



Geofísica: descobrint l'interior de la Terra

Beatriz Benjumea

UNITAT DE TÈCNiques GEOFÍSQUES-UTG

Anna Gabàs, Albert Macau, Fabian Bellmunt



- 1. Geofísica aplicada**
- 2. Estudis sísmics i testificació geofísica al Pallars Jussà**
- 3. UTG-ICGC: Exemples d'estudis geofísics (Figuerola d'Orcau, Empordà)**
- 4. Conclusions**

1. Geofísica aplicada

2. Estudis sísmics i testificació geofísica al Pallars Jussà

3. UTG-ICGC: Exemples d'estudis geofísics (Figuerola d'Orcau, Empordà)

4. Conclusions

“ La **Geofísica** és la part de les Ciències de la Terra que estudia l'activitat de les forces físiques responsables de l'origen, la evolució i l'estructura de la Terra”.

K.J. Zöppritz (1880)



Geofísica general:

Geodesia i gravimetria.

Sismologia i física de l'interior de la Terra.

Meteorologia i Física de l'atmosfera.

Geomagnetisme.

Oceanografia física.

Vulcanologia i química de l'interior de la Terra.

Paleomagnetisme.

Tectonofísica.

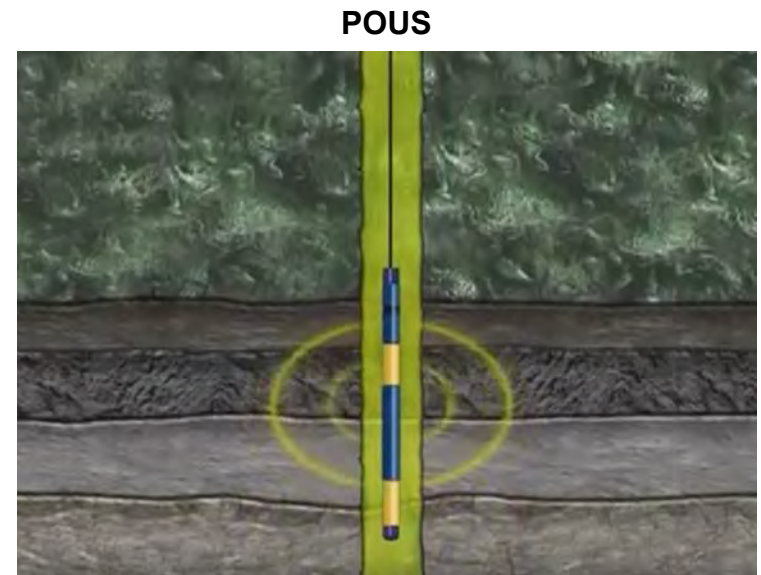
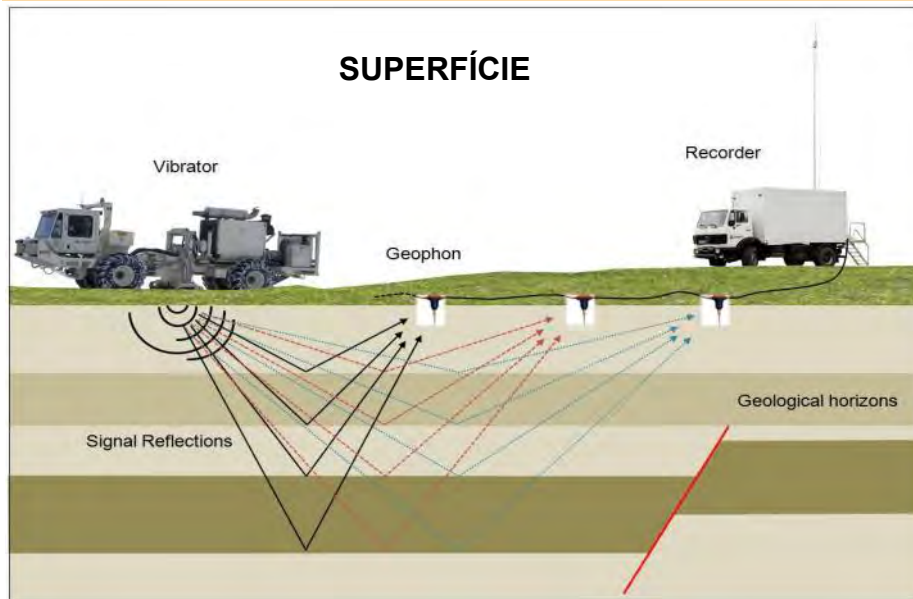
Geofísica aplicada:

Exploració geofísica

Geofísica Aplicada (Branca de la geofísica):

Mètodes no destructius per caracteritzar l'estructura del subsòl: mesures des de **superfície** o en **pous**

Mesuren propietats físiques del subsòl per a la seva caracterització (litològica, fluids, derivació d'altres paràmetres a partir dels models geofísics)



1. Geofísica aplicada

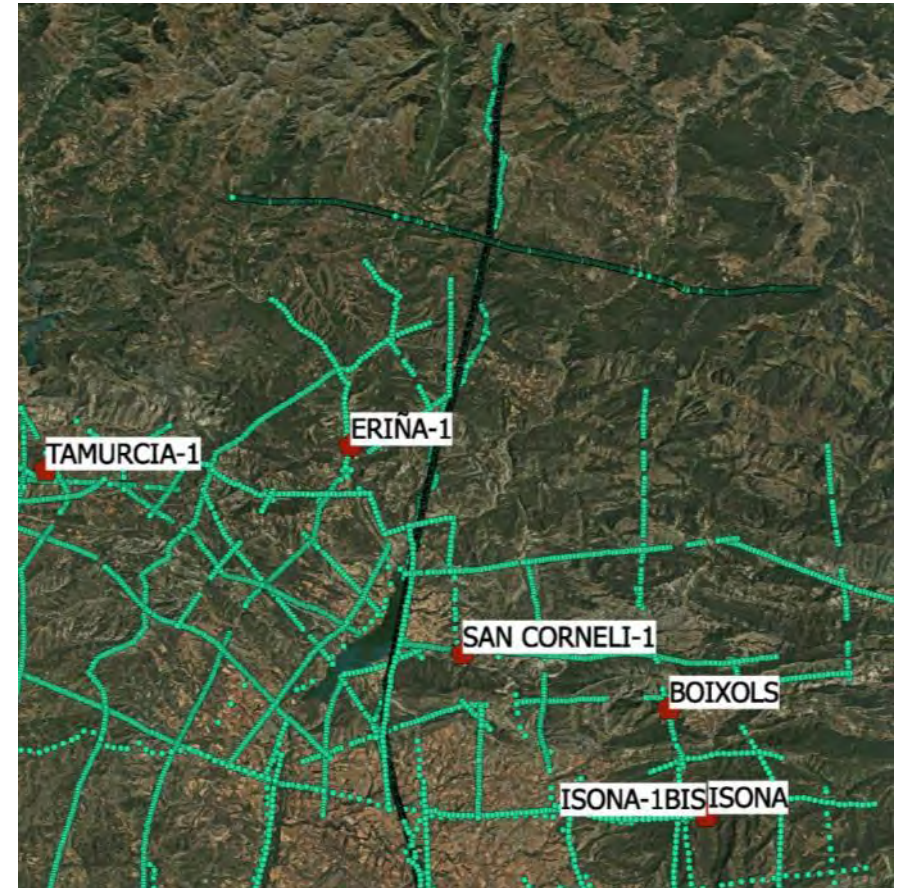
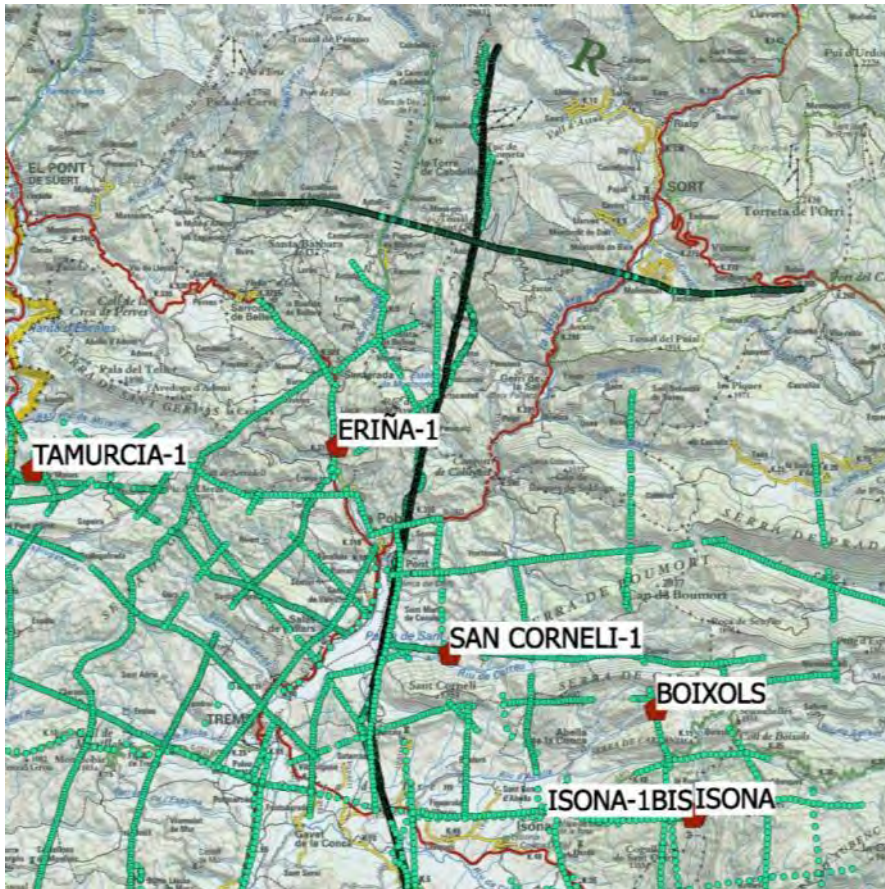
2. Estudis sísmics i testificació geofísica al Pallars Jussà

3. UTG-ICGC: Exemples d'estudis geofísics (Figuerola d'Orcau, Empordà)

4. Conclusions

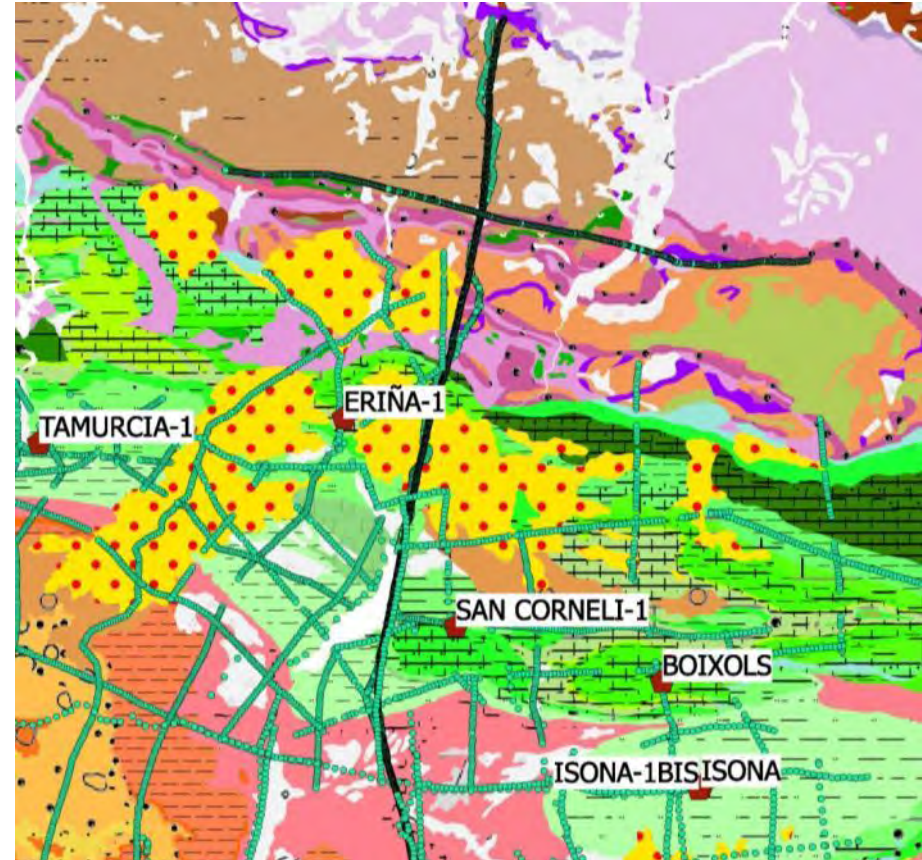
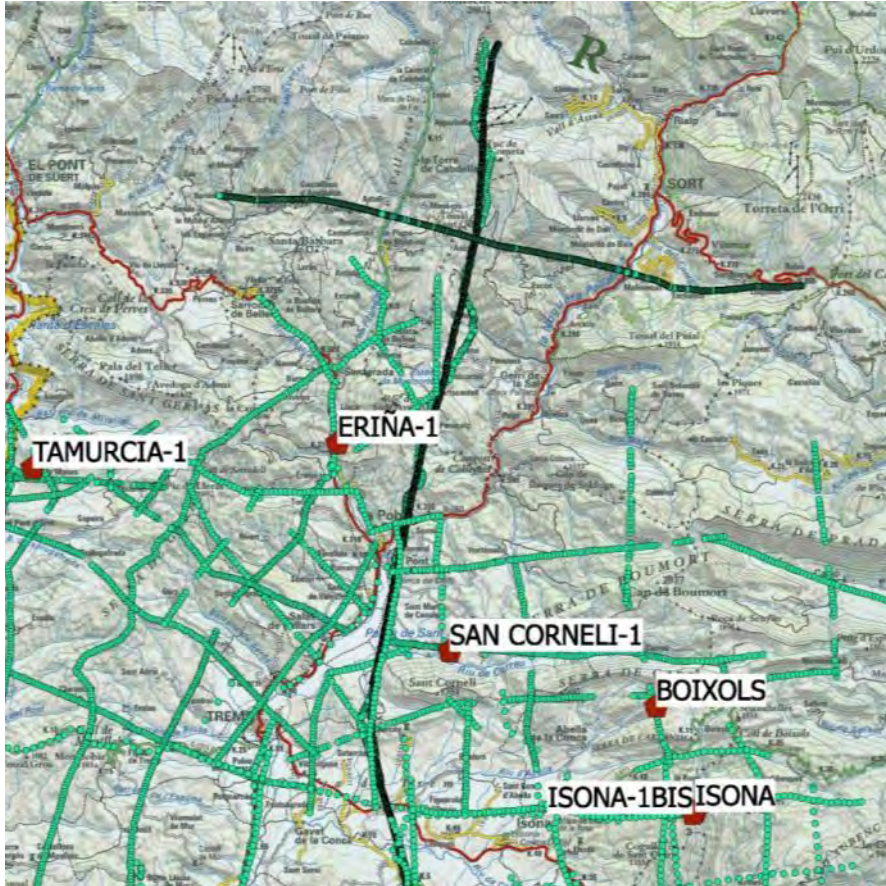
2. Estudis sísmics i testificació geofísica al Pallars Jussà

