

## HIDROGEODIA

*La jornada **Hidrogeodia** és de divulgació de la Hidrogeologia i de la professió de l'hidrogeòleg, amb motiu de la celebració del **Dia Mundial de l'Aigua** (22 de març), promocionada per l'Associació Internacional d'hidrogeòlegs (AIH-Grup Espanyol). La jornada consta d'activitats guiades per hidrogeòlegs i obertes a tot el públic que pugui estar interessat en l'aigua.*

*A Andorra, la Jornada **Hidrogeodia 2019** i enguany se celebra a Engolasters (Escaldes Engordany). Un dels Objectius és relacionar la geomorfologia i la influència d'aquesta en la formació d'aqüífers de vessant. Aquestes són àrees de recàrrega del fons de vall, de forma que les activitats antròpiques existents tenen una incidència directa en la vulnerabilitat de l'aqüífer.*



*Figura 1: Lloc de sortida de l'itinerari*

## QUI ORGANITZA I COM ARRIBAR?

*L'esdeveniment a Andorra és una sortida de mig dia al Pla i l'estany d'Engolasters, i serà portat per la **Fundació Marcel Chevalier**.*

## DATA I HORA

*Sortim de la Plaça del poble d'Andorra la Vella, el Diumenge 24 de Març a les 9H30 matí. El lloc està a prop de tots els recorreguts de Bus del Principat, de forma que és fàcilment accessible.*

*Des d'aquest lloc ens desplaçem amb vehicles particulars fins a Sant Miquel d'Engolasters (10H15). La durada estimada és d'unes 4 hores.*

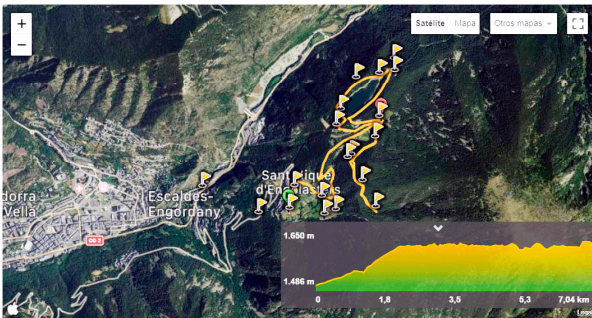
## QUÈ VEIEM.....

*Aquest cop tindrem ocasió de veure:*

- 1) Neixement del riu d'Engolasters*
- 2) Perímetre de protecció d'un pou d'aigua potable*
- 3) Relació entre l'escolament subterrani i el superficial*
- 4) Obres d'enginyeria hidràulica*

*L'itinerari és accessible des de wikiloc:*

<https://es.wikiloc.com/wikiloc/spatialArtifacts.do?event=setCurrentSpatialArtifact&id=34434364>



*Figura 2: Itinerari previst de la sortida*

*Distància: 7 km (caminant i vehicles) i  
 Desnivell: ≈ 200 m (1486 – 1650 m)*

## QUÉ ÉS LA HIDROGEOLOGIA?

*La hidrogeologia és la branca de les ciències de la terra que estudia l'aigua del subsòl i la seva relació amb l'aigua meteòrica i d'escolament superficial.*

## QUE SÓN ELS AQÜÍFERS? breu...breu...breu...breu.

*Els aqüífers són embassaments subterranis on els intersticis de les roques o els porus dels sediments estan saturants d'aigua.*

*En el nostre cas cal diferenciar però els aqüífers que se situen al fons de vall dels que es troben en els vessants. En funció de la geologia aquests aqüífers poden estar connectats, però també pot existir un aqüífer de vessant despenjat de l'aqüífer de fons de vall.*

*La forma d'extracció de l'aigua del subsòl és mitjançant pous de bombeig, però de forma natural també aflora en superfície i és coneguda com fonts d'aigua.*

