

## **Appendice A**

# **Cenozoic seismic stratigraphy and tectonic evolution of the Gulf of Trieste (northern Adriatic)**

MARTINA BUSETTI<sup>1</sup>, VALENTINA VOLPI<sup>1</sup>, ERIKA BARISON<sup>2</sup>, MICHELA GIUSTINIANI<sup>1</sup>,  
MAURIZIO MARCHI<sup>1</sup>, RICCARDO RAMELLA<sup>1</sup>, NIGEL WARDELL<sup>1</sup>, CLAUDIO ZANOLLA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale, Borgo Grotta Gigante 42/c, 34010 Sgonico, Trieste, Italy - [mbusetti@inogs.it](mailto:mbusetti@inogs.it), [vvolpi@inogs.it](mailto:vvolpi@inogs.it), [mgiustiniani@inogs.it](mailto:mgiustiniani@inogs.it), [mmarchi@inogs.it](mailto:mmarchi@inogs.it), [rramella@inogs.it](mailto:rramella@inogs.it), [nwardell@inogs.it](mailto:nwardell@inogs.it), [czanolla@inogs.it](mailto:czanolla@inogs.it)*

<sup>2</sup>*Università degli Studi di Trieste, Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, Via Valerio, 10, 34127 Trieste, Italy - [ebarison@units.it](mailto:ebarison@units.it)*

## **Abstract**

The Friuli Plain - Gulf of Trieste area is the foreland of both the East/West Alpine and North-West/South-East External Dinaric chains, which present a flexure in correspondence of the Mesozoic carbonate Friuli Platform. The geological setting is quite well known on land, on the contrary is poorly investigated offshore. In June 2005, 150 km of multichannel seismic and gravity data have been acquired by R/V OGS Explora in the Gulf of Trieste together with 37 km of multichannel seismics from the inner to the external part of the Grado and Marano Lagoon. Seismo-stratigraphic analysis provides new insights into the Mesozoic carbonate Friuli Platform geological setting, in particular: a) the NW-SE orientation of the shelf margin; b) the presence, at the Friuli Platform margin, of carbonate highs of about 500 m and 350 m below sea level in the Gulf of Trieste, as a consequence of the southward shallowing trend of the shelf margin; c) the flexuring and gentle folding of the overall Friuli Platform that reaches depths of more than 1200 metres at the front of the Karst. Moreover, in the Flysch sequence, an anticline characterised by inverse faults, with a Dinaric orientation, is linked up to the NW-SE thrusts and folds of the Tinjan Structure presents on land where the Flysch outcrops. Even if the seismic profiles do not show evidence of significant thrusts in the carbonate sequence, it can be inferred that the Karst coastal front, up to 2-3 km offshore, constitutes the accommodation zone of the

Dinaric thrust system with about 1500 m of vertical displacement. The Friuli Platform flexure is testified also by indicative Bouguer gravity anomalies, with positive values in correspondence of the carbonate highs, and negative ones at the Dinaric thrusts front.

*4-5 Keywords:* Northern Adriatic, Friuli Platform, seismic stratigraphy, tectonic, Bouguer gravity anomalies.

## **Introduction**

Within the scientific community, the knowledge of the geological setting and the Meso-Cenozoic evolution of the Friuli Plain comes from geophysical data based mainly on exploration multichannel seismics (Amato et al., 1977; Pieri and Groppi 1981; Cati et al., 1987a and b; Casero et al., 1990; Fantoni et al., 2002 and 2003; Nicolich et al., 2004), and wells drilled by ENI (AGIP, 1972, 1977 and 1994). On the contrary, the deep geological features in the Gulf of Trieste are still poorly known, due to paucity of published seismic data, except for the CROP-18 seismic profile for deep crustal investigation (Scrocca et al., 2003; Fantoni et al., 2002 and 2003; Nicolich et al., 2004; Finetti and Del Ben, 2005),

Of particular interest, in the Gulf of Trieste, are the settings of the Mesozoic carbonate platform (and the overlying Flysch sequence) and the presence of the Dinaric structures, both features that are well known on land. The presence of Dinaric features in the area is still hypothesised on the basis of the surrounding onshore geology rather than determined by geophysical data, for example the NW-SE Palmanova Line that was thought to cross the eastern part of Gulf of Trieste (Cavallin et al., 1978; Carulli et al., 1980; Carobene and Carulli, 1981).

The Direzione Centrale Ambiente e Lavori Pubblici – Servizio Geologico of the Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia commissioned a study to evaluate the geothermal resources present at the shelf margin of the carbonate platform in the area between Lignano and Grado. The study involved the Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale (DICA), as project leader, the Dipartimento di Scienze Geologiche e Ambientali (DiSGAM) of University of Trieste and the Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale (OGS). Within this project, OGS acquired about 150 km of multichannel seismic profiles in the Gulf of Trieste and 37 km of multichannel high-resolution seismic profiles in the Lagoon of Grado and

Marano (Fig. 1). The purpose of the seismic survey was the identification of the top of the carbonates, and the highs located at the shelf margin where the geothermal resources should be located. Analysing the available dataset, some new insights in the Cenozoic stratigraphy and tectonic evolution of the Gulf of Trieste were derived.

## Geological setting

The *Dolomia Principale* wide platform of Triassic age, during the Jurassic, as consequence of the extensional phase, developed in different paleogeographic units as the Friuli Platform, the Belluno Basin (Cati et al., 1987b) and the Adriatic Carbonate Platform (Tišljär et al., 1998) (Fig.2).

The carbonate Friuli Platform grew during the Middle Jurassic - Lower Cretaceous; the subsidence of the area induced the continuation of shallow water conditions, providing 1200-1500 m of aggradational deposition above the surrounding basin (Fantoni et al., 2002 and 2003; Picotti et al., 2003). This evolution is testified by the Cesarolo 1 well that recovered 2660 m of Jurassic limestones, mainly from lagoon (*Calcari Grigi* and *Cellina Limestone*) and reef environments (*Ellipsactinie Limestone*), and 833 m of Cretaceous limestone, the bioclastic shelf margin *San Donà Limestone* and the well stratified lagoonal *Cellina Limestone*. The Cavanella 1 well recovered the stratified *Monte Cavallo Limestone* (Cenomanian-Campanian) of shelf margin facies, stratigraphically overlying the *Cellina Limestone* (Fig. 3). The paleoshelf margin of the Friuli Platform, at present, is approximately located between the Friuli and Venetian plains, and is characterised by NW-SE and NE-SW trends with a saw-toothed shape (Cati et al., 1987b; Nicolich et al., 2004).

In the basin area, westward of the Friuli Platform, deep-sea carbonate facies of the Belluno Basin deposited in the Jurassic - Cretaceous (Cati et al., 1987b; Casero et al., 1990), overlain by the marly limestone *Scaglia Alpina* (Aptian – Early Eocene), indicates the beginning of terrigenous sedimentation. Successively the *Gallare Marls* filled the basin in the Eocene, as documented by the Amanda 1 bis well (Fig. 3).

The Adriatic Carbonate Platform developed from Middle Jurassic to Eocene, extending with a NW-SE trend for 700 km (Tišljär et al., 1998). The present Istria Peninsula, representing the northern part of the Adriatic Carbonate Platform, is constituted by shallow water environment carbonate distinguished in four megasequences of different ages, Bathonian – Early Kimmeridgian, Late Tithonian – Late Aptian, Late Albian - Early Campanian and Paleocene – Eocene, that have

experienced subaerial conditions at the end of the deposition of each of them (Velić et al., 2000; Velić et al., 2002, Vlahović et al., 2005).

Both in the Friuli and the Adriatic Carbonate Platform, the occurrence of intra-platform basins was hypothesised: the Friuli Basin, with a Dinaric elongation, subdividing the Friuli Platform in North-Eastern and South-Western parts (Fig. 2), on the basis of seismic profiles (Cati et al., 1987b; Casero et al. 1990); the Epiadriatic Basin, separating the Adriatic and Dinaric Platforms, now buried below the Karst Dinaric thrusts (Herak 1986, 1987, 1991, 1993; Cati et al., 1987b; Vlahović et al. 2002). Recently this hypothesis has been challenged as no basin and shelf margin facies have been found in outcrops or recovered from wells (Buser 1989; Velić et al., 1989, Gušić and Jelaska., 1993; Grandić et al., 1997; Pamić et al., 1998; Vlahović et al., 2002; Placer, 2002).

Consequent to the geodynamic events of Dinaric (Late Cretaceous - Paleogene) and Alpine (Oligocene - Miocene) compressional phases, two foredeeps developed, deforming the Mesozoic carbonate platform: the Dinaric foredeep, in the eastern area filled by the turbidites of the Flysch (Eocene) formation, and the Alpine foredeep, in the north-western part, filled by the Molassa (Late Miocene).

The tectonic flexure induced by the building of the south-vergent belt of the eastern Southern Alps, provided the tilting of the Friuli Platform; at present, in the Grado-Lignano coastal area, the shelf margin of the carbonate platform rises to about 800 m depth b.s.l., and down to over 3500 m b.s.l., towards the North/North-West, at the front of the Alpine thrusts (Nicolich et al., 2004). The CROP M-18 seismic profile reveals that offshore, in the central part of the Gulf of Trieste, the carbonate platform is dipping eastward and covered by the Flysch sequence (Scrocca et al., 2003; Fantoni et al., 2003).

During the Messinian, the marine regression induced the subaerial exposure of the area favouring erosional processes and was followed by the marine transgression with deposition of Pliocene marine sediments (Fantoni et al., 2002).

Dinaric features are present onland: in the Karst anticline, in the Istria as the Buzet thrust (Placer et al., 2004) and in the Friuli Plain with buried thrusts, such as the Palmanova Line, which is thought to continue offshore (Cavallin et al., 1978; Carulli et al., 1980; Carobene and Carulli, 1981) as the Trieste - Golfo di Panzano Fault (Zanferrari et al., 1982).

## **Data used**

Multichannel seismic (MCS) profiles were acquired in the Gulf of Trieste (Fig. 1):

- 150 km of MCS profiles acquired by R/V OGS Explora in June 2005 (Tab.1);
- 37 km of MCS profiles acquired from inner part to external part of the Lagoon of Grado e Marano in May 2005, (Tab.2)

The closest exploration wells, Cavanella 1 and Cesarolo 1 on land, and Amanda 1 bis offshore (AGIP 1972, 1977 and 1994) (Fig. 3), together with published oil exploration seismic profiles (Amato et al. 1977; Casero et al., 1990) and the deep crustal seismic profile CROP M-18 (Scrocca et al., 2003; Fantoni et al., 2003; Finetti and Del Ben, 2005) were used for calibrating the seismic horizons.

The Bouguer gravity anomaly has been calculated for the Gulf of Trieste and the surrounding Italian coastal area using the OGS gravity dataset, consisting of 3833 stations. The offshore gravity dataset consisted of 1656 measurements acquired during seismic surveys in June 2005, with a Bodenseewerk KSS 31 gravimeter placed at the center of gravity of the R/V OGS Explora, and 32 measurements acquired by AGIP using a sea-floor gravimeter. These data have been merged with on land gravity data consisting of 2145 stations, with density of about 1 station / km<sup>2</sup>, acquired by AGIP, OGS and the University of Trieste (Zanolla et al., 2006).

The Bouguer gravimetric anomalies have been calculated with 2,67 g/cm<sup>3</sup> density reduction and topographic correction distance up to 167 km from the station. The map was created using the Gauss-Boaga projection and the Roma40 datum.

## **Seismic interpretation**

The interpreted seismic horizons define the main seismo-stratigraphic sequences and unconformities.

### *1) Carbonate sequence*

Presents different acoustic facies according to the different depositional paleoenvironments:

a) in the eastern part, the horizon is well defined and continuous, with high amplitude and low frequency, being at the top of several parallel horizons with the same acoustic characteristics. The top of the limestone has the maximum depth at the eastern side, with ~800 ms b.s.l., corresponding to ~1100 m converted using the interval velocities of the overlying formations, and rises gradually westward to the margin of the platform with a gentle undulated morphology.

b) the horizon at the margin of the platform is less continuous with lower amplitude and higher frequency than the eastern part and with an irregular morphology (Figs. 4 and 6). The shelf margin is less than 450 ms deep, corresponding to 350 m, hence constituting a high of the carbonate platform. From the stratigraphy of the Cesarolo 1 and Cavanella 1 wells, located on land at the platform margin, above the limestones lies the terrigenous-carbonatic platform deposit of the *Cavanella* (Chattian - Langhian) (Fig. 3). In the seismic profiles, the *Cavanella*, with about 100 ms of thickness, is overlying by marine Pliocene sediments, resulting in a high impedance contrast between the two, and producing a highly reflective horizon at the top of the *Cavanella* and internal multiples below it. Moreover, the *Cavanella* is underlined by platform deposits, which give rise to a low acoustic impedance contrast due the similar carbonatic nature of the two. The resulting reflector, representing the top of the Mesozoic carbonate, is characterised by low amplitude. The acoustic response of the terrigenous-carbonatic sequences obscures the signal of the top of the carbonate platform that appears weak and discontinuous.

In the talus, from 400 to 1000 ms depth, there are oblique horizons with high frequency and faintly continuous reflections, representing the progradation of sediment coming from the shelf margin, usually consisting of debris and coarse carbonate turbidites in the upper talus and fine carbonate turbidites in the lower talus.

c) to the west, in the deep basin, the seismic sequence has low frequency and often is discontinuous, nevertheless the characteristic signature permits the trend of the top of the carbonatic sequence to be identified.

The Isobath Map of the Top of the Carbonates has been produced for the Gulf of Trieste and merged with the one existing on land by Nicolich et al., (2004). The depth of the carbonates has been calculated by the conversion to depth of the two-way travel times from the seismic profiles, using a velocity field obtained by integrating mean and interval velocities of every formation till the Top of Carbonates, deriving from well information and from CROP M-18 seismic profile.

## 2) *Scaglia Alpina*

*Scaglia Alpina* (Paleocene- Early Eocene) overlies the deep sea carbonate in the basin and onlaps the lower talus. It is characterised by a low frequency horizon in the talus, and less distinct horizon toward the basin. The maximum thickness, from the seismic data, is about 200 ms in the talus.

## 3) *Flysch*

The Eocene *Flysch* terrigenous sediment is present above the carbonate platform. Two different seismic responses can be distinguished within the *Flysch*: the lower

part, characterised by low frequency discontinuous horizons and the upper part, where the horizons are well stratified and continuous. The entire sequence onlaps the underlying carbonate, with an overall wedge shape geometry; its maximum thickness is of 700 ms (about 1000 m) eastward, tapering westward and closing in correspondence of the shelf margin carbonate high. Tectonic deformation produced generally a gentle folding and faulting of the sequence and in particular a faulted anticline, about 3 km wide, and 100 m higher with respect to the Pliocene unconformity at the top of the Flysch. The anticline is characterised by inverse faults on both sides with about 20 m of vertical displacement, and an overall North-West/South–East trend (Figs. 5 and 6).

#### 4) *Gallare Marls*

The Gallare Marls (Middle-Late Eocene) are deposited above the Scaglia Alpina and onlap the platform slope. The thickness of the sequence is up to 800 ms (corresponding to about 1500 m) with low frequency in the lower part, and higher frequency and more continuity in the upper part, with a deepening trend westward.

#### 5) *Messinian erosion surface*

It is present westward of the carbonatic platform margin at the top of the Gallare Marls. The Messinian unconformity has typical erosive features and morphologies such as channels, up to 3000-4000 m wide and 250 m deep. The surface was formed during the Messinian regression that caused the subaerial exposure and consequently erosion with the development of a fluvial drainage system (Fig. 7).

#### 6) *Pliocene deposit and erosion surface*

The unconformity is characterised by erosion of the underlying sediment and onlap of the sediment above. The underlying sediments vary at the different locations; a) Pliocene marine sediments were deposited in the western part during the marine transgression after the Messinian regression; b) Eocene *Flysch* terrigenous sediments in the eastern part.

The onlapping sediments above the Pliocene erosion surface are characterised by high frequency, variable amplitude, parallel and discontinuous horizons. The sequence has the maximum thickness of 600 ms to the west, whilst it reaches its minimum of 100-200 ms to the East. It reflects the depth of the Pliocene unconformity, deeper westward and shallower eastward. The Amanda 1 bis well, recovered 427 m of *Sabbie di Eraclea* and *Argille del Santerno* (Early Pliocene), followed by 771 m of *Sabbie di Asti* (Pleistocene), while in the Cesarolo 1 well the



same Pleistocene formations have 381 m of thickness overlying the *Dolo* (Pleistocene) and *Paese* (Pliocene) Formations. Both formations consist of sand and clay, with 25 and 23 m of thickness respectively (Fig. 3).

## Discussion

The carbonate platform in the Gulf of Trieste belongs to the Friuli Platform, buried below the Veneto and Friuli Plains, and it is flexured eastward due to the Dinaric orogeny, with maximum depth in front of the coastal area to the East, and minimum depth at the shelf margin.

The Isobath Map of the Top of the Carbonates shows, at the shelf margin, a shallowing trend from NW to SE: starting from the Cesarolo High, about 800 m deep, it reaches depths of less than 500 m in the northern Gulf of Trieste. In the map it is clearly visible a positive structure, elongated parallel to the shelf margin. Further South-East, in the central part of the Gulf, the top of the carbonates rises up reaching depth of 350 m. The trend suggests the presence of an NW-SE feature that connects the Cesarolo High to the Savudrija Rtič (Croatia) limestones outcrops (Fig. 9).

The stratigraphic information of the Cesarolo 1 and Cavanella 1 wells, both located at the shelf margin of the Friuli Platform, indicate the presence of Lower Cretaceous *Cellina Limestone* and Upper Cretaceous *Monte Cavallo Limestone*, respectively (Fig. 3). The carbonate outcrops in the north-western part of Istria (Croatia) consist of an Upper Albian – Lower Campanian megasequence (Velić et al., 2000; Velić et al., 2002, Vlahović et al., 2005). Hence, it can be inferred that similar shallow water carbonate lithologies of Cretaceous age constitute the Friuli Platform margin in the Gulf of Trieste (Fig. 9).