Anys 70-Empreses de prospecció petroleres: perforació de sondeigs i campanyes geofísiques

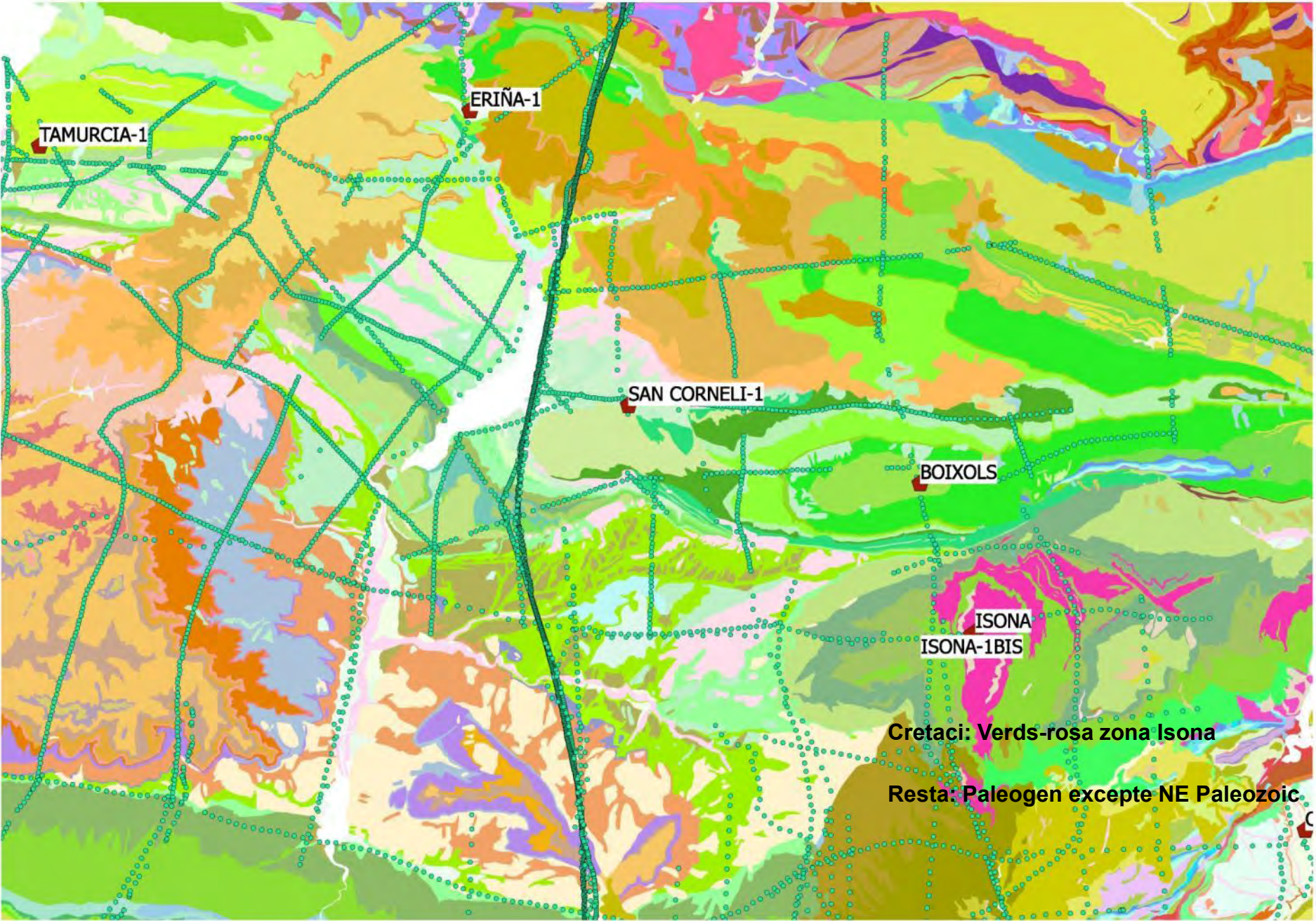


2. Estudis sísmics i testificació geofísica al Pallars Jussà

Anys 70-Empreses de prospecció petrolera: perforació de sondeigs i campanyes geofísiques



2. Estudis sísmics i testificació geofísica al Pallars Jussà





TAULA CRONOSTRATIGRÀFICA INTERNACIONAL

www.stratigraphy.org

Comissió Internacional d'Estratigrafia

v 2015/01



| Eonotema / Era / Sistema / Període | | | | Sèrie / Època | Estatge / Edat | GSSP | Edat (Ma) | Eonotema / Era / Sistema / Període | | | | Sèrie / Època | Estatge / Edat | GSSP | Edat (Ma) | Eonotema / Era / Sistema / Període | | | | Sèrie / Època | Estatge / Edat | GSSP | Edat (Ma) |
|------------------------------------|----------|--------------|-----------|---------------|----------------|----------------|--------------|------------------------------------|--------------|---------------|-------------|----------------|----------------|-------------|--------------|------------------------------------|--------------|---------------|-------------|---------------|----------------|--------------|--------------|
| Fanoerozoic | Cenozoic | Quaternari | Holocè | | | | 0.0117 | Fanoerozoic | Mesozoic | Jurassic | Superior | Titonià | | 152.1 ± 0.9 | Fanoerozoic | Paleozoic | Devoniana | Superior | Famennià | | 372.2 ± 1.6 | | |
| | | | Plistocè | Superior | Kimmeridgià | | 157.3 ± 1.0 | | | | | Mitja | Oxfordià | | | | | | 163.5 ± 1.0 | Inferior | Emsià | | 382.7 ± 1.6 |
| | | Pliocè | Calabrià | | 1.80 | Pliensbachiana | Bathonia | | | | | | 166.1 ± 1.2 | Eifelià | | | | Givetia | | | 387.7 ± 0.8 | Ludlowià | Ludfordià |
| | | | Gelasià | Mitja | Bajocia | | | | | | 168.3 ± 1.3 | Praguia | Horonià | | | | | | 425.6 ± 0.9 | Wenlockià | Gorstià | | |
| | | Neogen | Plasencià | | 2.58 | Toarcià | Aalenia | | | | 170.3 ± 1.4 | | Llandoverià | Sheinwoodià | | | | 430.5 ± 0.7 | Llandoveryà | | Himantia | | 443.8 ± 1.5 |
| | | | Miocè | Zanclià | | | 5.333 | | | Retià | Lochkovià | | | 393.3 ± 1.2 | | | Superior | Katià | | | 453.0 ± 0.7 | Middlevià | Sandbià |
| | | Oligocè | | Messinià | | 7.246 | Retià | | | | Retià | | 208.5 | Mitja | | | | Darwinià | | 467.3 ± 1.1 | Inferior | | Flolà |
| | | | Eocè | Tortonià | | 11.63 | | | | Norià | Norià | | ~ 227 | | | | Cisuralià | Tremadocià | | 485.4 ± 1.9 | | Furongià | Desè estatge |
| | | Paleocè | | Serraval·lià | | 13.82 | Carnià | | | | Carnià | | ~ 237 | Superior | | | | Jiangshanià | | ~ 494 | Tercera sèrie | | Paibià |
| | | | Paleogen | Languià | | 15.97 | | | | Ladinià | Ladinià | | ~ 242 | | | | Mitja | Guzhanguià | | ~ 500.5 | | Segona sèrie | Drumià |
| | Eocè | Burdigalià | | | 20.44 | Anisià | Anisià | | 247.2 | | Inferior | Cinquè estatge | | ~ 509 | Segona sèrie | Quart estatge | | | ~ 514 | | | | |
| | | Eocè | Aquitanià | | 23.03 | | Oleniokià | Oleniokià | | 251.2 | | Superior | Tercer estatge | | | ~ 521 | Segona sèrie | Segon estatge | | ~ 529 | | | |
| | Eocè | | Catià | | 28.1 | Changxingià | | Changxingià | | 252.17 ± 0.06 | Superior | | Gjelià | | 303.7 ± 0.1 | Superior | | Serpukhovià | | 323.2 ± 0.4 | | | |
| | | Eocè | Rupelià | | 33.9 | | Wuchiapingià | Wuchiapingià | | 254.14 ± 0.07 | | Mitja | Moscovià | | 307.0 ± 0.1 | | Mitja | Viseà | | 346.7 ± 0.4 | | | |
| | Eocè | | Priabonià | | 37.8 | Capitanià | | Capitanià | | 259.8 ± 0.4 | Inferior | | Kungurià | | 283.5 ± 0.6 | Inferior | | Tournaisià | | 358.9 ± 0.4 | | | |
| | | Eocè | Bartonià | | 41.2 | | Wordià | Wordià | | 265.1 ± 0.4 | | Superior | Asselià | | 298.9 ± 0.15 | | Superior | Gjelià | | 303.7 ± 0.1 | | | |
| | Eocè | | Lutecià | | 47.8 | Roadià | | Roadià | | 272.3 ± 0.5 | Mitja | | Kasimovià | | 315.2 ± 0.2 | Mitja | | Moscovià | | 307.0 ± 0.1 | | | |
| | | Eocè | Ipresià | | 56.0 | | Kungurià | Kungurià | | 283.5 ± 0.6 | | Superior | Baixkirià | | 315.2 ± 0.2 | | Superior | Serpukhovià | | 323.2 ± 0.4 | | | |
| | Eocè | | Thanetià | | 59.2 | Guadalupia | | Guadalupia | | 268.8 ± 0.5 | Superior | | Sakmarià | | 290.1 ± 0.26 | Superior | | Serpukhovià | | 323.2 ± 0.4 | | | |
| | | Eocè | Selandià | | 61.6 | | Roadià | Roadià | | 272.3 ± 0.5 | | Superior | Asselià | | 298.9 ± 0.15 | | Superior | Serpukhovià | | 323.2 ± 0.4 | | | |
| Eocè | Danià | | | 66.0 | Kungurià | Kungurià | | | 283.5 ± 0.6 | Superior | Gjelià | | | 303.7 ± 0.1 | Superior | Serpukhovià | | | 323.2 ± 0.4 | | | | |
| | Eocè | Maastrichtià | | 72.1 ± 0.2 | | Artinskià | Artinskià | | 290.1 ± 0.26 | | Superior | Moscovià | | 307.0 ± 0.1 | | Superior | Serpukhovià | | 323.2 ± 0.4 | | | | |
| Eocè | | Campanià | | 83.6 ± 0.2 | Sakmarià | | Sakmarià | | 290.1 ± 0.26 | Superior | | Baixkirià | | 315.2 ± 0.2 | Superior | | Serpukhovià | | 323.2 ± 0.4 | | | | |
| | Eocè | Santonià | | 86.3 ± 0.5 | | Asselià | Asselià | | 298.9 ± 0.15 | | Superior | Gjelià | | 303.7 ± 0.1 | | Superior | Serpukhovià | | 323.2 ± 0.4 | | | | |
| Eocè | | Coniacià | | 89.8 ± 0.3 | Gjelià | | Gjelià | | 303.7 ± 0.1 | Superior | | Moscovià | | 307.0 ± 0.1 | Superior | | Serpukhovià | | 323.2 ± 0.4 | | | | |
| | Eocè | Turoniana | | 93.9 | | Kasimovià | Kasimovià | | 315.2 ± 0.2 | | Superior | Baixkirià | | 315.2 ± 0.2 | | Superior | Serpukhovià | | 323.2 ± 0.4 | | | | |
| Eocè | | Cenomanià | | 100.5 | Baixkirià | | Baixkirià | | 315.2 ± 0.2 | Superior | | Serpukhovià | | 323.2 ± 0.4 | Superior | | Serpukhovià | | 323.2 ± 0.4 | | | | |
| | Eocè | Albià | | ~ 113.0 | | Serpukhovià | Serpukhovià | | 323.2 ± 0.4 | | Superior | Serpukhovià | | 323.2 ± 0.4 | | Superior | Serpukhovià | | 323.2 ± 0.4 | | | | |
| Eocè | | Aptià | | ~ 125.0 | Viseà | | Viseà | | 346.7 ± 0.4 | Superior | | Serpukhovià | | 323.2 ± 0.4 | Superior | | Serpukhovià | | 323.2 ± 0.4 | | | | |
| | Eocè | Barremià | | ~ 129.4 | | Tournaisià | Tournaisià | | 358.9 ± 0.4 | | Superior | Serpukhovià | | 323.2 ± 0.4 | | Superior | Serpukhovià | | 323.2 ± 0.4 | | | | |
| Eocè | | Hauterivià | | ~ 132.9 | Tournaisià | | Tournaisià | | 358.9 ± 0.4 | Superior | | Serpukhovià | | 323.2 ± 0.4 | Superior | | Serpukhovià | | 323.2 ± 0.4 | | | | |
| | Eocè | Valanginià | | ~ 139.8 | | Tournaisià | Tournaisià | | 358.9 ± 0.4 | | Superior | Serpukhovià | | 323.2 ± 0.4 | | Superior | Serpukhovià | | 323.2 ± 0.4 | | | | |
| Eocè | | Berriasià | | ~ 145.0 | Tournaisià | | Tournaisià | | 358.9 ± 0.4 | Superior | | Serpukhovià | | 323.2 ± 0.4 | Superior | | Serpukhovià | | 323.2 ± 0.4 | | | | |

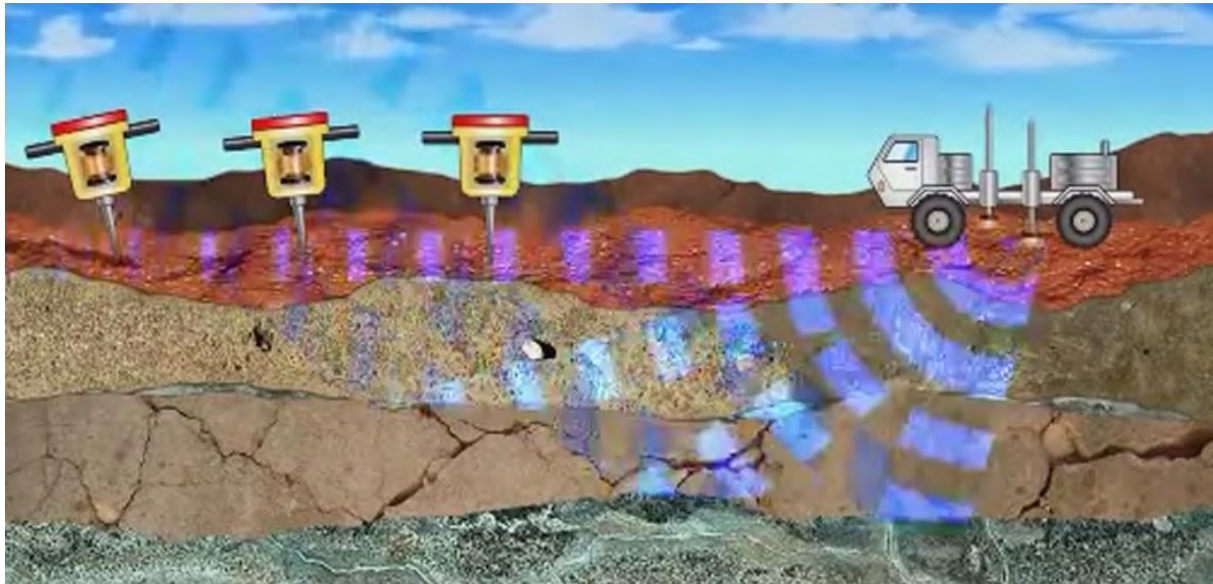
El codi de colors segueix la convenció establerta per la Comissió del Mapa Geològic del Món (CCGM-IUGS) <http://www.ccgim.org>