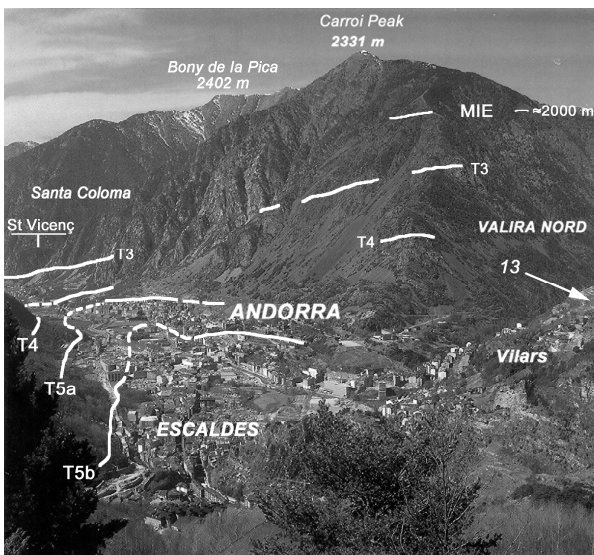
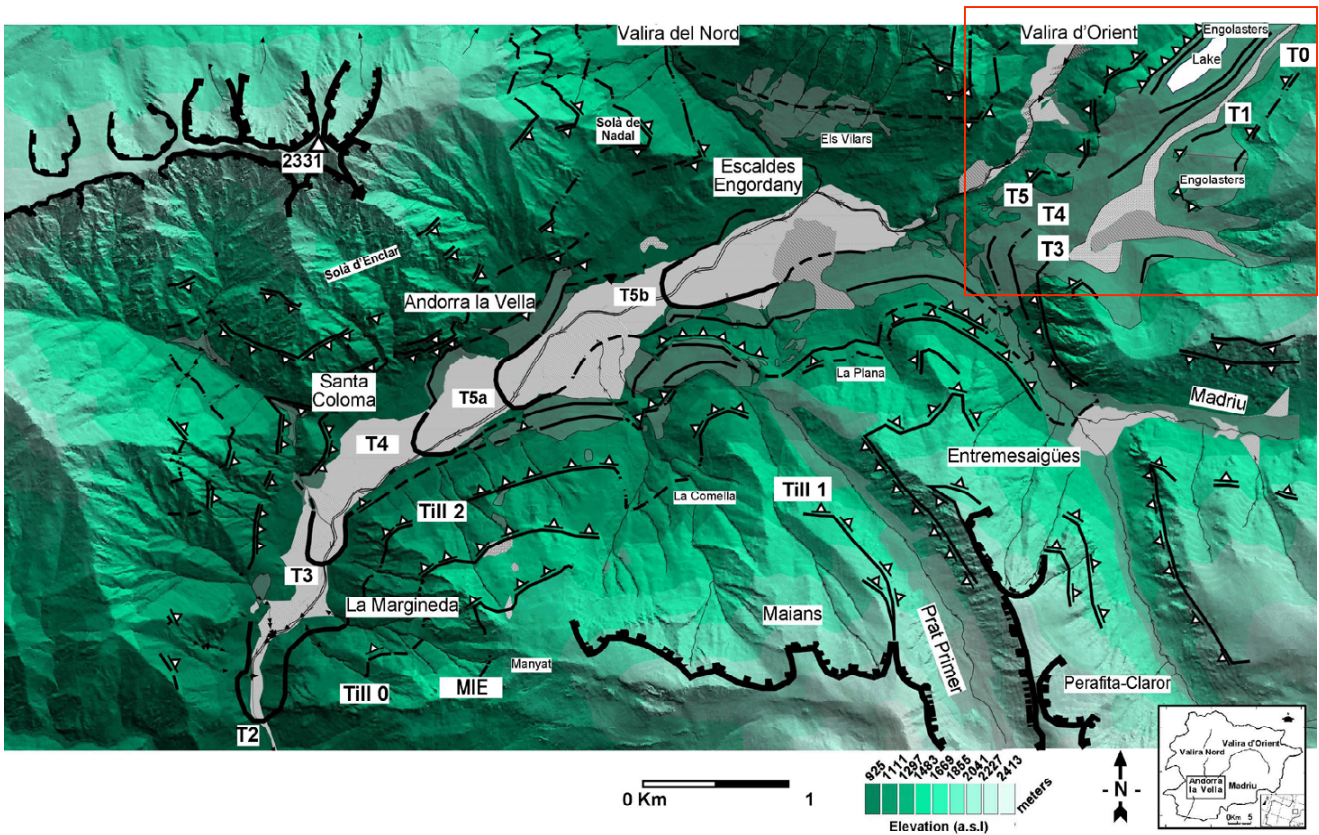
*Rius – Llacs – Fonts tots formen part d'un únic cicle hidrològic, vine a conèixer-ho.*

