

INTERPRETAREA DATELOR CAVERNOMETRICE PENTRU SONDELE DIN CAMPURILE I, II SI III-TEICA

Exploatarea sarii prin solutie este un proces rentabil din punct de vedere economic, atat timp cat fenomenele asociate acestui proces sunt tinute sub control. O monitorizare defectuoasa a exploatarei, asociata unui management decizional inadecvat, poate conduce la accidente cu impact negativ asupra sectorului social, economic si de mediu.

Pentru evitarea unor situatii nedorite, la inceperea unei exploatare trebuie sa se tina cont de mai multe aspecte ce pot fi incadrate in doua categorii de probleme:

- Problemele care pot aparea in timpul exploatarei;
- Problemele care pot aparea dupa inchiderea exploatarei.

Inainte de inceperea exploatarei trebuie sa se cunoasca date generale despre zacamant si date despre viitoarea sonda:

- Date generale despre zacamant:
 - Geologia regiunii
 - Geologia zacamantului
 - Geotectonica zacamantului
 - Caracterizarea hidrogeologica a zacamantului
 - Caracterizarea calitativa a substantei minerale utile, proprietatile fizico-mecanice ale sarii
 - Caracteristicile fizico – mecanice ale rocilor din acoperis si culcus
 - Geometria zacamantului si a eventualelor lentile/intercalatii de steril
- Date despre viitoarea sonda/sonde:
 - Metoda de exploatare folosita
 - Adancimea finala a sondei
 - Adancimea coloanei de ancoraj
 - Oglinda dopului de ciment
 - Distanța flansa-masa
 - Cota sondei
 - Cota limitei steril/sare
 - Cota limitei sare/steril
 - Grosime intercalatii
 - Grosime util
 - Grosime sare
 - Coeficient de mineralizare

- Grosime pilier acoperis
- Inaltimea etajului la amorsare
- Suprafata cilindrului de dizolvare
- Cota tavanului golului de dizolvare
- Cota talpii golului de dizolvare

Pentru a ajunge la o aliniere la standardele europene si mondiale, ar trebui implementata modelarea numerica a procesului de dizolvare incepand din faza de amorsare pana in faza finala a exploatarei sondei.

In prezent, la exploatarile prin disolutie din Romania nu s-a aplicat modelarea numerica a procesului de dizolvare. Utilizarea modelarii numerice, atat pentru sondele noi cat si pentru cele aflate in functiune, prognozeaza forma finala a golurilor de dizolvare, utilizata la analiza starii de eforturi.

Monitorizarea realizata cu aparatura slab performanta conduce la o cunoastere insuficienta a geometriei golurilor de dizolvare si a evolutiei acestora in timp. La exploatarea sarii prin disolutie in Romania, nu s-a tinut intotdeauna cont de normele tehnice utilizate la nivel mondial. Acest lucru a condus la continuarea exploatarei fara a tine seama de urmatoarele aspecte:

- Conexiunile dintre caverne nu au fost considerate ca avand rol important in procesul de exploatare, asa cum ar fi fost necesar.
- Aceste conexiuni au condus in anumite zone, la dizolvarea partiala/totala a pilierilor de siguranta si la pierderea stabilitatii tavanului golului de dizolvare.
- In unele cazuri, nu a fost respectata grosimea planseului proiectat pana la formatiunea din acoperisul zacamentului.
- Cunoasterea insuficienta a contextului tectonic existent la nivelul formatiunilor din acoperisul zacamentului, a condus la proiectarea golurilor de dizolvare in zone nefavorabile. Evolutia ulterioara a acestora a generat procese de dezechilibru major, soldate cu prabusirea suprafetei terenului. Astfel de fenomene de dezechilibru pot genera un impact negativ asupra mediului, datorita deversarilor de saramura saturata pe suprafata terenului sau in emisarii de suprafata.

In cazul deversarilor de saramura in amestec cu fluid izolant (combinatie de produse petroliere) folosit in tehnologia de exploatare, poate fi generata o contaminare a mediului cu hidrocarburi.

Golurile existente in subteran dupa exploatarea sarii prin dizolvare necesita o monitorizare permanenta pentru a preintampina eventualele situatii nedorite care pot aparea. Se impune in primul rand o cunoastere exacta a conditiilor in-situ la momentul inchiderii sondei.

Monitorizarea propriu-zisa are in vedere urmatoarele aspecte:

1. Aspecte geologice

- Urmărirea vizuala a terenului din jurul sondei/campului de sonde;
- Masuratori de presiune in sonda, la intervale stabilite de timp;
- Ridicari topo ale sondei (picioare si flansa) si a zonei de deasupra golului de dizolvare si in vecinatatea acestuia (prin reperi amplasati in functie de conditiile rezultate in urma exploatarei)
- Analiza stabilitatii depozitelor din acoperis si a pilierilor marginali, intercamerali remanenti (determinarea starii de eforturi in functie de datele avute la dispozitie)
- Urmărirea vizuala a terenului din jurul sondei - se stabileste un program de lucru, urmarire continua sau la intervale de cateva ore, intervale de cateva zile sau saptamanal, in functie de evaluarile gradului de risc in care este incadrata sonda;
- Masuratorile de presiune in sonda - se stabileste frecventa acestora in functie de gradul de risc al fiecarei sonde in parte. Se face interpretarea lor prin realizarea de harti cu hidroizohipse, diagrame cu variatia presiunii in timp pentru fiecare sonda in parte, corelatii dintre variatia presiunii in sonde si masuratorile topo (corelatii intre variatia presiunii si tasari);
- Ridicările topo, atat ale sondelor cat si a eventualilor reperi, amplasati in zonele cu risc – reprezinta unul din factorii cei mai importanti in monitorizarea post inchidere. Se realizeaza grafice cu evolutia tasarilor, pe sonde si reperi, pe aliniamente de sonde, pe aliniamente de reperi, precum si harti cu evolutia tasarilor la nivelul campului/campurilor de sonde.
- Monitorizarea topografica isi propune ca prin masuratorile topografice de nivelment geometric de precizie si respectiv prin masuratori planimetrice (poligonatii in circuit inchis) sa determine gradul de instabilitate al suprafetei terenului aferent perimetrelor de influenta a campurilor de sonde si al constructiilor din zona de influenta.

Activitatile implicate:

- proiectarea sistemului de reperi si martori;
- materializarea acestuia in teren prin plantarea reperilor si a martorilor;
- efectuarea masuratorilor primare, atat de nivelment cat si planimetric pentru constituirea bazei de date;
- prelucrarea datelor culese din teren si executarea planurilor topografice pentru fiecare camp in parte, cu cat mai multe date, scara 1:1000 sau 1:500;
- repetarea ciclica (anuala sau semestrială) a masuratorilor topografice.

Aceste masuratori topografice au o importanta deosebita in stabilirea si evolutia riscurilor de surpare, ce pot aparea in orice moment datorita golurilor rezultate prin dizolvarea sarii, determinand deplasările orizontale si verticale (scufundari ale terenului).

In urma masuratorilor topografice, se stabilesc concluziile anuale privind evolutia deformatiilor atat a suprafetei terenului cat si a cladirilor monitorizate din punct de vedere al marimii valorilor inregistrate in zonele de influenta.

Analiza starii de eforturi pentru o sonda sau un camp de sonde – este rezultatul monitorizarii, ingloband practic toti ceilalti factori avuti in vedere la monitorizare. Aceasta analiza ar trebui realizata dupa fiecare masuratoare cavernometrica, acolo unde s-au identificat modificari ale geometriei golurilor. Determinarea starii de eforturi se poate face atat cu programele speciale de element finit, cat si direct pe statia microseismica (acolo unde aceasta exista) iar programul de procesare al evenimentelor inregistrate include si transformarea acestora in modificari ale starii de eforturi.

2. Monitorizarea geofizica

- Masuratori cavernometrice periodice;
- Masuratori gravimetrice;
- Masuratori electrice;
- Masuratori geotermice;
- Monitorizare microseismica, acolo unde se impune acest lucru.

a. Masuratori cavernometrice:

- ✓ *Pregatirea sondelor pentru efectuarea de masuratori cavernometrice si repunere in functiune a sondelor*

Lucrarile pregatitoare pentru efectuarea de masuratori cavernometrice constau din:

1. Repararea, intretinerea drumului de acces la sonda
2. Curatire beci sonda
3. Oprete sonda sau grup de sonde - manevra in cabina si urmarire, golire si egalizare presiuni
4. Detubare sonda cu una sau doua coloane.

Volumul de lucrari difera in functie de adancimea sondei.

Daca sonda este cu coloane mobile, pentru o masuratoare cat mai exacta, sonda se va detuba in totalitate (ramane doar coloana de ancoraj) .

Daca sonda este cu coloana de exploatare cimentata, se va detuba coloana de extractie si se va sablona coloana de exploatare.

5. Sablonare sonda

O operatie in plus in vederea inceperii masuratorilor este operatia de sablonare. Toate operatiile suferite de coloana de exploatare (torpilari, perforari, retezari) se vor consemna intr-un proces-verbal prin care sonda este predata la masurare. Procesul verbal va fi semnat si de sef echipa masuratori geofizice.

In procesul verbal se va consemna operatia de sablonare efectuata si comanda detaliata a masuratorii.

- ✓ Tehnica de masurare (masurare nivel tavan si talpa, intervale de masurare pe verticala, etc.);

Cavernometrul de inalta rezolutie are posibilitatea de determinare a punctelor din tavan, talpa prin notiunea de:

- cel mai inalt punct al golului de dizolvare (punct in care dizolvarea depaseste raza gaurii initiale de foraj);

- cel mai coborat punct al golului de dizolvare (cel mai coborat punct al nivelului de insolubil);

Pe verticala sonda poate fi masurata (din metru in metru, din 2 in doi metri; din 5 in 5 metri functie de geometria golului), rezultand sectiunile orizontale.

In plan orizontal cele 360° pot fi acoperite din 15° in 15° rezultand sectiunile verticale; suprapunerea tuturor sectiunilor verticale constituie maximul de harta in plan vertical; suprapunerea tuturor sectiunilor orizontale constituie maximul de harta in plan orizontal.

- ✓ Modul de inregistrare si prelucrare a datelor;

Din aceste reprezentari rezulta punctele sau zonele in care a fost depasita raza de dizolvare proiectata si zone in care pilierii intercamerali au fost afectati de dizolvare atat in plan orizontal cat si vertical.