The shelf margin has mainly the NW-SE trend, with minor indentation southward with NE-SW orientation (Fig. 9). The NW-SE trend, in agreement with what suggested by Cati et al., (1987b), represents one of the saw-toothed NW-SE and NE-SW trends present on land. The minor indentations in the central part of the gulf, with NW-SE and NE-SW trends, indicate the continuation of the carbonate margin southward and are probably linked to the Savudrija High as suggested by the shape of the carbonate isobaths that mimic the Savudrija Rtič profile.

The carbonate shelf margin highs distinguished two areas with different depositional history from the Paleocene to the Miocene. In the eastern part, above the limestone the Flysch filled the Dinaric foredeep during the Dinaric orogenic phase. The Flysch thickness decreases westward closing in correspondence of the

carbonate shelf margin high. Instead, at the same time in the western part, beyond the platform margin, were deposited the *Scaglia Alpina* (Paleocene - Early Eocene) and successively the *Gallare Marls* (Middle and Late Eocene), both of which are deep water facies. The Messinian unconformity (Late Miocene) is preserved only in the western part with evidences of erosion and the development of drainage systems. The eastern part, where the Flysch is present, according to Dondi and D'Andrea, (1986), and Massari et al., (1986), was in subaerial condition from the Messinian to the Upper Pliocene. Hence the surface between the Flysch and the overlying onlapping Pliocene-Pleistocene sediments merges at the Messinian and Pliocene unconformities. The resolution of the seismic profiles does not provide evidence of the lateral passage between the Flysch and the Pliocene sediment that should occur approximately above the highs of the carbonate shelf margin.

In the Eastern sector of the Friuli Platform shelf margin, the tectonic activity produced deformation characterised by gentle folds, both in the carbonate and Flysch sequences. On the seismic profiles the carbonate seems affected by gentle folds all along the foredeep, with no evidence, at the multichannel resolution scale, of significative faults disrupting the carbonate sequence. The Flysch sequence presents the main tectonic feature, an anticline with inverse faults with up to 30 m of throw, with NW-SE orientation and SW and SE vergence in the westward and the eastward side respectively. The spatial distribution of the fault strands and the overall fold trend indicate a Dinaric orientation of the structure, hence related to this compressional phase (Fig. 6, 8). The overall features provide a deformational history characterised by a compressive regime that produced folding and faulting of the carbonate sequence and the Flysch, where the top of the underlying carbonate acts mainly as décollement surface.

The south-eastern part of the Flysch anticline has the same orientation and direction of the Dinaric thrusts and folds of the Tinjan Structure present in the Debelj Rtič, the peninsula where the flysch outcrops (Placer, 2005). It can be inferred that the structure could be considered the offshore continuation of the onland features.

Eastward of the Flysch anticline, the Palmanova line was thought to continue (Carulli et al., 1980, Zanferrari et al., 1982,) based on several metre high morphological series of escarpments in the flysch, approximately parallel to the coast, detected in high resolution seismic profiles (Mosetti and Morelli, 1968) and from seismic refraction profiles (Finetti, 1967). However, no evidence of significant thrust faulting disrupting the carbonate is present in the seismic profiles. Instead, less than 2 km from the coast, the carbonate, flexured in front of the external Dinarides thrusts, reaches a depth of more than 1200 m. Considering that the karst hills along

the coast are 100-400 metres high, a main deformation zone, with a thrust fault system displacement up to 1600 metres, should be located in the costal zone of the Karst.

In the offshore area, the Bouguer gravity anomaly map shows a gravimetric high in correspondence of the high at the margin of the carbonate platform, located at a depth of about 800 m on land, shallowing southward in the offshore area, and outcropping at Savudrija Rtič in Istria (Croatia). A Bouguer negative anomaly corresponds to the southern part of the Palmanova Line and the northern part of the Karst.

## **Conclusion**

The Cenozoic seismic stratigraphy and tectonic evolution of the Gulf of Trieste have been highlighted by the results of the interpretation of multichannel seismic profiles.

The Friuli Platform in the Gulf of Trieste is flexured eastward due to the Dinaric orogeny, with maximum depth in front of the coastal area to the East, and minimum depth at the shelf margin. The carbonate shelf margin of the Friuli Platform presents mainly the NW-SE Dinaric trend, with minor indentations southward with a NE-SW orientation, in accordance to the saw-toothed NW-SE Dinaric and NE-SW antidinaric trends present on land. It is characterised by morphological highs, one at a depth of less than 500 m in the northern part of the Gulf of Trieste, and the second at less than 350 m further south. The depth of the highs constitutes a shallowing trend of the shelf margin from the Cesarolo High at about 800 m on land to the limestone outcrops of the Savudrija Rtič in Istria (Croatia). The Bouguer gravity anomaly map shows an indicative positive feature in the central Gulf of Trieste representing the southward shallowing trend of the Friuli Platform shelf margin.

The Cenozoic tectonic evolution is linked to the Dinaric compressional regime that provides, on a regional scale, the flexure of the Friuli Platform with gentle folding, reaching depths of more than 1200 metres at the front of the external Dinarides thrusts of the Karst.

In the Flysch sequence we interpreted an anticline with Dinaric orientation characterised by inverse faults with displacement up to 30 m for each strand, having SW and SE vergence on the western and eastern side, respectively. The underlying carbonate sequence does not provide evidence of deformation of the same magnitude as in the Flysch. The top of the carbonate probably acts as décollement

surface. The South-Eastern part of the tectonic Flysch feature links up to the Dinaric thrusts and folds of the Tinjan Structure present in the Debelj Rtič where the Flysch outcrops.

Since no evidence of significant thrusts are present in the seismic profiles, the Karst coastal front, up to 2-3 km offshore, is the accommodation zone of the Karst Dinaric thrust system with an overall vertical displacement up to 1600 m.

## References

- AGIP, 1972. Acque dolci sotterranee. Ed. AGIP, 914 pp.
- AGIP, 1977. Temperature sotterranee. Inventario dei dati raccolti durante la ricerca e la produzione di idrocarburi in Italia. Ed. AGIP, 1390 pp.
- AGIP, 1994. Acque dolci sotterranee. Aggiornamento dati dal 1971 al 1990. Ed. AGIP, 515 pp.
- AMATO A., BARNABA P.F., FINETTI I., GROPPI G., MARTINIS B. E MUZZIN A., 1977. Geodynamic Outline and Seismicity of Friuli Venezia Giulia region. *Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata*, 19/72, 217-256.
- BUSER S., 1989. Development of the Dinaric and the Julian Carbonate platforms and of the intermediate Slovenian basin (NW Yugoslavia). *Memorie della Società Geologica Italiana*, 40, 313-320.
- CALORE C., DELLA VEDOVA B., GRASSI S., NICOLICH R. and SQUARCI P., 1995. A Hydrothermal System along the Coastal Area of Friuli-Venezia Giulia Region (NE Italy). In: Proceedings of the World Geothermal Congress, Florence 18-31 Maggio 1995. 1269-1274.
- CAROBENE L., CARULLI G.B. and VAIA F., 1981. Foglio 25 Udine. In: Castellarin A. (Editor) Carta tettonica delle Alpi Meridionali, CNR Progetto Finalizzato Geodinamica, Pubbl. 441, 39-54.
- CARULLI G.B., CAROBENE L., CAVALLIN A., MARTINIS B., ONOFRI R., CUCCHI F. and VAIA F., 1980. Evoluzione strutturale Plio-Quaternaria del Friuli e della Venezia Giulia. *Contributi alla Carta Neotettonica d'Italia*. P.F. Geodinamica, C.N.R., Pubbl. n°356, 488-545.
- CASERO P., RIGAMONTI A. and IOCCA M., 1990. Paleogeographic relationship during Cretaceous between the Northern Adriatic area and the Eastern Southern Alps. *Memorie della Società Geologica Italiana*, 45, 807-814.
- CATI A., FICHERA R. and CAPPELLI V., 1987a. Northeastern Italy. Integrated processing of geophysical and geological data. *Memorie Società Geologica Italiana*, 40, 273-288.
- CATI A., SARTORIO D. and VENTURINI S., 1987b. Carbonate Platforms in the Subsurface of the Northern Adriatic Area. *Memorie della Società Geologica Italiana*, 40, 295-308.
- CAVALLIN A., MARTINIS B., CAROBENE L. and CARULLI G.B., 1978. Dati preliminari sulla Neotettonica dei Fogli 25 (Udine) e 40<sup>A</sup> (Gorizia). In: "Contributi preliminari alla realizzazione della carta neotettonica d'Italia", Progetto Finalizzato Geodinamica, Pubbl. 155, 189-197.
- DONDI L. and D'ANDREA M.G., 1986. La Pianura Padana e Veneta dall'Oligocene superiore al Pleistocene. *Giornale di Geologia*, Serie 3°, 48(1-2), 197-225.
- FANTONI R., CATELLANI D., MERLINI S., ROGLEDI S. and VENTURINI S., 2002. La registrazione degli eventi deformativi cenozoici nell'avampese veneto-friulano. *Memorie della Società Geologica Italiana*, 57, 301-313.
- FANTONI R., DELLA VEDOVA B., GIUSTINIANI M., NICOLICH R., BARBIERI C., DEL BEN A., FINETTI I. and CASTELLARIN A., 2003. Deep seismic profiles through the Venetian and Adriatic foreland (Northern Italy). In: Nicolich R., Polizzi D., Furlani S. (Editors) TRANSALP Conference, Trieste 10-12 February 2003, Extended abstracts, *Memorie di Scienze Geologiche*, 54, 131-134.

- FINETTI I.R., 1967. Ricerche sismiche a rifrazione sui rapporti strutturali fra il Carso e il Golfo di Trieste. *Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata* 9/35, 214-225.
- FINETTI I.R. and DEL BEN A., 2005. Crustal Tectono-Stratigraphic Setting of the Adriatic Sea from New CROP Seismic Data. In: FINETTI I.R. (Editor), CROP Project. Deep seismic Exploration of the Central Mediterranean and Italy. Atlas in Geosciences 1, Elsevier, 519-547.
- GRANDIĆ S., BOROMISA-BALAŠ E. and ŠUŠTERČIĆ M., 1997. Exploration concept and characteristics of the stratigraphic and structural models of the Dinarides in Croatian offshore area. Part II: Hydrocarbon Consideration. *Nafta*, 48(8-9), 249-266.
- GUŠIĆ I. and JELASKA V., 1993. Upper Cenomanian-Lower Turonian sea-level rise and its consequences on the Adriatic-Dinaric carbonate platform. *Geol. Rundsch.*, 82(4), 676-686.
- HERAK M., 1986. A new concept of the geotectonics of the Dinarides. *Acta Geologica*, 16, 1-42.
- HERAK M., 1987. Relationship between Adriatic and Dinaric Carbonate Platforms. *Memorie della Società Geologica Italiana*, 40, 289-293.
- HERAK M., 1991. Dinarides – Mobilistic view of the genesis and structure. *Acta geologica*, 21(2), 35-117.
- HERAK M., 1993. Additional considerations on the Epiadriaticum, Outer Dinarides. *Geologia Croatica*, 46(1), 165-168.
- MASSARI F. GRANDESSO P., STEFANI C., and ZANFERRARI A., 1986. The Oligo-Miocene Molasse of the Veneto-Friuli region, Southern Alps. *Giornale di Geologia*, 48(1-2), 235-255.
- MOSETTI F. and MORELLI C., 1968. Rilievo sismico continuo nel Golfo di Trieste. Andamento della formazione arenacea (Flysch) sotto il fondo marino nella zona tra Trieste, Monfalcone e Grado. *Bollettino della Società Adriatica di Scienze*, LVI/1, 42-57.
- NICOLICH R., DELLA VEDOVA B., GIUSTINIANI M. and FANTONI R., 2004. Carta del sottosuolo della Pianura Friulana (Map of subsurface of the Friuli Plain). *Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, Direzione Centrale Ambiente e Lavori Pubblici, Servizio Geologico*.
- PAMIČ J., GUŠIĆ I. and JELASKA V., 1998. Geodynamic evolution of the Central Dinarides. *Tectonophysics*, 297, 251-268.
- PIERI M. and GROPPI G., 1981. Subsurface geological structure of the Po Plain, Italy. Progetto Finalizzato Geodinamica CNR, Pubbl. 414, 13 pp.
- PICOTTI V., COBIANCHI M., FANTONI R. and MASETTI D., 2003. Mesozoic extensional tectonics in the eastern sector of the Southern Alps. TRANSALP Conference, Trieste, *Memorie della Società Geologica Italiana*, 54, 115-118.
- PLACER L., 2002 – Predhodna objava strukturnega profiliranja Kraškega roba in Istrie (AC Kozina – Srmin Motorway, Sečovelje) [Preliminary results of structural profiling of the Kras edge and Istria (Kozina - Srmin Motorway, Sečovelje)]. *Geologija*, 45/1, 277-280.
- PLACER L., 2005. Strukturne posebnosti severne Istre. Structural curiosity of northern Istria. *Geologija* 48/2, 245-251.

- PLACER L., KOŠIR A., POPIT T., ŠMUC A. and JUVAN G., 2004. The Buzet Thrust Fault in Istria and overturned carbonate megabeds in the Eocene flysch of the Dragonia Valley (Slovenia). *Geologija* 47/2, 193-198.
- SCROCCA D., DOGLIONI C., INNOCENTI F., MANETTI P., MAZZOTTI A., BERTELLI L., BURBI L. and D'OFFIZI S. (Editors), 2003. CROP Atlas – Seismic Reflection Profiles of the Italian Crust. *Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia*, LXII.
- TIŠLJAR J., VLAHOVIĆ I., VELIĆ I., MATIČEC D. and ROBSON J., 1998. Carbonate Facies Evolution from the Late Albian to Middle Cenomanian in Southern Istria (Croatia): Influence of Synsedimentary Tectonic and Extensive Organic Carbonate Production. *Facies*, 38, 137-152.
- VELIĆ I., TIŠLJAR J. and SOKAČ B., 1989. The variability of thicknesses of the Barremian, Aptian and Albian carbonates as a consequence of changing depositional environments and emersion in western Istria (Croatia, Yugoslavia). *Memorie della Società Geologica Italiana*, 40, 209-218.
- VELIĆ I., TIŠLJAR J., MATIČEC D. AND VLAHOVIĆ I., 2000. Introduzione alla geologia dell'Istria. In: Carulli G.B. (Editor) Le piattaforme carbonatiche giurassiche e cretatiche Guida alle Escursioni della 80° Riunione Estiva della Società Geologica Italiana, Trieste, 6-8 settembre 2000. 237-245.
- VELIĆ I., VLAHOVIĆ I. AND MATIČEC D., 2002. Depositional sequences and Paleogeography of the Adriatic Carbonate Platform. *Memorie della Società Geologica Italiana*, 57, 141-151.
- VLAHOVIĆ I., TIŠLJAR J., VELIĆ I. and MATIČEC D., 2002 – The Karst Dinarides are Composed of Relics of a Single Mesozoic Platform: Facts and Consequences. *Geologia Croatica*, 55(2), 171-183.
- VLAHOVIĆ I., TIŠLJAR J., VELIĆ I. and MATIČEC D., 2005. Evolution of the Adriatic Carbonate Platform. Paleogeography, main events and depositional dynamics. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, 220, 333-360.
- ZANFERRARI A., BOLLETTINARI G., CAROBENE L., CARTON A., CARULLI G.B., CASTALDINI D., CAVALLIN A., PANIZZA M., PELLEGRINI G.B., PIANETTI F. and SAURO U., 1982. Evoluzione neotettonica dell'Italia nord orientale. *Memorie della Società Geologica Italiana*, 35, 355-376.
- ZANOLLA C., BRAITENBERG C., EBBING J., BERNABINI M., BRAM K., GABRIEL G., GÖTZE H.J., GIAMMETTI S., MEURERS B., NICOLICH R. and PALMIERI F., 2006. New gravity maps of the Eastern Alps and significance for the crustal structures. *Tectonophysics* 414, 127-143.

## Tables

SEISMIC SOURCE	
Number and type	2 x G.I. Gun Soderia
Total volume	710 in <sup>3</sup>
Pressure	140 bar
Depth	3 m
CABLE	
Streamer length	600 m
Number of channels	48
Intertrace	12,5 m
Depth	3 m
RECORDING	
Record length	2 s
Sampling interval	0.5 ms
High cut filter	4.7 kHz – 12 dB/Octave
Low cut filter	3Hz - 6 dB/Octave

Tab. 1 – Acquisition parameters of the multichannel seismic survey with R/V OGS Explora in the Gulf of Trieste

SEISMIC SOURCE	
Number and Type	1 x Par Bolt Air Gun 1200 DH
Total volume	80 in <sup>3</sup>
Pressure	120 bar
Depth	1.5 m
CABLE	
Streamer length	120 m
Number of channels	24
Intertrace	5 m
Depth	0.5 m
RECORDING	
Record length	1 s
Sampling interval	0.25 ms
High cut filter	Anti alias (default)
Low cut filter	3Hz - 6 dB/Octave

Tab. 2 - Acquisition parameters of the multichannel seismic survey from the inner to external Grado and Marano Lagoon.



