l'escalfor que necessita per a créixer, però no tots els focus de llum presenten taca de verdet, ja que en alguns casos la paret és molt seca i no hi ha un substrat on els microorganismes puguin arrelar.

Per tal de tenir una idea de l'abast de les taques de verdet, s'ha calculat una superfície teòrica de la taca, mesurant per a cada taca una alçada i una amplada teòriques, i s'ha relacionat cada taca amb un focus de llum determinat o, com és el cas de les taques que s'observen a l'entrada, amb la llum exterior.

Les dades sobre les taques de verdet preses l'any 2006 mostren una superfície teòrica del verdet de 44,75 m<sup>2</sup>, tal com mostra la taula 6. Es va observar que 20 dels focus no presentaven taca de verdet. En 4 ocasions es va considerar que la taca era molt considerable, en algunes ocasions pel seu abast (taca molt gran), fet que s'observarà en la superfície teòrica de la taca, i en altres per la quantitat de verdet. En 33 dels casos es va considerar que la taca era força important, presentant bastant verdet, o bé que en presentava relativament poc, i en 11 dels casos es considerarà que hi havia molt poc verdet, ja sigui perquè hi havia molt poques taques molt petites, o bé perquè es tractava d'una taca molt difosa.

En les dades obtingudes aquest any 2007 s'observa un increment en la superfície teòrica de verdet, la qual ha passat a ser de 55,86 m<sup>2</sup>, el que suposa un increment de gairebé el 25% respecte la superfície observada l'any passat.

A les dades de la taula 6, s'observa que s'ha registrat un increment de taques de verdet que es poden considerar com a molt importants, en les quals la quantitat de verdet és força gran, així com un increment en les taques que es pot considerar que tenen bastant verdet. També s'observa que hi ha hagut una disminució dels focus en els quals no s'observa verdet, ja que hi ha concretament dos punts en els quals abans no hi havia verdet, mentre que ara presenten taques. Es tracta dels punts d'observació 26 i 32 (tal com s'observa a les taules 5 i 6). Un altre paràmetre que ha disminuït és el de les taques que es podien considerar amb poc verdet; en alguns casos han passat a tenir-ne més, i en d'altres (minoritaris) s'ha observat una disminució en la taca de verdet.

S'observa que les taques més grans, amb més zona de paret, terra o sostre afectat, són les zones afectades per la llum natural de l'entrada. Així mateix, hi ha dos focus, els situats a la sala intersecció, tots dos de màxim 500 W, que presenten taques de verdet amb una elevada densitat de microorganismes. En alguns casos s'observa també que un mateix focus de llum afecta diferents parts de la cova, apareixent taques no només davant del llum, sinó en tota l'àrea que queda il·luminada.

En fer la mesura de les taques de verdet s'ha observat també que en alguns punts hi ha organismes fotosintètics més desenvolupats. La il·luminació que reben en aquests punts i la preparació del substrat que han fet els cianobacteris i microalgues que conformen el verdet fan que aquests organismes puguin prosperar, com ja està passant en alguns punts de la cova. El punt més evident és el focus situat al punt 31 d'observació, a la sala intersecció, al costat dret del termòmetre.

Un dels punts en què s'observa una variabilitat més elevada de verdet és al POT 3. Es tracta d'una zona en la qual el focus (halogen de màxim 500 W) es troba situat dins d'un forat que fa que la llum que arriba al verdet sigui pràcticament exclusiva d'aquest focus. Aquest fet el converteix en un bon punt per a fer proves de canvis en la il·luminació, per tal de veure com un canvi de llum pot afectar el verdet. Tot i això, cal tenir en compte el fet que els microorganismes que conformen el verdet de l'interior de la cova són capaços d'utilitzar diferents tipus de qualitat de llum i intensitat, de manera que caldrà fer un estudi acurat.

A l'hora de fer els estudis caldrà també realitzar mesures de la quantitat de CO<sub>2</sub> present dins l'espai de la cova, ja que és un factor molt important per al creixement d'organismes fotosintètics com els que conformen les taques de verdet. Aquesta caracterització no s'ha dut a terme fins el moment, però és un factor molt important. També és molt important comptar amb les dades de freqüència i nombre de visitants a les coves, per tal de poder relacionar un augment en el nombre de visitants i d'hores de manteniment de la il·luminació encesa amb aquest augment en la quantitat de verdet.

### **Fauna**

Al llarg de les visites que s'han realitzat durant aquest any de mesures, s'ha observat una presència força important de fauna dins la cova. En fer les mesures mediambientals la il·luminació de la cova es manté encesa, i això ha fet que l'observació de fauna no hagi estat tan efectiva.