Traducció al català coordinada per Xavier Berastegui Batailla amb les aportacions de Juli Moll-Gómez de la Tia (Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya) amb la col·laboració de Josep Serra Kiel (Universitat de Barcelona) i les de David Serrat i Congost, Pere Santanach i Prat (Institut d'Estudis Catalans) i Mariano Marzo Carpio (Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona)



Taula dissenyada per K.M. Cohen, S.C. Finney i P.L. Gibbard, Gener de 2013. © Comissió Internacional d'Estratigrafia (IUGS), 2015. Cohen, K.M., Finney, S.C., Gibbard, P.L., & Fan, J.-X. (2013, actualitzat) The ICS International Chronostratigraphic Chart Episodes 36: 199-204. Traducció al català per iniciativa de Juan Carlos Gutiérrez-Marco (UCM-CSIC-IUGS) <http://www.stratigraphy.org/ICSChart/ChronostratChart2015-01-Catalan.pdf>

SÍSMICA DE REFLEXIÓ

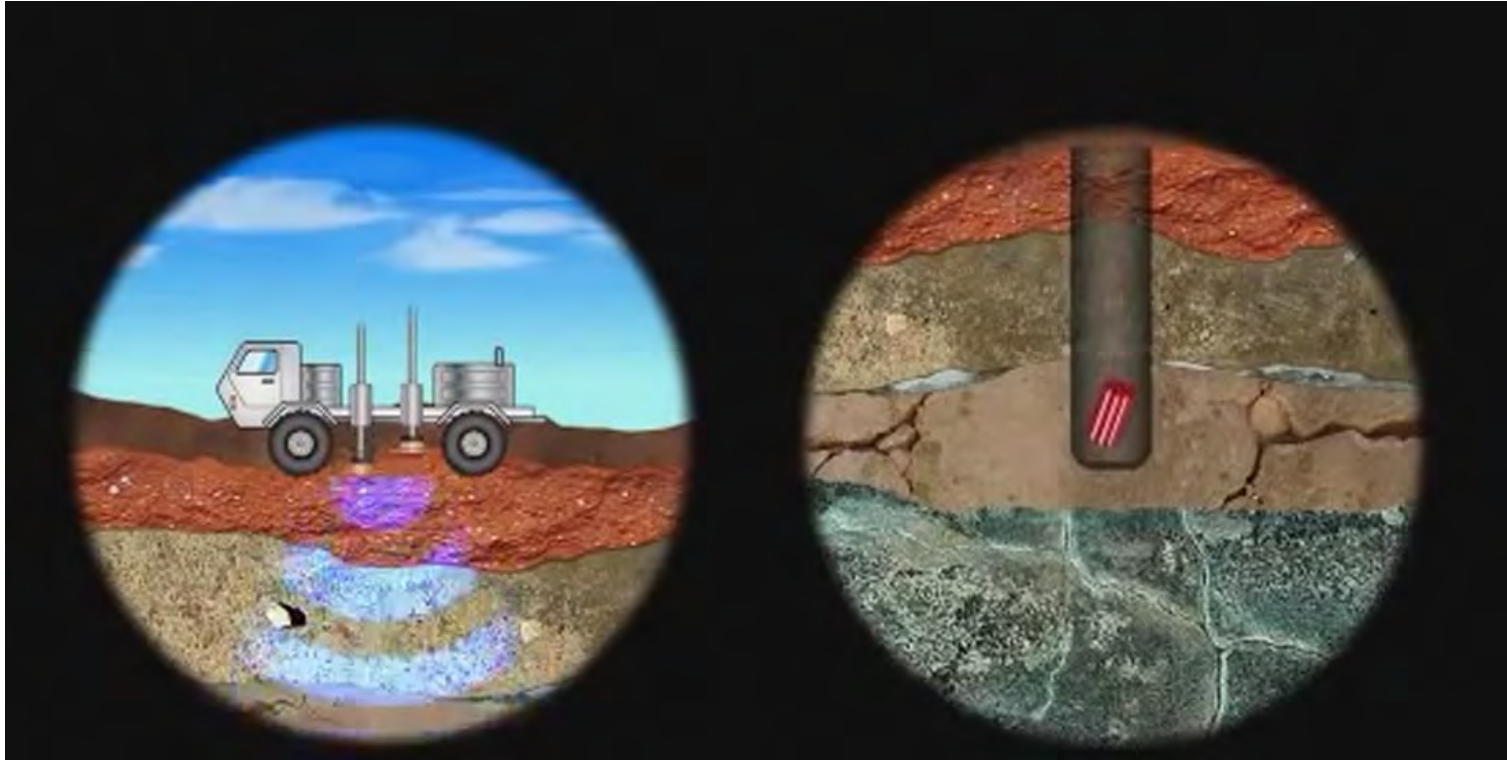


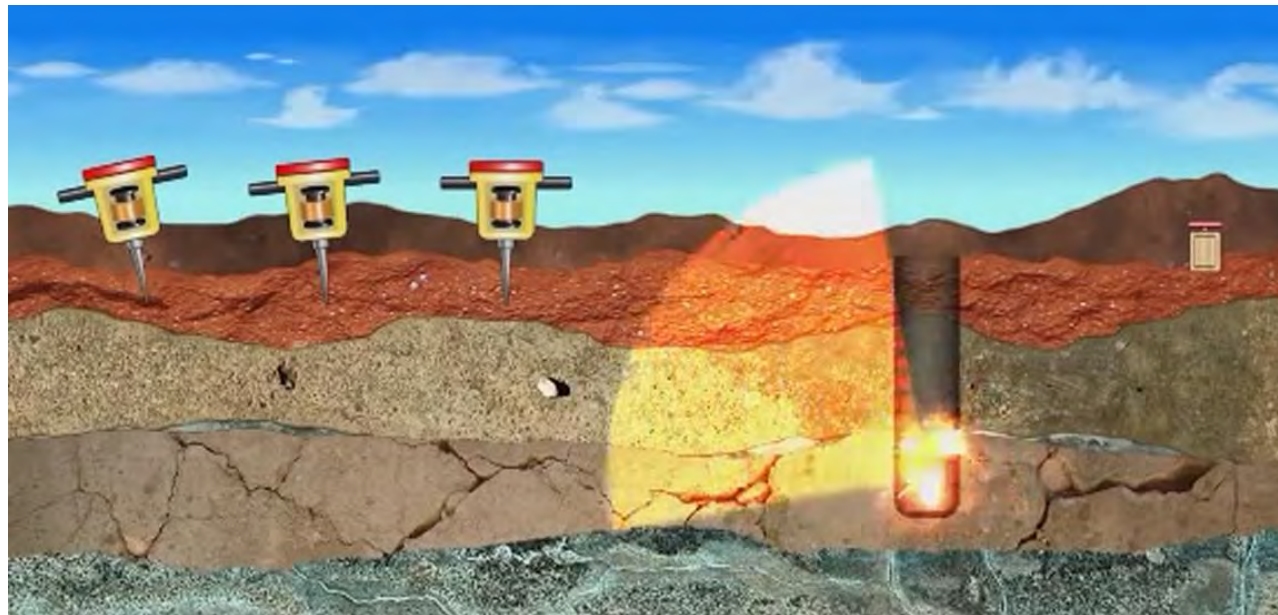
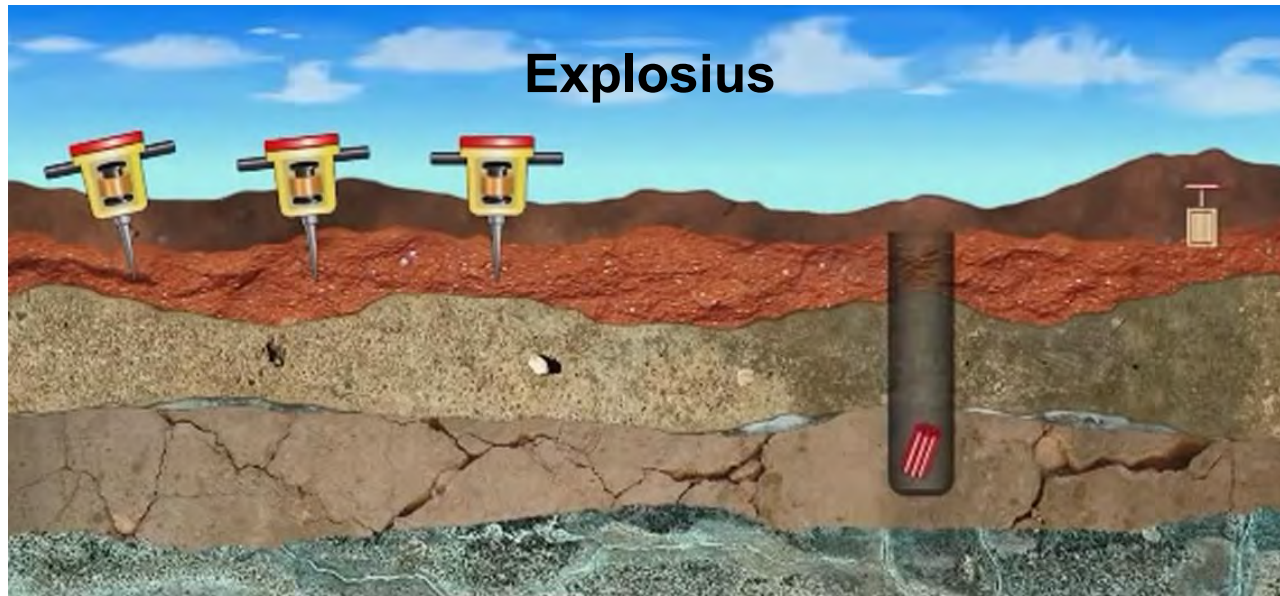
Propagació i reflexió en el subsol de ones elàstiques que es detecten en superfície.

On es reflecteixen? A les heterogeneïtats en les propietats elàstics del subsol: velocitat i densitat

<https://www.youtube.com/watch?v=22m27MhzSQs>

Fonts sísmiques

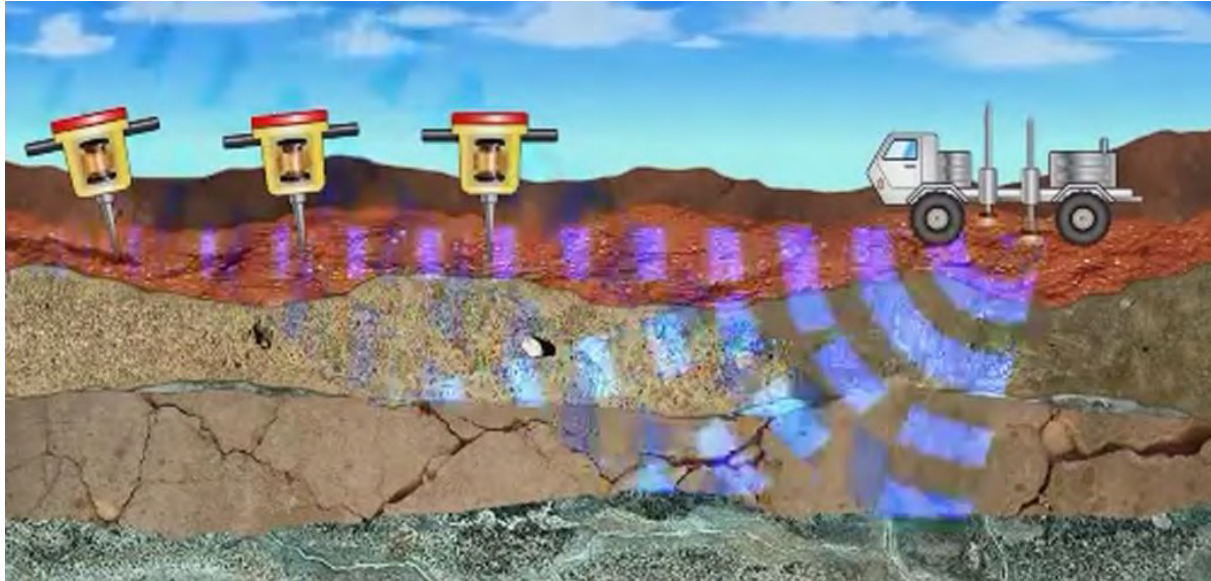




Camions vibradors-Vibroscis



Sensors de moviment-Geòfons

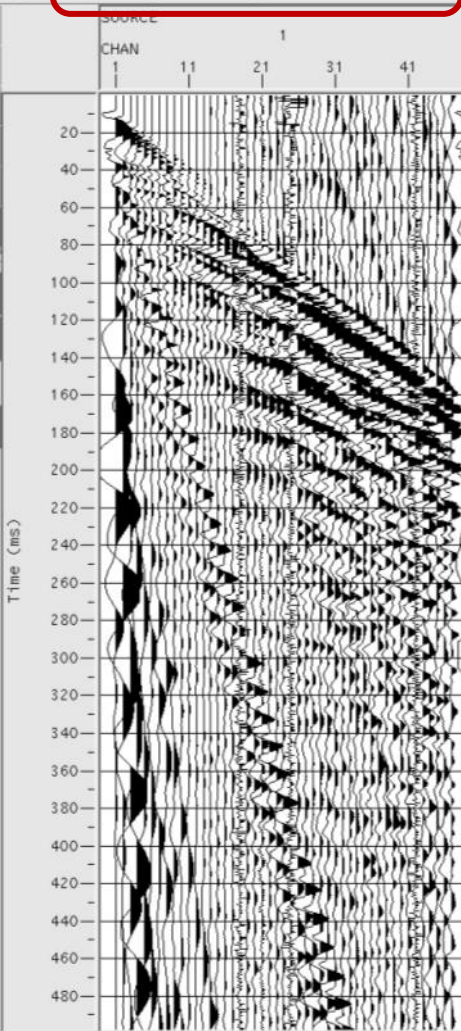


<https://www.youtube.com/watch?v=22m27MhzSQs>

Sensors de moviment-Geòfons



Mètodes sísmics de reflexió



Registre sísmic: moviment del sòl detectat per un grup de geòfons. Aquest moviment ha estat produït per una font sísmica en un punt determinat.