## Figure captions

*Fig. 1 – Position map of the multichannel seismic lines acquired by OGS Explora.*

*Fig. 2 – Paleogeographic carbonate units during the Jurassic and Cretaceous in the Northern Adriatic Area (modified after Cati et al., 1987b).*

*Fig. 3 – Stratigraphy of the wells Cavanella 1, Cesarolo 1, and Amanda 1bis (Nicolich et al., 2004 modified after AGIP, 1972 and 1977). See Fig. 1 and 2 for location.*

*Fig. 4 – Multichannel seismic profile G05-4bis across the Friuli Platform and the overlying terrigenous sequence. The carbonate shelf margin represents the highest area of the platform, subdivided in: a) a basinal area with the deep sea carbonate "C" overlying by the Scaglia alpina "S" onlapping on the talus and above the Gallare Marls "MG" eroded by the Messinian marine regression "M"; b) the flexured carbonate platform overlying by the Flysch terrigenous sequence "F" representing the foredeep of the dinaric thrusts, gentle folded by compressional tectonic. A compressional feature with inverse fault deforms the Flysch sequence. The Lower Pliocene marine sediment drape the Messinian erosional surface in the western part, while an erosional episode due to the Pliocene marine regression affected the overall area as the final Pliocene-Pleistocene marine transgressional phase. The Pliocene unconformity is represented by "P" on seismic profile.*

*Fig. 5 – Multichannel seismic profile G05-04bis across the western margin of the Friuli Platform. According to the stratigraphy Cesarolo 1 and Amanda 1 bis well (Fig. 3), carbonate lithologies "C" could be constituted by the Cretaceous Soccher Limestone in the basinal area, and by the Cellina Limestone in the shelf. The Paleocene Scaglia alpina "S" onlaps the slope and is overlain by the Eocene Gallare Marls "MG" eroded during the subaerial exposure of the Messinian marine regression "M". Above, the Pliocene-Pleistocene marine sediments.*

*Fig 6 – Multichannel seismic profile G05-04bis across the tectonic deformation of the Flysch sequence "F". Inverse fault strands have NE and SW vergence at the western and eastern side of the structure, respectively. The structure has a dinaric trend (Fig. 9). The underlying carbonate units "C" exhibits a gentle folding that could be due to compressional tectonics, as seen all along the flexured carbonate platform (Fig. 5).*

*Fig. 7 – Multichannel seismic profile G05-01 with a fluvial channel eroded in the Gallare Marls “MG” (Eocene) during the subaerial exposure of the Messinian marine regression “M”. The fluvial channel is more than 1 km wide and about 250 m deep (see Fig. 1 for location).*

*Fig. 8 – Bouguer gravimetric anomalies map, calculated with  $2,67 \text{ g/cm}^3$ . On land and offshore black dots indicate the measurement stations. The gravimetric high anomaly present offshore (in red) is relative to the carbonate high at the shelf margin of the platform that, from 800 metres deep below the coastal area, rises up southward to outcrop at Savudrija Rtič in Istria. Datum Roma40 and Gauss-Boaga projection. Negative Bouguer anomalies to the North and to the East are relative to the flexuring of the carbonates with maximum depth at the front of the Alpine to the North and External Dinarides to the East.*

*Fig. 9 – Top carbonate isobath map: the higher features are located at the shelf margin, at a depth of 800 m on land (Cesarolo High), 500 m offshore south of the Grado and Marano Lagoon, and rising up to 350 m southward in the central part of the Gulf of Trieste and linking up to the outcropping Limestone at Savudrija Rtič in Istria (Croatia). The carbonates are flexured due to the Dinaric compressional tectonic, deepening down to 1200 m eastward at the coast (Fig. 4). The overlying Flysch sequence overlies the flexured carbonate platform, and the offshore limit of distribution (brown line in the figure) is well correlated to the offshore limit in Istria. The Flysch sequence is deformed with a faulted anticline, having a dinaric trend (Fig. 4, 6), aligned with the peninsula to the South-East, where the Flysch outcrops.*

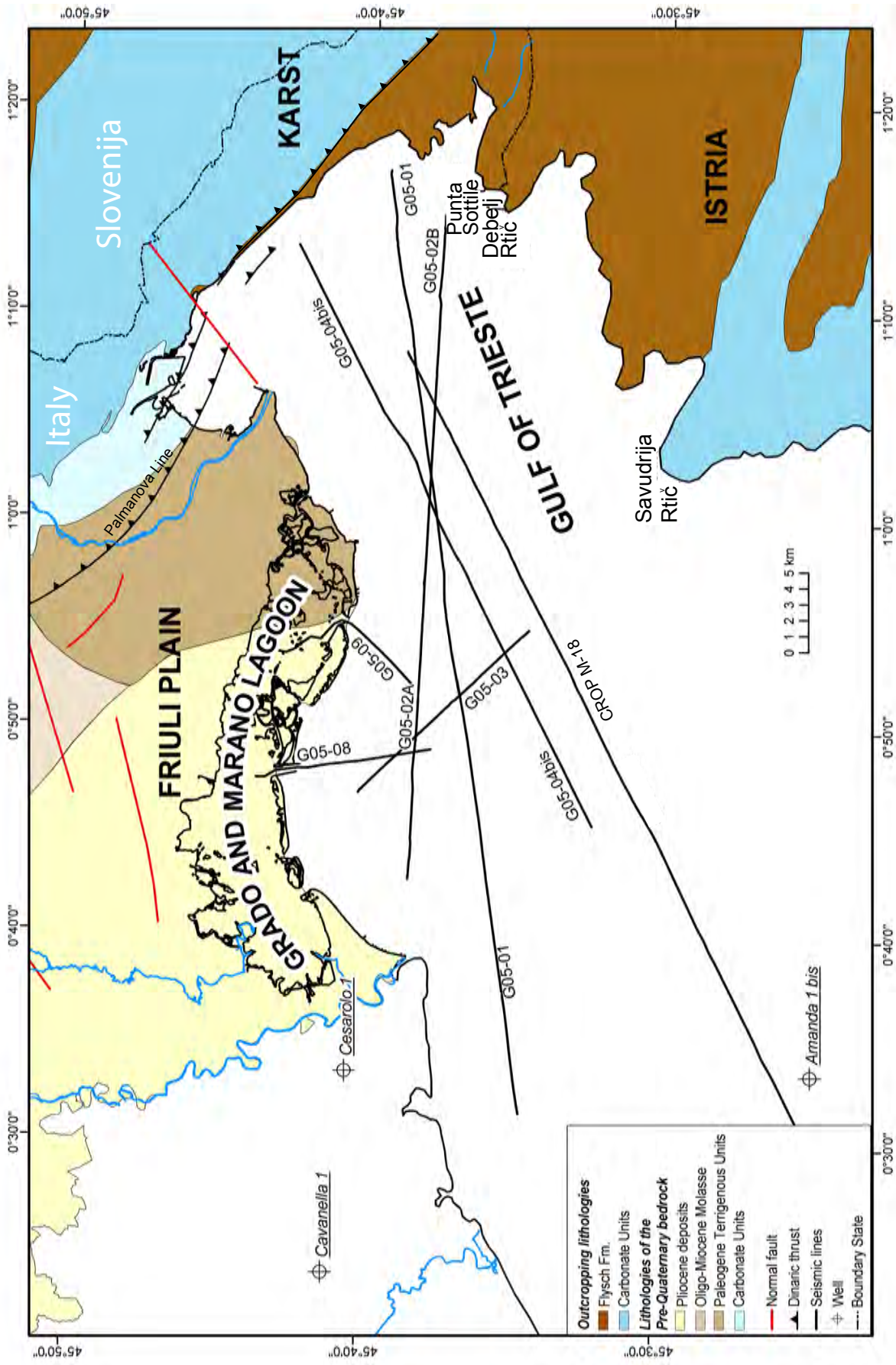


Fig. 1

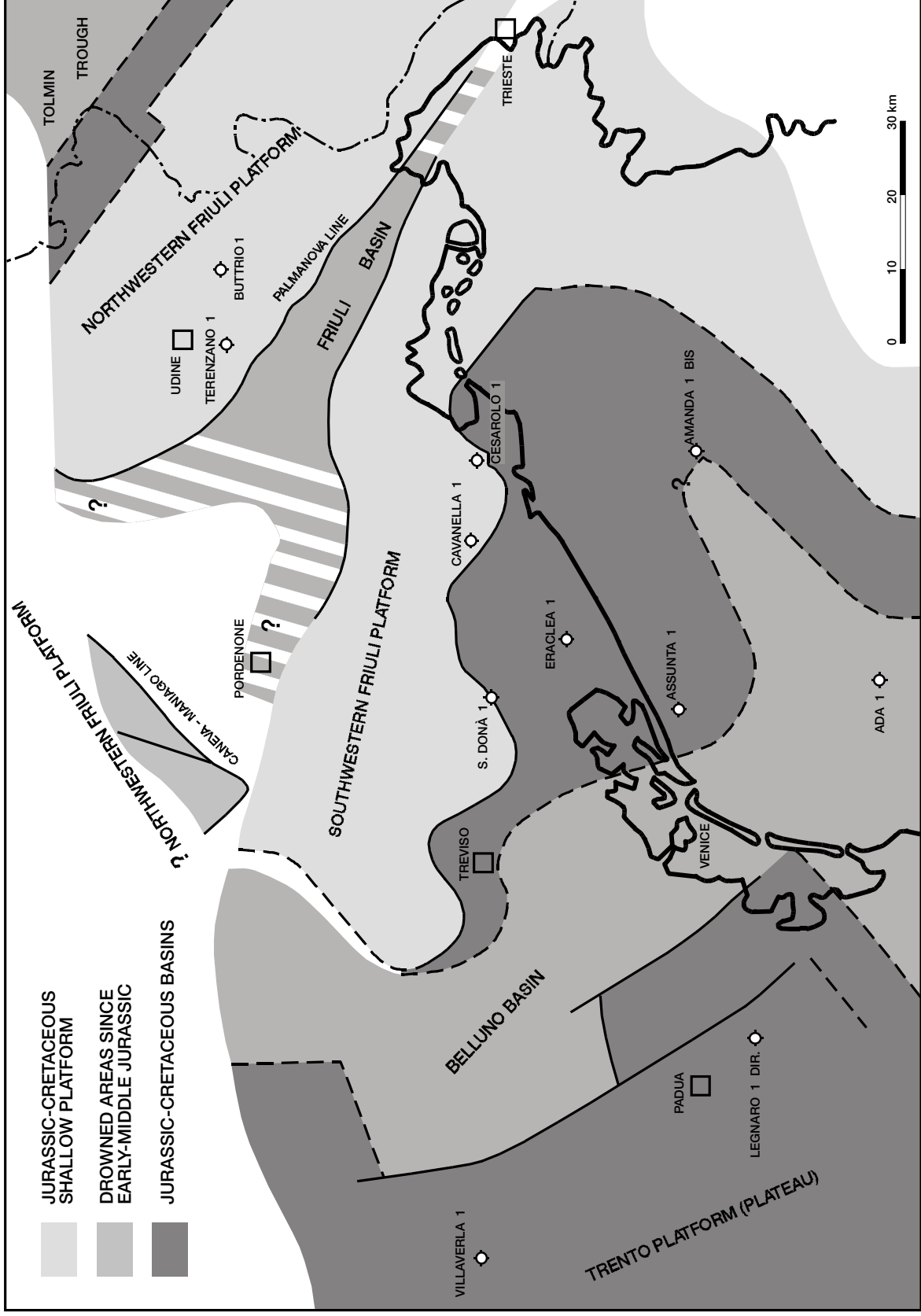
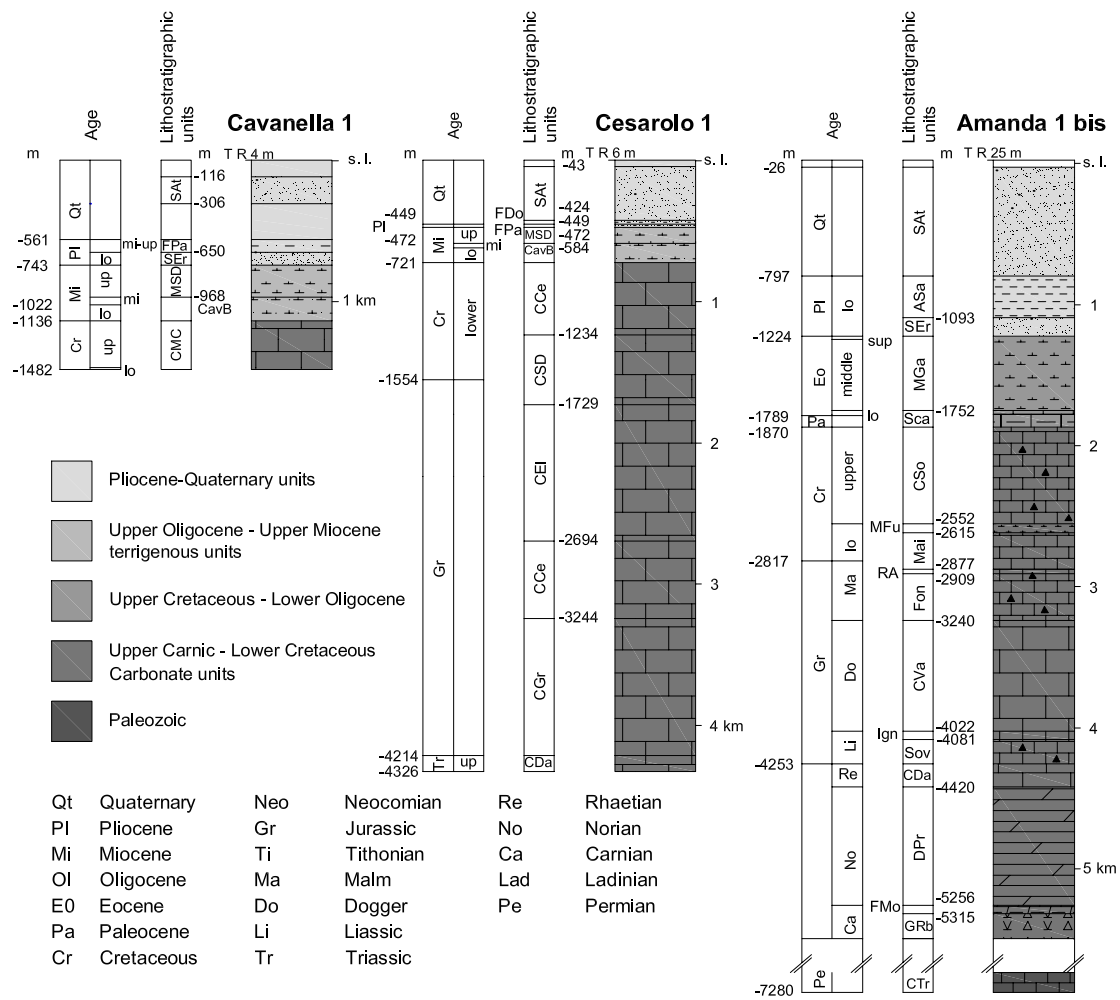


Fig. 2



### Lithostratigraphic units

SAT	Asti Sands	CEI	Ellipsactinie Limestone	CMC	Monte Cavallo Limestone
FDo	Dolo Formation	CSO	Soccher Limestone	CSD	San Donà Limestone
FPa	Paese Formation	MFu	Marne a Fucoidi Formation	CCe	Cellina Limestone
ASa	Santerno Clays	Mai	Maiolica	CGr	Calcari Grigi
SEr	Eraclea Sands	RA	Rosso Ammonitico superiore	CDa	Dachstein Limestone
MSD	San Donà Marls	Fon	Fonzaso Formation	DPr	Dolomia Principale
MGa	Gallare Marls	CVa	Vajont Limestone	FMo	Monticello Formation
CavB	Cavanella B	Ign	Igne Formation	GRb	Raibl Formation
Sca	Scaglia alpina	Sov	Soverzene Formation	CTr	Trogkogel Limestone