Tot i això, s'ha detectat en alguns punts, com és el cas de la taca de verdet ubicada a la sala de la pota d'elefant, al costat de la columna que simula la pota, la presència d'insectes (semblants als insectes que s'anomenen, *Thermobia domestica*, però amb pigmentació totalment absent, de manera que són blancs).

A la zona de l'entrada s'hi ha detectat la presència d'aranyes en diverses ocasions, així com la presència d'una comunitat de ratolins a la zona on hi ha palla.

També a l'entrada, al forat de la cata arqueològica 2, s'hi van poder observar dues salamandres, les quals van ser retirades i no han tornat a aparèixer.

En una ocasió, el juliol del 2006, l'Enric Oliveres va comentar que dins la cova hi havia observat la presència d'una serp, la qual no vam poder observar en fer les mesures mediambientals.

També a l'entrada s'hi ha observat exemplars de porquet de St. Antoni, *Porcellio scaber*.

En diverses ocasions en fer les mesures mediambientals s'ha observat la presència de ratpenats dins la cova, objecte d'estudi per part de Ruth Garcia.

Abans de tancar l'informe, i durant la visita a la cova amb Ruth Garcia, el dia 22/06/2007, per observar els ratpenats, hem pogut observar la presència d'un nombre inusual de fauna dins la cova, gràcies al fet que la visita s'ha realitzat amb la il·luminació apagada, només amb l'ajut de les llanternes i els llums d'emergència.

A l'entrada s'hi ha observat un llimac de dimensions importants, amb un diàmetre d'uns 3 cm i una llargada d'uns 10 cm, de color marró molt fosc, el qual es troba situat a la zona darrera l'arc dels cascós.

En diversos punts de la cova s'hi ha observat també la presència força important de mosquits molt grossos, penjats de les parets i sostres de la cova, i de dues papallones típiques de cova, les quals caracteritzarà Ruth Garcia.

En prendre les mesures mediambientals s'ha anat observant al PO 5 un forat en forma de cau, situat a la base de la paret, el qual presenta terra remoguda a la seva entrada. Amb ocasió de la visita, s'ha pogut observar la presència d'un ratolí, en una zona propera al PO 6 (passera de fusta passada la sala intersecció), el qual segurament ocupa el cau observat al PO 5. En l'observació visual s'ha determinat que segurament es tracta d'un ratolí de bosc (*Apodemus sylvaticus*), però caldria fer-ne un seguiment per tal de determinar si es tracta realment d'aquesta espècie, i si realment té el seu cau ubicat dins la cova.

S'observa, doncs la necessitat de fer el seguiment i la caracterització de la fauna que habita l'interior de la cova.

## CONCLUSIONS

Un cop fetes les observacions i analitzades les dades obtingudes en aquest any de presa de mesures, s'extreuen les següents conclusions.

- Les característiques físiques: temperatura, humitat i pH del sòl, no es veuen pràcticament alterades per les visites que es realitzen dins la cova, mantenint-se en valors força estables.
- Sí que s'observa, però, un cert grau de dependència de la temperatura i la humitat de l'ambient respecte les condicions climatològiques exteriors, amb un cert grau d'influència al llarg dels primers 25-50 metres de cova.
- Cal realitzar un seguiment del règim d'humitat ambiental existent a l'interior de la cova, el qual permetrà també controlar el règim de creixement del verdet.
- El POT 3 és un bon punt per a realitzar la caracterització dels microorganismes que conformen el verdet de l'interior de la cova, en tractar-se d'un punt aïllat de la influència de la resta de focus propers. Així, les primeres proves per a realitzar canvis en la il·luminació es poden dur a terme en aquest punt.
- Les observacions obtingudes en els 8 punts situats per a mesurar la humitat i el pH del sòl mostren una cova en la qual les zones situades a prop de la porta sud i a prop de la sala intersecció presenten humitats del sòl força elevades, mentre que el pH es manté força estable i proper a 7 al llarg de tota la cova.
- Cal estandaritzar la presa de mesures d'humitat i pH en els punts d'observació propers al curs d'aigua, per tal de poder-los fer comparables i així veure si augmenta d'humitat en aquests punts mostren crescudes del curs del riu interior.
- Les analítiques d'aigua realitzades a les mostres preses entre el novembre del 2005 i el maig del 2007 mostren que l'aigua estacional que circula pel riu interior de la cova té una qualitat excel·lent, no superant cap dels límits establerts per la UE per a l'aigua de consum en cap dels paràmetres analitzats. La presència de nitrats a l'aigua es troba molt per sota del límit, essent de mitjana de 28,4 mg/l, mentre que el límit se situa en 50 mg/l. Tot i els bons resultats, però, cal realitzar-ne un seguiment, ja que en tractar-se d'aigua resultant de la pluja, podria presentar lixiviats provinents d'un excés d'adob en forma de purins llençat als camps de conreu presents a les àrees al voltant de la cova.
- El seguiment realitzat al verdet al llarg d'aquest any de mesures mostra un creixement del mateix, no només quantitativament, sinó també qualitativament, ja que les taques de verdet que s'observen no només són més grans en algunes ocasions, sinó que també presenten una quantitat de verdet més important. Així, cal realitzar un estudi més acurat