## GEOLOGIA DE L'ENTORN.....

*Les valls d'Andorra són valls glacials, les quals conflueixen per formar una vall principal, que en aquest cas és la d'Andorra la Vella i Escaldes-Engordany (Figura 3).*

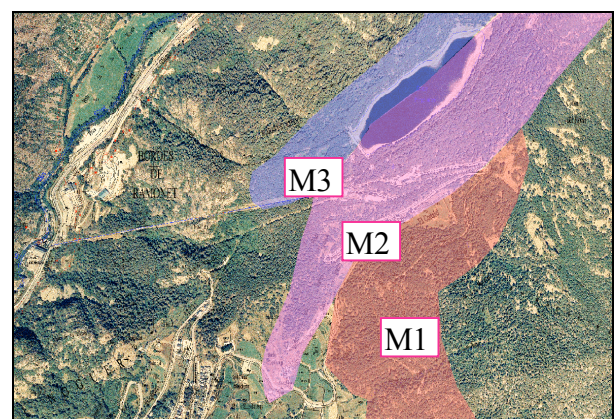
*La vall presenta una morfologia de fons pla formant una "U" (Figura 4). Els vessants laterals es troben abundants afloraments rocosos i sediments adosats, d'origen glacial (morrenes laterals; Figura 5), com és el cas d'Engolasters. No obstant els vessants també presenten sediments que són producte de l'erosió dels afloraments rocosos (tarteres). Tots aquests sediments són porosos i susceptibles de contenir aigua. Un cop infiltrada l'aigua en el sediment, aquesta segueix la pendent fins assolir el fons de vall, ja sigui tornant a la superfície (fonts) com continuant en el subsòl (nivell freàtic).*

*Figura 3: Cartografia geomorfològica*



*Figura 4: Panoràmica des de Sant Miquel d'Engolasters de la vall d'Andorra i Escaldes. MIE: Màxima extensió de gel. T3 a T5: Extensió glacial. Les morrenes d'Engolasters corresponen als episodis T0, T1 i T2.*

*Figura 3: Cartografia geomorfològica dels principals trets glacials de la vall principal d'Andorra.*



*Figura 5 : Tres cordons morrènics d'Engolasters. M1 equival a T0 en la Figura 3 i 4, mentre que M2 i M3 corresponen a T1 i T2 respectivament. Cal fixar-se però que l'estany d'Engolasters se situa entre dos cordons morrènics.*

## EL PLA D'ENGOLASTERS

La pujada des del fons de vall al Pla d'Engolasters presenta diferents punts singulars (Figura 6).

El primer punt és l'escolament superficial (1) del drenatge de l'aqüífer lateral. Aquest es pot continuar més amunt (2) fins al seu naixement al Pla d'Engolasters (3).

AQUÍFER DEL VESSANT DE CAN NOGUER I ENGOLASTERS

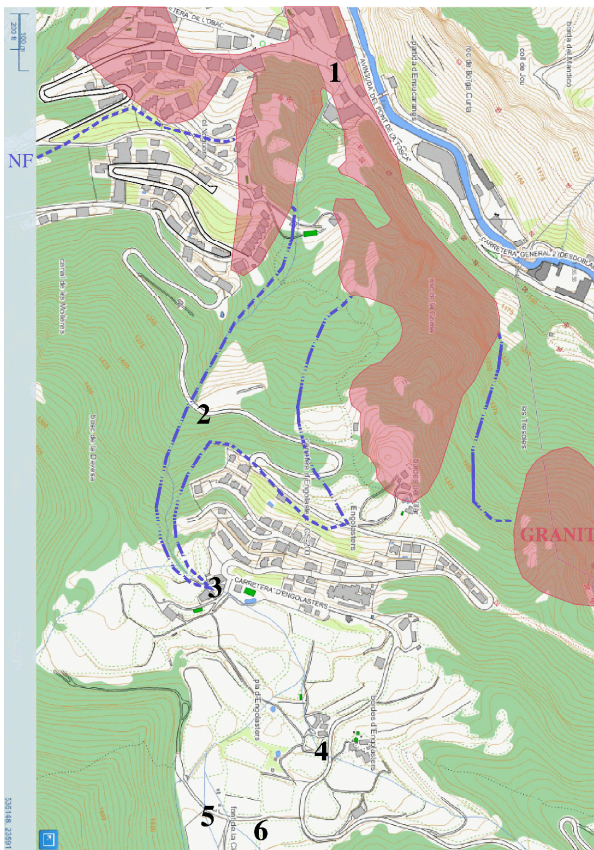


Figura 6: Relació entre les voreres impermeables (Granit) i el nivell de saturació del vessant. Per sobre de la línia blava únicament hi ha infiltració d'aigua. Per sota de la línia blava hi ha, a més, drenatge de l'aqüífer del vessant. Els números representen llocs a senyalar.