Fig. 3

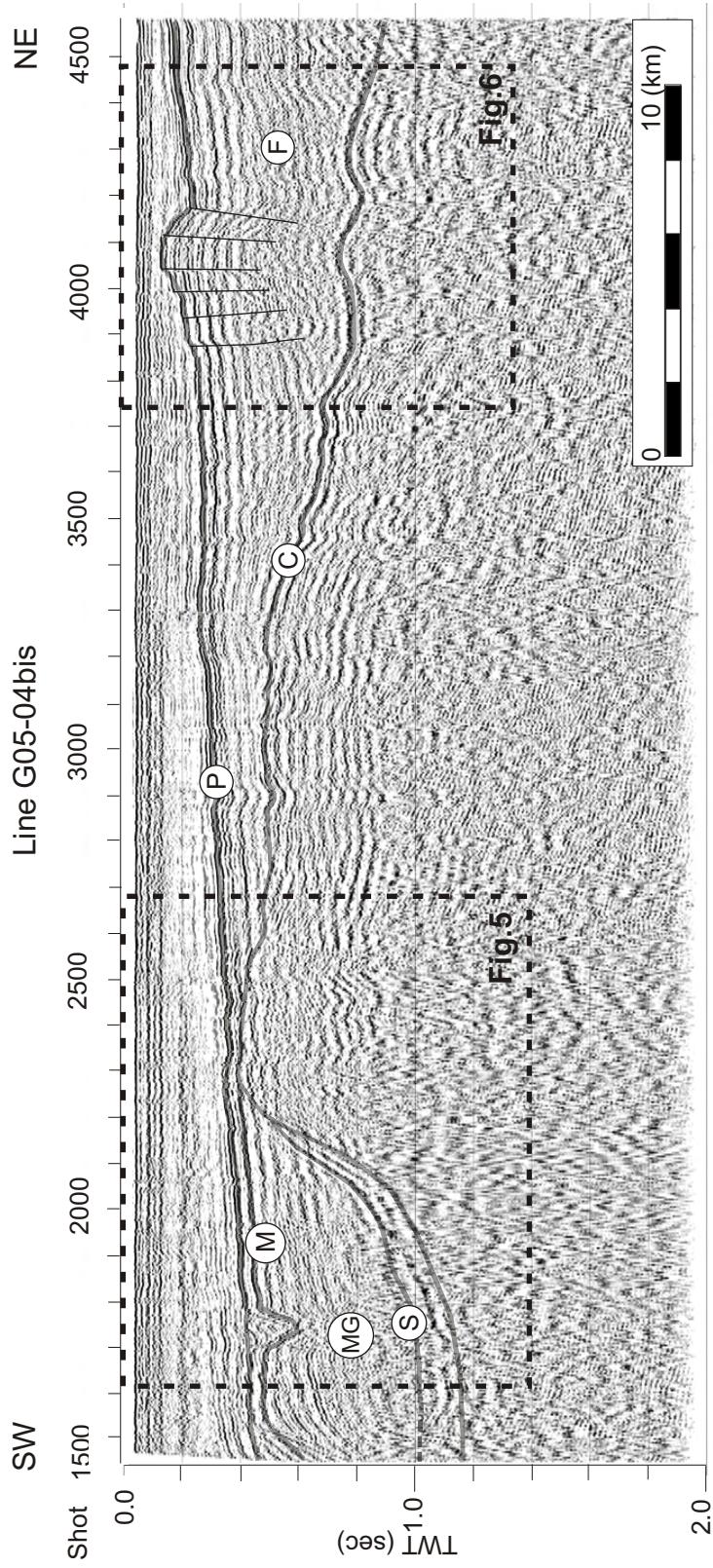


Fig. 4

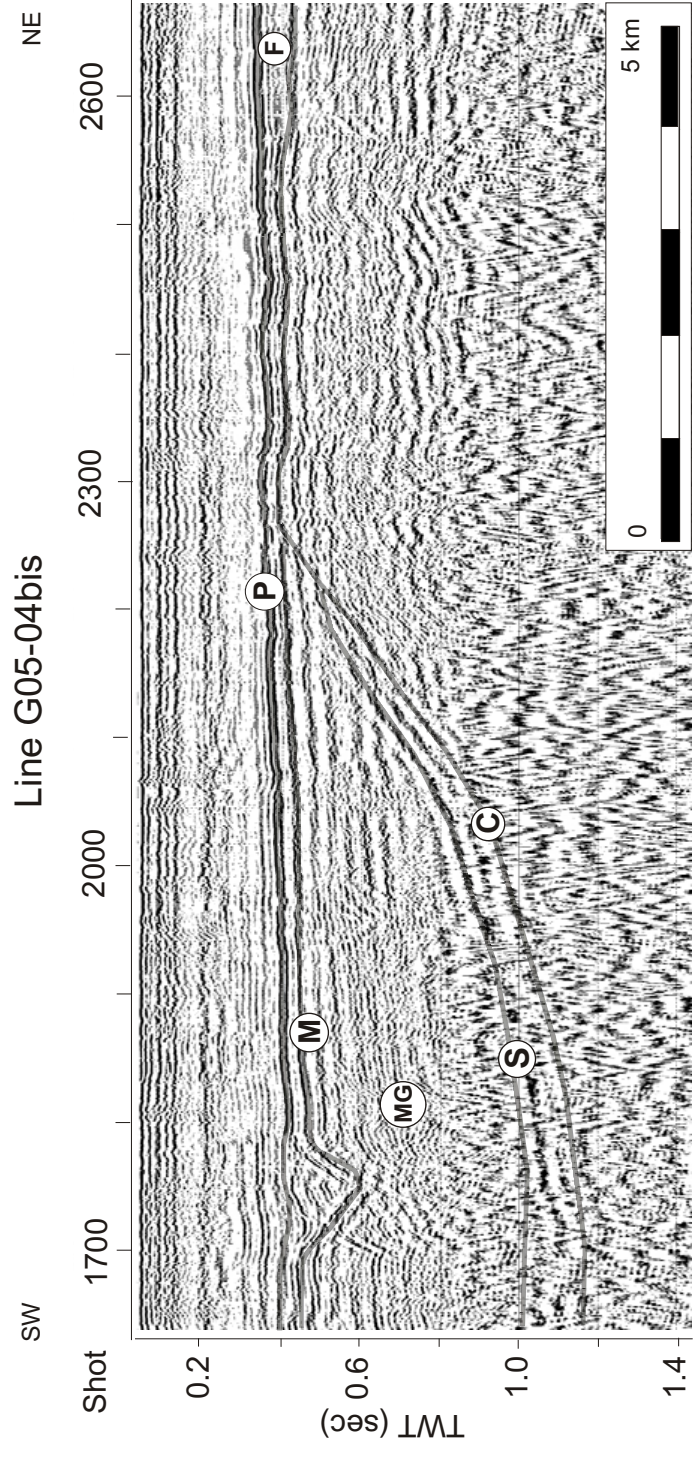


Fig. 5

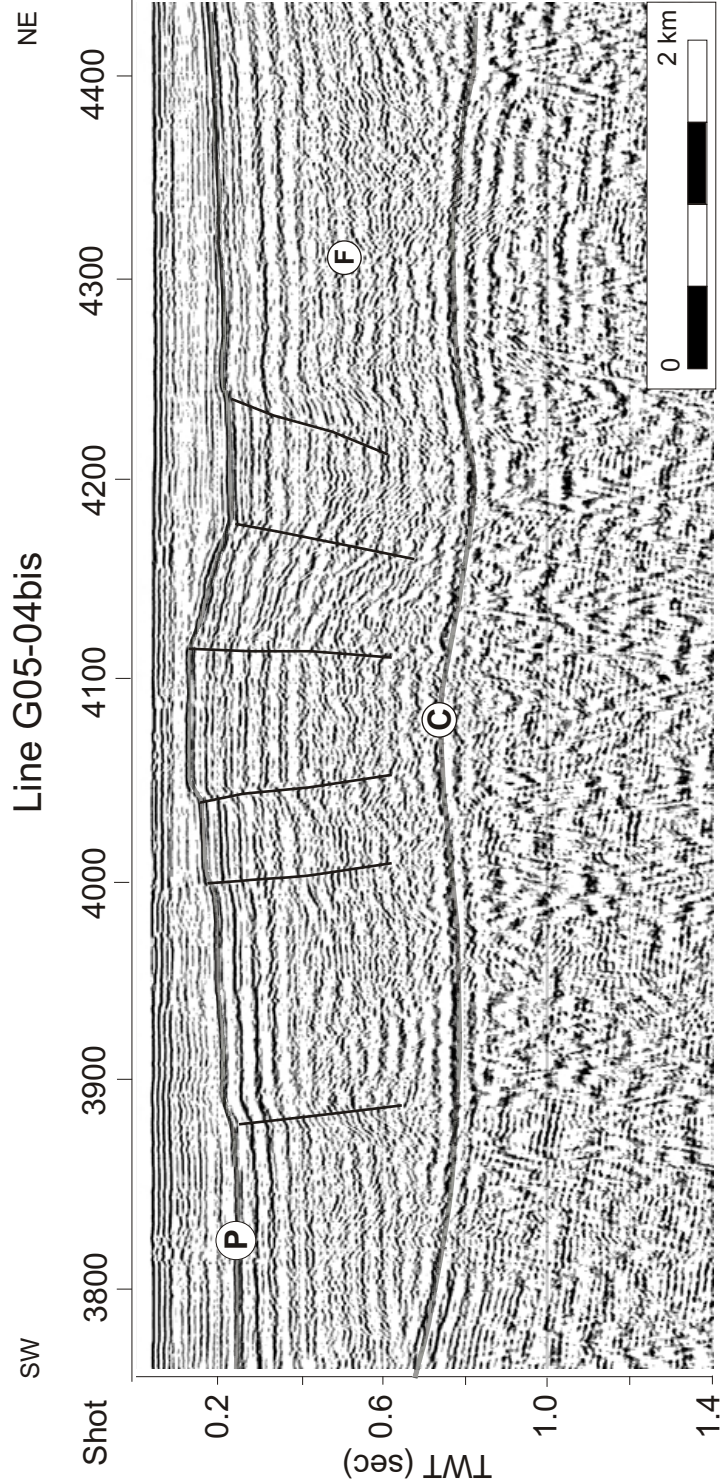


Fig. 6



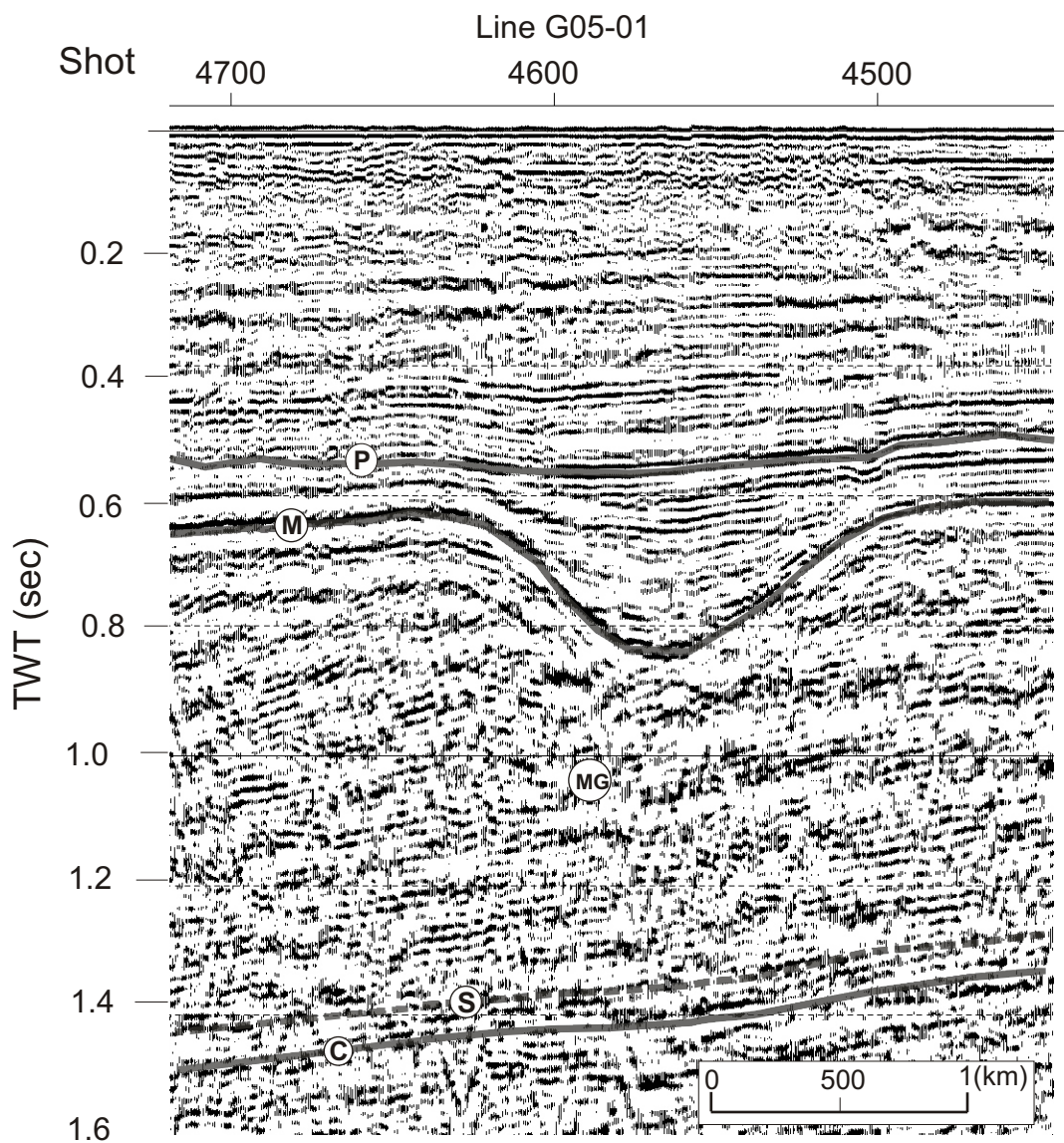


Fig. 7

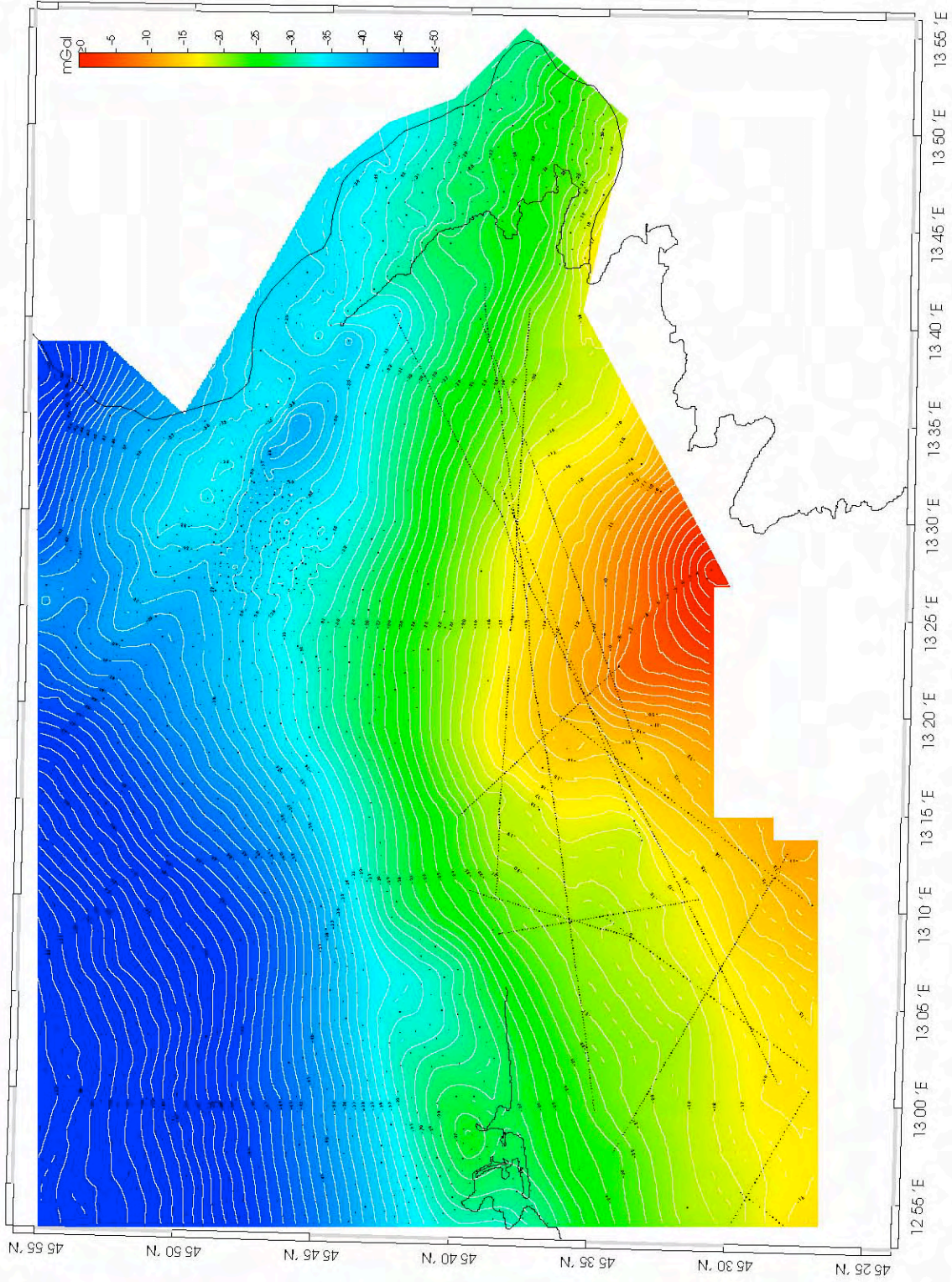


Fig.8

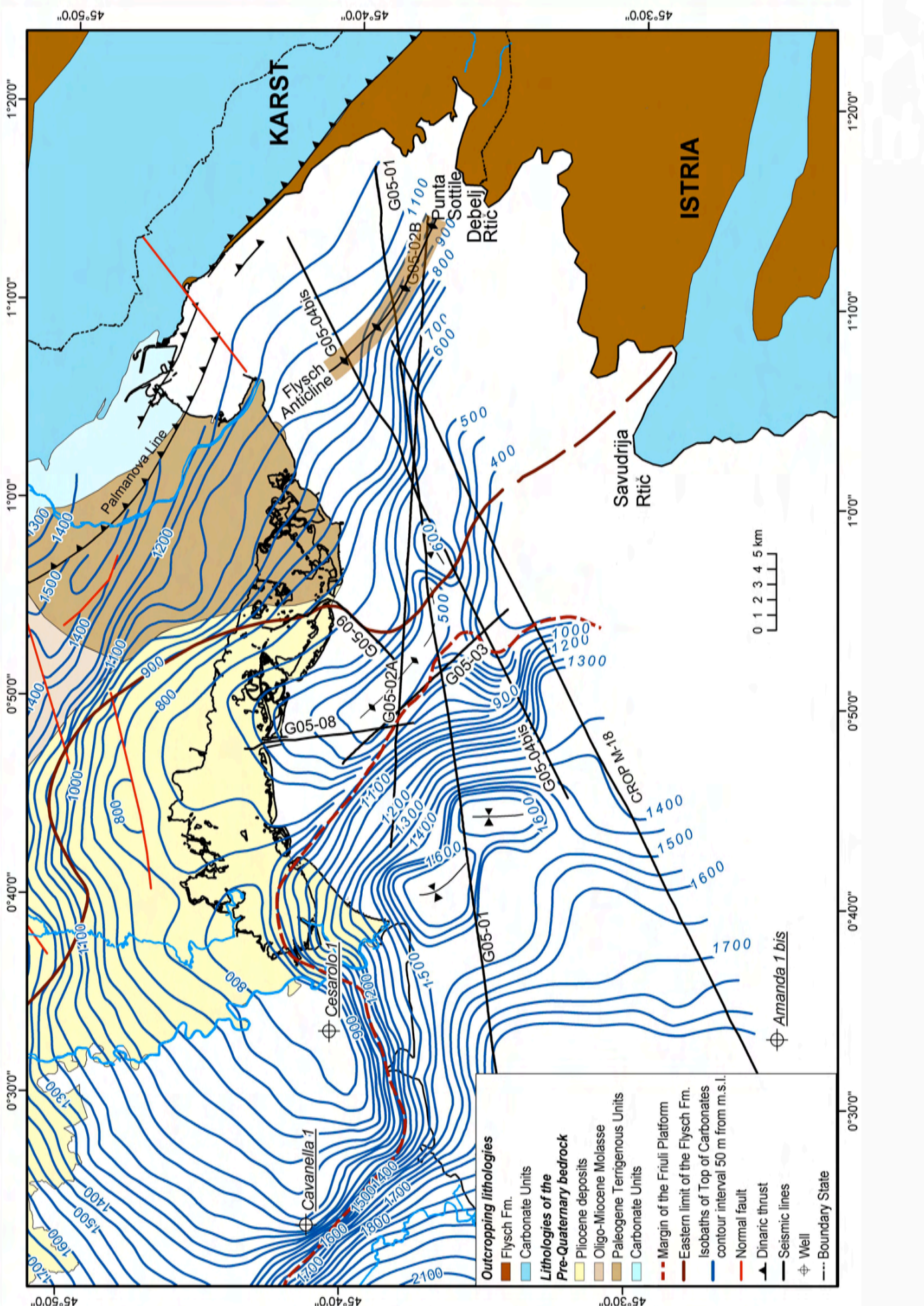


Fig. 9

## **Appendice B**

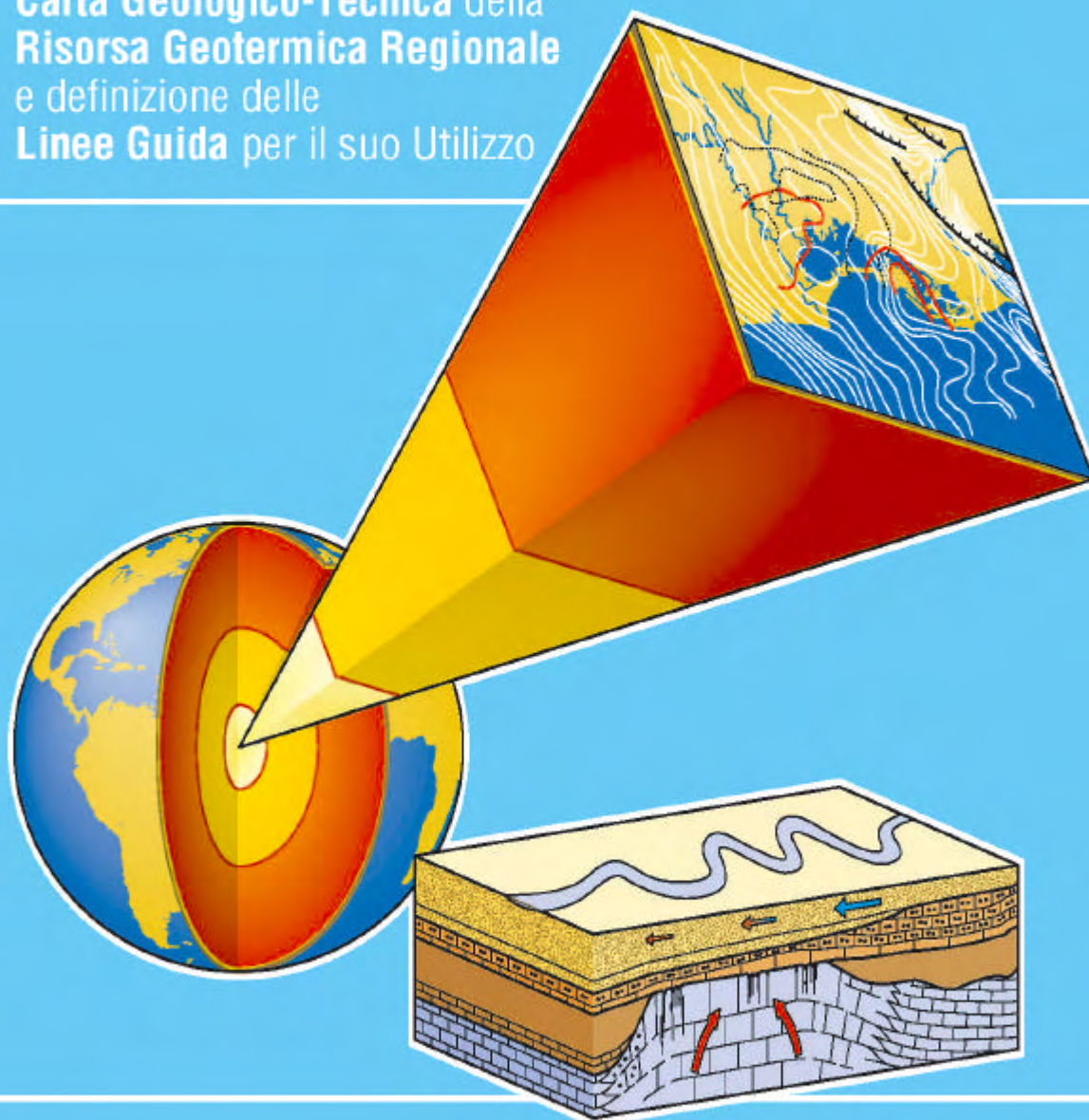


REGIONE AUTONOMA  
FRIULI VENEZIA GIULIA

DIREZIONE CENTRALE ambiente  
e LAVORI PUBBLICI - Servizio geologico-

## Le ACQUE CALDE della PIANURA FRIULANA

Realizzazione della  
**Carta Geologico-Tecnica della  
Risorsa Geotermica Regionale**  
e definizione delle  
**Linee Guida** per il suo Utilizzo



**dica**

Università di Trieste  
Dipartimento di Ingegneria  
Civile e Ambientale

**DISGAM**

Università di Trieste  
Dipartimento di Scienze Geologiche  
Ambientali e Marine



**OGS**  
Istituto Nazionale di Oceanografia  
e Geofisica Sperimentale

## **ENTE AFFIDATARIO**

Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia  
Direzione Regionale Ambiente e Lavori Pubblici  
Servizio Geologico – Dr. Geol. Tiziano Tirelli – Direttore del Servizio  
Dr.ssa Geol. Sara Oberti di Valnera  
Ing. Fabio Svaghi  
Dr. Geol. Mario Ravalico  
Per. Min. Rosella Marcon

## **STRUTTURE INCARICATE**

### **Università di Trieste - D.I.C.A. (*Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale*)**

Prof. Rinaldo Nicolich – Responsabile Scientifico della Convenzione  
Prof. Bruno Della Vedova  
Dr.ssa Erika Barison  
Ing. Claudio Vecellio  
Dr. Dario Rizzetto

### **Università di Trieste - Di.S.G.A.M.**

*(Dipartimento di Scienze Geologiche, Ambientali e Marine)*

Prof. Daniele Masetti – Responsabile Scientifico dell'Unità Operativa  
Dr.ssa Aurelie Cimolino  
Dr. Geol. Onelio Flora – Laboratorio di Geochimica Isotopica

### **Ist. Nazionale di Oceanografia e Geofisica Sperimentale - O.G.S.:**

Dr. Riccardo Ramella – Responsabile Scientifico dell'Unità Operativa  
Dr.ssa Martina Busetti  
Dr.ssa Valentina Volpi  
Dr. Claudio Zanolla

## **CON I CONTRIBUTI DI:**

Prof. Franco Cucchi - Di.S.G.A.M. – Università di Trieste  
Prof. Ruggero Marocco – Di.S.G.A.M. – Università di Trieste  
Laboratorio del Dipartimento dei Materiali e delle Risorse Naturali – Università di Trieste  
Prof. Francesco Princivalle – D.S.T. - Laboratorio di Mineralogia Applicata - Università di Trieste

## INDICE

<i>Presentazione</i>	<b>4</b>
<i>1. La fonte energetica geotermica</i>	<b>5</b>
<i>2. La risorsa in Regione</i>	<b>5</b>
<i>3. Il sottosuolo della Bassa Pianura friulana: l'acquifero entro la piattaforma carbonatica e la genesi dell'anomalia termica</i>	<b>7</b>
<i>4. Gli acquiferi dolci nelle coperture alluvionali</i>	<b>12</b>
<i>5. Idrogeologia e monitoraggio geochimico</i>	<b>22</b>
<i>6. Utilizzo sostenibile della risorsa</i>	<b>24</b>

## Presentazione

La Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, al fine di avviare un piano di conservazione e sviluppo dell'utilizzo dell'energia geotermica regionale, ha inteso promuovere la redazione e la diffusione dello studio della "REALIZZAZIONE DELLA CARTA GEOLOGICO-TECNICA DELLA RISORSA GEOTERMICA REGIONALE E DEFINIZIONE DELLE LINEE GUIDA PER IL SUO UTILIZZO".

Lo studio è stato realizzato nell'ambito di una convenzione di ricerca stipulata tra il Servizio geologico della Direzione centrale dell'ambiente e dei lavori pubblici e il Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale (DICA), il Dipartimento di Scienze Geologiche Ambientali e Marine (DiSGAM) dell'Università degli Studi di Trieste e l'Istituto Nazionale di Oceanografia e Geofisica Sperimentale (OGS), avente come referente il prof. Rinaldo Nicolich.

Da un lato, tale studio rappresenta la naturale prosecuzione del documento recentemente redatto e divulgato, "Carta delle Strutture Geologiche della Pianura Friulana" e dello studio "Realizzazione dello studio preliminare degli acquiferi profondi della Pianura Friulana" (DICA, OGS).

Dall'altro lato, lo stesso è stato predisposto nel contesto delle attività previste per la realizzazione della Cartografia geologico-tecnica regionale nel cui geodatabase confluiscono anche i dati dei pozzi geotermici.

L'opuscolo costituisce, quindi, un elemento di indubbio valore scientifico, che fornisce indicazioni sulla risorsa geotermica evidenziandone la distribuzione sul territorio regionale ed i presupposti per il suo sviluppo sostenibile.

Peraltro, la promozione di un piano di conservazione e sviluppo dell'utilizzo dell'energia geotermica costituisce uno dei primari interessi dell'Amministrazione Regionale, così come previsto dal Piano energetico regionale.

È, questo, un problema che deve essere affrontato su rigorose basi scientifiche e che rientra nell'ambito più vasto dello sviluppo eco-compatibile; uno sviluppo che tenga conto dell'indispensabile equilibrio tra le esigenze di natura economica-industriale e le necessità, altrettanto importanti, di tutela delle risorse naturali, tra cui gli acquiferi sotterranei.

L'ASSESSORE ALL'AMBIENTE E AI LAVORI PUBBLICI  
GIANFRANCO MORETTON





## 1. La fonte energetica geotermica

Viviamo una crisi energetica a livello mondiale per la crescita dei consumi nei paesi in sviluppo e per la gestione dei prezzi del petrolio solo su basi politiche. Ne consegue la necessità per il nostro paese d'intensificare gli sforzi in ambito scientifico, tecnologico e industriale per l'utilizzo di risorse nazionali di energia, soprattutto di quelle rinnovabili.

Un risparmio sulle fonti energetiche fossili con benefici ambientali ed economici può derivare dall'incentivazione dell'uso diretto del calore geotermico.

### *Il calore della Terra*

Per energia geotermica s'intende l'energia contenuta sotto forma di calore all'interno della Terra. La quantità è enorme, ma è raramente concentrata in serbatoi a profondità raggiungibili per lo sfruttamento industriale.

La temperatura delle rocce aumenta con la profondità secondo un gradiente geotermico medio che è di circa 3 °C ogni 100 m. Le zone d'interesse geotermico sono quelle ove il gradiente è superiore a quello medio, sempre però a profondità tecnicamente ed economicamente raggiungibili.

Il trasporto del calore avviene mediante la migrazione di fluidi geotermici e quelli utili sono in primo luogo l'acqua, penetrata nel sottosuolo nel corso di migliaia di anni e riscaldata al contatto con rocce calde permeabili. Quando l'acqua è riscaldata ad elevate temperature (da 100 °C fino a oltre i 300 °C, e allora può essere per lo più presente sotto forma di vapore) ed è intrappolata in pressione entro i serbatoi profondi, essa può essere utilizzata per la produzione di energia elettrica, che è poi trasportabile a qualsiasi distanza.