El registre d'un únic geòfon es diu traça

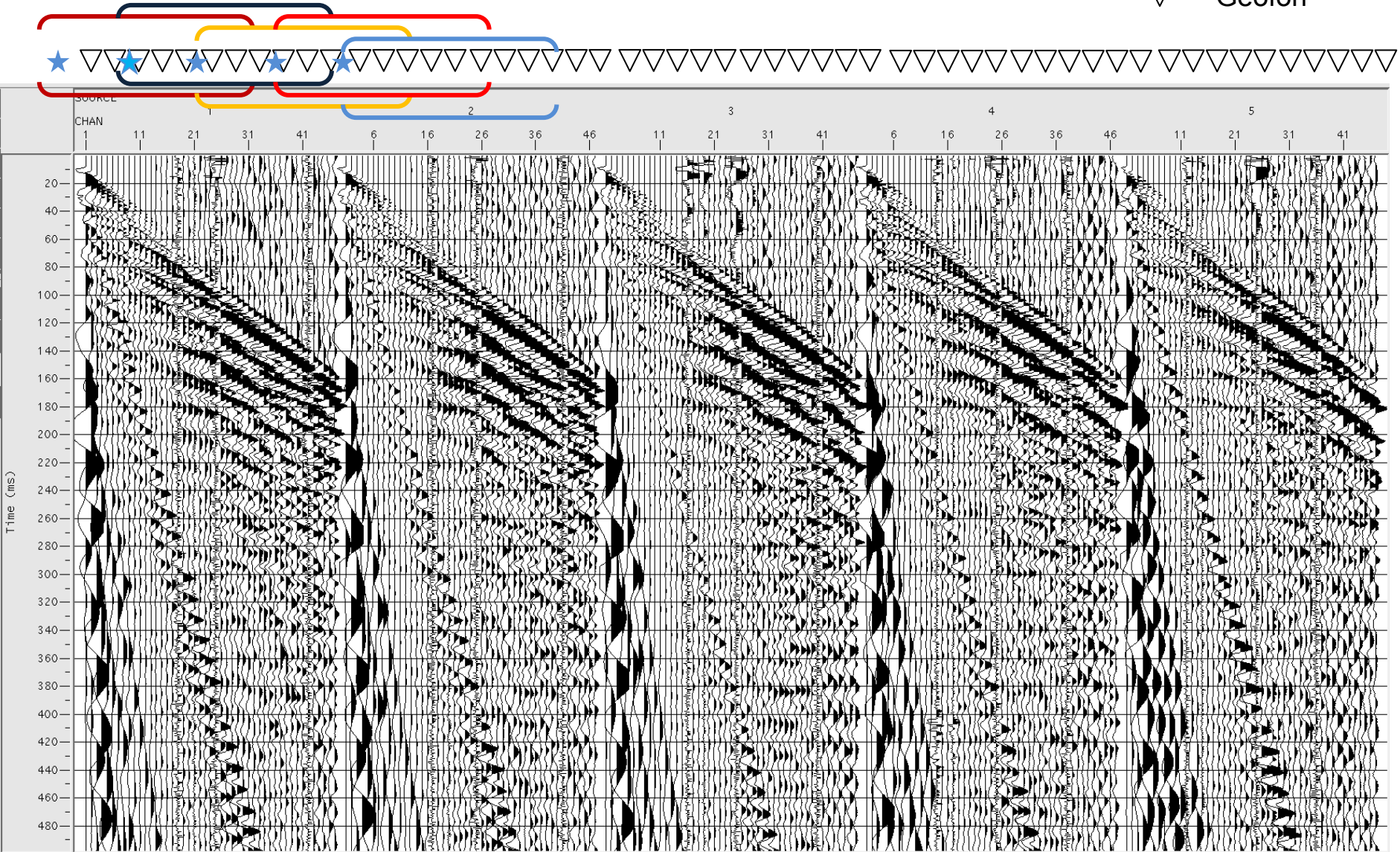
★ Font sísmica

▽ Geòfon

Mètodes sísmics de reflexió

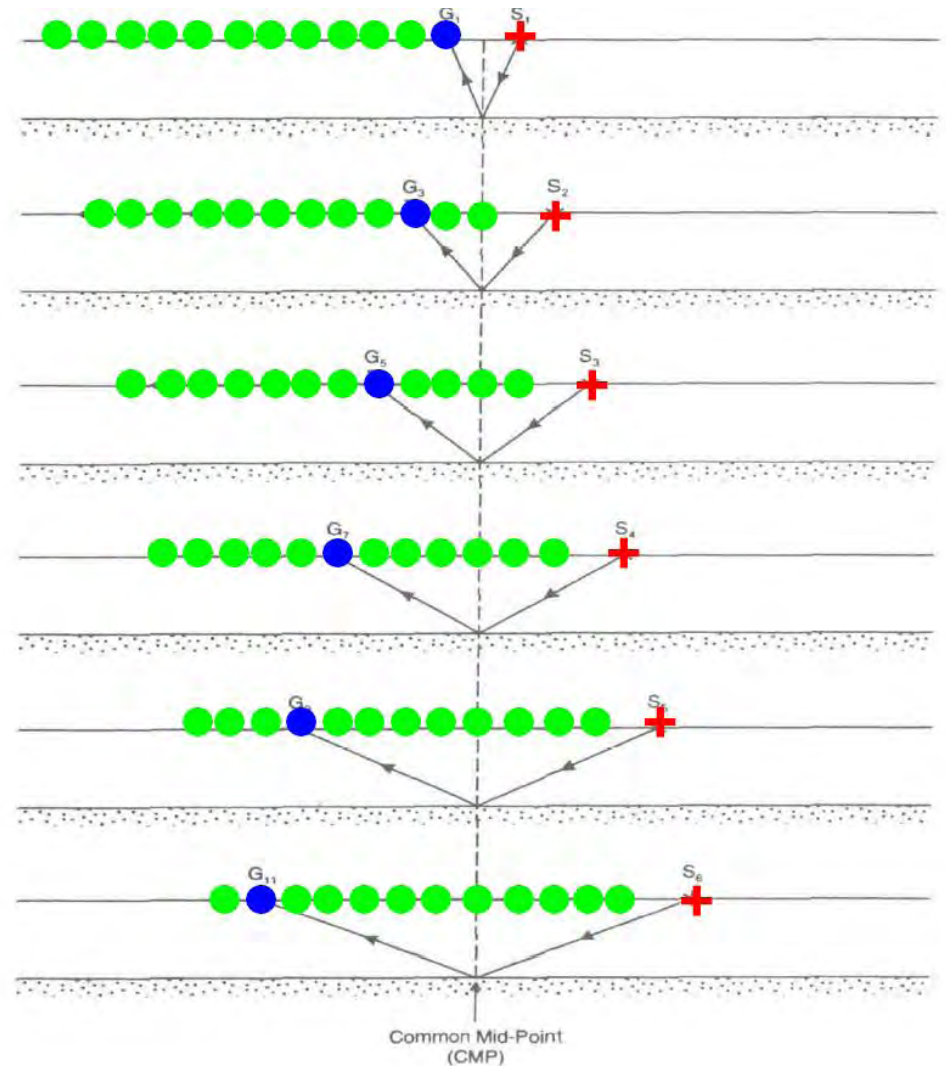
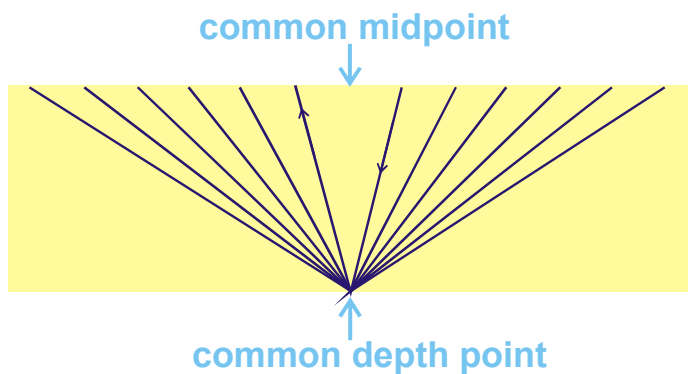
★ Font sísmica

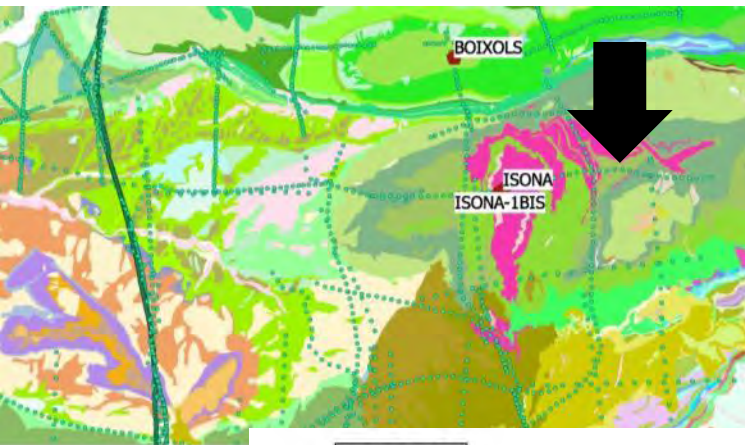
▽ Geòfon



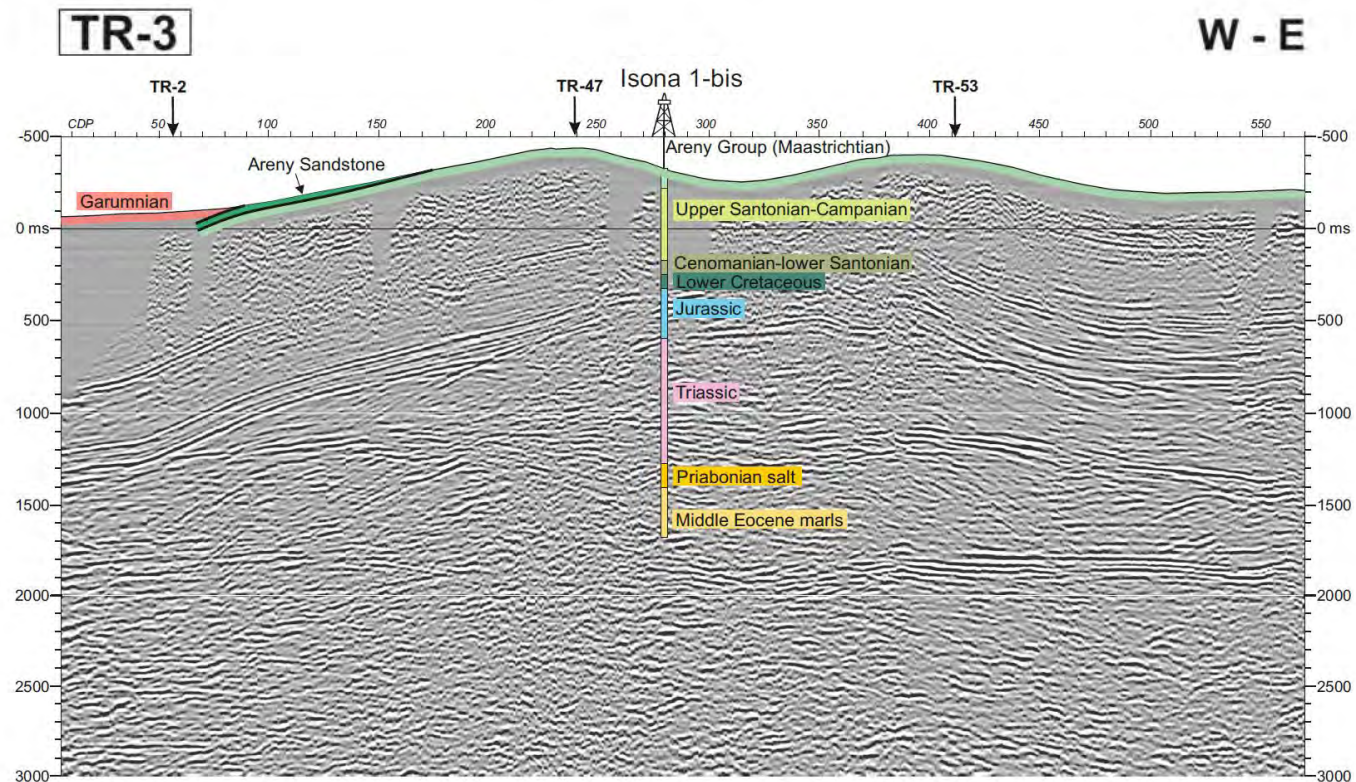
Mètodes sísmics de reflexió

CMP: Punt situat equidistant a la font i al geòfon. La reflexió observada en traces de diferents registres amb el mateix CMP procedeix del mateix punt del subsòl





Interpretació geològica de la imatge sísmica del subsol



Objectiu: Caracteritzar els materials perforats (formació) en un sondeig i/o el fluid present.