L'aqüífer és explotat per les activitats agrícoles (4), d'esbarjo (5) i per al subministre d'aigua de boca al sector immediat d'Engolasters (6).

En el sector existeixen dos pous d'important profunditat (> 50 m). El pou de Sant Ermengol (4) fou el primer d'ells i va permetre la identificació d'un nivell de llims basals. Aquest estaria en relació amb una obturació lateral per part de la glacera de la Valira d'Orient. El segon pou és el de La Closa (6) a partir del qual ha permès identificar la natura dels sediments més superficials i que estan en relació amb l'activitat del vessant.

Gran part del sector està afectat per corrents d'arrossegalls (Figura 7). La principal via d'activitat és la canal de l'Allau, la qual va ser funcional per darrer cop al 1982.

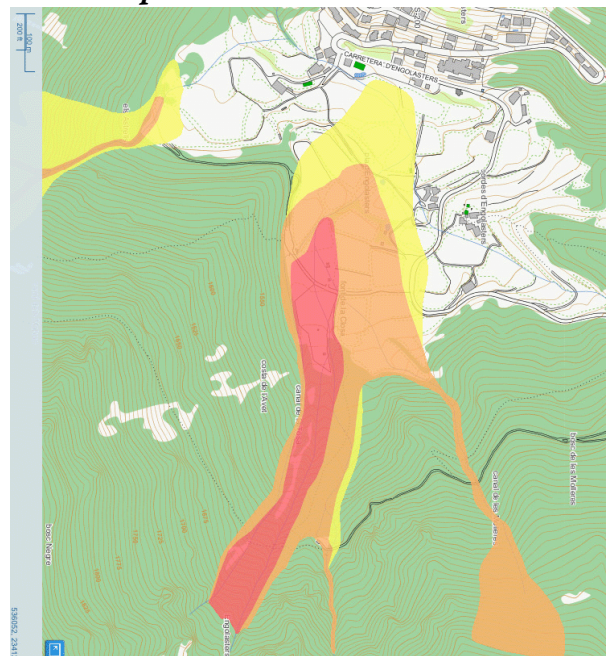


Figura 7: Cartografia del corrent d'arrossegalls del canal de l'Allau. Els colors estan en relació amb el nivell de perillositat per afectació a persones i estructures (Font: [www.ideandorra.ad](http://www.ideandorra.ad))

Per al disseny dels perímetres de protecció del pou de la Closa es va fer us del programa FLOWPATH (Waterloo hydrogeologic). Per efectuar aquesta modelització va ser necessari primer determinar la distribució de la permeabilitat (Figura 8), la qual segueix l'àrea d'afectació del corrent d'arrossegalls. El balanç de massa relatiu al flux subterrani queda equilibrat amb aquests valors. La permeabilitat és major a la part central i superior del terreny que a la zona amb menys pendent.