d'aquest fenomen i realitzar diverses proves per tal de constatar si un canvi en la il·luminació podria pal·liar el creixement del verdet.

- Així mateix, cal realitzar un estudi de la concentració de CO<sub>2</sub>, gas resultant de la respiració de persones i animals, present a l'atmosfera i que utilitzen les plantes fotosintètiques per a obtenir aliment, per tal d'estudiar els punts amb més concentració, i com afecta la seva concentració l'entrada a la cova dels grups de visitants.
- La cova presenta un nombre força important de fauna, havent-s'hi observat no tan sols ratpenats, sinó també insectes, com ara els mosquits o les papallones; rèptils i amfibis, com ara la serp observada per Enric Oliveras o les salamandres observades al forat de la cata 2; o la presència de mamífers, com ara els ratolins observats a la palla a l'inici de la cova, o el ratolí vist prop del PO 6. Caldria realitzar un estudi més acurat d'aquesta fauna, per tal de determinar de quines espècies es tracta i veure si algunes d'elles són habituals d'ambients de cova, o potser úniques en aquesta cova en concret.

## **PROPOSTES D'ACTUACIÓ**

En base a tot el que s'ha anat veient al llarg d'aquest any de presa de mostres i mesures, es relaciona a continuació un llistat de propostes d'actuació que cal dur a terme per tal de fer un seguiment més acurat dels paràmetres ambientals de les Coves del Toll.

1. Cal continuar fent el seguiment de la temperatura ambiental de la cova, la humitat i el pH del sòl, mesures periòdiques que s'han anat duent a terme al llarg d'aquest any.
2. Cal fer un estudi acurat de la humitat ambiental de la cova, per al seguiment de la qual cal un higròmetre.
3. Cal fer un estudi acurat de la concentració de CO<sub>2</sub> present a la cova, per tal de caracteritzar els llocs on hi ha concentracions més elevades, i així poder observar la influència de la freqüència de visites sobre el creixement dels microorganismes fotosintètics.
4. Un dels paràmetres que pot afectar, limitar i fins i tot anul·lar, el creixement de les taques de verdet, és la il·luminació. Cal realitzar proves amb diferents tipus d'il·luminació per tal de veure com aquesta afecta el creixement del verdet i poder així plantejar un canvi en la il·luminació de tota la cova per tal d'eradicar-lo.
5. És molt interessant fer un estudi de la fauna i microfauna que habiten l'interior de la cova, així com de la microfauna que hi pugui haver en el curs d'aigua del riu interior quan aquest duu un cabal d'aigua més o menys estable.



**ANNEX I.**  
**TAULES AMB DADES DE TEMPERATURA, HUMITAT I pH**

TEMPERATURES (°C)