- ✓ Raportul de masurare cavernometrica contine concluziile cu privire la:

- raza minima de dizolvare;
- raza maxima de dizolvare;
- diametre aferente razelor de dizolvare;
- volume pe intervale masurate in plan vertical la diferite cote (foarte important in zona tavanului pentru ca se determina rapid zestrea de fluid izolant necesara pentru o anumita cota unde se doreste stabilizarea tavanului);
- volumul total al golului de dizolvare;

- cota coloana ancoraj sau cota coloanei de exploatare.

b. Masuratori gravimetrice

Datorita densitatii scazute, sarea genereaza un contrast negativ de masa. In consecinta, domurile de sare se caracterizeaza prin anomalii Bouguer negative. Modificarea structuraa domurilor de sare prin formarea cavernelor de disolutie poate fi pusa in evidenta prin anomalii locale negative. Trebuie insa mentionat ca precizia metodei este relativa in sensul ca nu poate pune in evidenta evolutia golurilor.

c. Masuratori electrice.

Acest tip de masuratori da rezultatele cele mai sigure in prospectiunea zacamintelor de sare, datorita conductivitatii ridicate a rocilor inconjuratoare si in mod special, in zona de contact steril-sare, unde circula solutiile saline si care se comporta ca o solutie electrolitica, comparativ cu sarea, care are o rezistivitate electrica mare.

d. Masuratori geotermice.

Pot da rezultate bune in cercetarea zacamintelor de sare gema, datorita conductibilitatii termice mai ridicate a sarii in comparatie cu rocile inconjuratoare. Treapta geotermica este mai mare in sare, decat in zona de contact a sarii si in rocile inconjuratoare.

e. Monitorizarea microseismica,

acolo unde este cazul – este un factor important in preintampinarea unor situatii dezastruoase, in zonele populate. Pentru implementare, se realizeaza foraje de verticale de monitorizare microseismica, intr-o retea acoperitoare pentru o zona cu risc crescut. In aceste foraje sunt amplasati geofoni legati la un paladin, acesta urmand a transmite catre o statie centrala informatii despre schimbarile starii de eforturi din zona, iar in situatiile de colaps dand informatii despre posibilele zone de rupere. Se realizeaza harti si sectiuni cu positionarea evenimentelor in spatiu precum si histograme cu frecventa lor pe intervale de timp, corelandu-se frecventa si magnitudinea acestora cu variatiile de presiune si masuratorile topografice ale sondelor si ai eventualilor reperi amplasati. Acest tip de monitorizare poate da rezultate bune in cercetarea zacamintelor de sare gema, datorita conductibilitatii termice mai ridicate a sarii in comparatie cu rocile inconjuratoare. Treapta geotermica este mai mare in sare, decat in zona de contact a sarii si in rocile inconjuratoare.

GEOMETRIA CAVERNELOR – CAVERNOMETRIE

Prin efectuarea masuratorilor cavernometrice se obtin date referitoare la forma, dimensiunile si volumul golurilor, raza maxima si directia preferentiala de dizolvare, amplasarea in masiv si in raport cu suprafata terenului, cote la vatra si tavan. Prelucrarea tuturor acestor date conduce la

stabilirea solutiilor tehnice si tehnologice de reducere a riscului de afectare a mediului, putandu-se lua masuri de evitare sau diminuare a efectelor distructive.

Incepand din 1993 au fost efectuate masuratori cavernometrice sistematice in toate cele patru campuri de sonde. Masuratorile s-au realizat coborand succesiv sonda din 5 in 5m si apoi rotind-o in plan orizontal din 5^o in 5^o. Se obtin astfel coordonatele peretilor cavernelor care au fost stocate in baza de date. Interpretarea masuratorilor cavernometrice conduce la rezultate referitoare la forma, dimensiunile si volumul golurilor, raza maxima si directia preferentiala de dizolvare, amplasarea in masiv si in raport cu suprafata terenului, cote la vatra si tavan.

Incepand cu anul 1960, au fost puse in functiune la Ocnele Mari, in cateva etape, 4 campuri de sonde amplasate in zona centrala a zacamantului de sare (vezi Anexa 16), usor accesibile, dupa cum urmeaza:

- Campul I – amplasat pe Dealul Urzicaru compus din 10 sonde individuale, la care s-a aplicat metoda de exploatare „cu ridicari continue”
- Campul II – format din 15 sonde individuale amplasate in jurul Campului I si in extindere spre est in cartierul Teica, la care s-a aplicat metoda de exploatare „cu ridicari in trepte mari”
- Campul III – alcatuit din 33 de sonde din care:
 - 28 sonde individuale exploatare prin metoda „cu ridicari in trepte mari” impartite dupa zona in care au fost amplasate si locul de racordare la instalatiile tehnologice de deservire, astfel:
 - Zona Teica I – cuprinzand 5 sonde amplasate pe dealul Teica, la nord de sondele apartinand Campurilor I si II, racordate la cabina de comanda a Campului II
 - Zona Teica II – cu 6 sonde amplasate pe partea dreapta a Vaii Teica, racordate initial la o statie provizorie de amorsare si apoi la cabina de comanda a Campului III situata in cartierul Lunca.
 - Zona Lunca – Gorunis - cuprinzind 17 sonde amplasate in cartierele cu acelasi nume si racordate la cabina de comanda a Campului III din Lunca
 - 5 sonde experimentale din care:

- 2 sonde (429 si 430) la care s-a aplicat metoda de exploatare „in baterie” amplasate in cartierul Lunca pe partea stanga a Paraului Sarat intr-un perimetru izolat fata de sondele individuale
- 3 sonde (431, 432 si 433) cu exploatare „in canal” amplasate intr-o zona izolata de pe Dealul Gorunis, la sud-vest de sondele individuale.
- Campul IV – alcatuit din 8 sonde amplasate in perimetrul fostei mine de sare de la Ocnita, partial prabusit, cu scopul valorificarii rezervelor de sare abandonate sub fostele mine de sare. Aceasta rezerva de sare urma sa se extraga prin metoda „in lac adanc” pentru care s-a obtinut un brevet de inventie.

Toate sondele apartinand celor 4 campuri aratate mai sus au avut in vedere exploatarea zacamentului incepand de la baza acestuia catre suprafata, folosind apa ca agent de dizolvare.

Pentru dirijarea dizolvarii pe verticala, la sondele individuale si „in baterie”, s-a prevazut utilizarea unui fluid izolant cu anumite caracteristici ceea ce a impus folosirea a 1 – 2 coloane mobile care sa corespunda capacitatilor de productie proiectate.

Fiecare camp de sonde cu exploatare individuala a fost proiectat cu pilieri de siguranta intercamerali si plansee de siguranta, din sare, ale caror dimensiuni au fost stabilite in functie de diametrul cilindrilor teoretici de dizolvare.

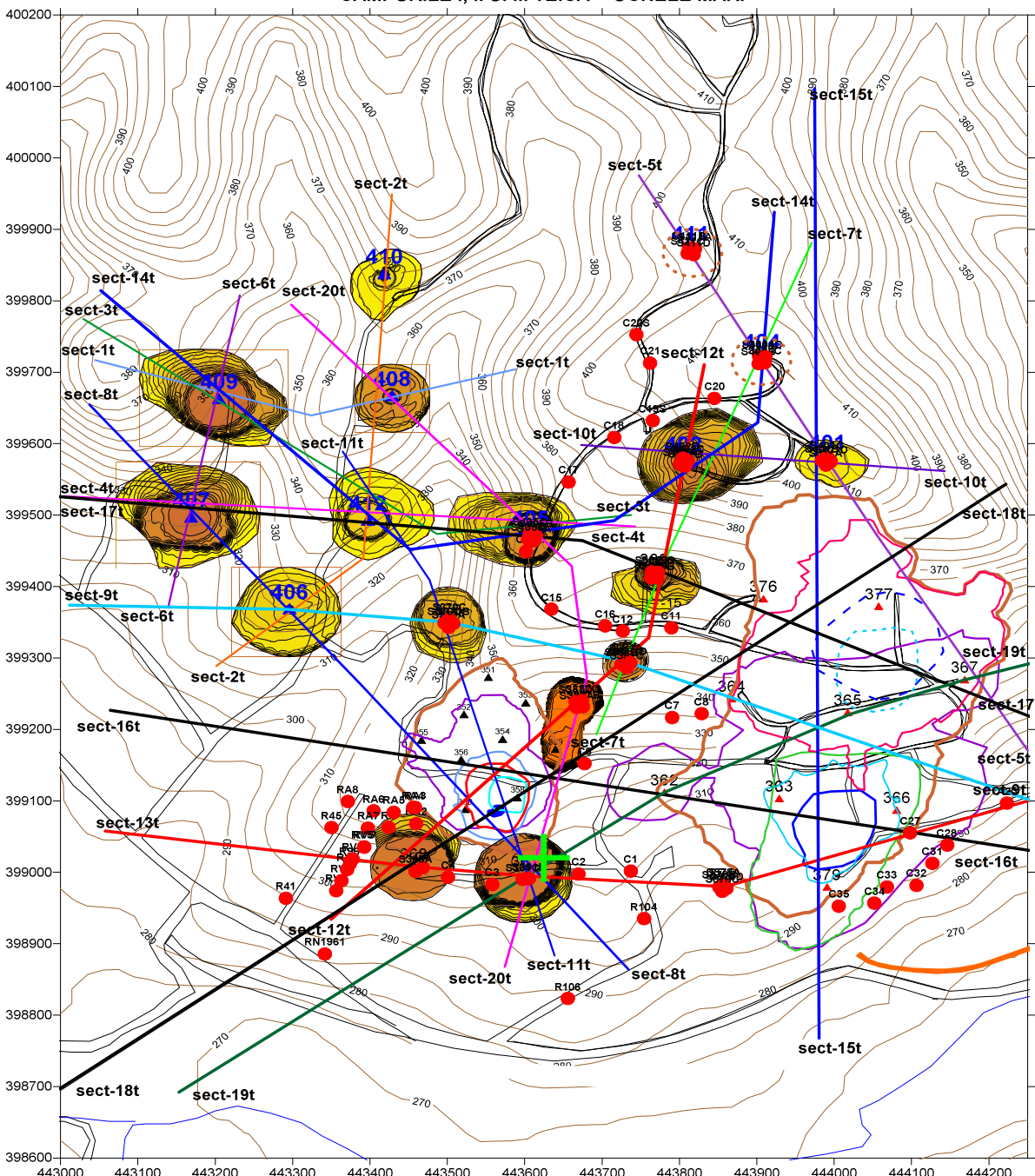
La sondele experimetale din Campul III nu au fost proiectati pilieri de siguranta intercamerali, iar dimensiunile planseului de siguranta au fost stabilite numai pentru sondele cu exploatare „in baterie” pentru cele cu exploatare „in canal” urmand a se stabili in functie de rezultatele experimetale. S-a prevazut ca exploatarea sondelor „in canal” sa se faca fara utilizarea fluidului izolant.