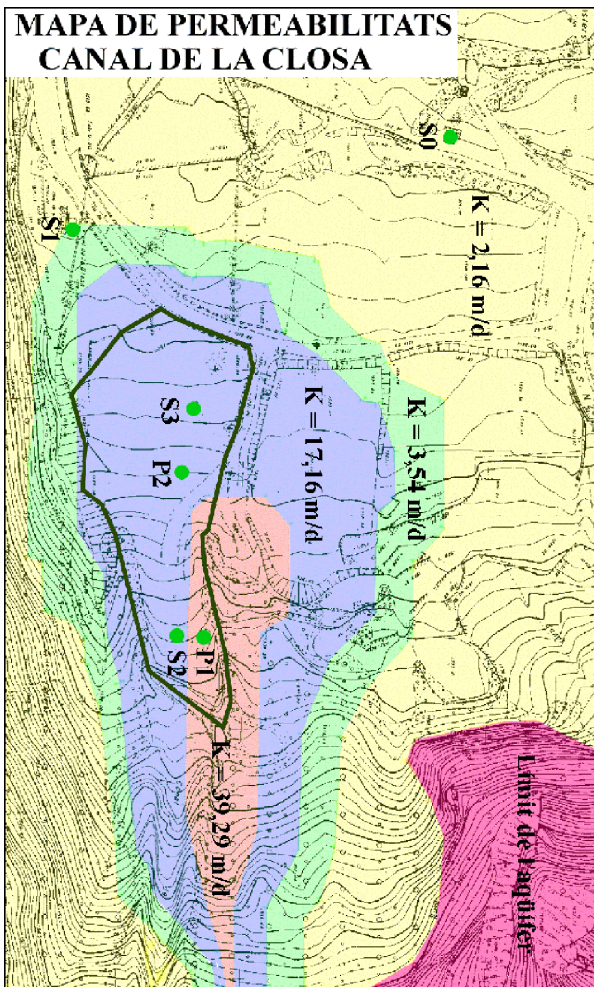


Figura 8: Cartografia de les permeabilitats dels materials per permetre una correspondència entre el flux modelitzat i l'observat.

La distribució dels materials del subsòl està constituït per una sèrie de granulometria creixent, amb llims (possiblement glaciolacustres) a la base, grava amb interdigitacions de sorres que reflexen una primera activitat de la Canal de la Closa, per passar a la part superior per una interdigitació de blocs, còdols i grava amb bases erosives corresponents a l'acció de més d'un corrent d'arrossegalls (Figura 9).

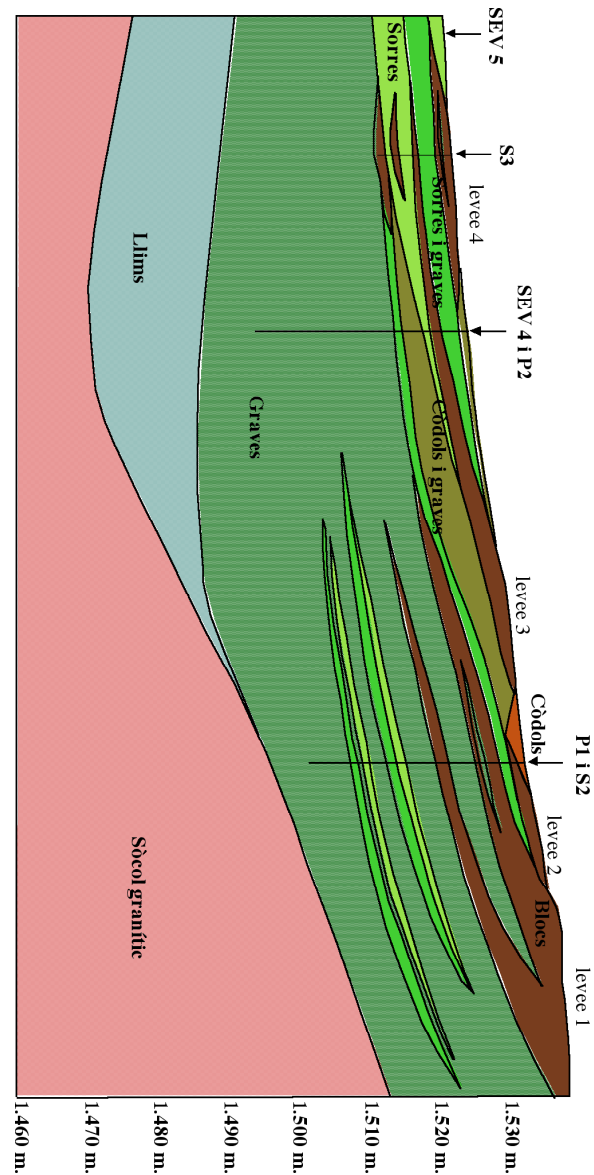


Figura 9: Subsòl de La Closa

## CAMÍ DELS MATXOS

El camí dels Matxos és el que s'accedeix a Ràmio i fou emprat en la construcció del canal i túnel de FHASA (actual FEDA), el quin alimenta d'aigua a l'estany d'Engolasters (Figura 10). Sortint del Cortalet (punt 7) i seguint el camí ens trobem amb dues fonts abans d'arribar a l'inici del túnel de Ràmio (punt 11). Entre mig (punt 9) es disposa d'una vista panoràmica del Pla d'Engolasters.