MESURES	DATA	HORA	POT1			POT2	POT3		POT4	POT5	POT6
			EXTERIOR (DAVANT PORTA GALERIA SUD)			ENTRADA COVA	FORAT VERDET		GALERIA INTERSECCIÓ	POTA ELEFANT	ÚLTIMA SALA
			PUNTUAL	MÀX. PERÍODE	MÍN.PERÍODE		EXTERIOR	INTERIOR			
M1	03/06/2006	15:50	8,0	29,0	18,0	11,0	12,0	14,0	13,0	14,0	14,0
M2	11/06/2006	16:45	10,0	22,0	21,0	12,0	14,0	14,0	13,0	14,0	14,0
M3	19/06/2006	17:45	9,0	25,0	24,0	13,0	15,0	15,0	13,0	14,0	14,0
M4	02/07/2006	18:00	15,0	29,0	26,0	14,0	14,0	15,0	13,0	14,0	15,0
M5	13/07/2006	18:00	13,0	34,0	20,0	15,0	15,0	15,0	13,0	14,0	15,0
M6	24/07/2006	18:00	22,0	36,0	25,0	15,0	16,0	16,0	13,0	14,0	14,0
M7	14/09/2006	18:00				14,0	15,0	16,0	13,5	14,0	14,5
M8	22/10/2006	16:45	15,0			13,0	14,0	16,0	13,5	14,0	14,0
M9	29/10/2006	19:00	15,0			14,0	15,0	16,0	13,5	15,0	15,0
M10	27/11/2006	18:30	11,0			11,0	14,0	15,0	13,0	14,0	15,0
M11	10/12/2006	20:00	4,0			11,0	13,0	14,0	13,0	15,0	16,0
M12	26/12/2006	18:15	5,0			10,0	13,0	13,0	13,0	15,0	15,0
M13	15/01/2007	18:30	8,0			10,0	12,0	13,0	13,0	14,0	15,0
M14	21/02/2007	16:45	11,0			9,0	12,0	14,0	13,0	14,0	15,0
M15	18/03/2007	17:15	12,5			9,5	13,0	15,0	13,0	14,0	15,0
M16	03/04/2007	17:30	9,0			9,0	13,0	15,0	13,0	14,0	15,5
M17	15/04/2007	19:20	13,0			13,0	13,0	14,5	13,0	13,0	14,0
M18	07/05/2007	16:30	16,0			10,0	13,0	15,0	13,0	13,0	14,0
M19	13/05/2007	19:00	16,0			11,0	14,0	15,0	13,0	13,0	14,0
M20	29/05/2007	18:30	14,0			11,0	13,0	14,5	13,0	13,0	14,0

Taula 7. Dades de temperatura ambiental.