Nell'uso non elettrico o diretto del calore, cioè delle acque calde naturali con temperature inferiori a 100 °C, impiegabili per il riscaldamento degli edifici, di serre, in acquacoltura, nei processi agricoli e industriali, in balneoterapia, l'interesse economico può essere rilevante solo se la risorsa è rinvenibile in

vicinanza degli impianti di utilizzo. L'uso diretto dell'energia geotermica soffre, però di notevoli rallentamenti nella predisposizione degli utilizzi, che possono essere di grande variabilità e che necessitano perciò di una specifica attività di promozione ed informazione. Un esempio: l'installazione di pompe di calore può offrire la possibilità di estrarre calore dal terreno o dagli acquiferi ottenendo, per ogni unità di energia (elettrica) consumata dall'impianto della pompa, almeno tre unità di energia sotto forma di calore. È di grande interesse il fatto che è possibile, sempre attraverso l'uso di pompe di calore, anche il condizionamento estivo degli ambienti.

L'individuazione e lo sfruttamento sostenibile della risorsa geotermica è, però, un'attività complessa, che si articola su diverse fasi di esplorazione iniziando con il censimento delle manifestazioni geotermiche e continuando con le indagini geologiche, geochimiche, geofisiche e con la perforazione di pozzi esplorativi. Il monitoraggio, a medio-lungo termine degli effetti dello sfruttamento (riduzione della permeabilità, raffreddamento, subsidenza) permetterà poi di mantenere la risorsa sotto controllo.

### *Utilizzazioni generalmente realizzate per le alte e per le basse temperature*

Per le alte temperature si può investire nella produzione diretta di energia elettrica con trasporto dell'energia a casa dell'utilizzatore.

Per le basse temperature (< 100 °C) si parla di trasporto di calore su distanze brevi via fluido (acqua).

## 2. La risorsa in Regione

Il territorio del Friuli Venezia Giulia è caratterizzato da rilievi montuosi e collinari che circondano i depositi alluvionali della pianura.

Le rocce carbonatiche presenti nei rilievi montani, permeabili e fratturate, favoriscono l'infiltrazione e il trasporto delle acque meteoriche fino ad elevate profondità. Nell'Alta Pianu-

ra sono invece presenti ampie conoidi di materiale grossolano (ghiaie) molto permeabile, dove l'acqua penetra nel sottosuolo andando a costituire una potente falda freatica (acque sotterranee libere), continuamente alimentata dalle portate dei fiumi e torrenti montani.

Il passaggio dall'Alta Pianura alla Bassa Pianura è individuato in corrispondenza della Linea delle Risorgive, che indica una transizione verso un sottosuolo costituito anche da spessi intervalli argillosi, impermeabili, più o meno continui, che separano strati permeabili dove l'acqua è costretta in acquiferi artesiani (acque sotterranee in pressione). Uno schema illustrativo della variazione delle facies sedimentarie dall'Alta alla Bassa Pianura è indicato in *figura 1*. L'alimentazione delle falde artesiane della Bassa Pianura è assicurata dalle acque sotterranee libere dell'Alta Pianura e si osserva la fuoriuscita dell'acqua in eccesso appunto lungo la Linea delle Risorgive.

La parte meridionale della Bassa Pianura e la fascia lagunare risultano interessate da un'anomalia geotermica positiva che porta al riscaldamento delle acque contenute negli acquiferi artesiani, con temperature man mano più elevate per quelli più profondi. La sorgente di calore deriva dalla lenta risalita di acque, riscaldate dal normale gradiente geotermico terrestre a grandi profondità (alcuni chilometri), con percorsi sempre entro le formazioni carbonatiche. Esse migrano fin entro il tetto delle culminazioni sepolte, presenti nel sottosuolo della Bassa Pianura e lagune adiacenti, con circolazione convettiva all'interno degli intervalli più permeabili. Questi, infatti, possono costituire serbatoi per le acque calde e sorgenti di calore per gli acquiferi confinati entro le sovrastanti sabbie e ghiaie dei sistemi artesiani.

### **Gli interventi della Regione**

Per predisporre un piano di sviluppo degli utilizzi dell'energia geotermica regionale e della sua conservazione, il Servizio Geologico della Regione, mediante il proprio ufficio per le attività minerarie e le risorse geotermiche,

ha promosso gli studi per una più adeguata valutazione della risorsa:

- ha promosso, tramite convenzione con l'Università degli Studi di Trieste, Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale (D.I.C.A.), insieme al Dipartimento di Scienze Geologiche Ambientali e Marine (Di.S.G.A.M.) e all'Istituto Nazionale di Oceanografia e Geofisica Applicata (OGS), lo studio per la **“Realizzazione della Carta Geologico-Tecnica della Risorsa Geotermica Regionale e Definizione delle Linee Guida per il suo Utilizzo”**;
- è impegnato con il proprio personale per la realizzazione della prima fase del “Progetto Geotermia-Grado” dell'Obiettivo 2, DOCUP 2000-2006, comprendente “La realizzazione di un pozzo esplorativo e la quantificazione e la parametrizzazione della risorsa geotermica in Comune di Grado” a seguito di uno studio apposito realizzato in esecuzione di una specifica convenzione.

La realizzazione della “Carta della Risorsa Geotermica”, è stata predisposta nel contesto delle attività previste per la messa in opera della Cartografia geologico-tecnica regionale. A questo fine, si sono estesi gli obiettivi alla conoscenza dei fenomeni del sottosuolo aventi rilevanza idrogeologica, avendo cura dell'utilizzo e salvaguardia delle risorse primarie.

Attualmente il Servizio sta provvedendo, alla realizzazione del Sistema Informativo Territoriale della Carta Geologico Tecnica (SIT-CGT), in cui confluiscono i dati dei pozzi geotermici e le informazioni relative alla risorsa acqua.

Obiettivo primario del lavoro svolto dagli uffici regionali è la promozione di un piano di conservazione della risorsa e di sviluppo dell'utilizzo dell'energia geotermica in linea con quanto previsto dal Piano energetico regionale (approvato in bozza con la delibera 932 dd. 05/05/06). Esso riserva un significativo interesse ad uno sfruttamento programmato delle risorse geotermiche prevedendo un incremento superiore al 100% entro il 2010.

Lo studio commissionato per la realizzazione della carta della risorsa ha perseguito i seguenti obiettivi:

- definizione del contesto geologico anche con l'acquisizione di profili sismici a riflessione in terra e a mare;
- caratterizzazione termica e geochimica delle acque con indicazione delle aree di ricarica degli acquiferi, delle profondità dei circuiti e dei tempi medi di permanenza negli acquiferi;
- mappatura e classificazione degli acquiferi con quantificazione della risorsa e individuazione degli utilizzi;
- definizione di linee guida per una corretta programmazione dello sfruttamento della risorsa.

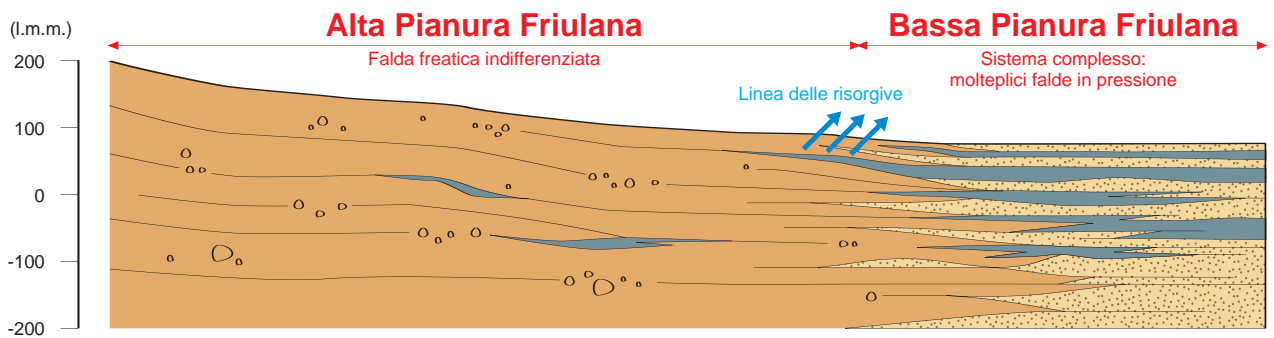


Fig. 1: schema delle variazioni di facies e degli acquiferi in falda ed artesiani fra l'Alta e la Bassa Pianura.