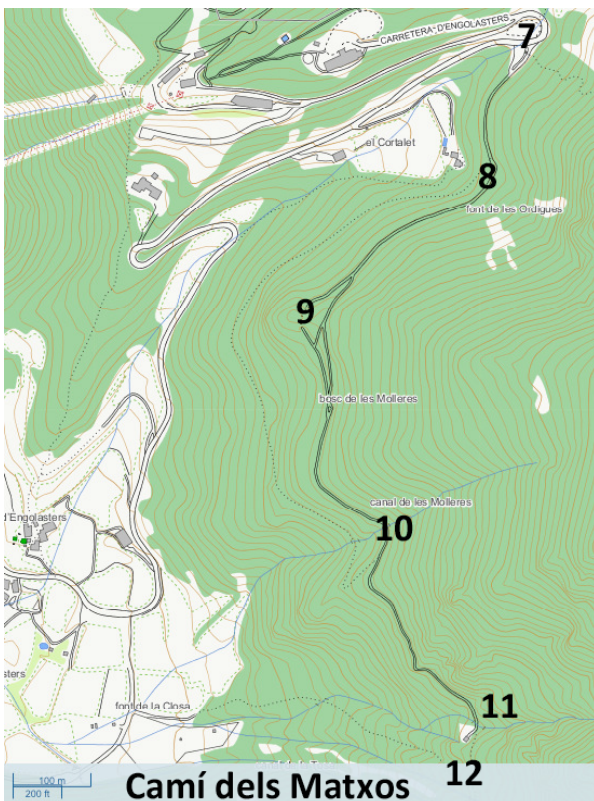


Figura 10: Camí dels Matxos i parades fins a la canal de l'Allau. 7 El Cortalet, 8 La Font de les Ordigues, 9 Túnel i mirador, 10 Font de les Molleres, 11 Font de Corralets i entrada túnel de Ràmio, 12 Canal de l'Allau

Les diferents fonts són captades sistemàticament pel canal que nodreix l'estany d'Engolasters. Però el túnel de Ràmio també recull l'aigua de l'escolament subterrani que es produeix per les fissures del substrat rocós granític (Figura 11). El cabal que s'ha mesurat és d'uns 2,5 litres per segon i nodreix l'aqüífer d'Engolasters més avall.