De-a lungul timpului, cele patru campuri de sonde de la Ocnele Mari au fost masurate cavernometric, datele obtinute fiind din ce in ce mai precise, pe masura ce s-a dezvoltat si tehnica de masurare si au aparut aparate moderne, cu precizie ridicata.

Pentru o vizualizare de detaliu s-au realizat pentru Campurile I, II si III Teica o serie de 20 de sectiuni geologice, reprezentative pentru punerea in evidenta a geometriilor cavernelor.

Iata si harta topografica a celor trei campurile, pe care au fost proiectate sectiunile geologice:

HARTA TOPOGRAFICA SI POZITIA SECTIUNILOR GEOLOGICE
- CAMPURILE I, II SI III TEICA - OCNELE MARI -



- CAMPUL I**
- contur caverna - iulie 2009
 - contur rupere caverna
 - contur lac - 25 noiembrie 2010
 - contur lac - 29 octombrie 2009
 - contur lac - 11 august 2009
 - contur crater - 25 noiembrie 2010

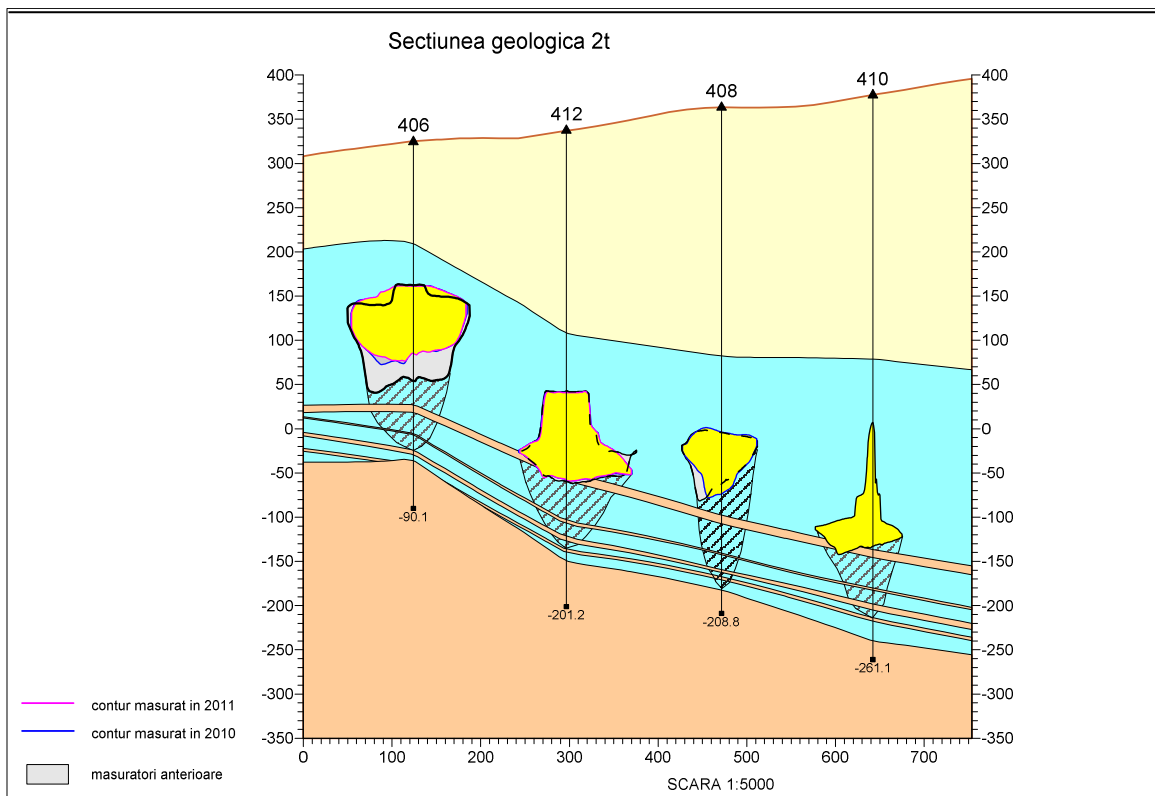
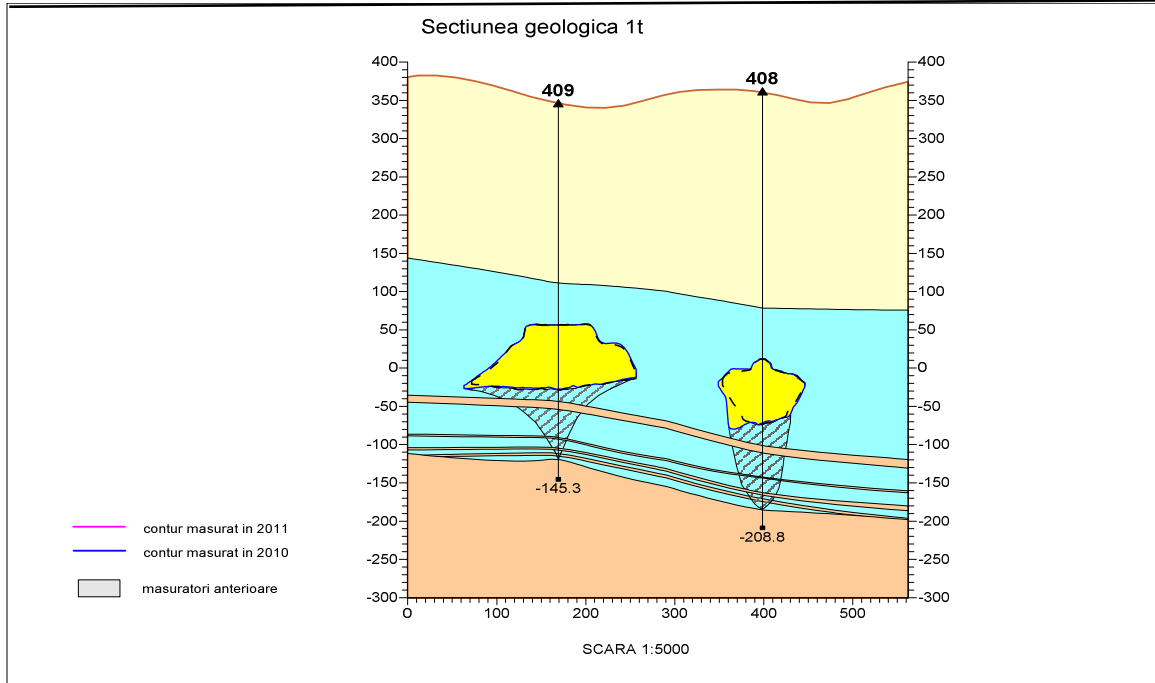
- CAMPUL II**
- contur caverna - 1993
 - contur caverna - 2005
 - contur lac - 25 noiembrie 2010
 - contur lac - 12 ianuarie 2006
 - - - contur lac - septembrie 2001
 - - - contur lac - aprilie 2002
 - contur crater - iulie 2009
 - contur crater - 2004

SCARA 1 : 5 000

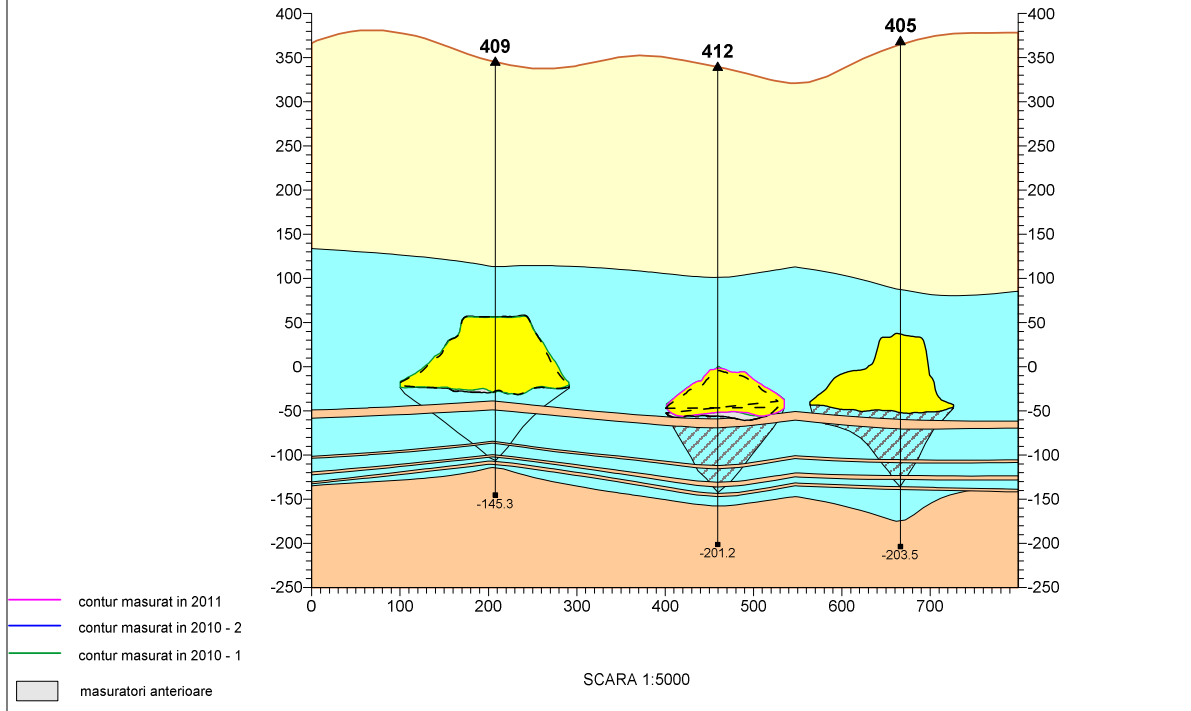
Pe aceasta harta, am reprezentat si evenimentele miroseismice aparute din anul 2012 pana in prezent.