### 3. Il sottosuolo della Bassa Pianura friulana: l'acquifero entro la piattaforma carbonatica e la genesi dell'anomalia termica

Nella Bassa Pianura e lagune limitrofe si sono osservate delle culminazioni del tetto dei carbonati entro cui è contenuto un acquifero salato o salmastro. Siamo fra 750 e 1000 m di profondità come si osserva nella mappa delle profondità del tetto dei carbonati presentata in [figura 2](#), mappa che copre anche il Golfo di Trieste. In essa sono indicate anche le tracce dei profili sismici acquisiti con la Convenzione, in terra e a mare.

Durante il periodo Cretacico (da 145 a 65 milioni di anni fa) la nostra regione rappresentava un'area tropicale di mare poco profondo in cui vivevano e si accrescevano colonie di vari organismi (fra essi i più caratteristici erano le rudiste, poi estintesi). I sedimenti organici depositati, una volta trasformati in solida

roccia calcarea, hanno mantenuto caratteristiche porosità e permeabilità che hanno permesso l'accumulo in essi del sistema acquifero più caldo, con l'instaurazione di una lenta circolazione idrotermale che ha richiamato fluidi caldi e salati da grandi profondità.

L'osservazione della mappa di [figura 2](#) evidenzia per questa piattaforma carbonatica una morfologia articolata, legata al meccanismo deposizionale e di crescita, originariamente sintetizzabile come un altopiano calcareo che si affacciava in modo asimmetrico sui fondali circostanti: con ripide scarpate verso occidente e con più dolci versanti verso settentrione e verso oriente. I sollevamenti ed abbassamenti del livello marino, con esposizione subaerea della piattaforma sottoposta in questo modo ad erosione, e le successive deformazioni tettoniche, che hanno agito in direzioni e tempi differenti secondo opposti sistemi di faglie, hanno poi modificato l'assetto originario della piattaforma. Le parti sommitali di essa sono

ora evidenti in corrispondenza di un primo settore, immediatamente a nord di Lignano, orientato in senso E-O, e di un secondo, con direzione NO-SE, che dalla laguna di Grado-Marano si spinge fino all'Istria-Punta Salvore.

Per chiarire l'assetto geologico e strutturale, in [figura 3](#) sono riportate in scala 1:1 tre sezioni geologiche schematiche, ottenute dall'interpretazione di profili sismici. Qui in colore azzurro sono rappresentati i depositi più antichi, in gran parte corrispondenti ai calcari cretacei. Essi appaiono direttamente ricoperti da depositi che sono indicati in colore marrone. Si tratta di sedimenti che si sono depositati in bacini marini profondi, che mediamente potevano raggiungere e superare il migliaio di metri. Ad occidente tali formazioni sono costituite da misture di fanghi calcarei ed argille (le cosiddette "Scaglie"), depositatesi come sedimenti fini decantati attraverso tutta la colonna d'acqua. Sui fondali orientali, più o meno nello stesso periodo, frane sottomarine, denominate correnti di torbida, costituiscono i depositi del "Flysch", alternanze di marne e di strati terrigeni sabbiosi, originati dal disfacimento dei fronti della catena dinarica (gli attuali Carsi) che era in fase di sollevamento.

Il colmamento dei suddetti bacini riporta nell'area condizioni di mare poco profondo, ove andranno a deporsi prevalentemente unità terrigene sabbioso-limose (la "Molassa" miocenica che si sovrappone al Flysch e che è indicata in figura in color nocciola). Si tratta di formazioni geologiche di ambiente costiero, ove la linea di costa era in continua evoluzione a seguito del contemporaneo sollevamento della catena delle Alpi Meridionali orientali.

L'ultima successione è riconducibile all'intervallo Pliocene-Quaternario (color giallo) ed

è composta di sedimenti sciolti: si tratta, infatti, di fitte alternanze di materiali impermeabili argilloso-limosi e materiali permeabili ghiaiosi e sabbiosi, riferibili ad ambienti alluvionali costieri e marini poco profondi, anch'essi modellati dalle continue variazioni del livello marino, anche in relazione all'avvicendamento di fasi glaciali ed interglaciali.

L'acquifero salato al tetto della piattaforma carbonatica è idraulicamente separato dai sistemi artesiani immediatamente sovrastanti e contiene le acque più calde di tutto il complesso geotermico, con temperature stimate fino a circa 65 °C. In [figura 4a,b](#) è illustrato l'andamento con la profondità della temperatura corretta (Geoterma) e del gradiente nel pozzo Cesarolo 1, perforato dall'ENI in Veneto.

La [figura 5](#) rappresenta uno schema geologico con il modello di circolazione delle acque calde entro le formazioni carbonatiche. Il modello indica la trasmissione di calore per convezione entro i calcari organogeni di scogliera nella parte alta della piattaforma, una successiva trasmissione per conduzione agli acquiferi artesiani superiori attraverso un setto impermeabile di copertura. Gli acquiferi artesiani più caldi sono quelli più profondi e vicini all'acquifero nei carbonati e la loro stabilità termica, in decenni di sfruttamento, dimostra come il fenomeno sia a regime e quindi interessante dal punto di vista minerario.

Le informazioni caratterizzanti la risorsa nel carbonatico sono oggi ancora puntuali e indirette (da dati geofisici e dal pozzo Cesarolo 1 e Caravella 1) e non circoscritte. Dal progetto Geotermia-Grado, in corso di realizzazione nell'ambito del DOCUP-Obiettivo 2, conseguirà una prima stima per uno sfruttamento sostenibile dell'acquifero nell'area tra Lignano e Grado.

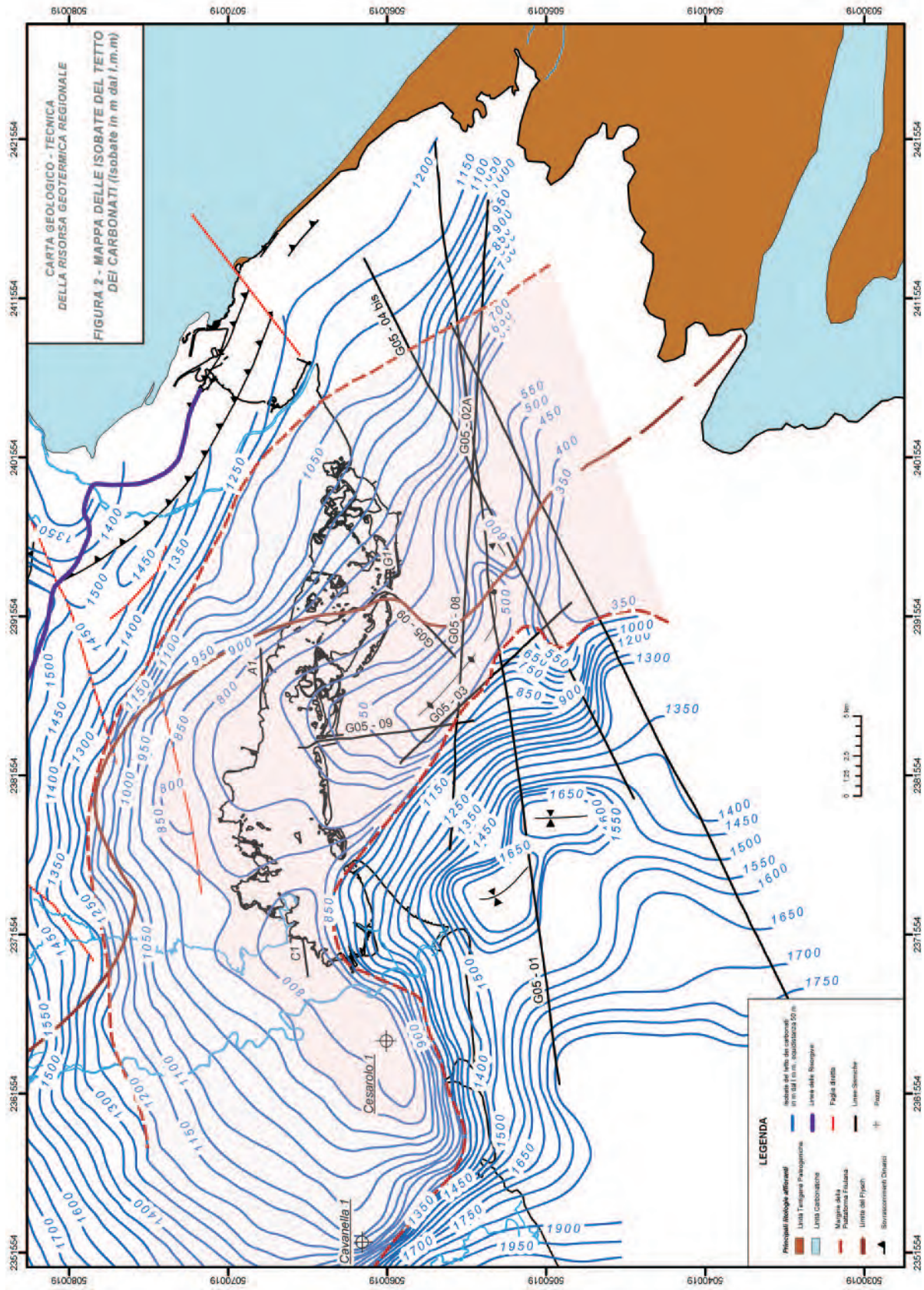


Fig. 2: isobate del tetto dei carbonati nella Bassa Pianura e Golfo di Trieste.

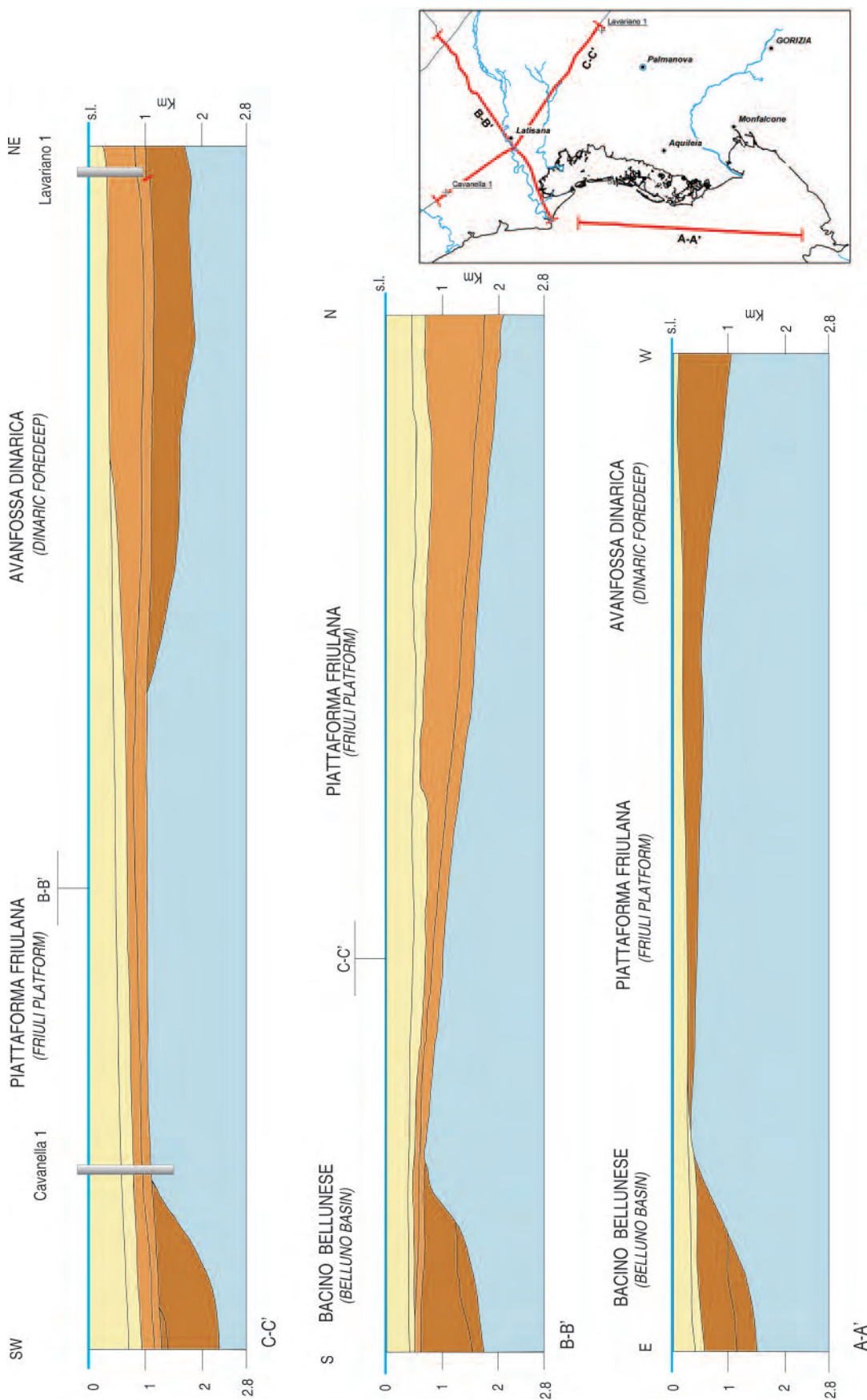


Fig. 3: Sezioni geologiche tratte dai profili sismici al traverso delle culminazioni dei carbonati in scala 1:1. In azzurro la piattaforma carbonatica, in marroncino i bacini della Scaglia e del Flysch, in nocciola la Molassa miocenica, in giallo le alluvioni plio-quadernarie.

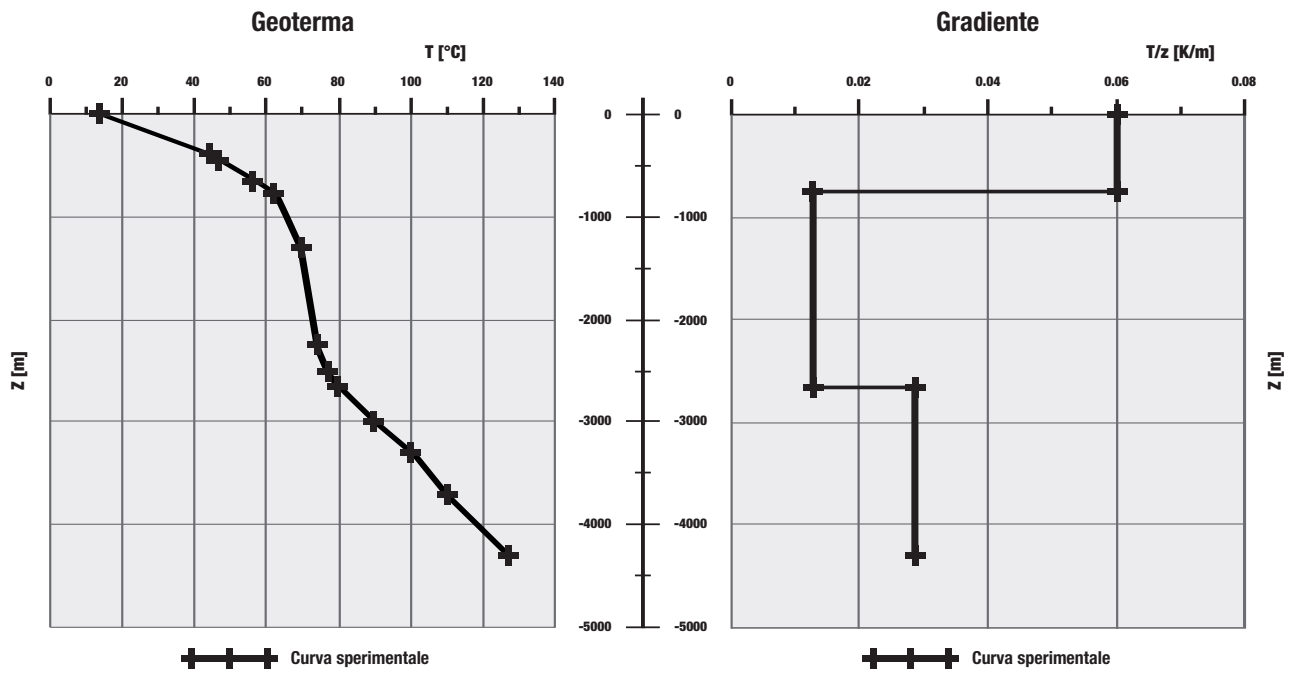


Fig. 4a: andamento della temperatura con la profondità per il pozzo Cesarolo 1 geoterma sperimentale stimata).

Fig. 4b: andamento del gradiente di temperatura per lo stesso pozzo.