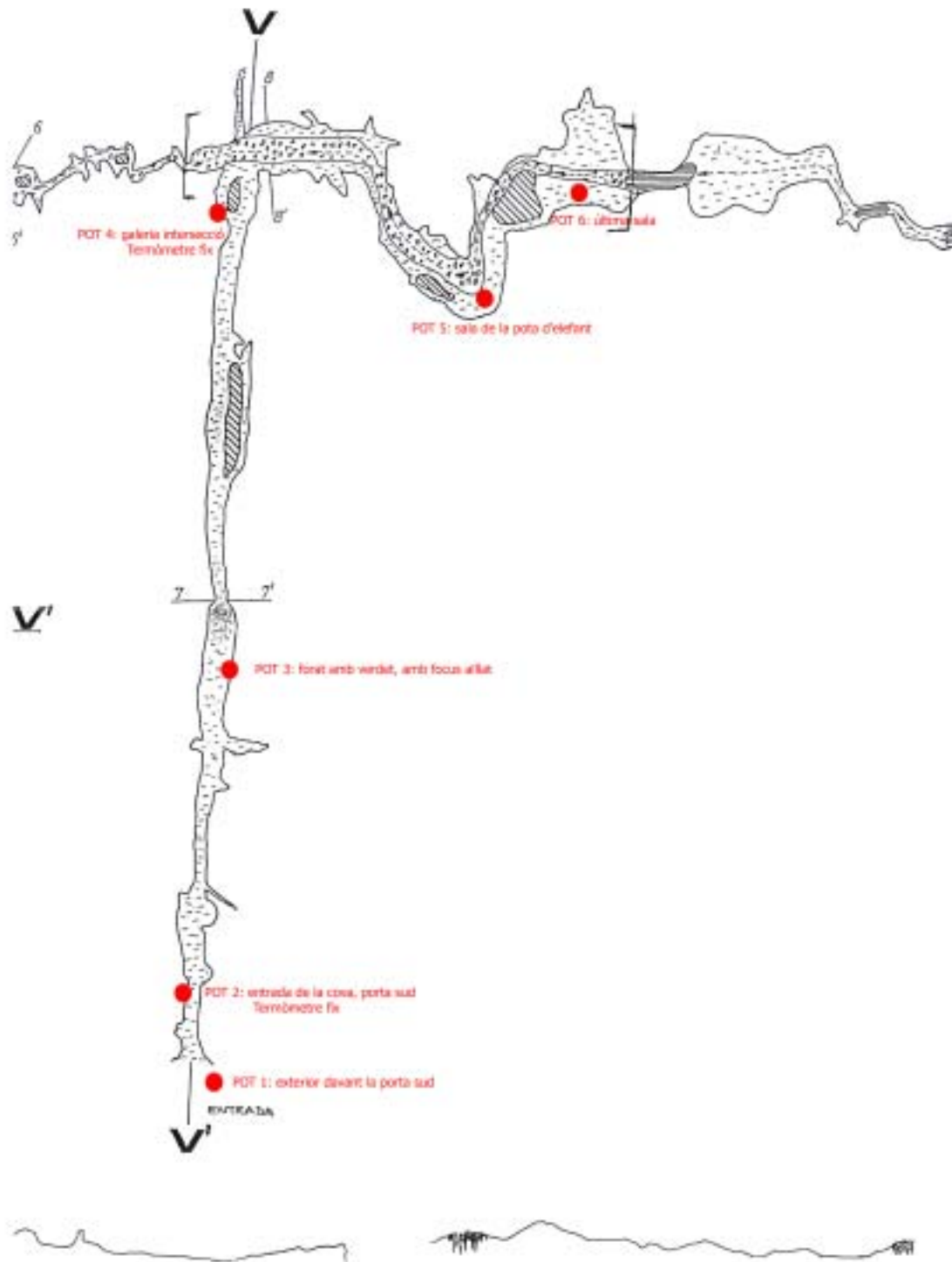
**HUMITAT (%) I pH**

MESURES	DATA	HORA	PO 1		PO 2		PO 3		PO 4		PO 5		PO 6		PO 7		PO 8	
			H	pH	H	pH	H	pH	H	pH	H	pH	H	pH	H	pH	H	pH
M1	03/06/2006	15:50	65%	7,0	10%	7,4	10%	7,2	15%	7,4	75%	7,0	60%	7,2	30%	7,2	20%	7,2
M2	11/06/2006	16:45	55%	7,2	15%	7,4	20%	7,8	15%	7,8	80%	7,8	60%	7,6	60%	7,4	10%	8,0
M3	19/06/2006	17:45	90%	7,4	20%	7,2	10%	7,6	30%	7,2	60%	8,0	70%	7,2	90%	7,4	15%	7,4
M4	02/07/2006	18:00	80%	7,8	10%	7,4	10%	7,4	20%	7,4	80%	8,0	40%	7,4	80%	7,0	70%	8,0
M5	13/07/2006	18:00	100%	8,2	20%	7,8	10%	7,8	40%	8,0	50%	8,0	60%	7,4	80%	7,2	30%	7,8
M6	24/07/2006	18:00	90%	7,8	10%	7,8	20%	7,0	40%	7,0	80%	7,0	70%	7,2	60%	7,4	10%	7,4
M7	14/09/2006	18:00	80%	7,8	20%	7,6	20%	8,0	30%	7,8	90%	7,0	90%	7,2	90%	8,0	40%	8,0
M8	22/10/2006	16:45	90%	7,8	40%	7,8	20%	7,8	40%	7,4	80%	7,6	30%	7,8	70%	7,2	30%	7,8
M9	29/10/2006	19:00	90%	8,0	20%	7,8	20%	7,8	60%	7,6	30%	8,0	70%	7,0	70%	7,0	20%	7,8
M10	27/11/2006	18:30	90%	7,6	15%	7,4	25%	7,4	60%	7,4	80%	7,4	60%	7,0	70%	7,4	40%	7,4
M11	10/12/2006	20:00	100%	7,2	10%	7,2	10%	7,2	55%	7,2	55%	7,0	30%	7,2	80%	7,0	60%	7,2
M12	26/12/2006	18:15	80%	7,0	30%	7,2	20%	7,0	75%	7,2	70%	7,2	60%	6,8	60%	6,8	20%	7,0
M13	15/01/2007	18:30	90%	7,0	20%	7,2	10%	7,2	45%	7,2	80%	6,8	50%	7,2	60%	6,8	60%	7,2
M14	21/02/2007	16:45	90%	7,4	30%	7,2	15%	7,2	60%	7,2	60%	7,2	80%	7,2	40%	7,2	50%	7,2
M15	18/03/2007	17:15	80%	7,4	20%	7,4	10%	7,4	40%	7,6	90%	7,2	20%	7,4	50%	7,2	20%	7,6
M16	03/04/2007	17:30	85%	7,2	20%	7,4	10%	7,4	30%	7,2	90%	7,6	40%	7,0	40%	7,4	80%	7,4
M17	15/04/2007	19:20	90%	7,0	40%	7,0	10%	7,0	60%	6,6	95%	6,4	40%	6,8	85%	6,8	20%	7,2
M18	07/05/2007	16:30	80%	7,8	20%	7,2	10%	7,2	30%	7,2	85%	7,2	75%	7,2	80%	7,2	20%	7,2
M19	13/05/2007	19:00	90%	8,0	25%	7,8	15%	7,2	50%	7,4	80%	7,2	70%	7,2	60%	6,8	50%	7,2
M20	29/05/2007	18:30	70%	7,0	20%	7,0	20%	7,0	45%	7,0	85%	7,0	70%	7,0	60%	7,0	45%	7,0