In urma reprezentarii acestor sectiuni, s-a trecut la realizarea efectiva a lor.

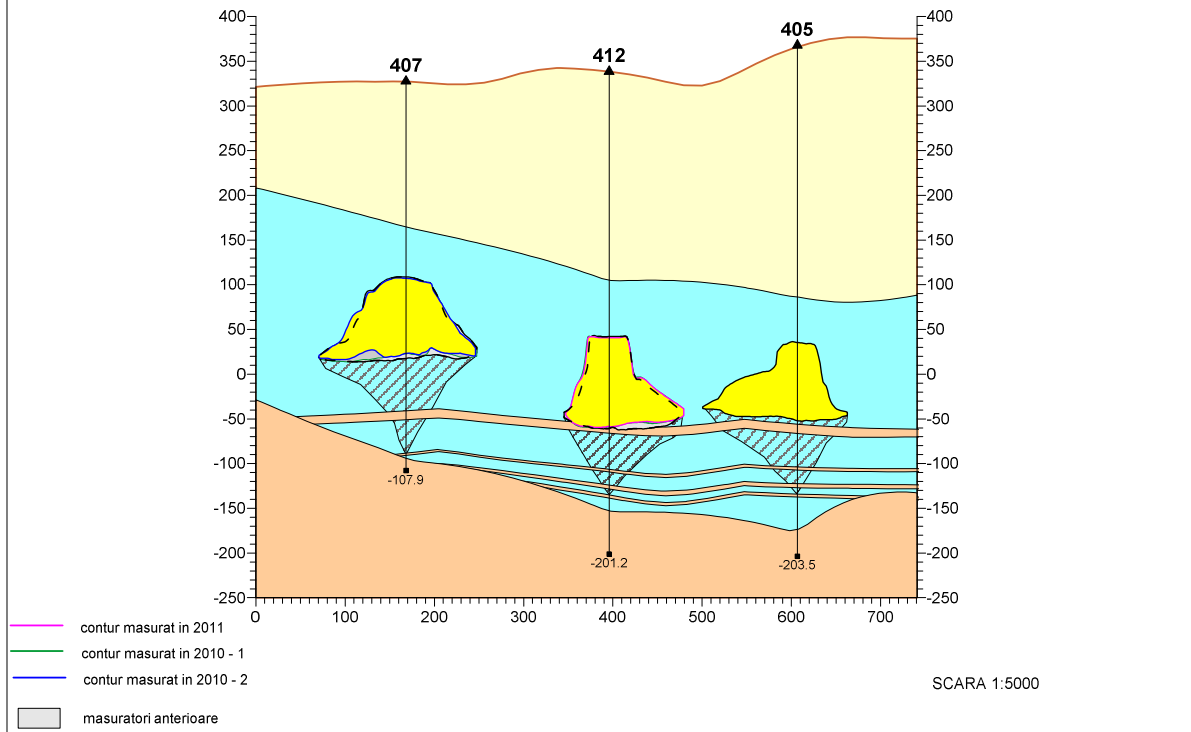
Iata in continuare cele 20 de sectiuni goelgice reprezentative pentru aceste campuri de sonde:

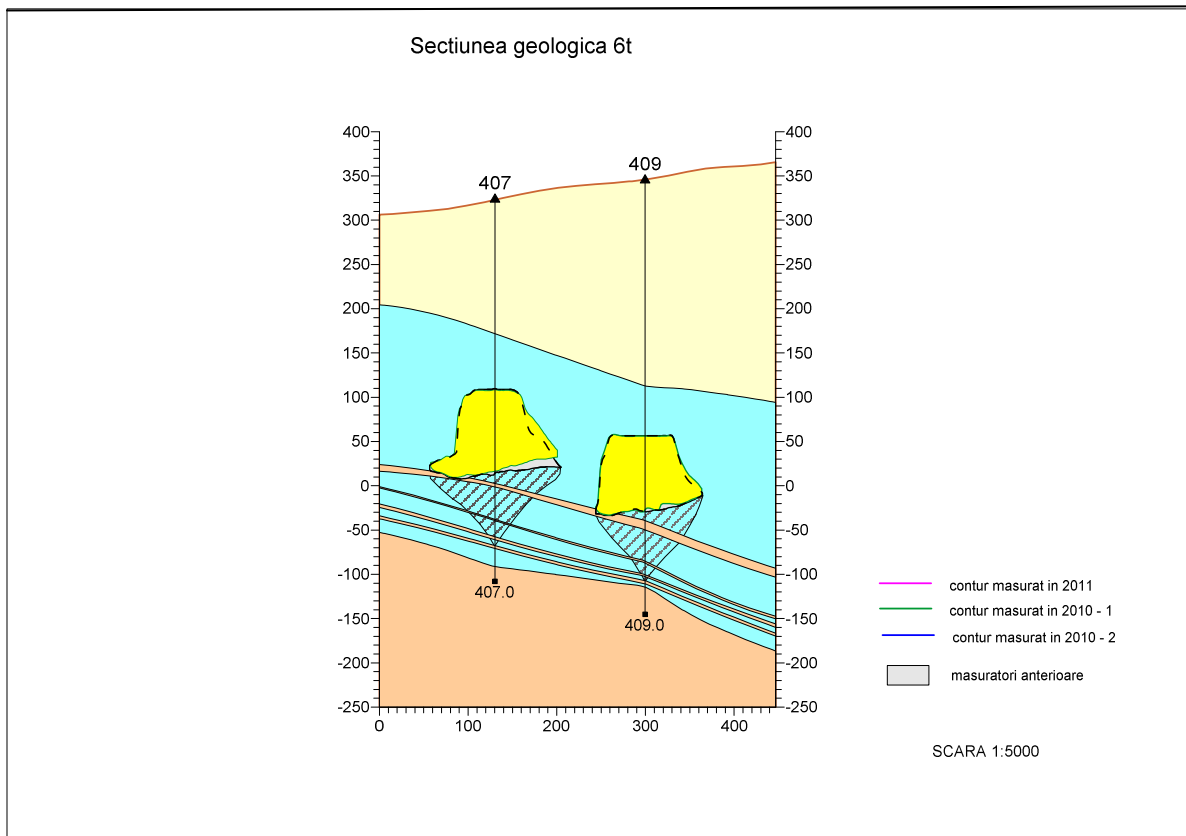
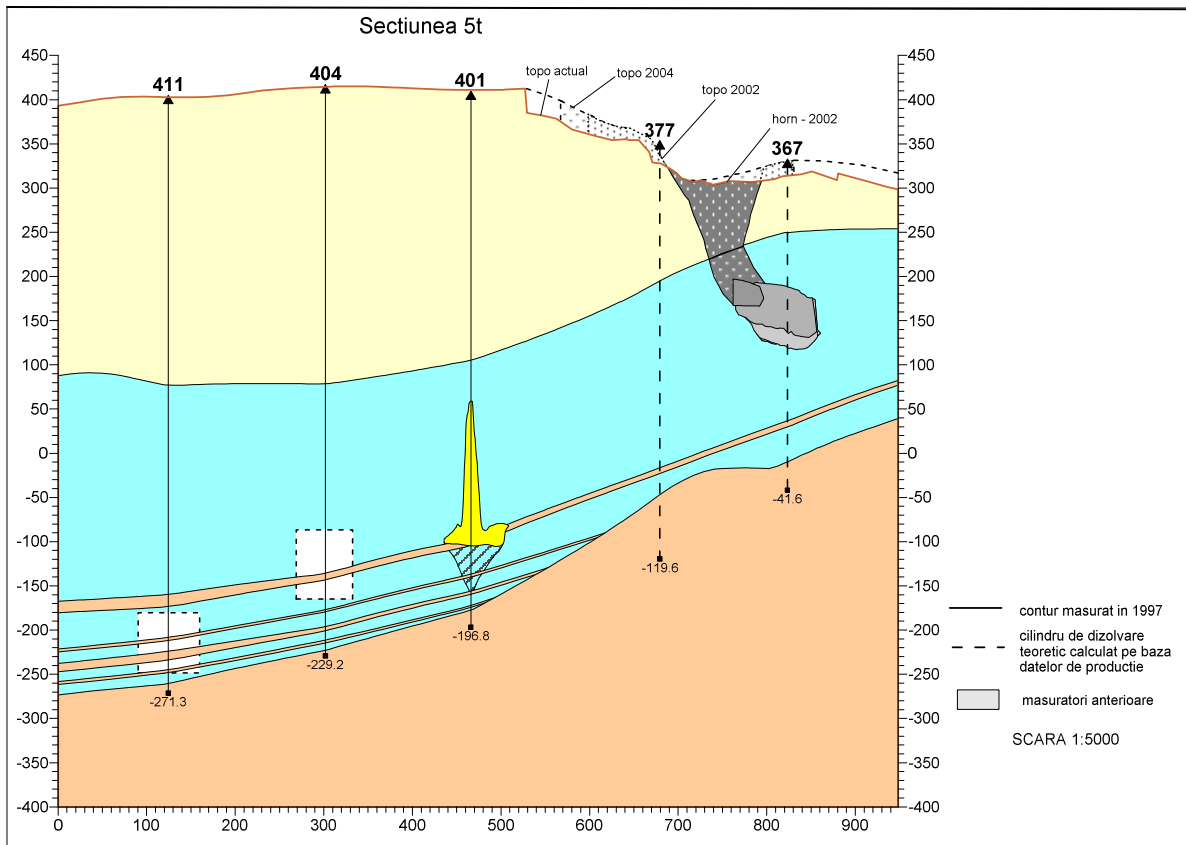