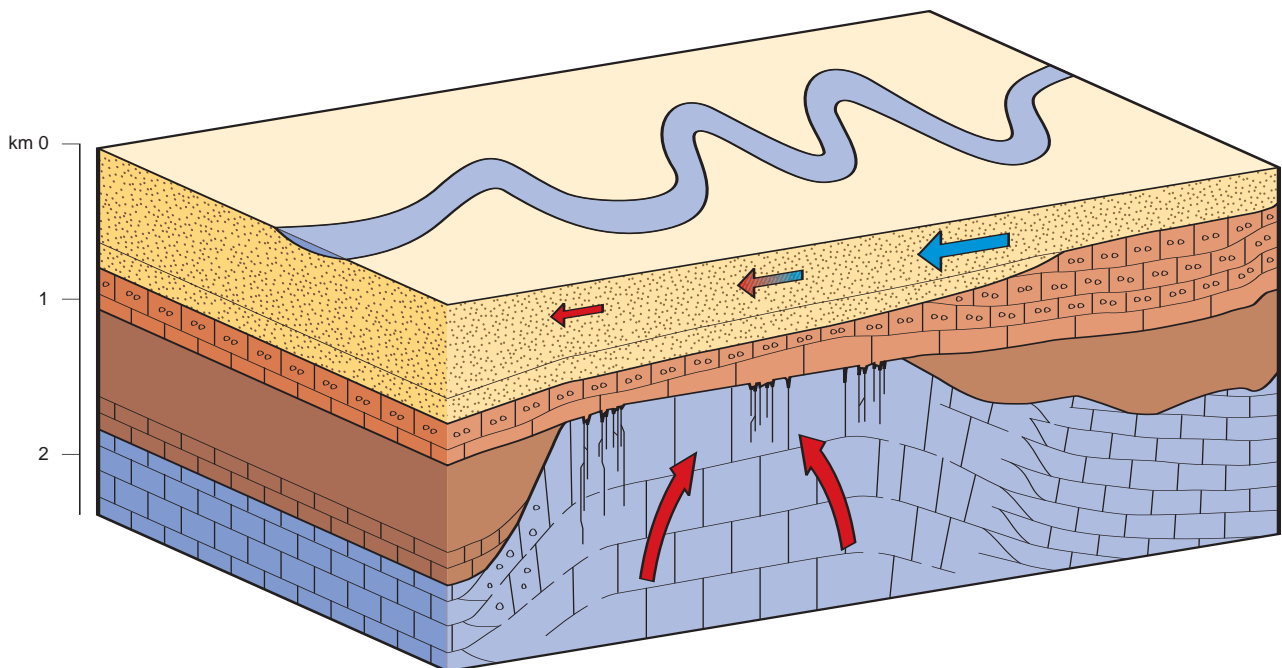


Fig. 5: modello geologico schematico di circolazione delle acque entro i carbonati della piattaforma

#### 4. Gli acquiferi dolci nelle coperture sedimentarie

Per caratterizzare e delimitare gli acquiferi artesiani nelle coperture terrigene delle formazioni carbonatiche, si sono utilizzati i dati puntuali disponibili presso l'Ufficio per le attività minerarie e le risorse geotermiche, integrati con i dati geofisici di nuova acquisizione e con tutte le altre informazioni pregresse disponibili (dati del catasto, dati di perforatori, archivi di altri enti, ...). Sono stati esaminati più di 200 pozzi, significativi dal punto di vista geotermico, inserendo complessivamente 142 litostratigrafie in un database informatizzato. Sono state prodotte le prime carte tematiche georeferenziate, sia in pianta che in sezione, riportando separatamente i diversi acquiferi artesiani.

In [figura 6](#) un'immagine tratta dalla linea sismica ad alta risoluzione acquisita nel territorio del Comune di Aquileia con le interpretazioni strutturali e stratigrafiche della facies sismiche in profondità, riferite agli orizzonti corrispondenti agli acquiferi individuati dai sondaggi: orizzonti D, E, F, G, Q (base Quaternario), P (base Pliocene), L (tetto del Miocene Inferiore), C (tetto dei carbonati).

Nell'ambito del progetto è stato possibile definire e analizzare gli 11 sistemi di acquiferi già noti dalla letteratura (contraddistinti dalle lettere da A ad M), anche se l'attenzione è stata rivolta in particolare ai 7 sistemi geotermici (da E ad M) e all'acquifero carbonatico profondo. Gli acquiferi sono stati tentativamente isolati sulla base di correlazioni litostratigrafiche, effettuate utilizzando tutti i pozzi classificati nel database e sulla base dei dati sismici e geochimici, ove disponibili. Allo scopo di fornire agli operatori uno strumento omogeneo di analisi, valutazione e gestione delle risorse idriche e geotermiche, si è voluto descrivere la distribuzione spaziale di ciascun sistema artesiano stimando la risorsa idrica e geotermica disponibile e la parte ritenuta (ad una prima analisi) sfruttabile, essendo soste-

nibile dal sistema geotermico complessivo. Questo approccio può avere lo svantaggio di dipendere dalla variabilità laterale delle proprietà idrauliche di ciascun sistema acquifero e dalla densità e qualità dei dati di pozzo, sui quali le mappe sono basate.

A titolo di esempio per le correlazioni stratigrafiche si riporta in [figura 7](#) una sezione riferita al sistema di acquiferi H, insieme alle legende utilizzate per la caratterizzazione litostratigrafica e idraulica. La legenda riporta le litostratigrafie e gli acquiferi secondo gli standard accettati per la Provincia di Venezia e il Friuli Venezia Giulia.

Le cartografie dei sistemi di acquiferi E, F, G, H, I+L e la definizione delle profondità e delle linee di uguale temperatura stimata per ognuno di essi (isoterme) e che li caratterizzano, sono riprodotte nelle [Tavole da 1 a 7](#).

Il risultato principale mostrato da queste carte è che le acque dolci entro le coperture sono riscaldate per conduzione, per opera dell'acquifero nei carbonati attraverso gli strati impermeabili che lo ricoprono. Profondità e temperature sono riportate sulla mappa del tetto dei carbonati (per i sistemi I+L) o, per gli altri acquiferi, sulla mappa degli spessori dei sedimenti recenti (Quaternario) comprendente anche informazioni (campiture colorate) sul substrato di base: Flysch eocenico in marroncino, Miocene in nocciola, Pliocene inferiore in giallo. In ogni mappa sono indicati i pozzi che hanno raggiunto l'acquifero (punti verdi) e che sono serviti per caratterizzarlo e i pozzi (punti bianchi) che non hanno incontrato quell'acquifero alla profondità prevista. Gli acquiferi più caldi sono quelli profondi e le loro temperature si correlano con gli andamenti delle culminazioni della piattaforma carbonatica.

Nonostante le incertezze insite nei dati disponibili ed utilizzati, queste mappe sono certamente uno dei risultati più importanti delle indagini svolte, che consentirà agli operatori di effettuare le valutazioni strategiche sulla risorsa.



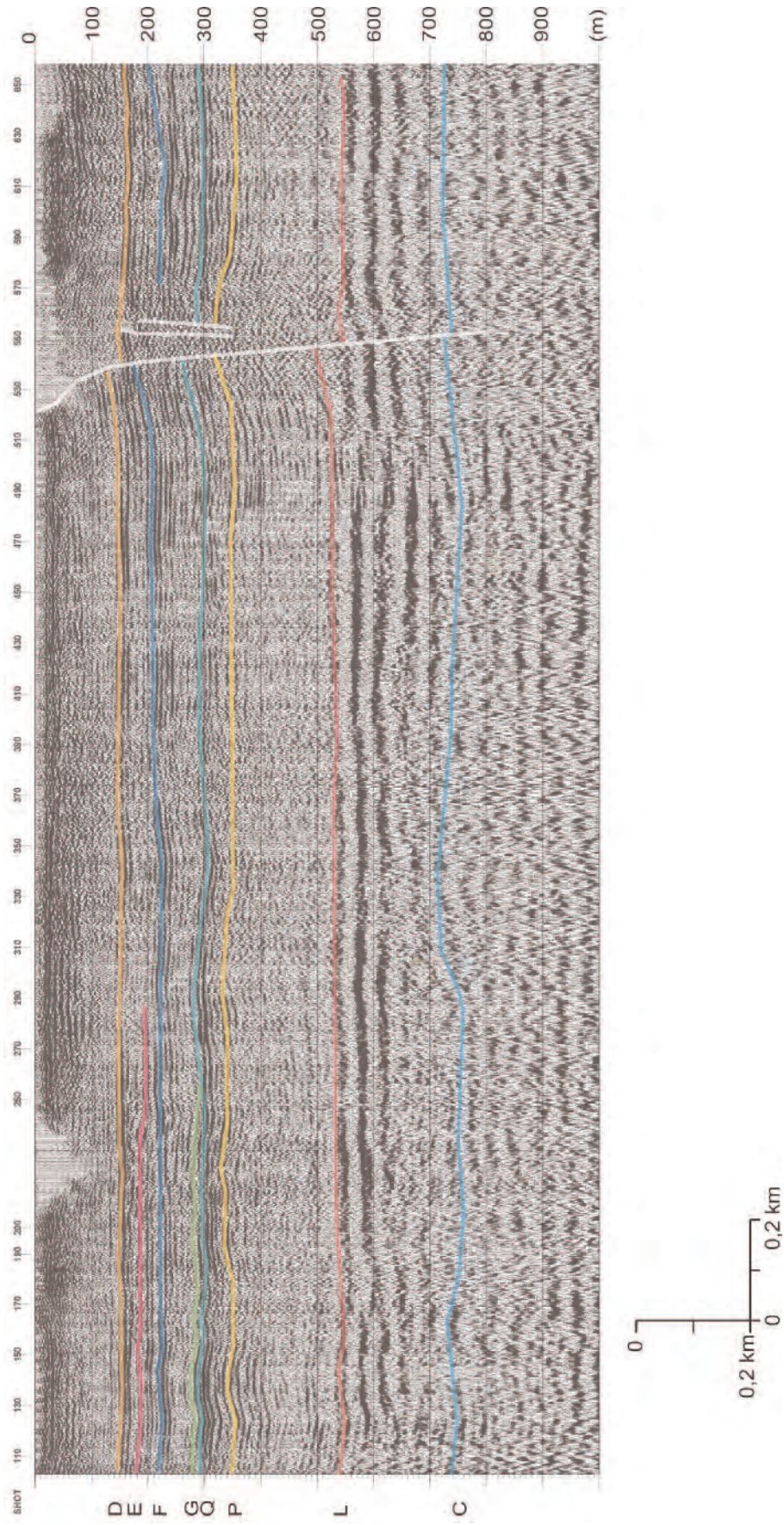


Fig. 6: sezione sismica convertita in profondità per un tratto della linea A1 con individuazione degli orizzonti corrispondenti agli acquiferi D, E, F, G, alla base del Quaternario (Q), del Pliocene (P), al tetto del Miocene Inferiore (L) e dei carbonati (C).