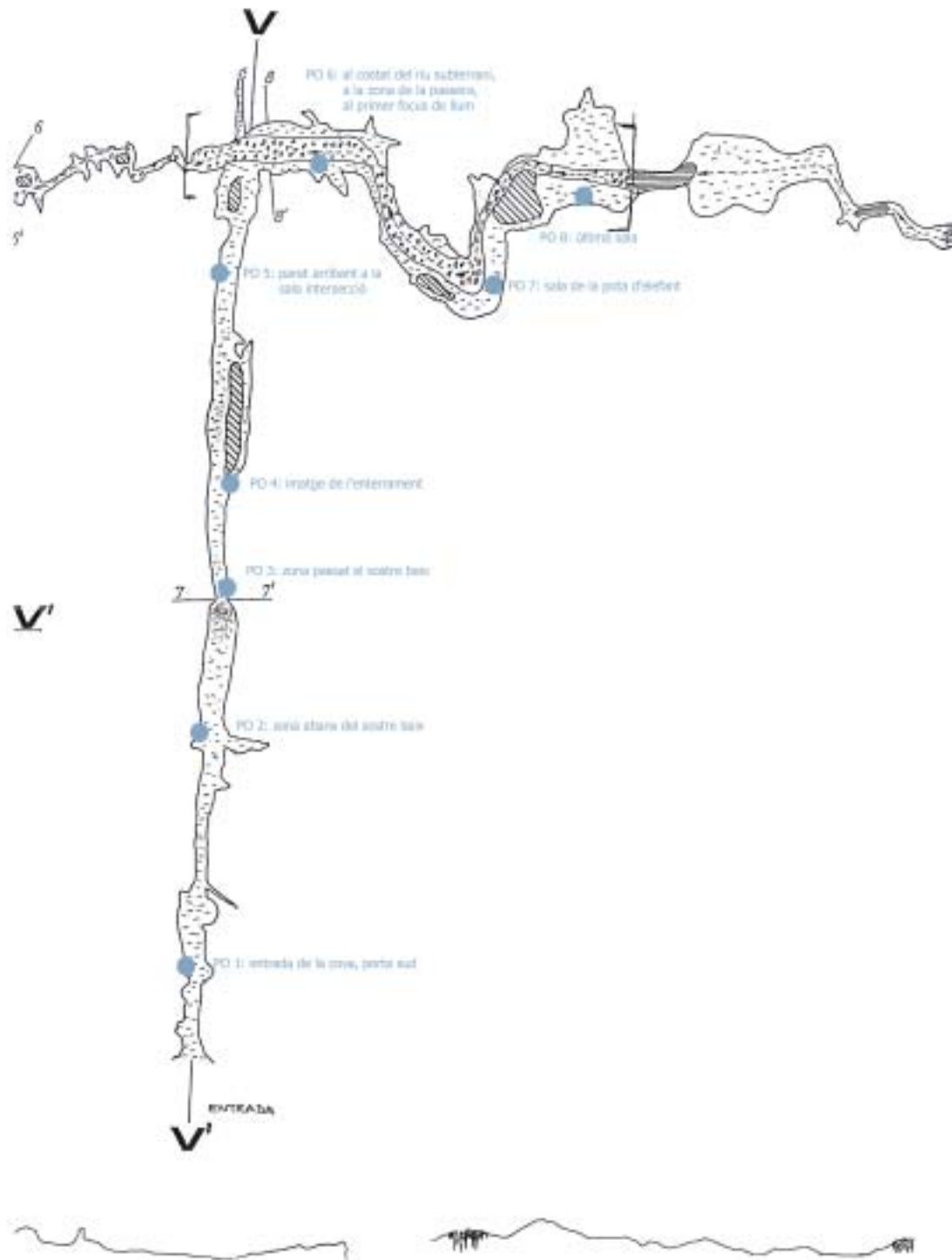
**Taula 8.** Dades d'humitat i pH del sòl.