Sectiunea geologica 3t

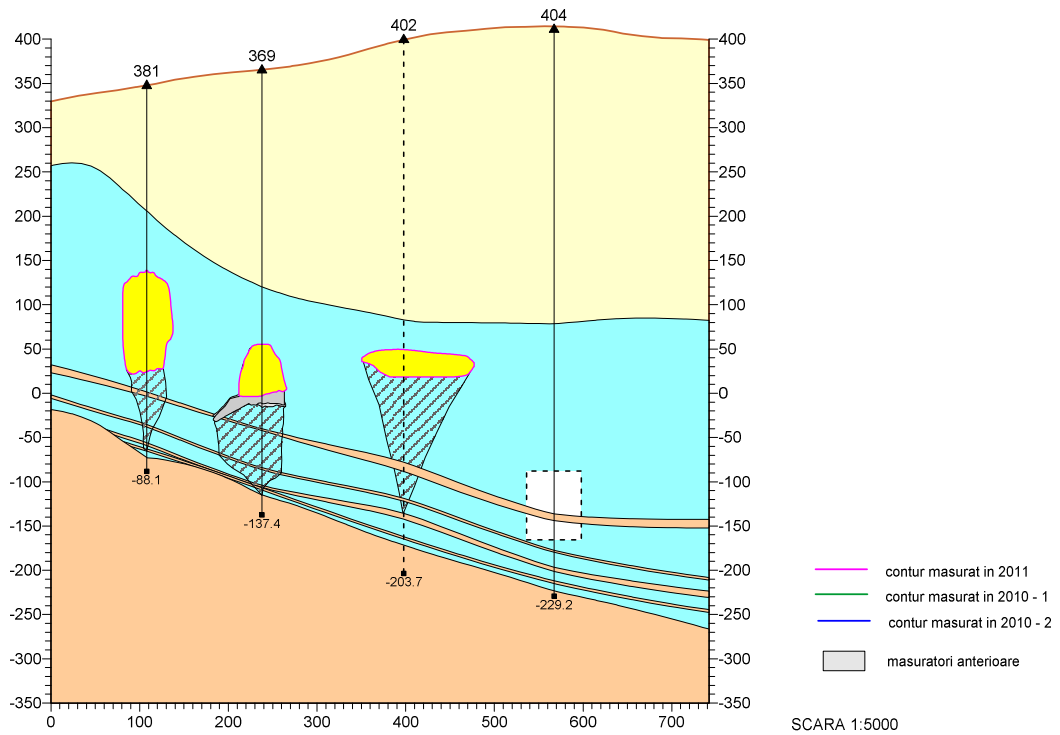


Sectiunea geologica 4t

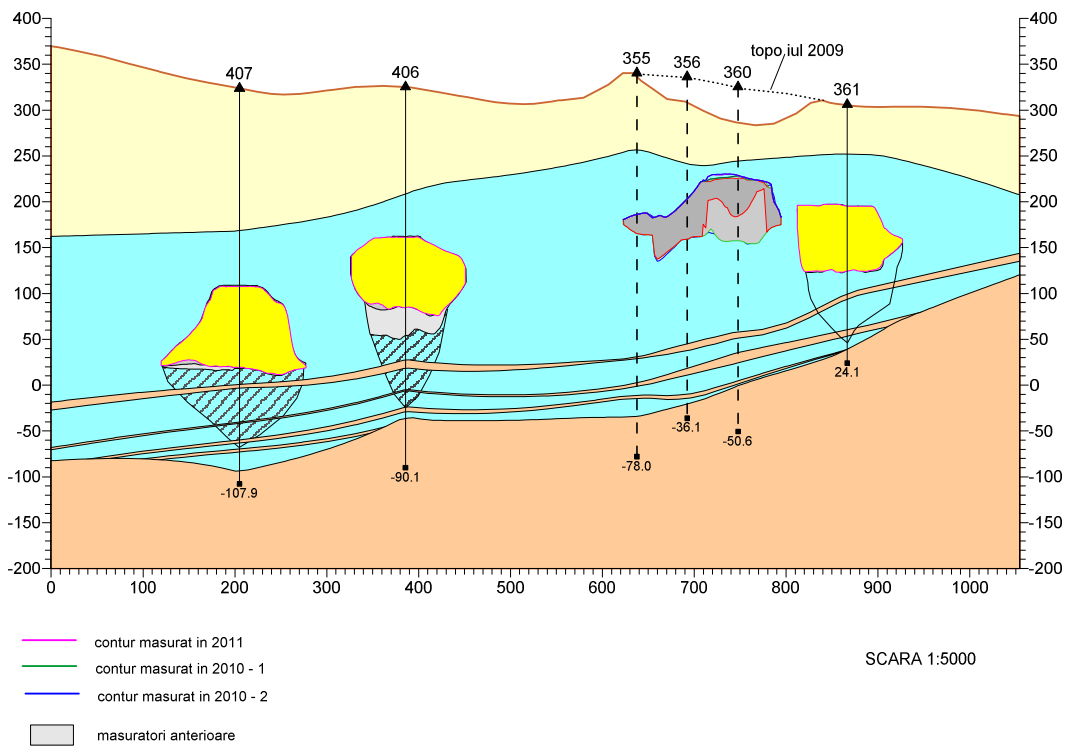


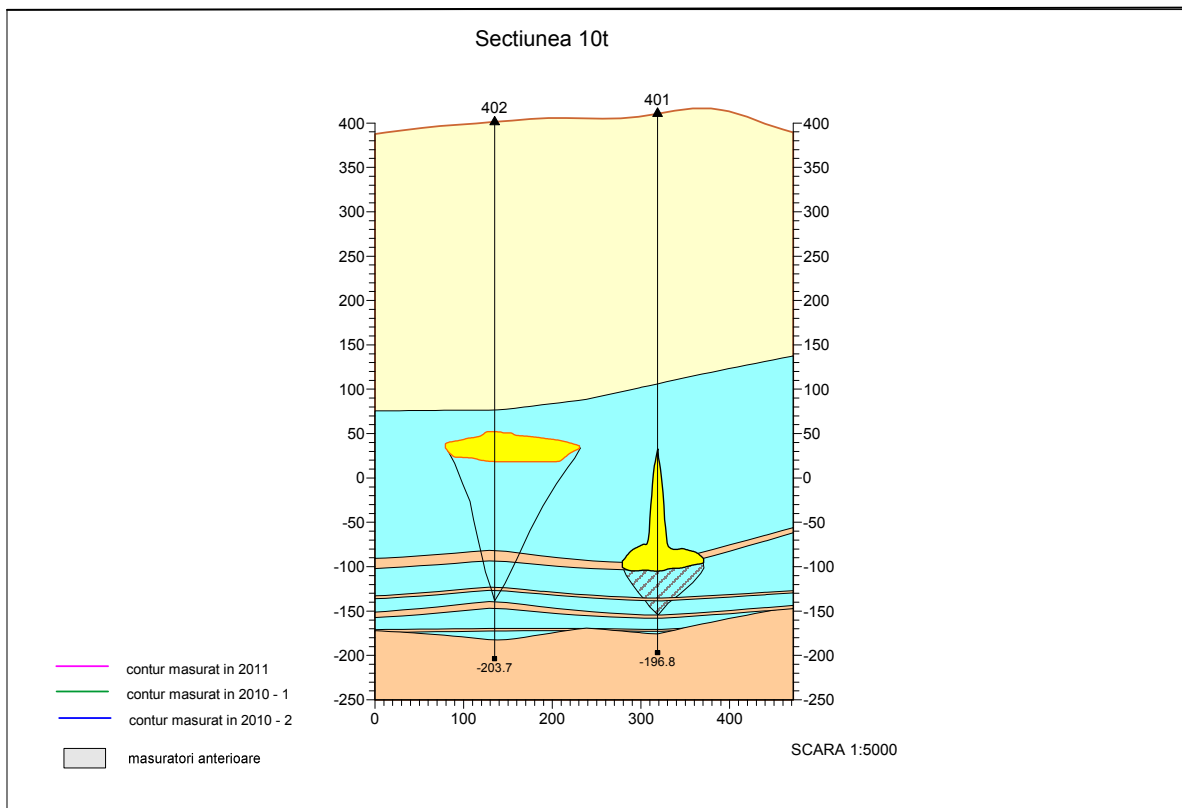
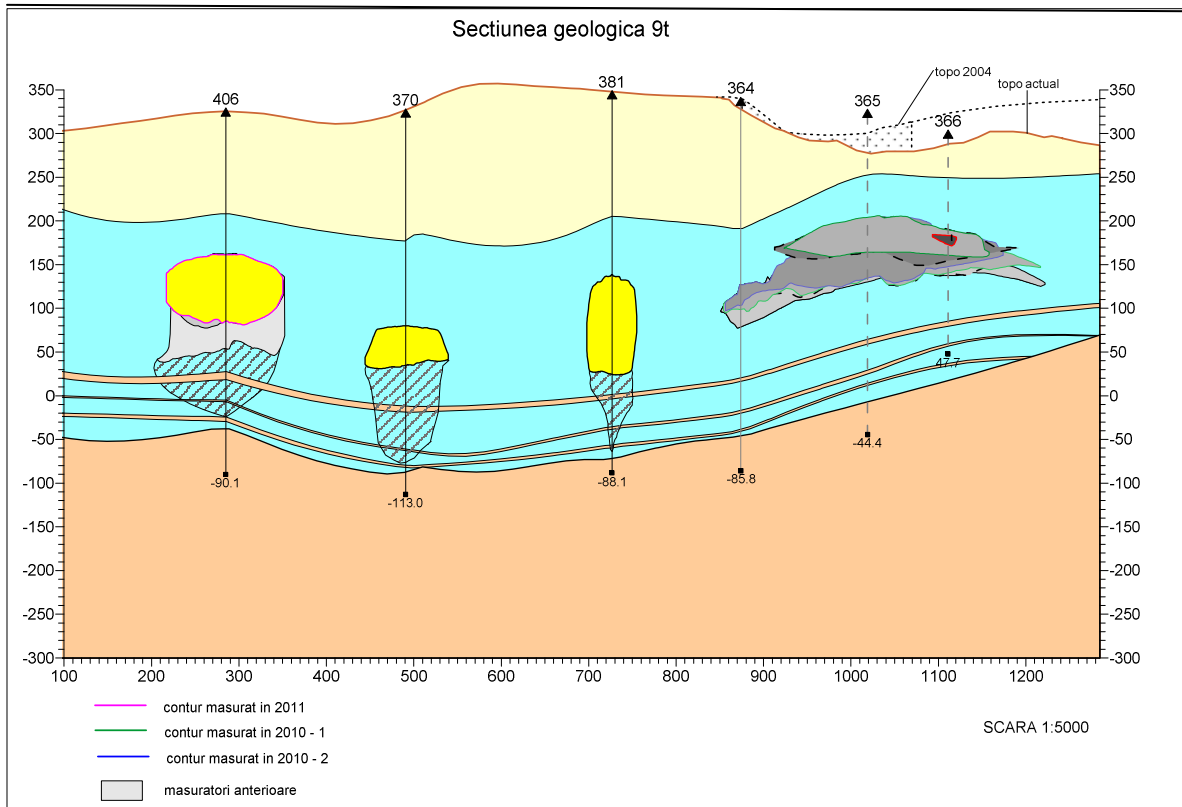