Aquesta caracterització es basa en diferents paràmetres físics

Resistivitat
elèctrica formació

Velocitat ones
sísmiques

Radiació gamma
natural

Temperatura i
conductivitat del
fluid

Caracterització física dels materials
Modelització del seu comportament

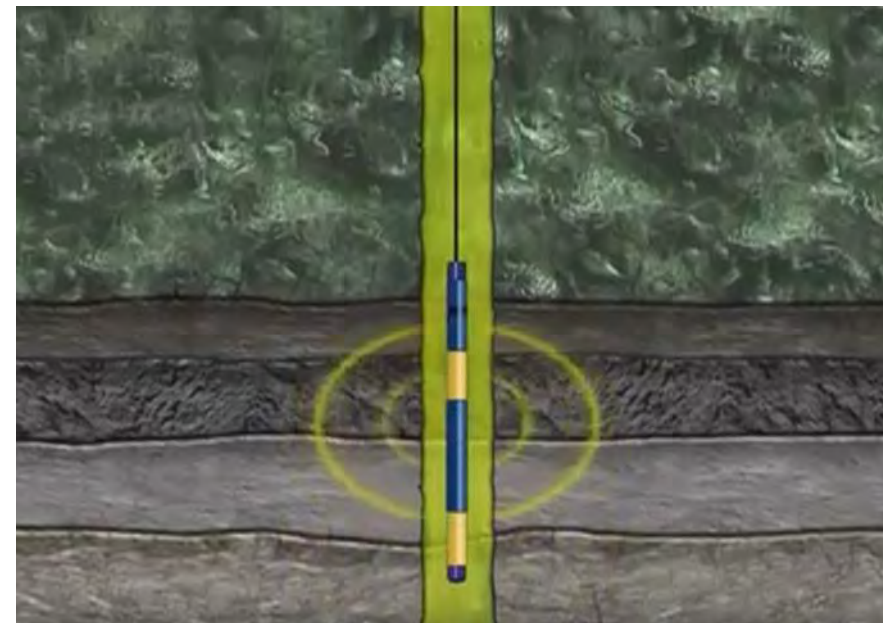
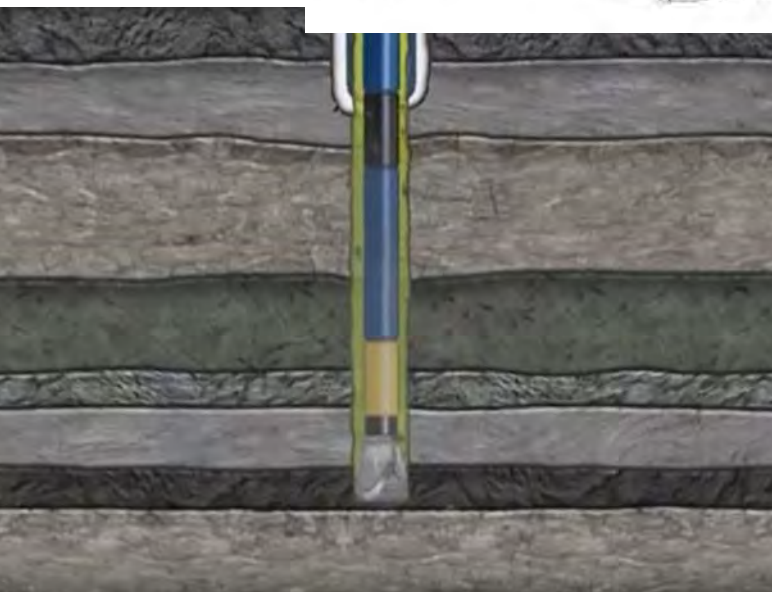
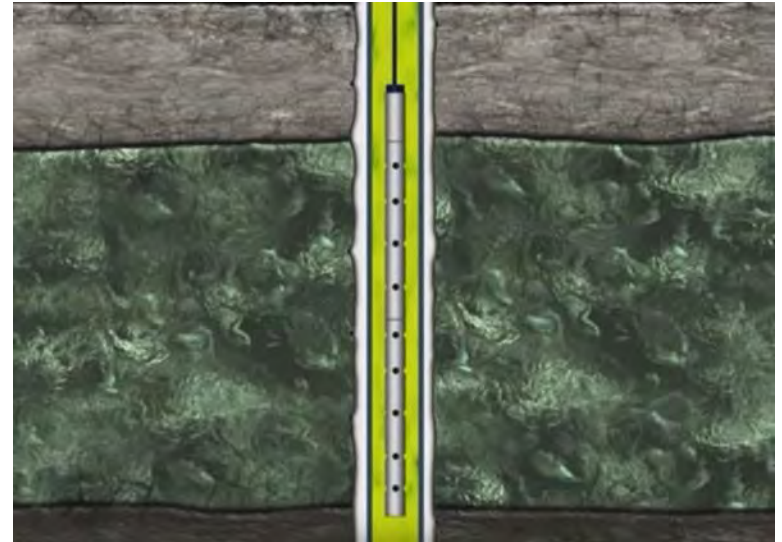
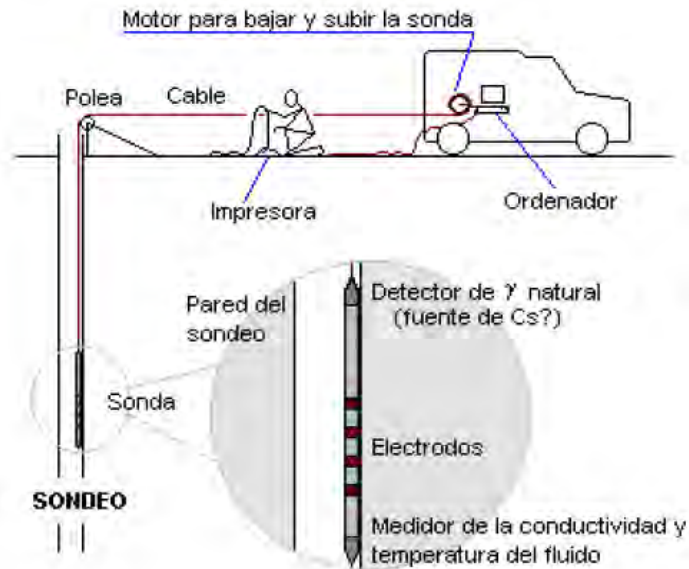
Qualitat del fluid o zones de transport i
Moviment d'aquest

Completar la testificació geològica
testimoni continu i a destroça

Correlacionar geològicament sondeigs
propers a partir de la variació de
paràmetres físics.

<https://www.youtube.com/watch?v=iXdq65xzsus>

2:20



2. Estudis sísmics i testificació geofísica al Pallars Jussà

AUXINI Departamento de Investigaciones Petrolíferas.

7731

GRAFICO FUNDAMENTAL

SONDEO ISONA I BIS

PERMISO TREMP-ISONA **09731**

PROVINCIA LERIDA

TITULAR I.N.I.

OPERADOR AUXINI, Departamento de Investigaciones Petrolíferas.

COORDENADAS LONGITUD 04° 50' 49" E. (MADRID) LATITUD 42° 07' 52" N.
01° 09' 33" E. (GREENWICH)

ALTITUD 1.050 m. NIVEL DE REFERENCIA KB 1.054 m.

PROFUNDIDAD FINAL 4.314 m.

COMENZADO 28-3-1975 ABANDONADO 30-9-1975

CONTRATISTA CIA. GENERAL DE SONDEOS. APARATO GARDNER DENVER 800 ESCALA 1/500

© COPYRIGHT
DIRECCION GENERAL DE LA ENERGIA
INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO

| | | | | |
|--------------|----------------------|----------------------------|--------------------------|---------------|
| E.N.P.A.S.A. | SAN CORNELI 1 | PERMISO LA GUARDIA DE ARES | | S.Ci-1 |
| | | TITULAR E.N.P.A.S.A. | OPERADOR E.N.P.A.S.A. | |

PROVINCIA : LERIDA
MUNICIPIO : ARAMUNT
PERIMETRO : LA GUADIA DE ARES

| COORDENADAS | | |
|--|----------------------------|---------------------------------------|
| LAMBERT | GEOGRAFICAS | |
| X 9 87.5 23 | 42° 12' 2.22" N. | COMIENZO DEL SONDEO : 11-11-71 |
| Y 854.372 | 4° 47' 47.34" E. of Madrid | COMIENZO DE LA PERFORACION : 11-11-71 |
| Zs : 668.37 m. | 668.37 m. | FIN DE LA PERFORACION : 11-5-72 |
| Zt : 673.37 m. | 673.37 m. | FIN DEL SONDEO : 16-5-72 |
| APARATO DE PERFORACION : NATIONAL 100 -SONPETROL | | PROFUNDIDAD FINAL : 2945 m. |
| NIVEL DE COMIENZO : SANTONENSE 2 | SONDISTA | SONDISTA |
| NIVEL DE PARADA : CONIACIENSE | SCHLUMBERGER | PROFUNDIDAD FINAL : 2947 m. |

ENTUBACION : Ø 13" 3/8 ZAPATA 249,10 m.
" Ø 9" 5/8 " 2.404 m

Puesto al día : 1-5-1972
Por : F. CASTILLO
S. GUTIERREZ

Escala : 1 / 500

Legenda

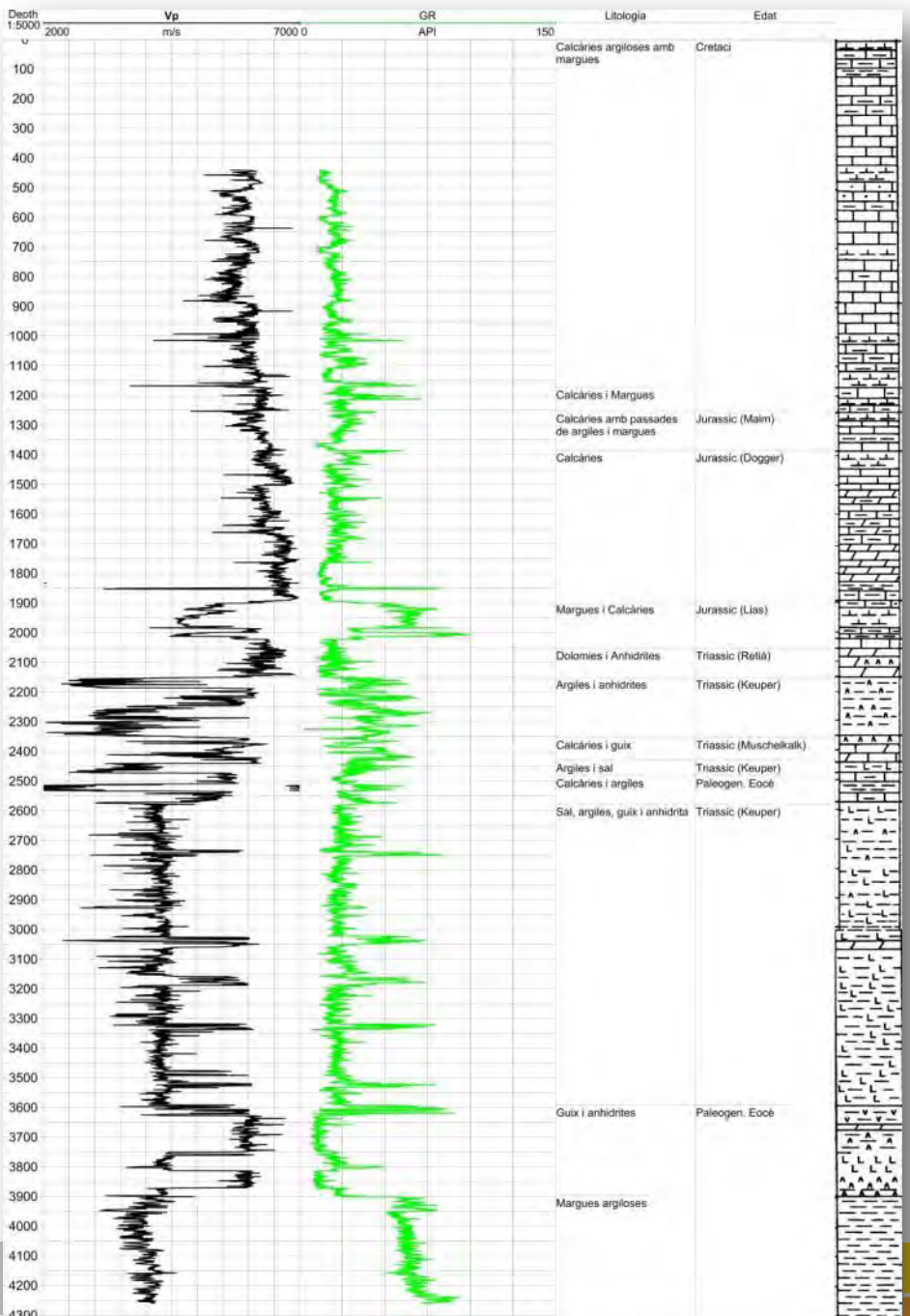
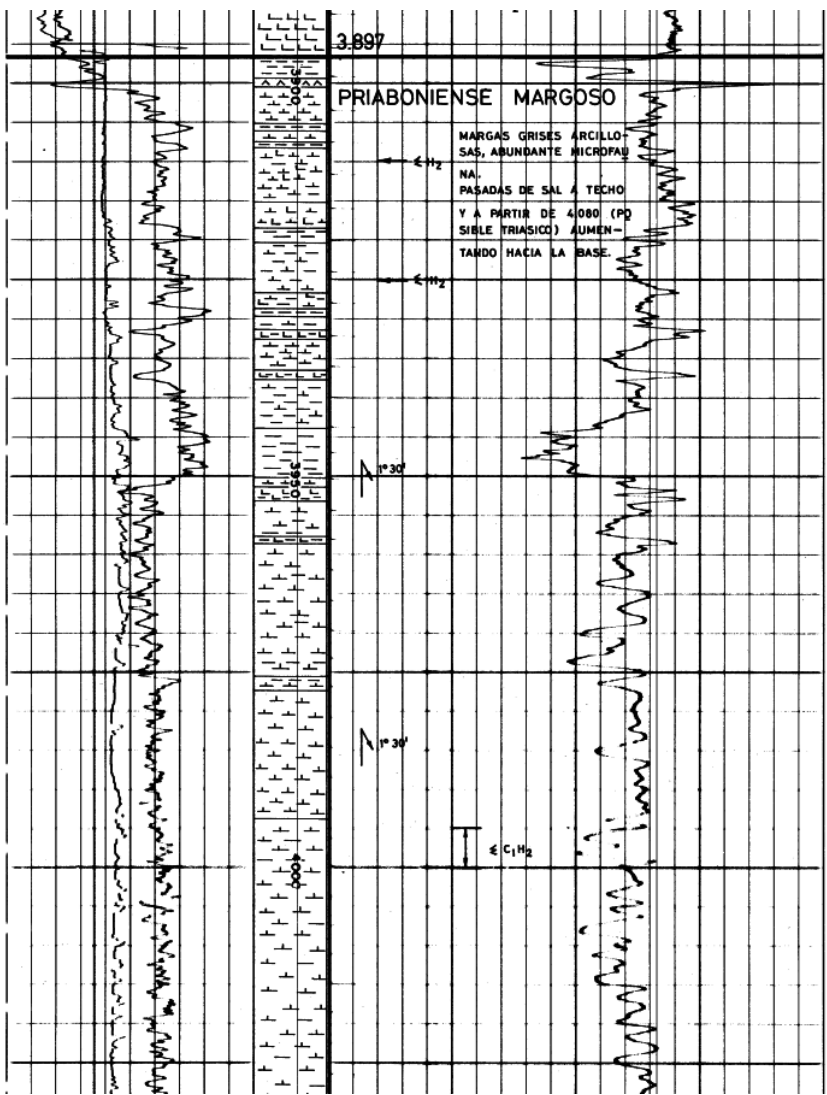
| | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> Arcilla Arenisca Conglomerado Margas Caliza Caliza arenosa Caliza arcillosa Caliza dolomítica Dolomia Yeso, anhidrita Sal Carbón Asfalto-bitumen Cuarzo, sílex | <ul style="list-style-type: none"> Testigo DST Reuperaciones y/o Indicios Seco Agua Petroleo Gas Entubaciones |
|---|---|