**ANNEX II.**  
**UBICACIÓ DELS PUNTS DE MESURA DE LA TEMPERATURA**  
**AMBIENTAL I LA HUMITAT I EL pH DEL SÒL**



**Figura 1.** Ubicació dels punts de mesura de la temperatura ambiental.

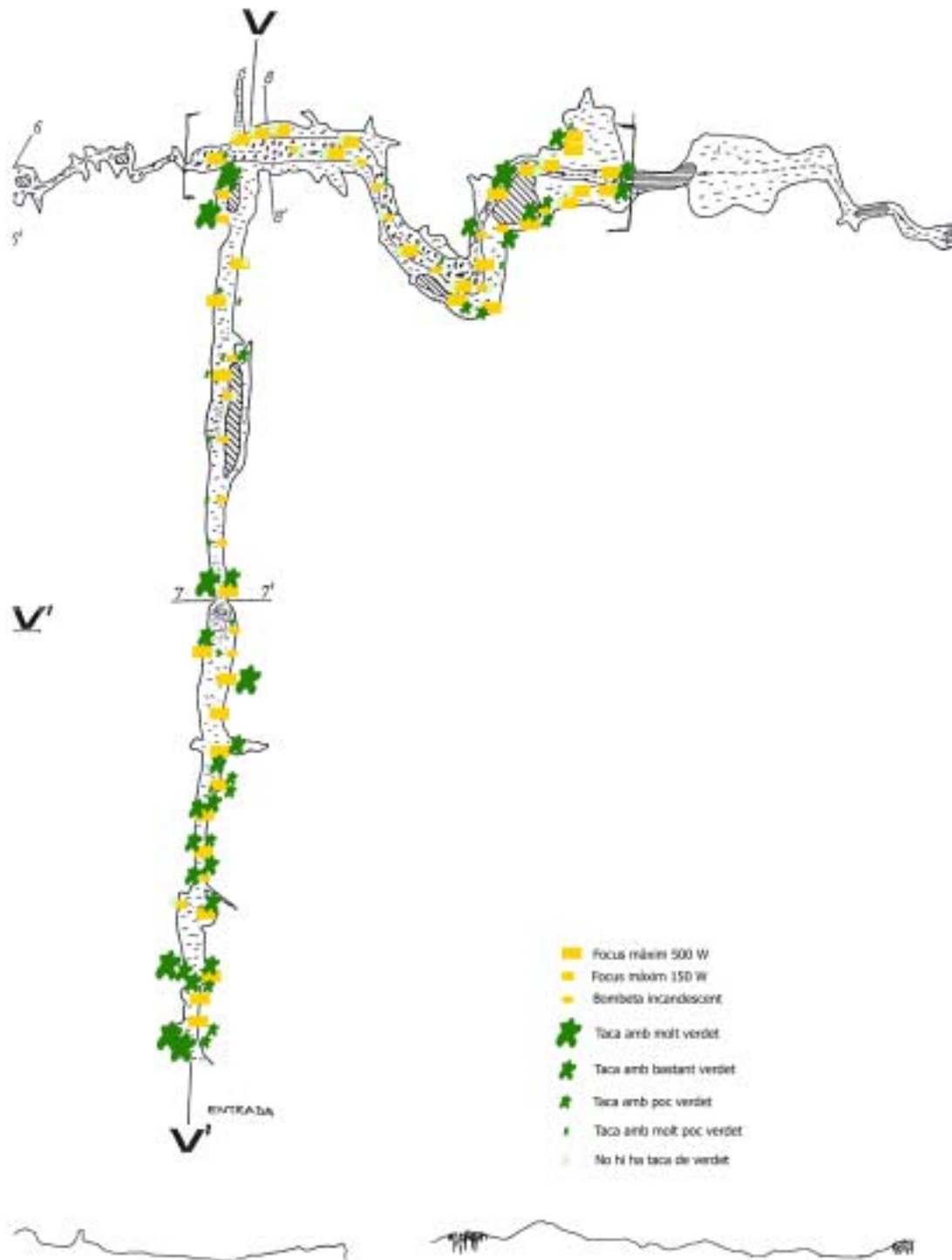


**Figura 2.** Ubicació dels punts de mesura de la humitat i el pH del sòl.

**ANNEX III.**  
**ANALÍTQUES DE LES MOSTRES D'AIGUA PRESES AL**  
**RIU INTERIOR DE LA COVA**







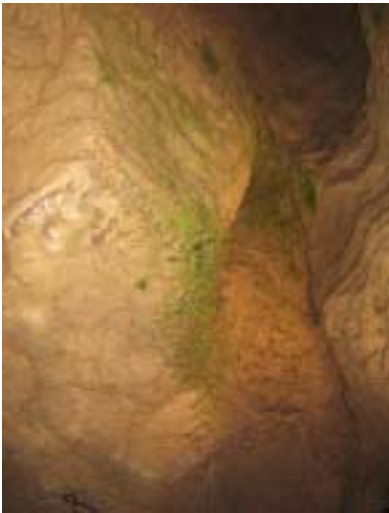


**ANNEX IV.**  
**MESURES DE VERDET**



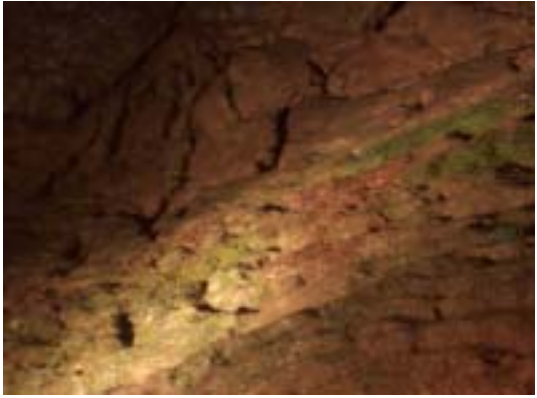







**Figura 3.** Ubicació dels llums que conformen la il·luminació de la cova i taques de verdet associades als focus de llum. S'observa que les zones que presenten més verdet són les properes a l'entrada de la cova, fins més o menys el final del sostre baix.

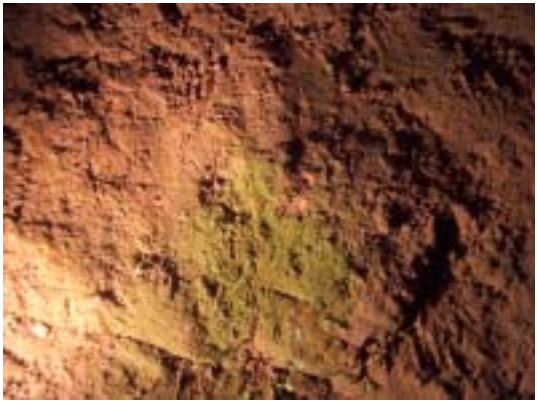

A continuació es presenten algunes de les fotografies realitzades el 2006 a les taques de verdet de la cova, juntament amb les fotografies realitzades als mateixos punts el 2007, per tal de veure l'evolució de les taques de verdet.

	
2006	2007
Taca 1. Entrada cova dins forat cata 2.	
	
2006	2007
Taca 3. Entrada cova, paret dreta.	

	
2006	2007
Taca 11. Davant del focus 7.	
	
2006	2007
Taca 16. Dins del forat del POT 3.	

	
2006	2007
Taca 16. Dins del forat del POT 3.	
	
2006	2007
Taca 17. Reproducció de la gerra de la descoberta.	

	
<p>2006</p>	<p>2007</p>