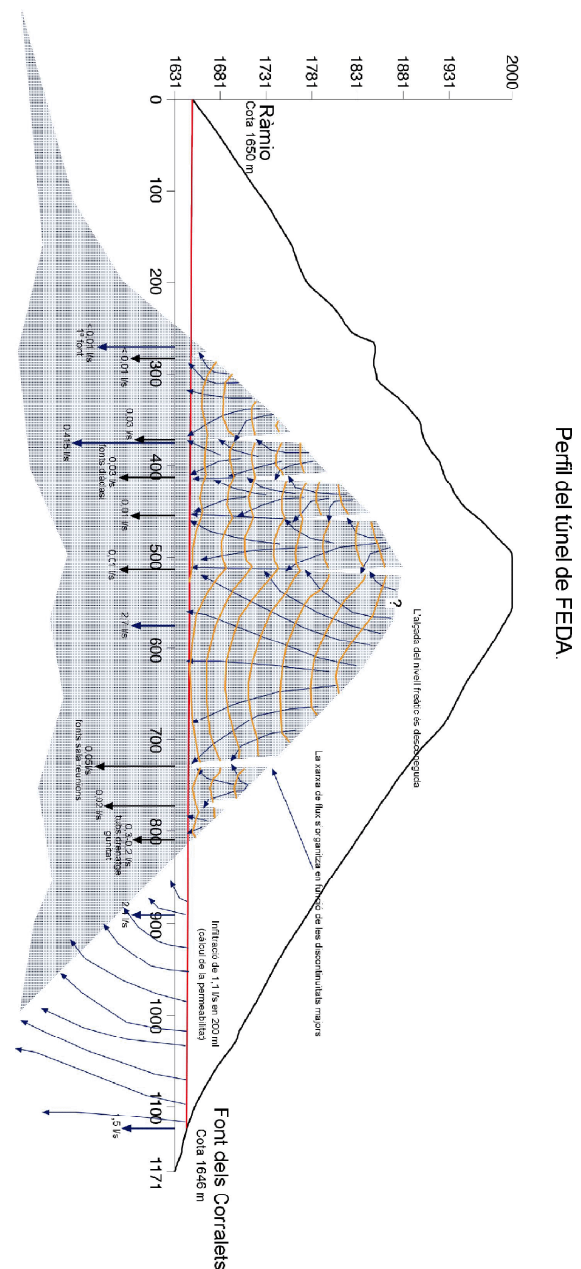


Figura 11: Xarxa de flux pel túnel de Ràmio

## L'ESTANY D'ENGOLASTERS

Des del Cortalet (Figura 12, punt 1) iniciem el recorregut al voltant de l'Estany, on podem reconèixer les dues entrades que l'alimenten (punt 5 i 6), la presa (punt 3) i la tuberia forçada (2).

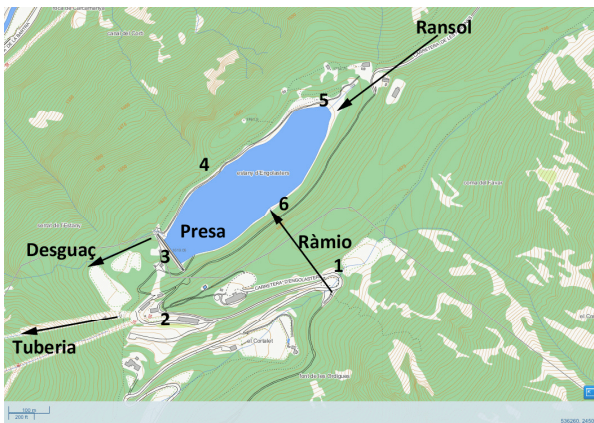


Figura 12: Principals elements que conformen l'Estany d'Engolasters.

La configuració dels cordons morrènics del darrer cicle glacial són les que han donat forma a l'Estany d'Engolasters (Figura 13). Aquest és correlatiu al que conforma el Pla d'Engolasters (Figura 14).

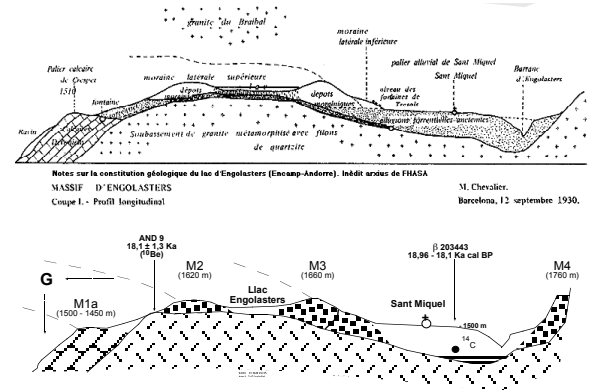


Figura 13: Interpretació del complex morrènic lateral d'Engolasters basat en l'esquema de Chevalier (1930, inèdit) i correspon a les dades d'una perforació de més de 60 m de profunditat en el replà de Sant Miquel d'Engolasters, a on a la base se situen sediments fins que s'interpreten glaciolacustres en el moment que la glacera del Valira d'Orient obturaba el sector.