PLANO DE SITUACION
MAPA NACIONAL, HOJA Nº

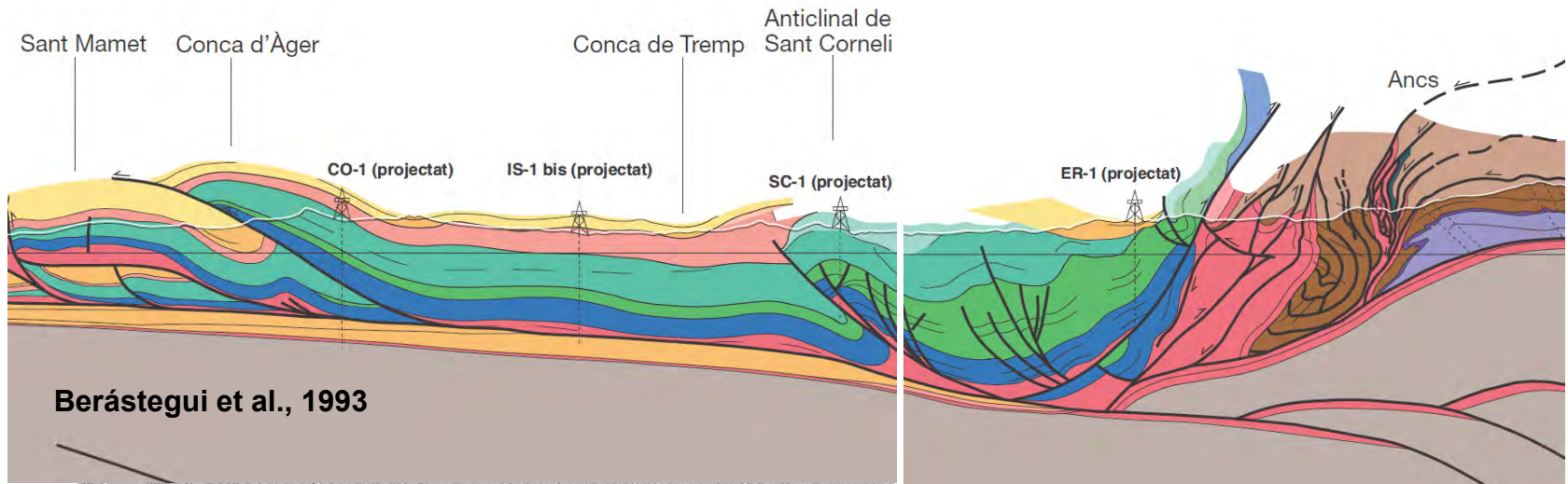
Escala 1/50.000

ENPASA SAN CORNELI - 1
PERMISO LA GUARDIA DE ARES
SCI-1

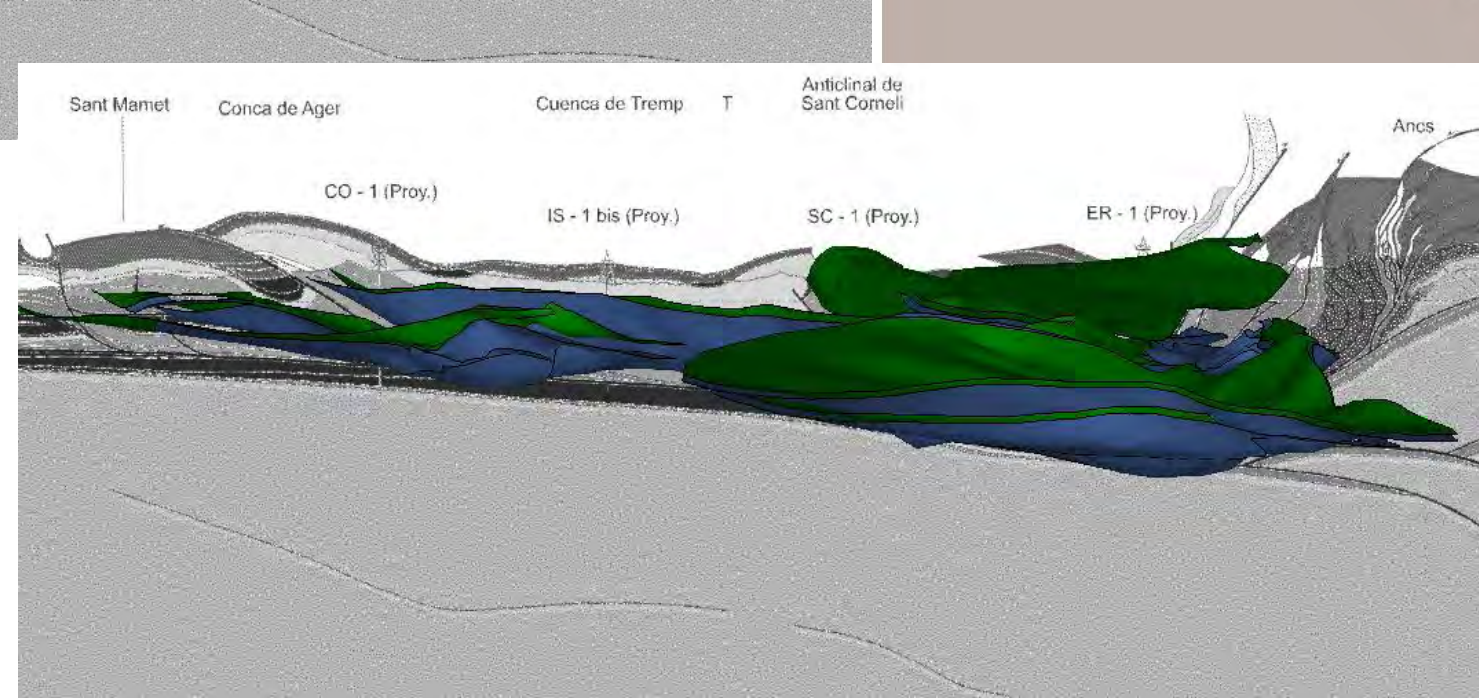
2. Estudis sísmics i testificació geofísica al Pallars Jussà

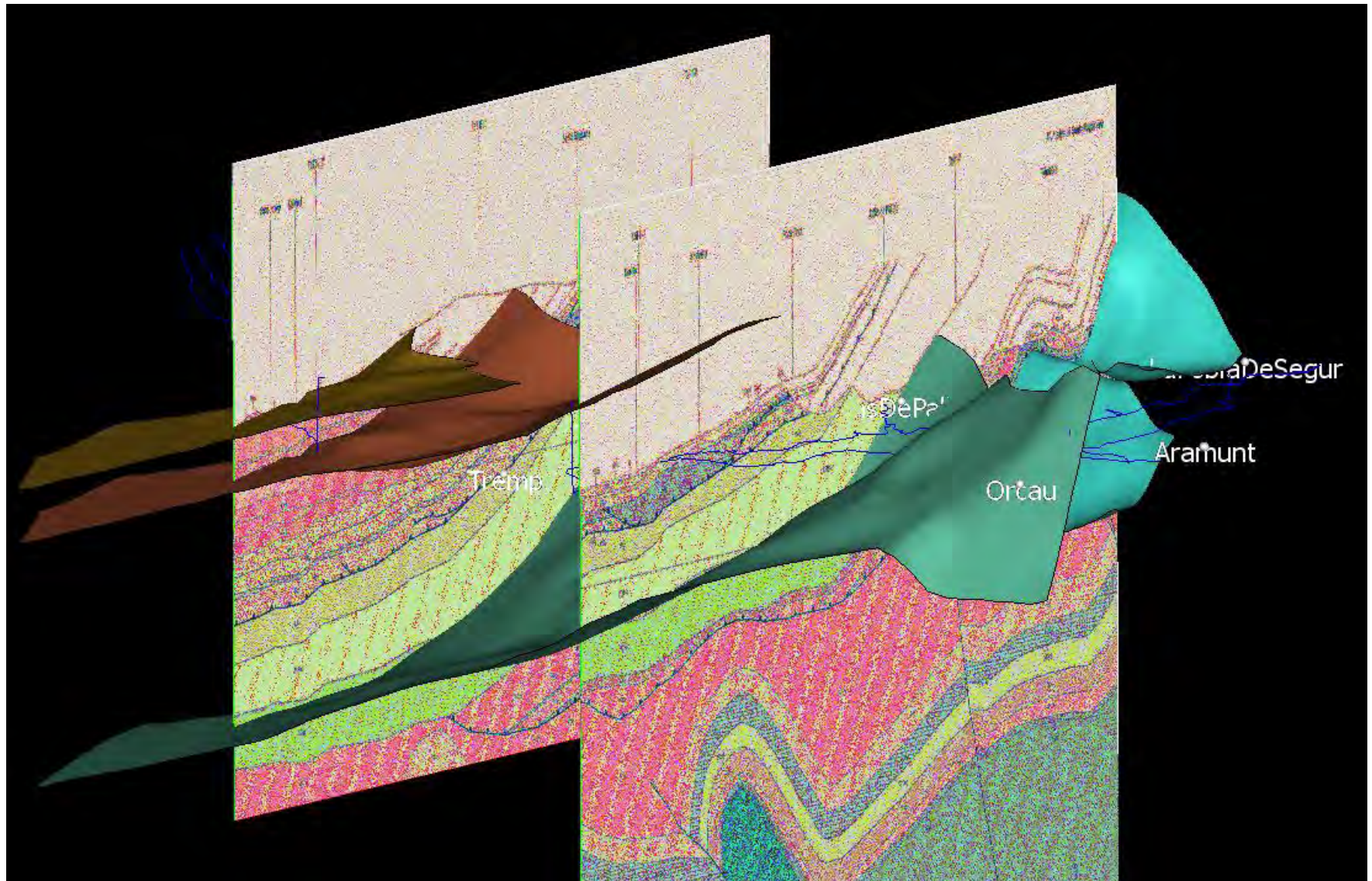


2. Estudis sísmics i testificació geofísica al Pallars Jussà



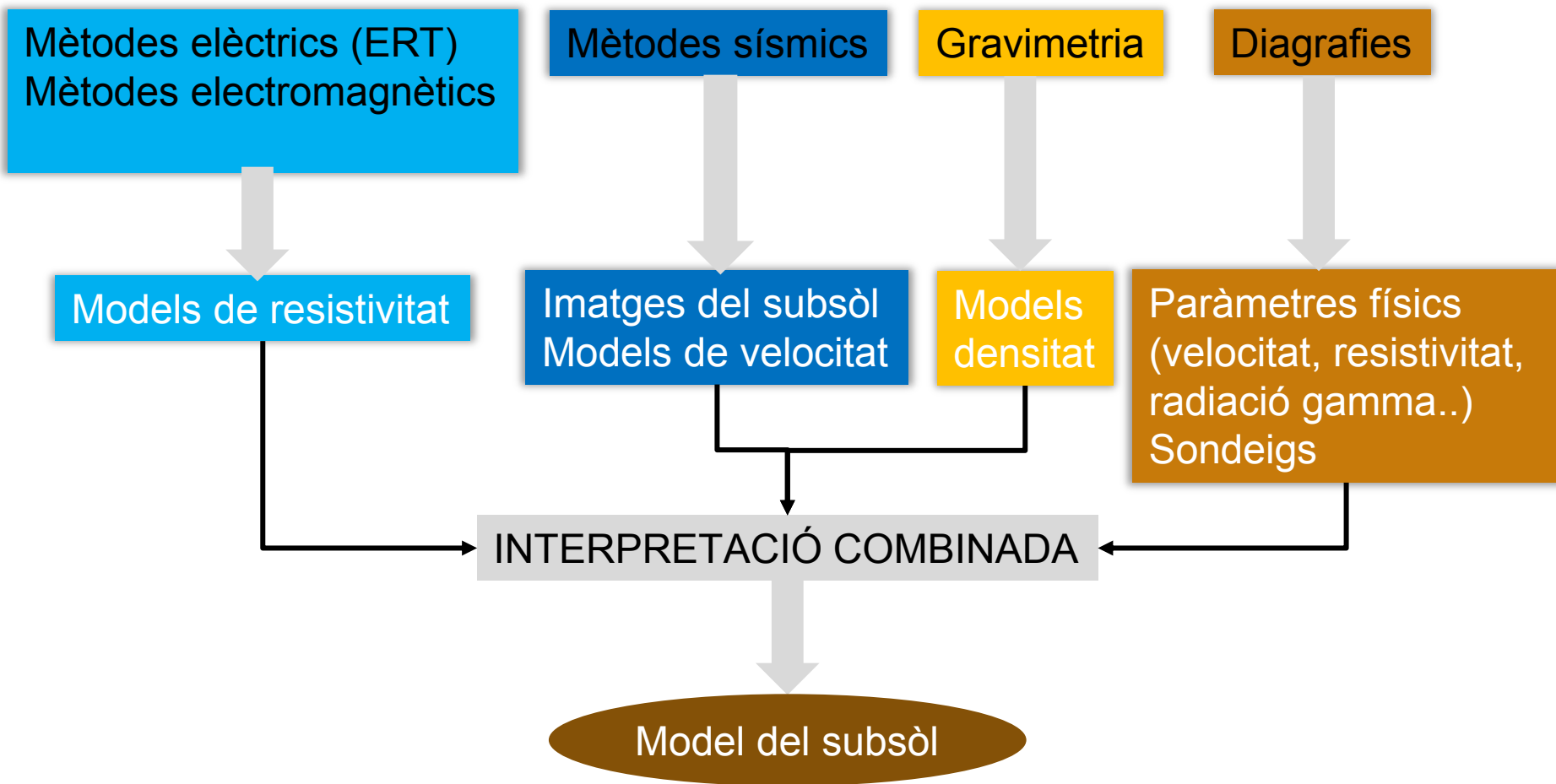
Berástegui et al., 1993



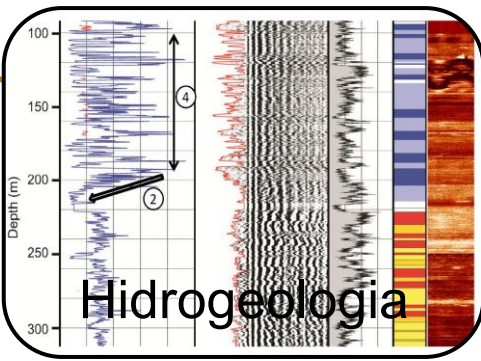
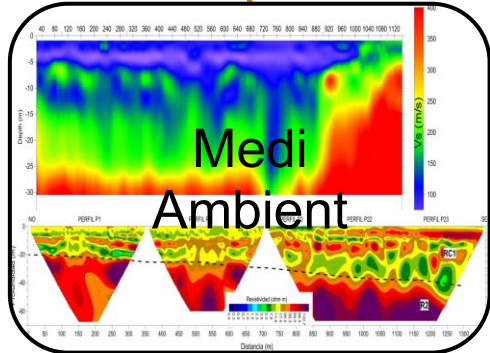
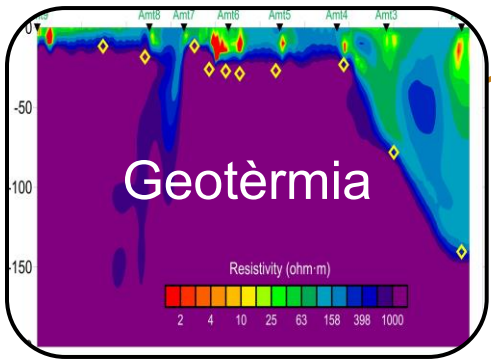
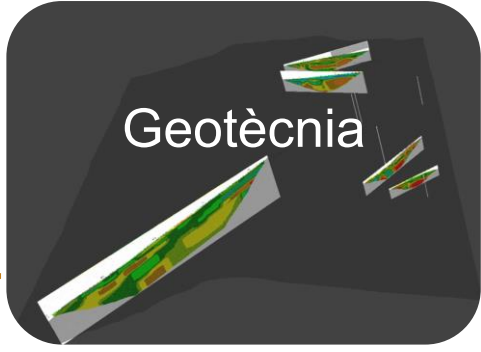
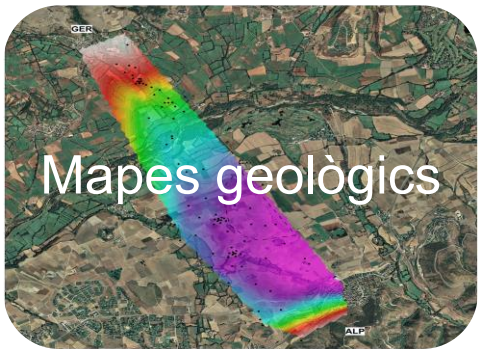
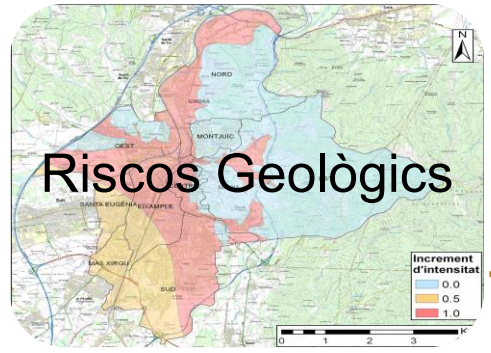