<p>Taca 20. Taca davant del focus 16, final del sostre baix.</p>	
	
<p>2006</p>	<p>2007</p>
<p>Taca 26. Sala intersecció, costat esquerre termòmetre.</p>	

	
2006	2007
Taca 27. Sala intersecció, costat dret del termòmetre.	



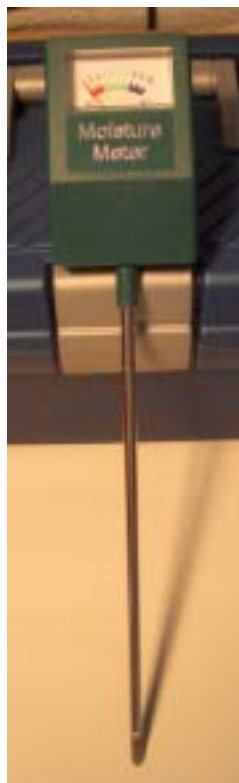


**ANNEX V.**  
**MATERIAL UTILITZAT I PRESSUPOST**

## MATERIAL UTILITZAT PER A DUR A TERME LES MESURES DELS PARÀMETRES AMBIENTALS



**Figura 4.** Kit de material de què es disposa en l'actualitat per a realitzar les mesures ambientals.



**Figura 5.** Detall de l'aparell amb què es mesura la humitat del sòl (Moisture Meter).



**Figura 6.** Detall de l'aparell amb què es mesura el pH del sòl (pH Meter).



**Figura 7.** Termòmetre per a mesurar la temperatura ambiental.

**PRESSUPOST**

Descripció	Quantitat	Preu (€)	% Dte.	Total (€)
pH Meter	1			
Moisture Meter	1			
* Indicador universal pH tires 0-14 C/100 uts.	1	13,20	20%	10,56
* Ampolla polietilè B/ampla amb tap amb rosca 2000 ml estrella	3	2,10		6,30
* Ampolla rentadora 250 ml aigua destil·lada	1	7,60	15%	6,46
* Termo-higròmetre digital 5-5% HR - 20+70°C	1	97,50	20%	78,00
<b>TOTAL</b>				<b>101,32 €</b>

\* Aquests preus han estat facilitats el 07/06/2007 per l'empresa *vidra FOC, S.A.*, de fabricació d'aparells de vidre i subministrament general per a laboratoris, a través del seu comercial Jordi Bermejo Ruiz, segons contacte facilitat per en Joan Sala.