Sectiunea geologica 7t

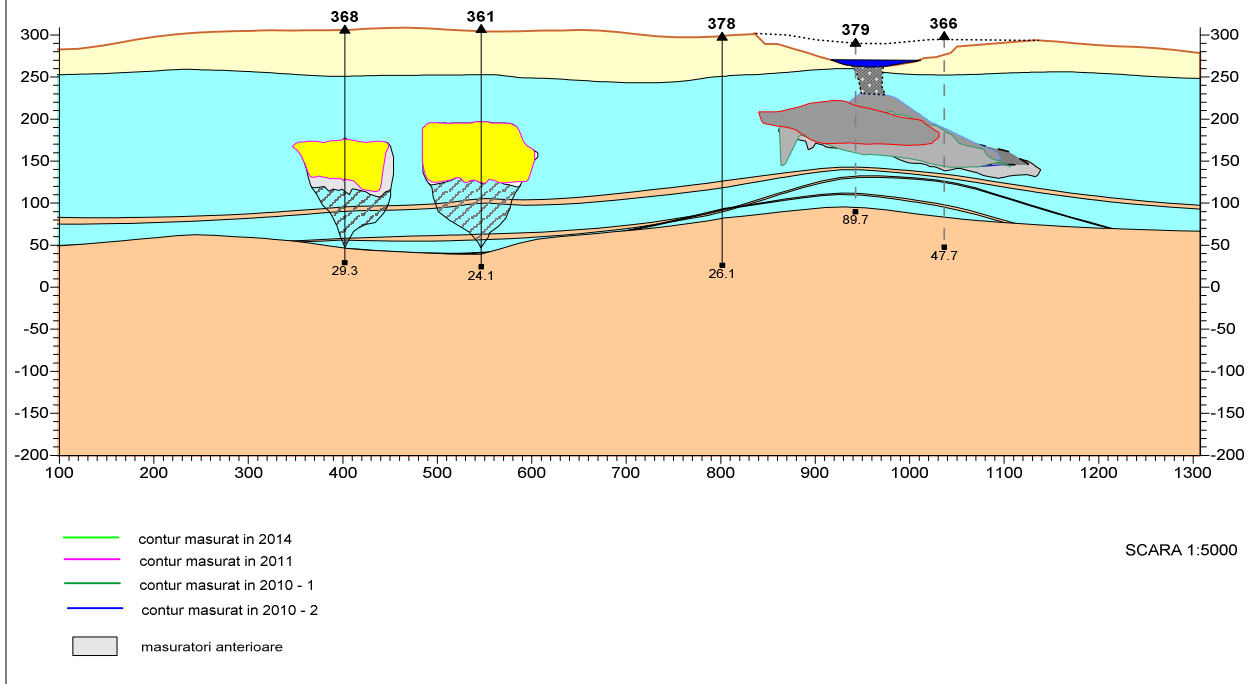


Sectiunea geologica 8t

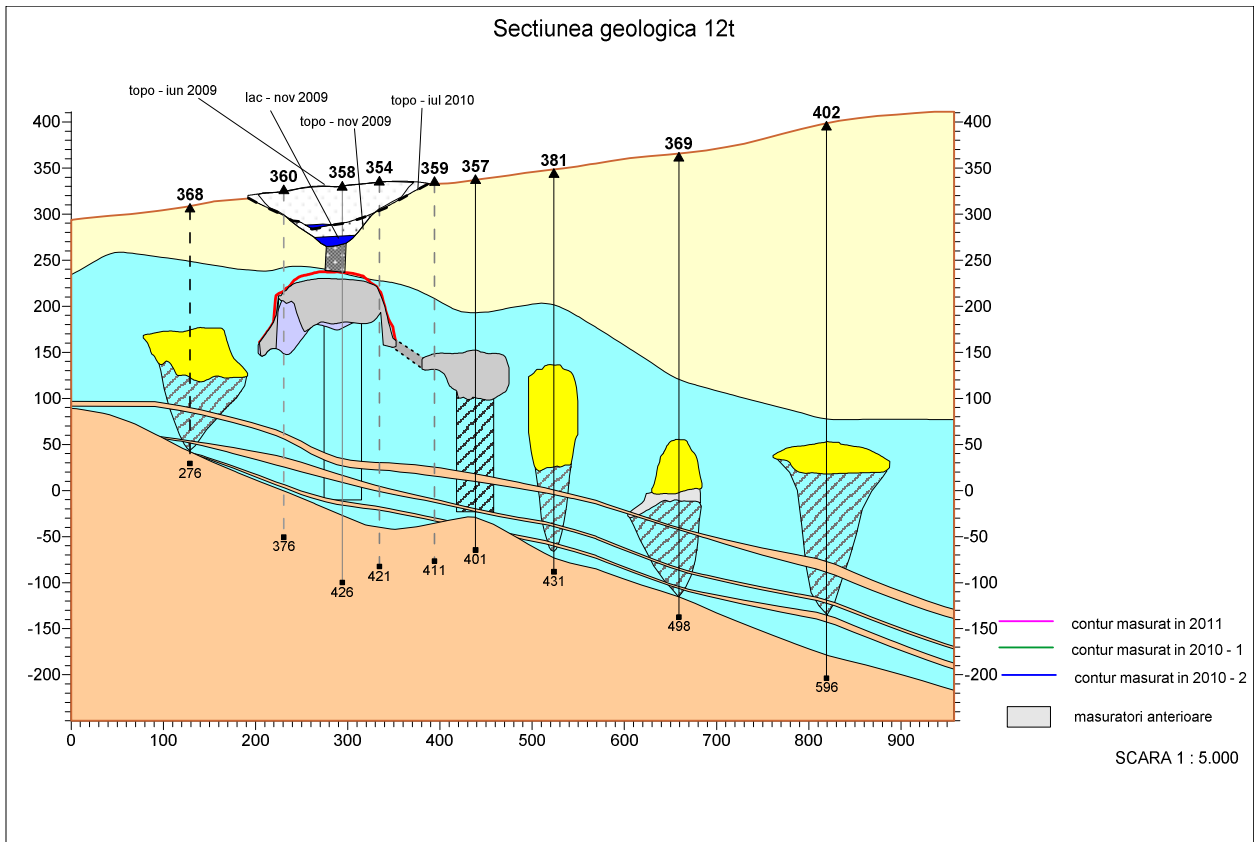




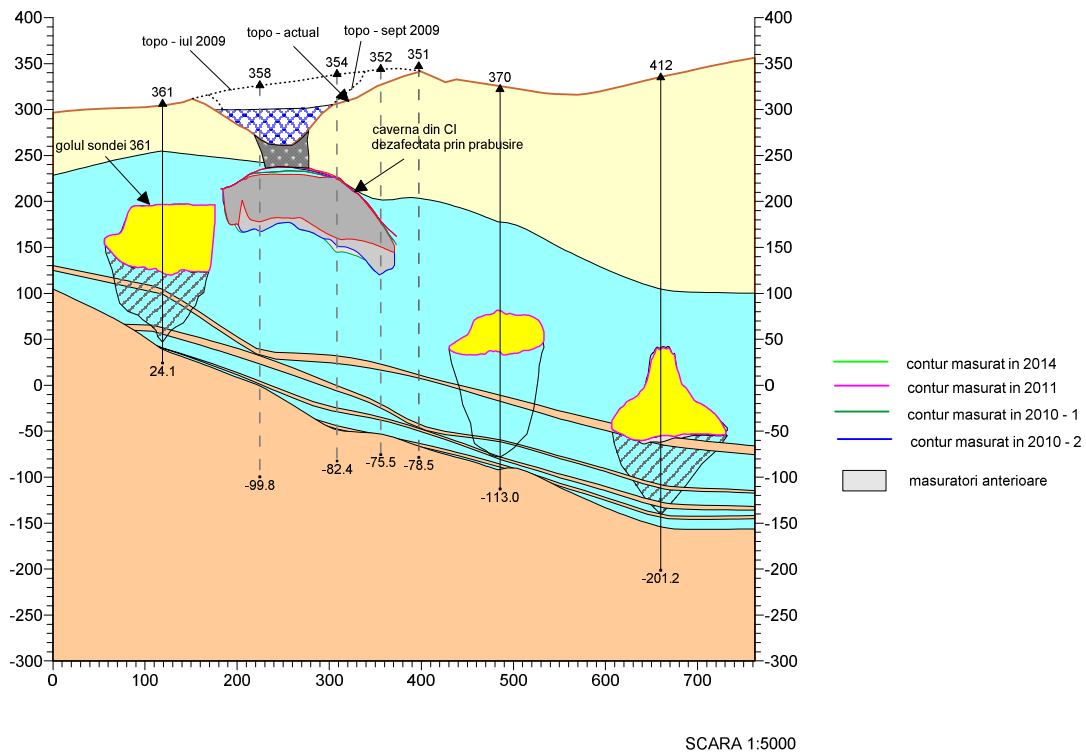
Sectiune geologica prin Sondele 368, 361 si caverna SOCON (caverna dezafectata)