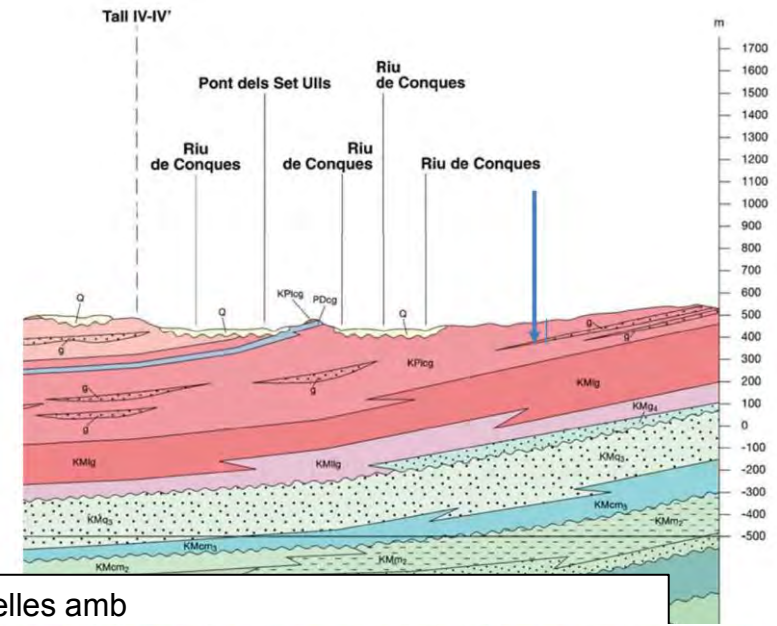
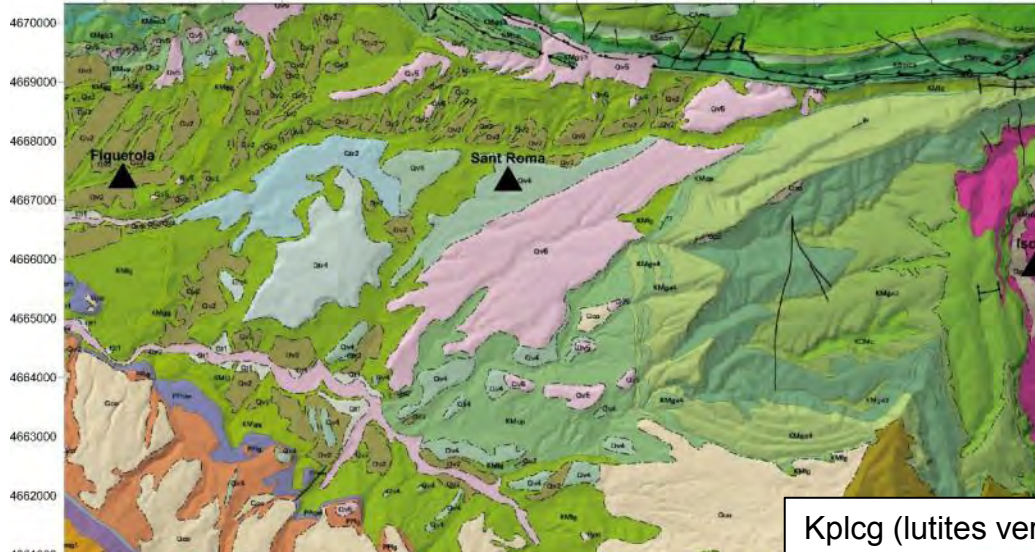
1. Geofísica aplicada
2. Estudis sísmics i testificació geofísica al Pallars Jussà
- 3. UTG-ICGC: Exemples d'estudis geofísics (Figuerola d'Orcau, Empordà)**
4. Conclusions

Paràmetres Físics – Mètodes geofísics



Aplicacions



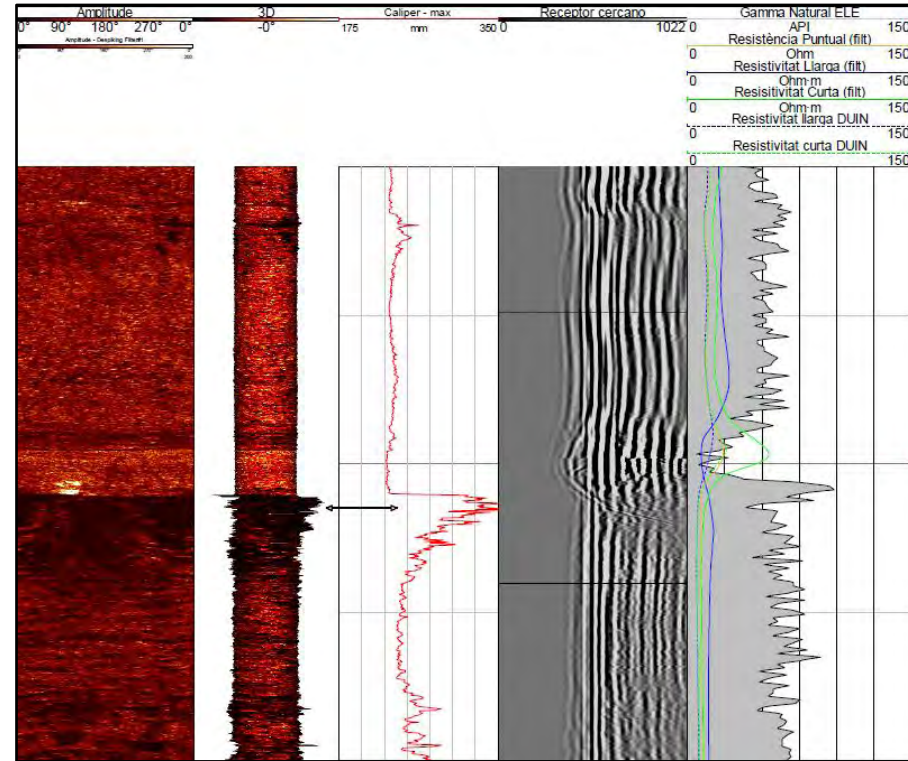
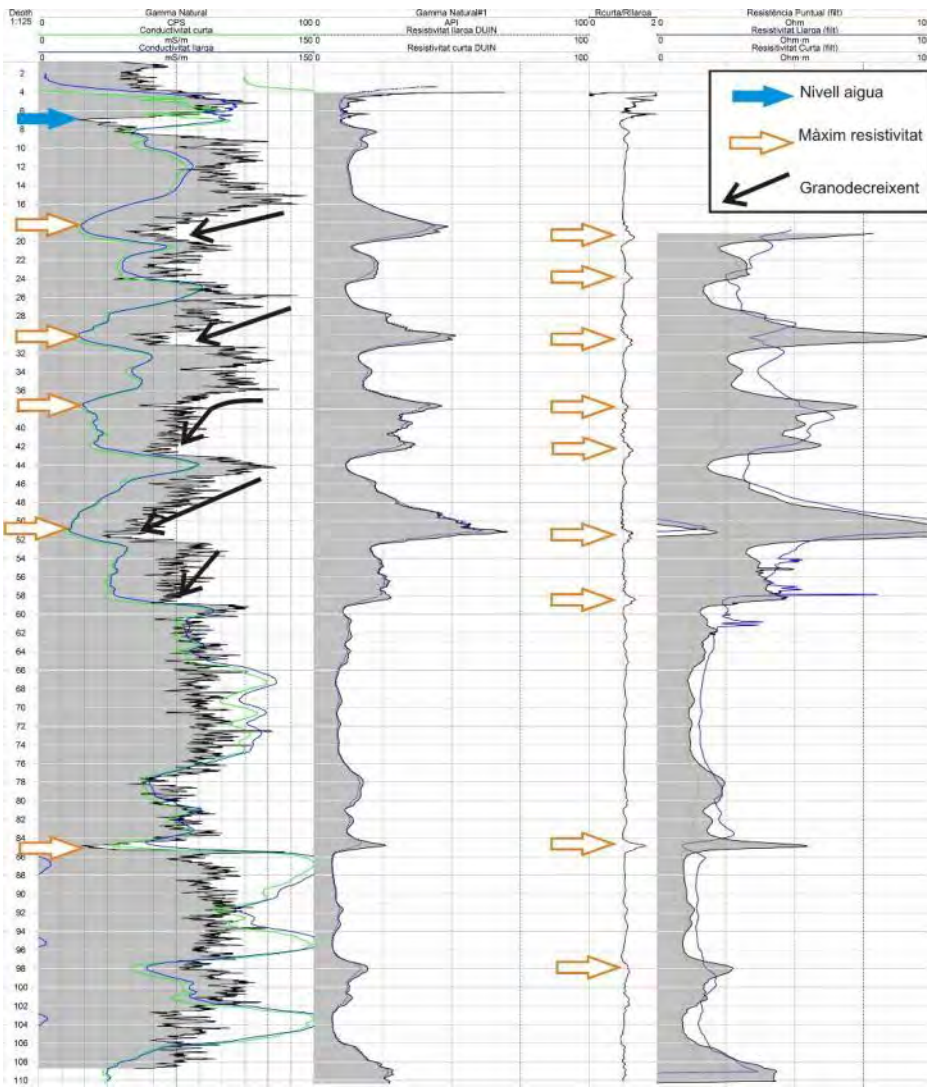


KPlcg (lutites vermelles amb



- Sonda d'inducció (conductivitats curta i llarga) i detecció de radiació gamma natural .
- Sonda sònica d'ona completa.
- Televiewer acústic.





Sonda del televiewer acústic. Aquesta sonda permet obtenir una imatge acústica de la paret del sondeig així com a estimar el diàmetre en 360 graus (funció caliper).