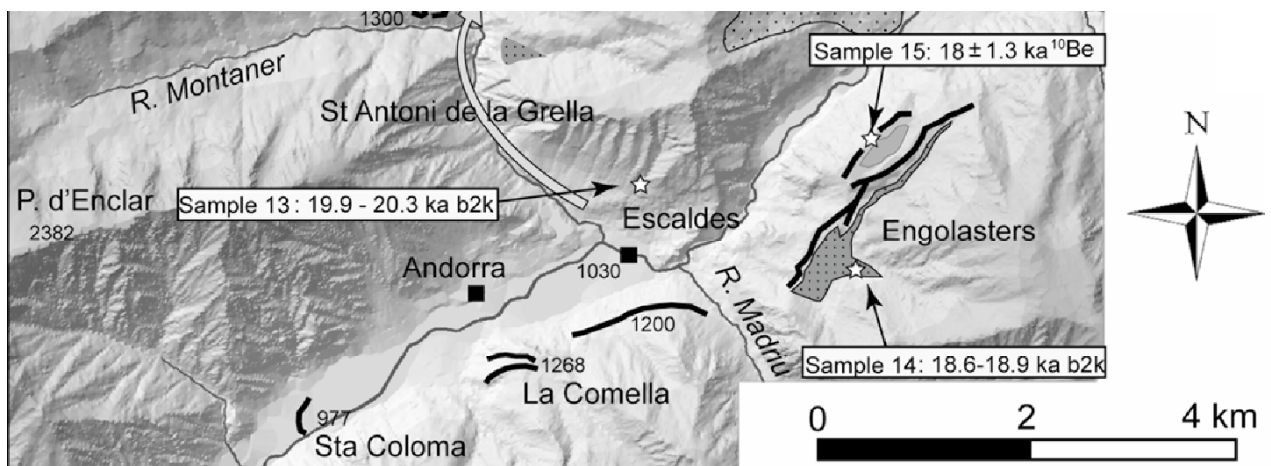


Figura 14: Datacions absolutes obtingudes en els sediments profunds del Pla d'Engolasters (sample 14) i a les superfícies de polit glacial del substrat rocós (sample 15).

## PER FINALITZAR

*És important saber el número de persones participants, així com una forma de contactar per si cal ajornar la sortida.*

*De forma informativa podeu deixar al Facebook de la Fundació (<https://www.facebook.com/FundacioMarcelChevalier/>) una inscripció provisional en el post de l'esdeveniment: Hidrogeologia.*

*No obstant és molt recomanable enviar-nos un correu electrònic amb el vostre nom i telèfon: [igeofundacio@andorra.ad](mailto:igeofundacio@andorra.ad)*

*Sempre ens podeu enviar un SMS o contactar-nos al telèfon 321815*

## HIDROGEODIA AIGUA I SOCIETAT

*Existeixen múltiples aplicacions de la hidrogeologia en el dia a dia de les persones. L'aigua del subsòl és utilitzada per un ús agrícola, explotada per abastir a la població. L'accés directe a la zona saturada del subsòl pot comportar problemàtiques específiques, com la inestabilitat de les excavacions, el sifonament de sòls o la contaminació dels aqüífers. Les obres d'enginyeria que travessen els aqüífers els poden compartimentar, disminuint així la seva capacitat de cedir aigua.*

*Tot i què es troben en el subsòl i gaudeixen d'un cert grau de protecció, les aigües subterrànies sovint han estat afectades per episodis de contaminació.*

## LES AIGÜES SUBTERRÀNIES I EL MEDI AMBIENT

*Degut a la relació existent entre les aigües subterrànies i les superficials, si una es veu afectada per un episodi de contaminació l'altra també pot ser-ho.*

*Una bona salut en l'entorn natural comporta al mateix temps una bona qualitat de l'aigua subterrània. De forma que si els indicadors biològics en rius i llacs són bons, també ho serà l'aigua de les fonts i dels aqüífers.*

## CONSIDERACIONS SOBRE HIDROGEODIA

*Els organitzadors no es fan càrrec de possibles desperfectes, pèrdues i altres inconvenients que en el decurs de la sortida puguin passar.*

*Caldrà portar calçat còmode per caminar i impermeable o similar. És important portar aigua i menjar pel camí.*



## PERSONAL HIDROGEODIA

*La sortida de camp serà portada per:*

*Valentí Turu*

*Fundació Marcel Chevalier*

*- Did Pyrenean glaciers dance to the beat of global climatic events? Evidence from the Würmian sequence stratigraphy of an ice-dammed palaeolake depocentre in Andorra. TURU I MICHELS, V., CALVET, M., BORDONAU, J., GUNNELL, Y., DELMAS, M., VILAPLANA, J.M., JALUT, G. (2016).*

[http://www.igeotest.fr/Articles/docs/Turu%20et%20al%20\(2016\)%20SGL.pdf](http://www.igeotest.fr/Articles/docs/Turu%20et%20al%20(2016)%20SGL.pdf)

## PER SABER MÉS

*- Structures des grands bassins glaciaires dans le nord de la Péninsule Ibérique. TURU i MICHELS, V. BOULTON, G. S. ROS i VISUS, X. et al. (2007)*

<http://www.igeotest.fr/Articles/docs/Quaternaire%2018.pdf>

## NOTES