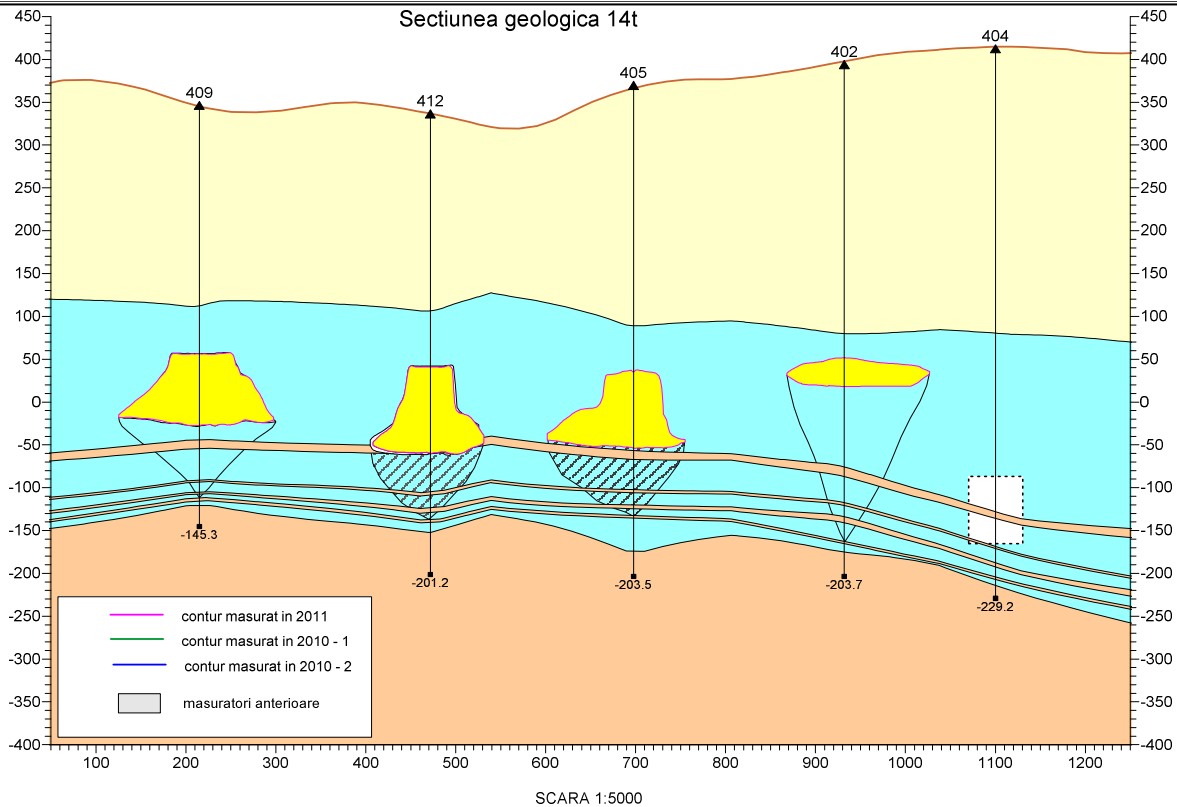
Sectiunea geologica 12t

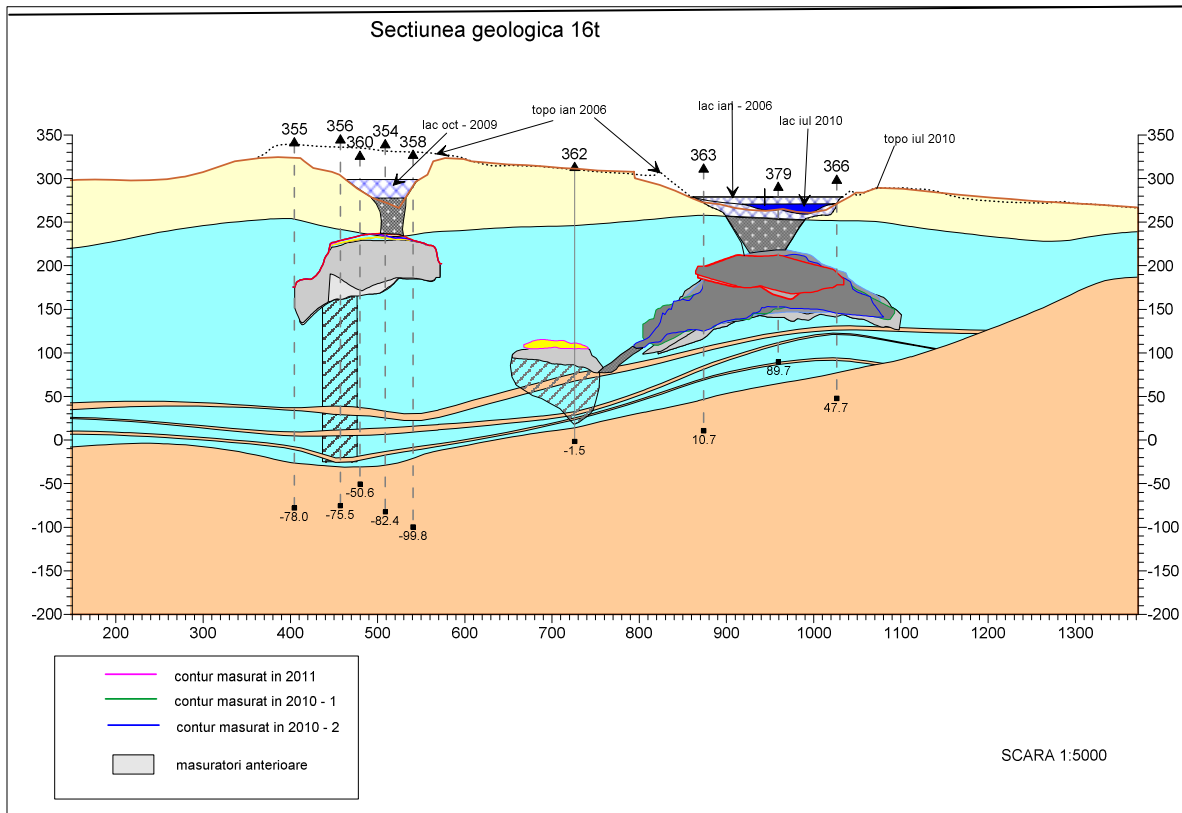
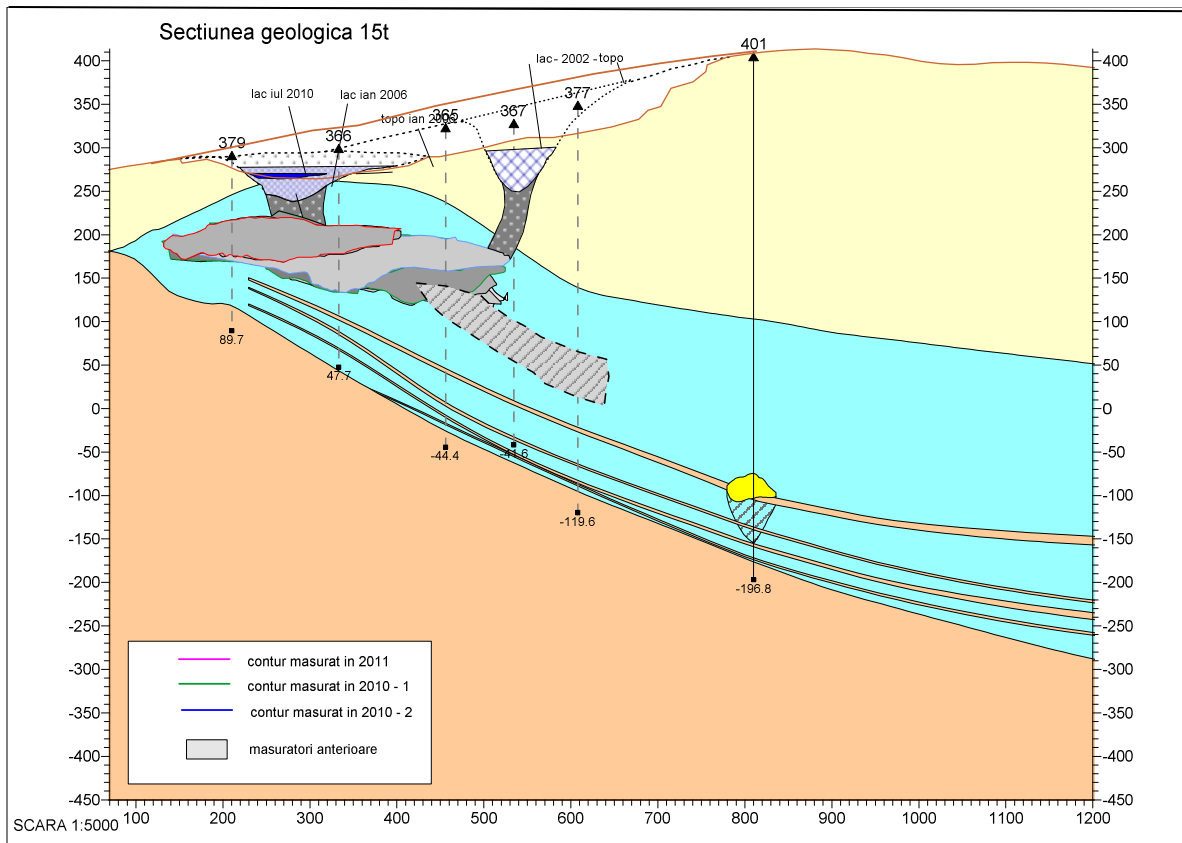