Objectius

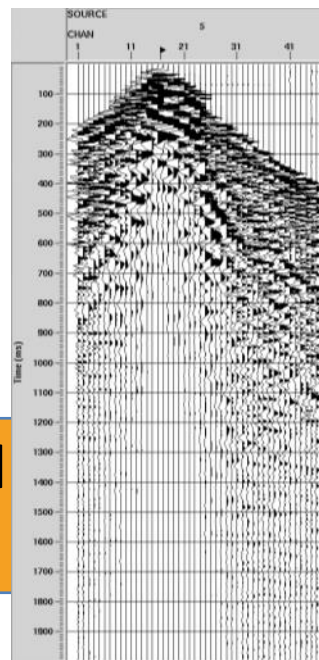
Imatge d'una conca Neògena

Contactes dins de la seqüència Neògena

Imatge de falles

Geometria de la base de la conca

Canvis laterals litològics del basament



Dades de camp proporcionades per CEPSA

Data adquisició: 1981

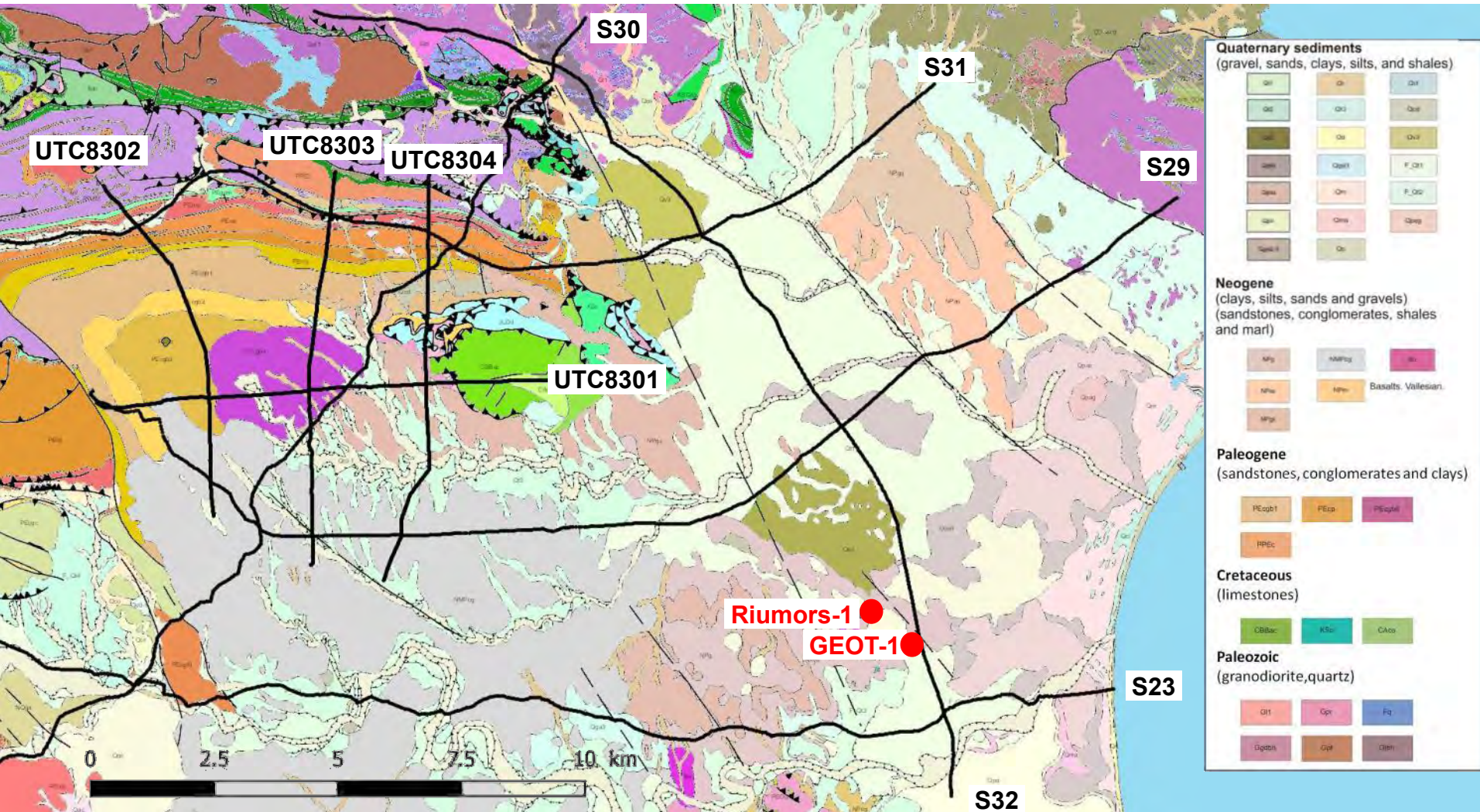
Nombre de geofons: 48

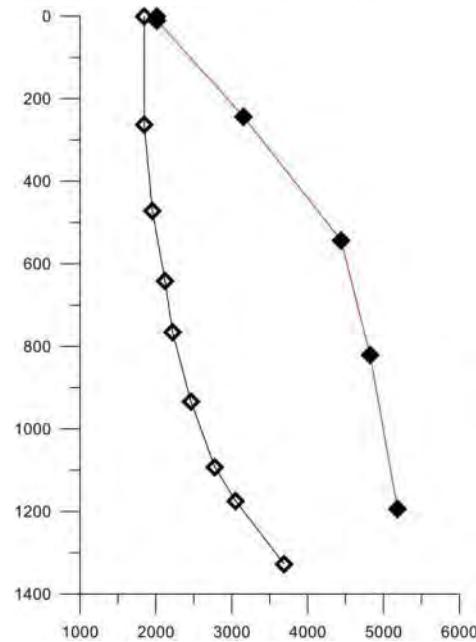
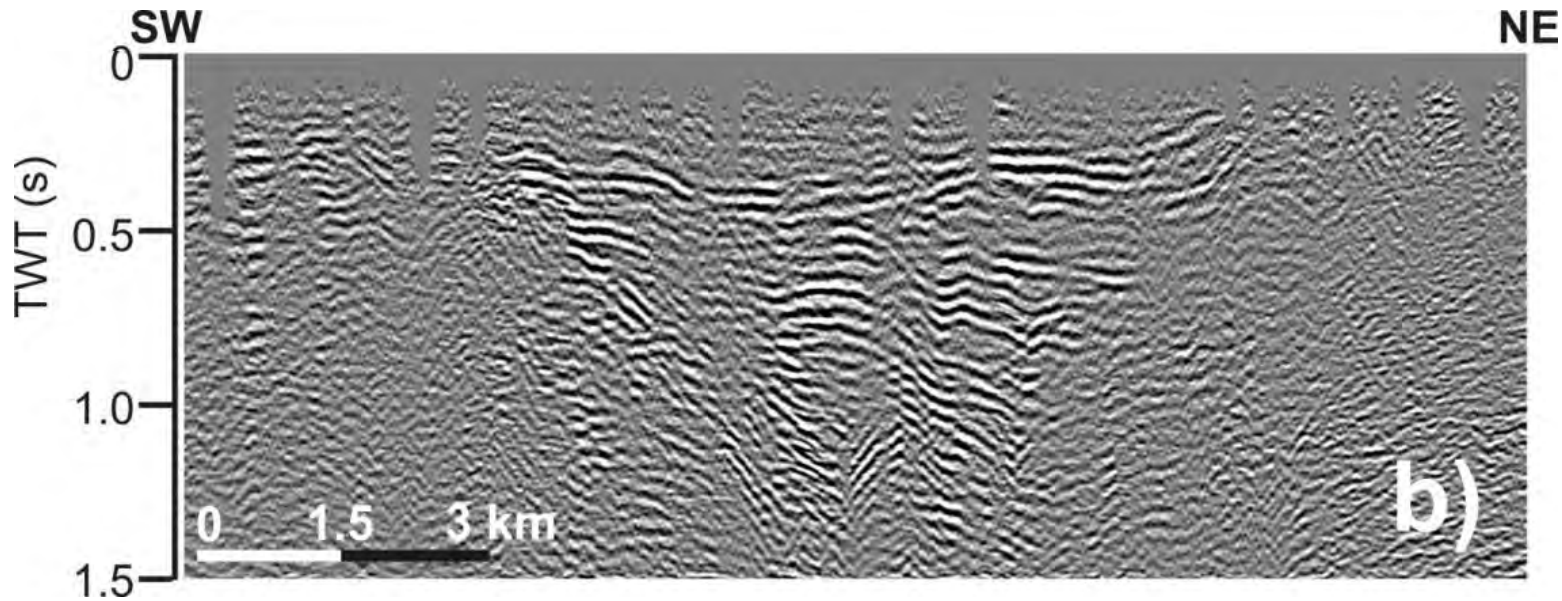
Font sísmica: dinamita

Distància entre shots: 120 m

Fondària del shot: 30 m

Distància entre geòfons: 60 m

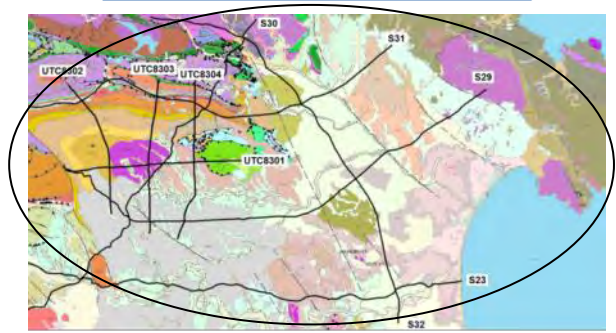




- a) Seismic stacked section provided by a processing company (courtesy of CEPESA)
- b) Stacked section resulting from reprocessing steps applied in this work

Reprocessat de les dades sísmiques

Models de velocitat
(Refracció)



Imatge de reflexió



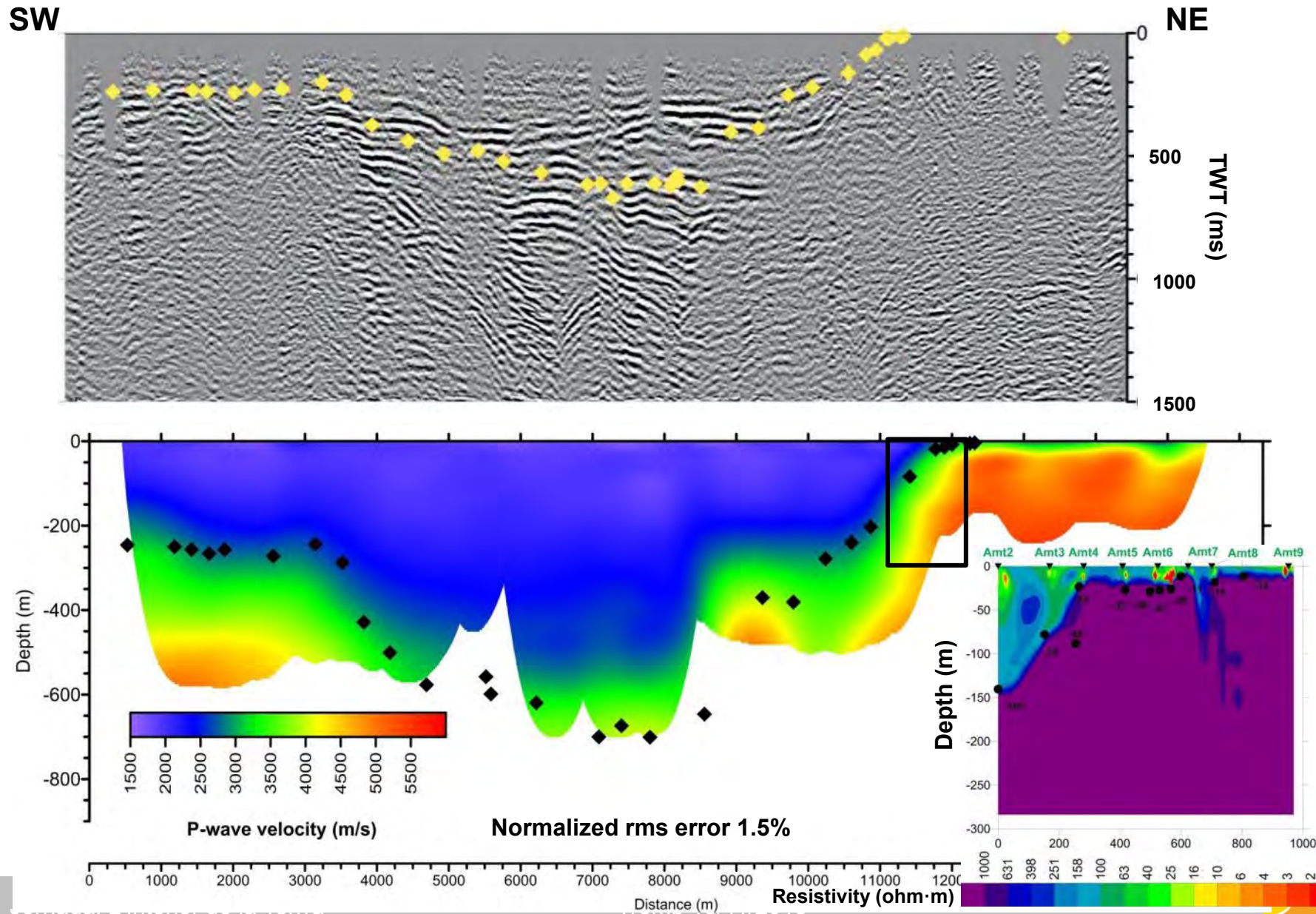
Noves dades

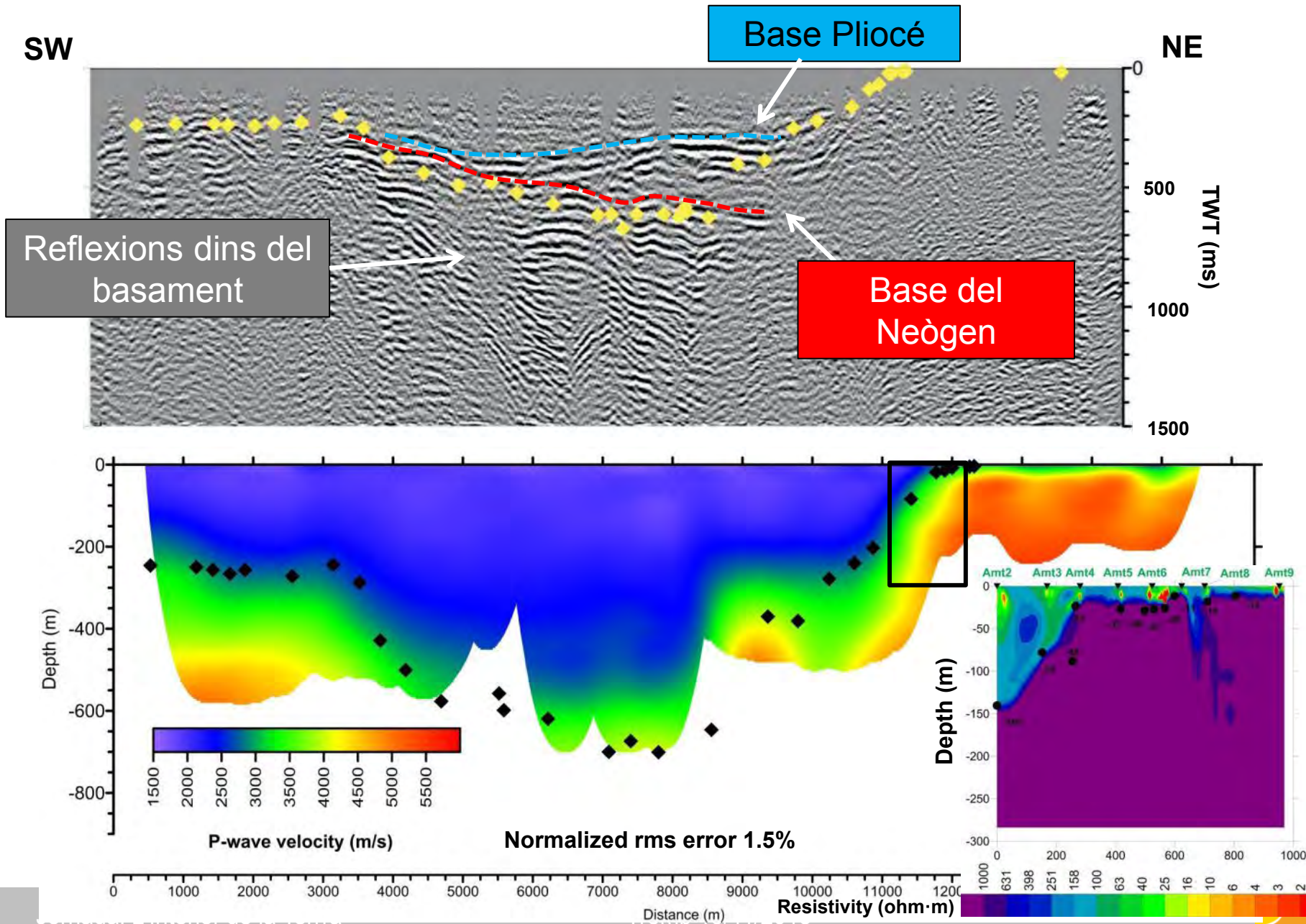
Model de resistivitat elèctrica
AMT

Dades de sísmica passiva



Perfil NE-SW (S29)





- **Mètodes geofísics són una eina imprescindible per a l'estudi del subsòl**
- **La recuperació-reprocessat de dades antigues (sísmiques-sondeigs) ajuden a elaborar models geològics proporcionant informació clau per obtenir imatges dels contactes geològics**
- **La integració de la informació obtinguda amb diferents mètodes geofísiques permet reduir les incerteses en l'etapa de interpretació geològica**

MOLTES GRÀCIES!

AGRAÏMENTS:

Esther Jiménez

Gonçal Rivas

**Institut Cartogràfic i Geològic
de Catalunya**

Parc de Montjuïc,
E-08038 Barcelona

41°22'12" N, 2°09'20" E (ETRS89)

www.icgc.cat

icgc@icgc.cat

twitter.com/ICGCat

facebook.com/ICGCat

Tel. (+34) 93 567 15 00

Fax (+34) 93 567 15 67