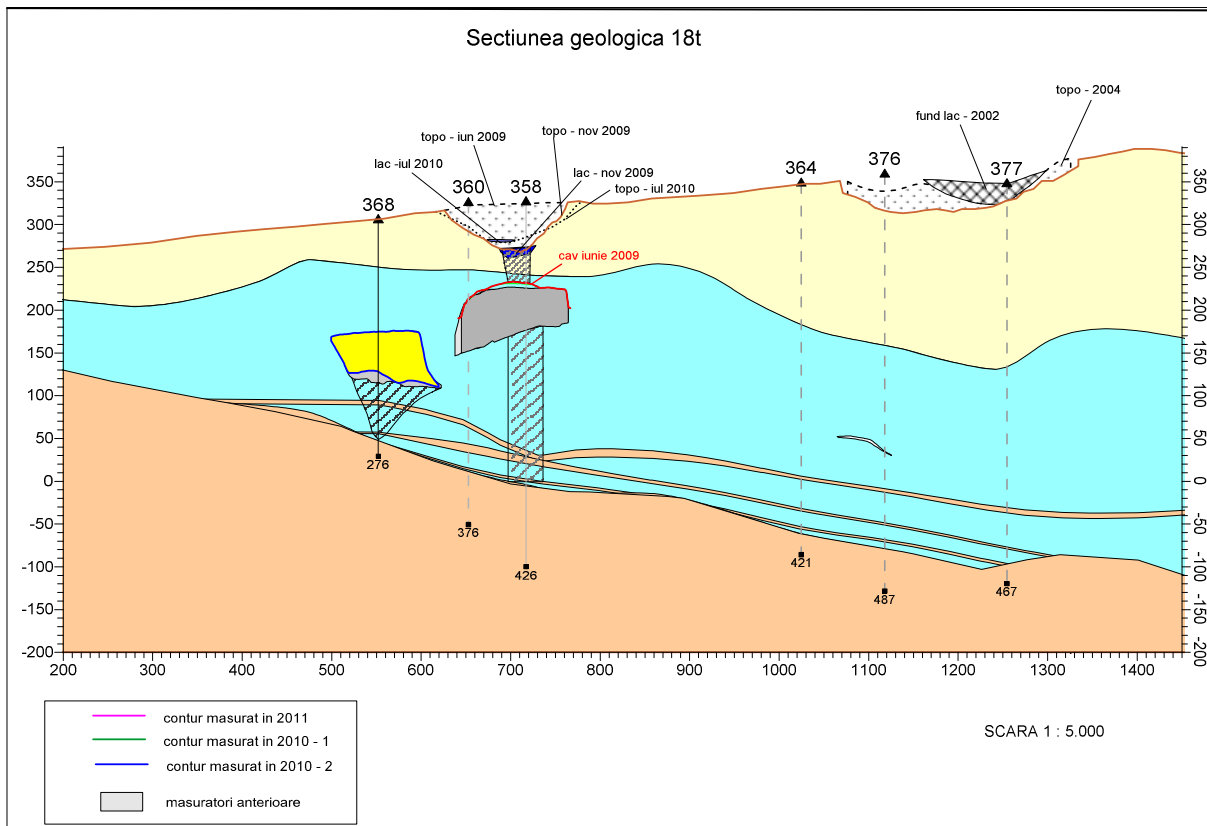
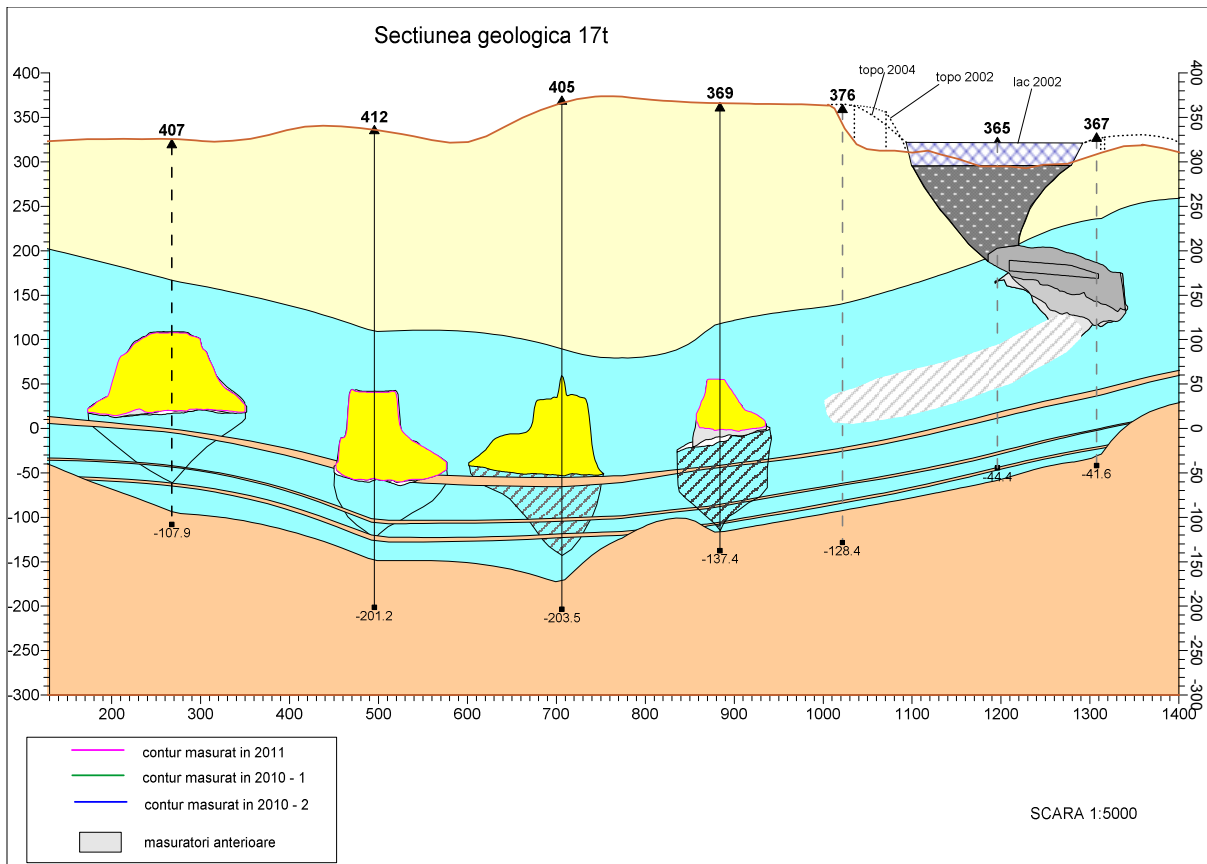
**Sectiune geologica prin sonda 361, Campul I (caverna dezafectata),
SONDELE 370 (CII) SI 412 (CIII Teica)**



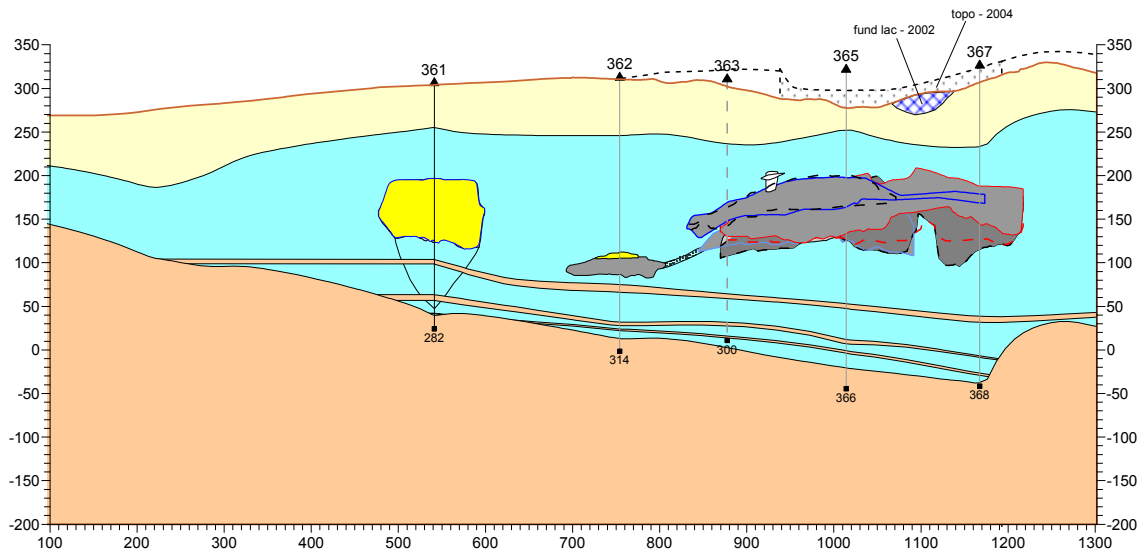
Sectiunea geologica 14t







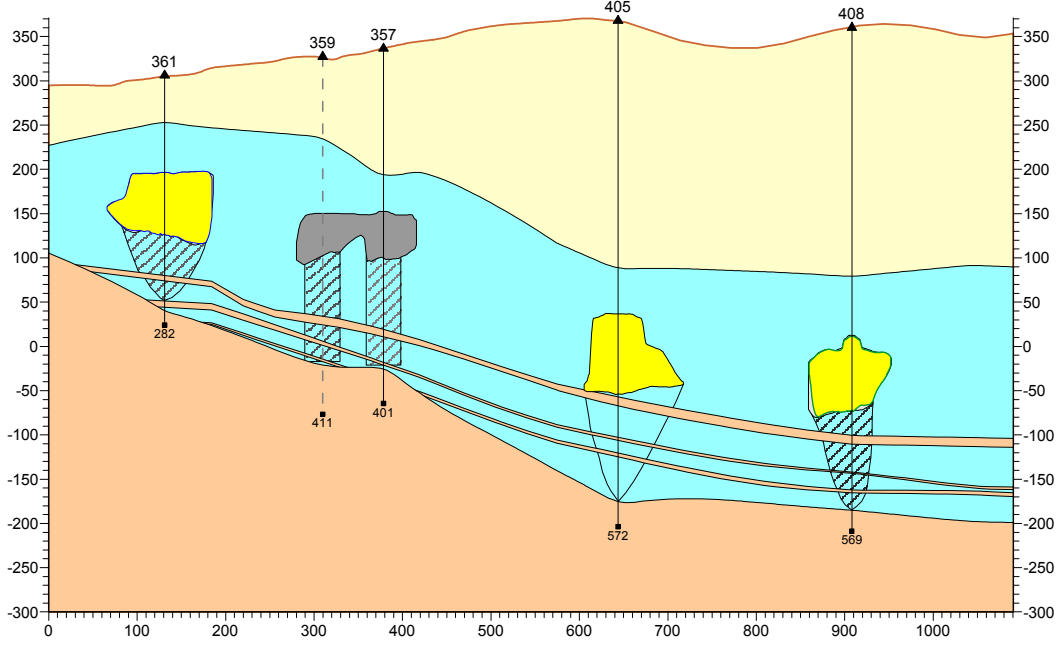
Sectiunea geologica 19t



- contur masurat in 2011
- contur masurat in 2010 - 1
- contur masurat in 2010 - 2
- masuratori anterioare

SCARA 1 : 5.000

Sectiunea geologica 20t



- contur masurat in 2011
- contur masurat in 2010 - 1
- contur masurat in 2010 - 2
- masuratori anterioare

SCARA 1 : 5.000