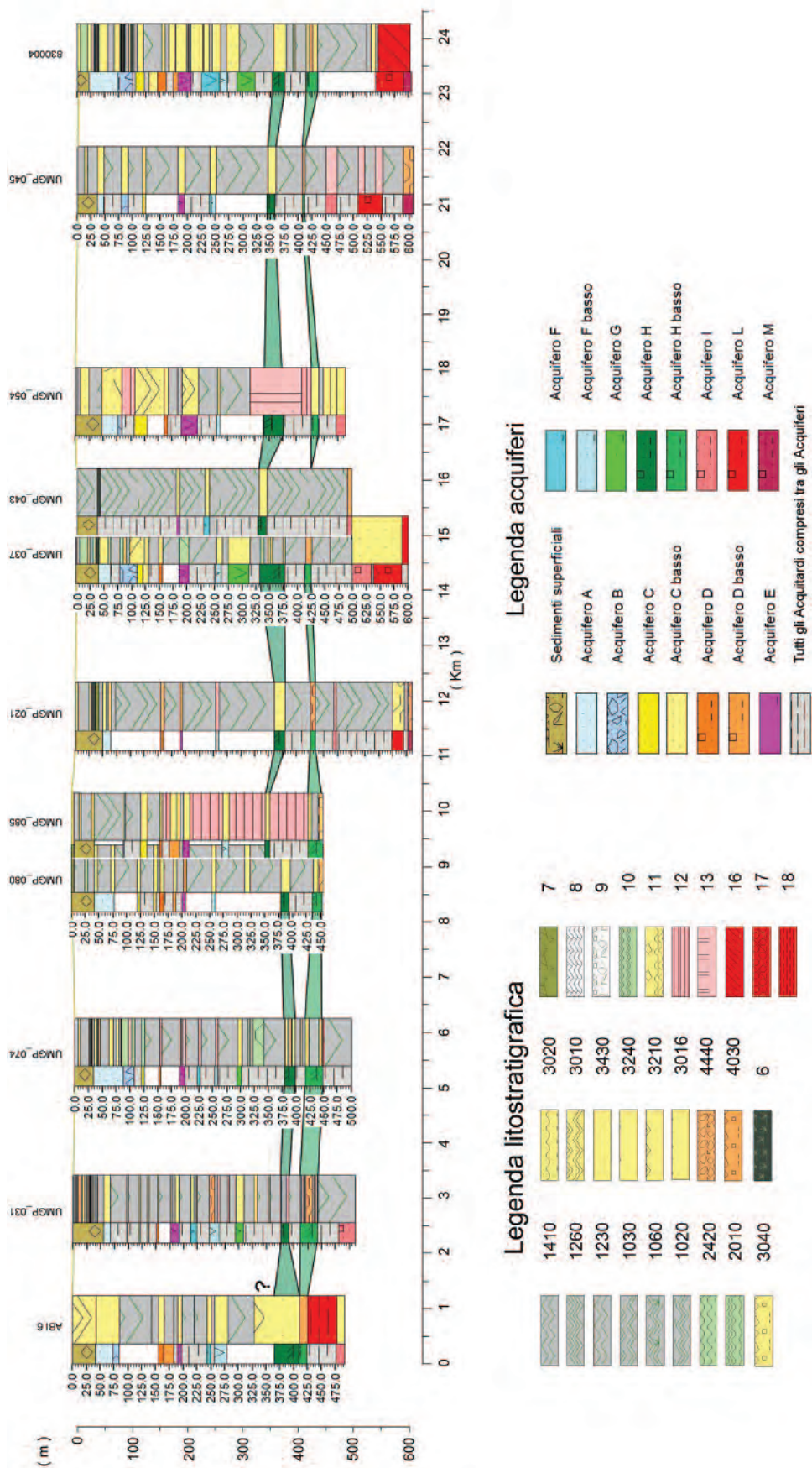
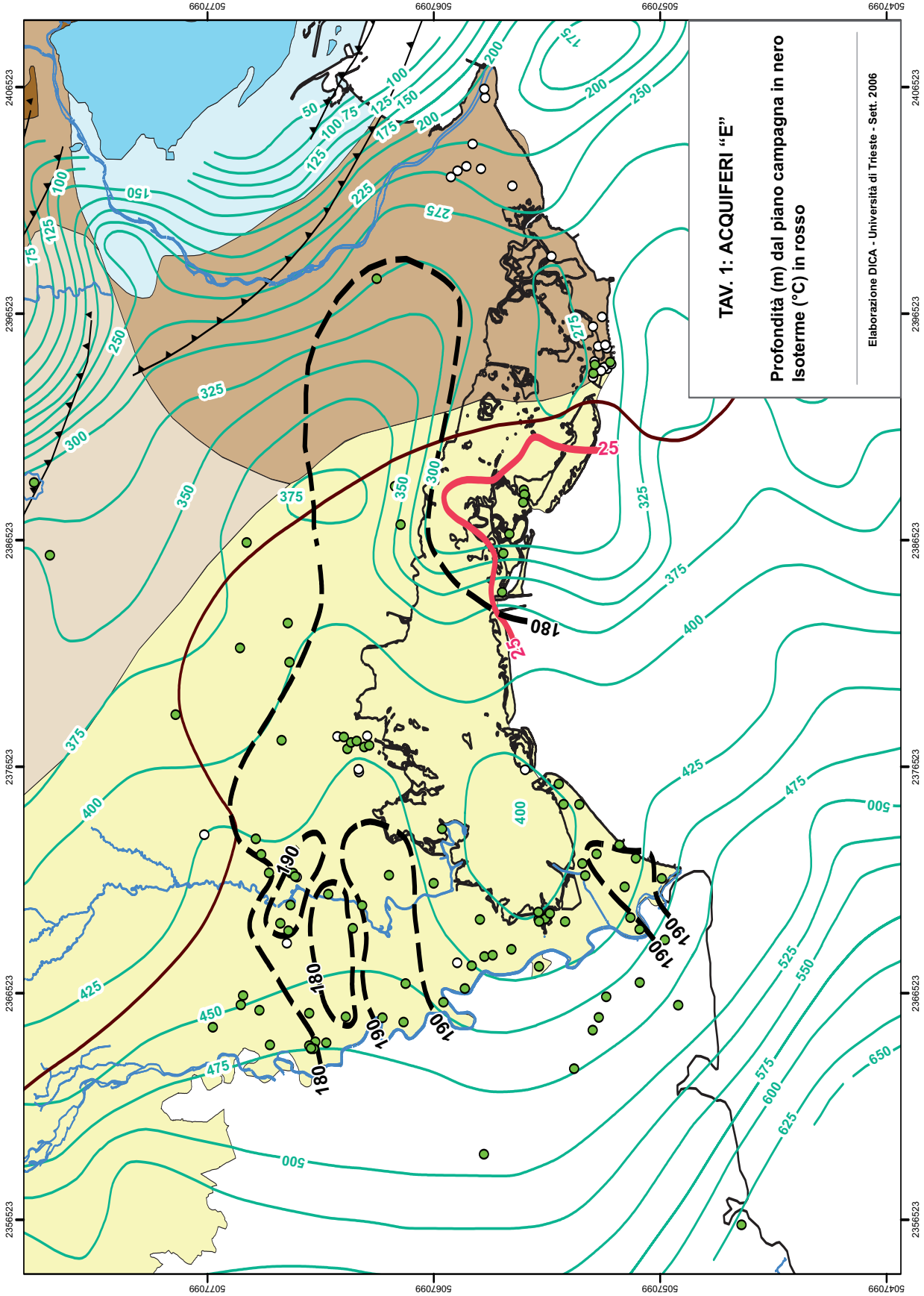
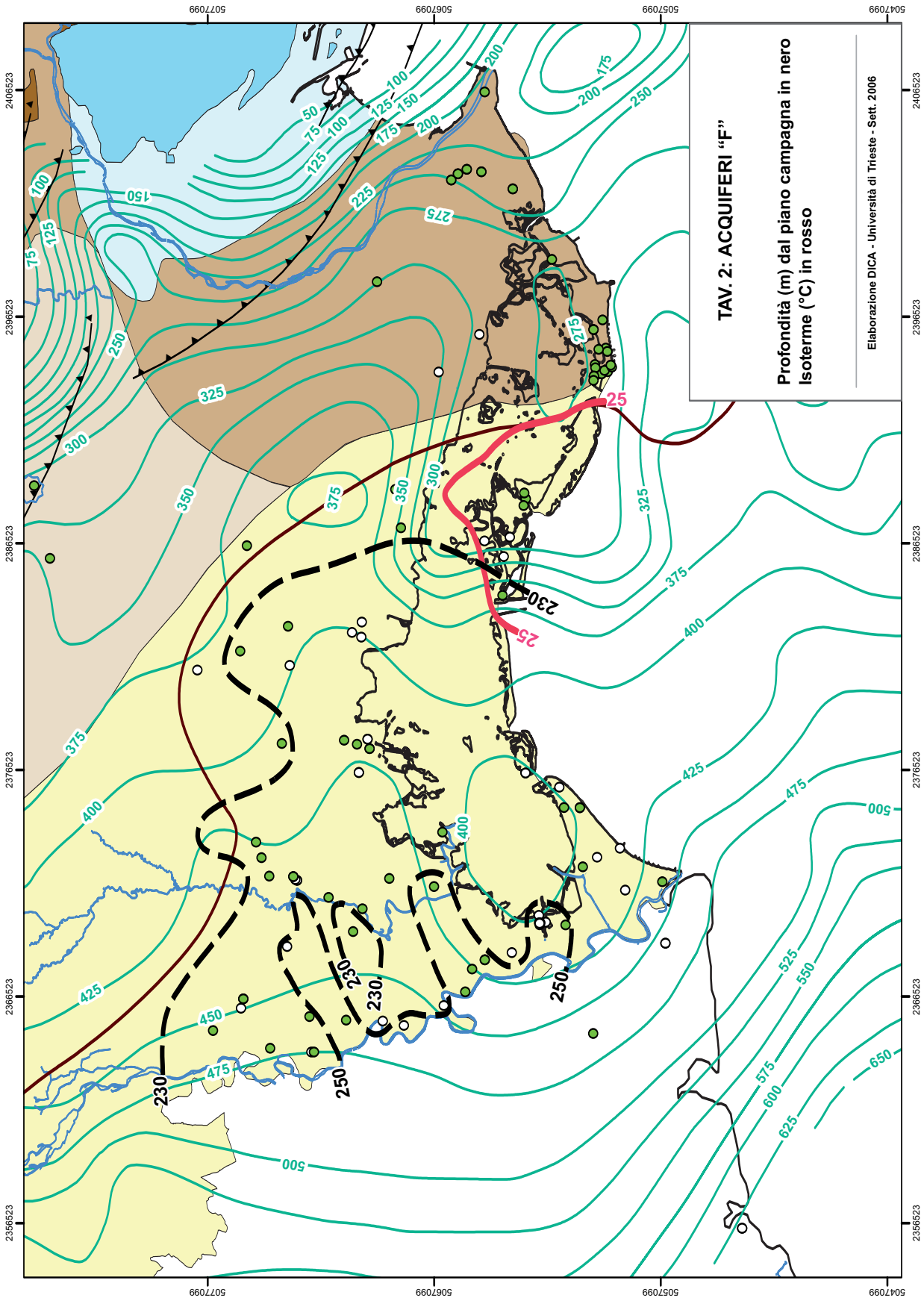
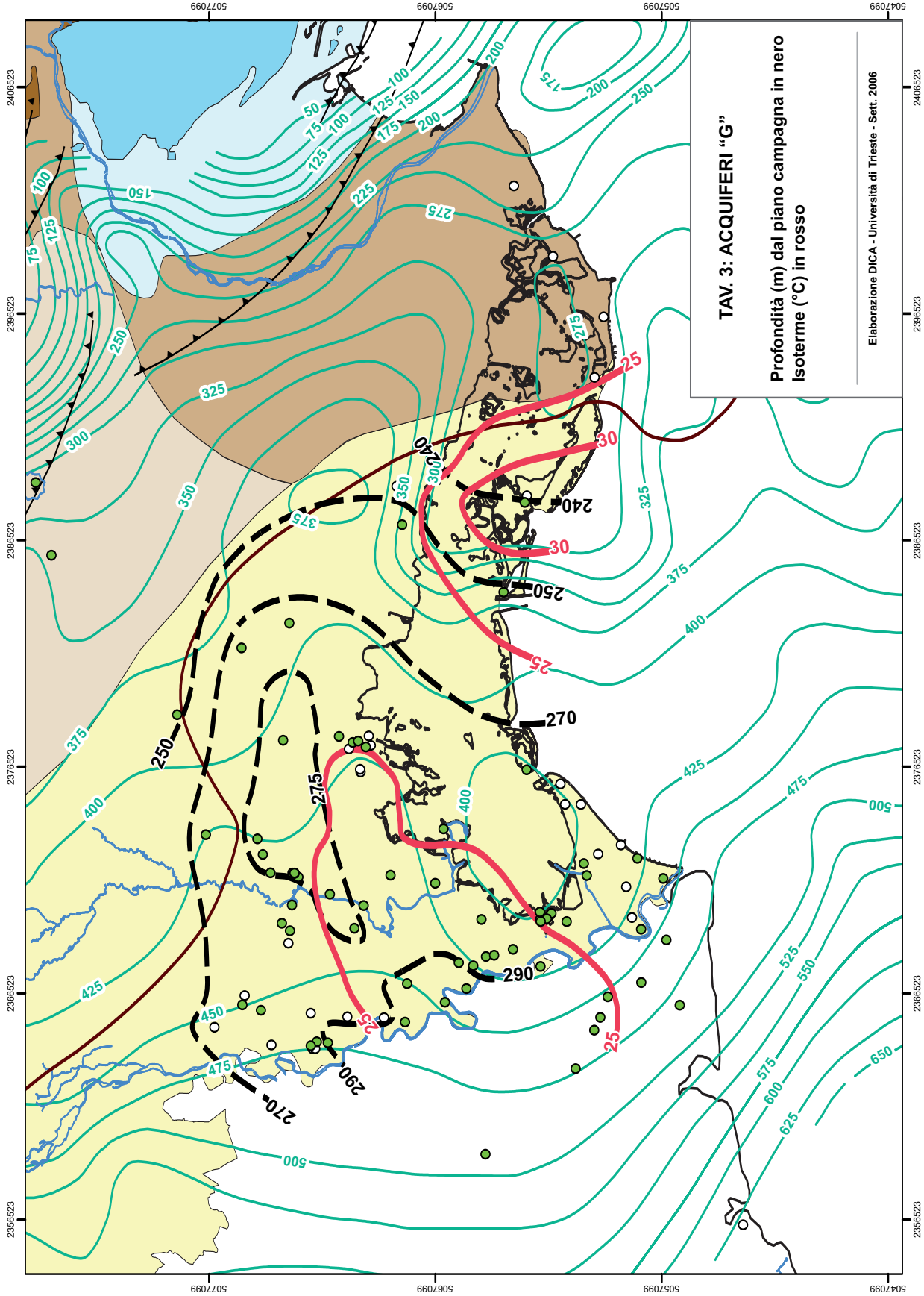
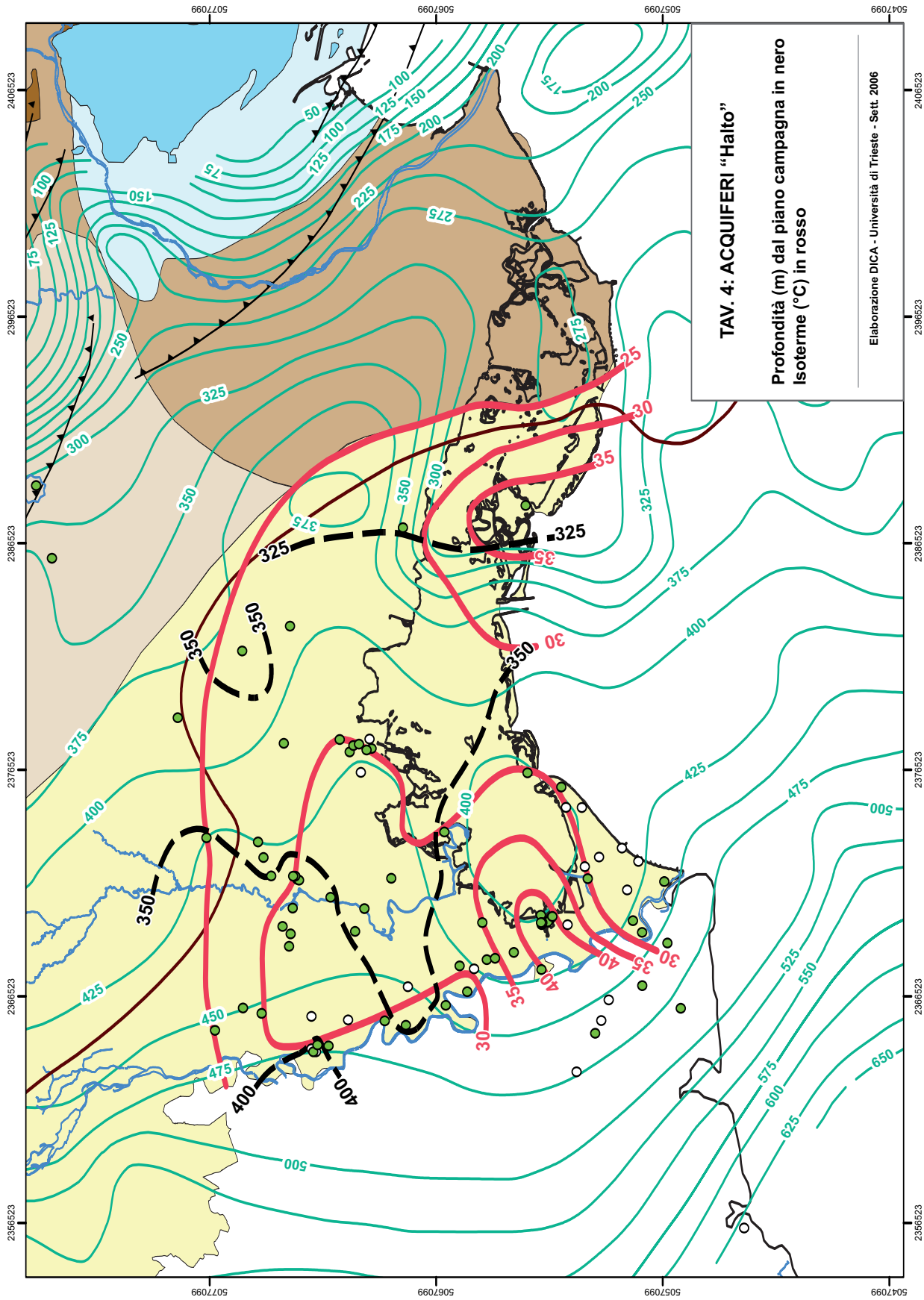


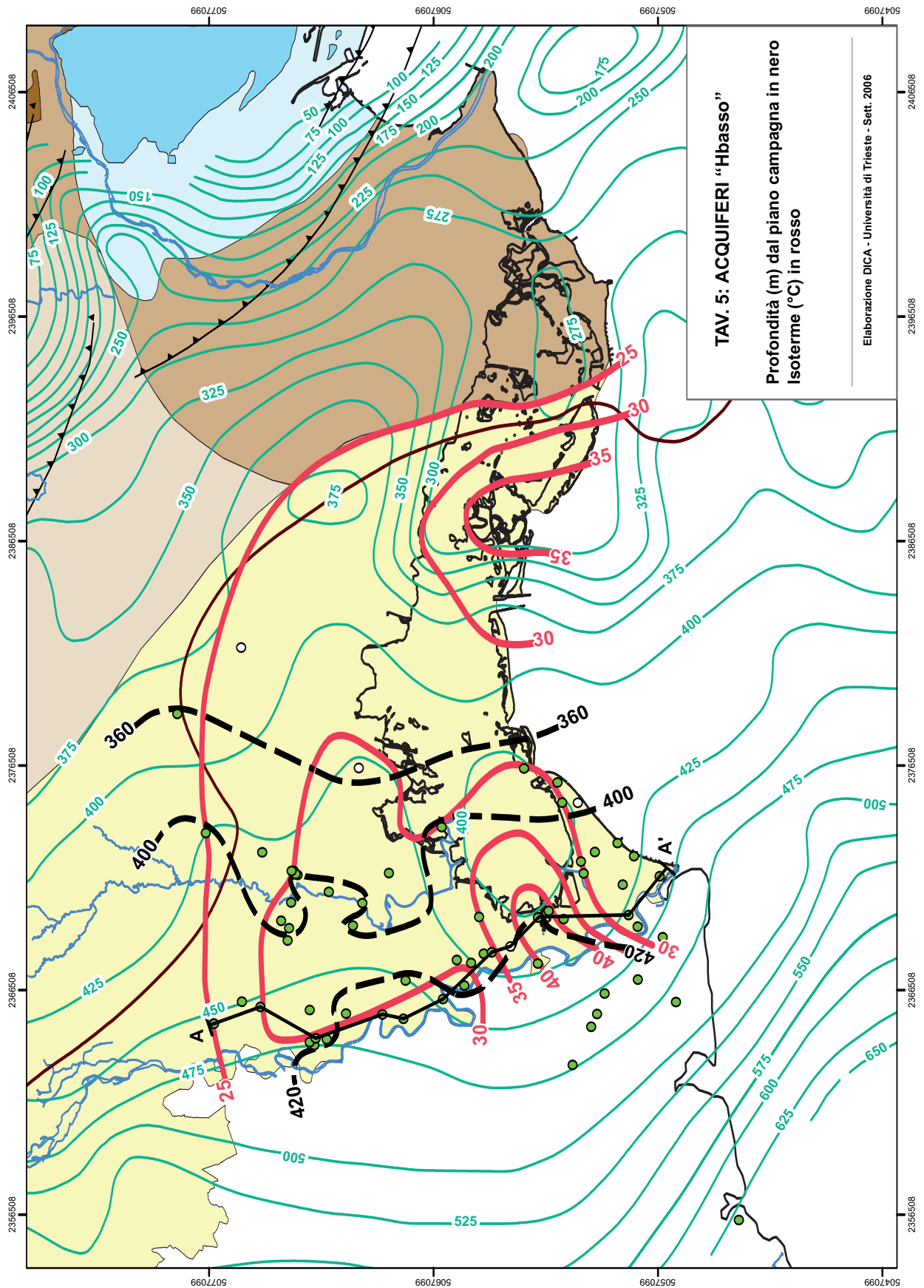
Fig. 7: correlazione litostratigrafica per i pozzi del sistema di acquiferi H. La traccia della sezione è riportata in Tav. 5. Le legende fanno riferimento a colori e codici di classi standardizzate per la Provincia di Venezia e la RAFVG.

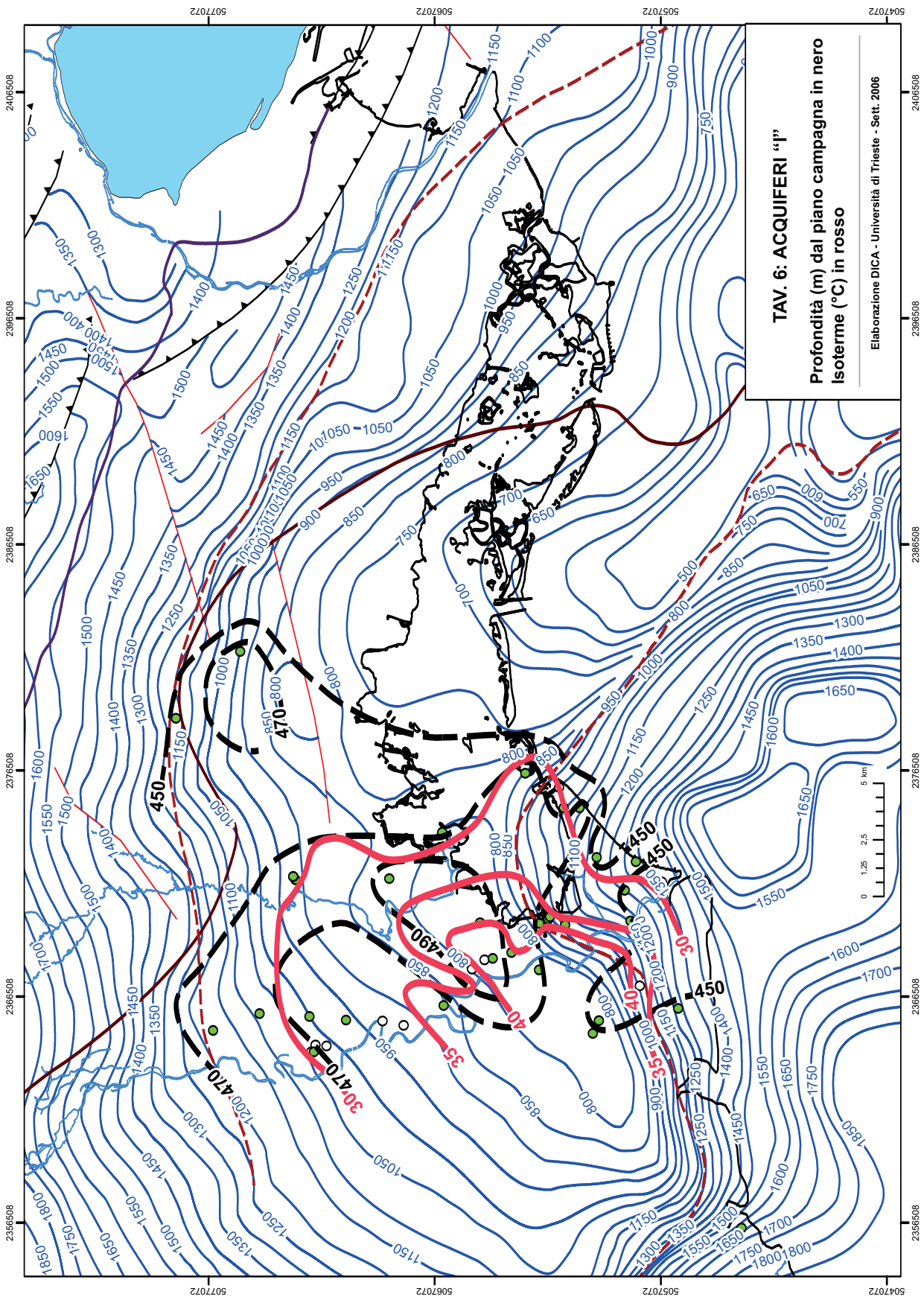




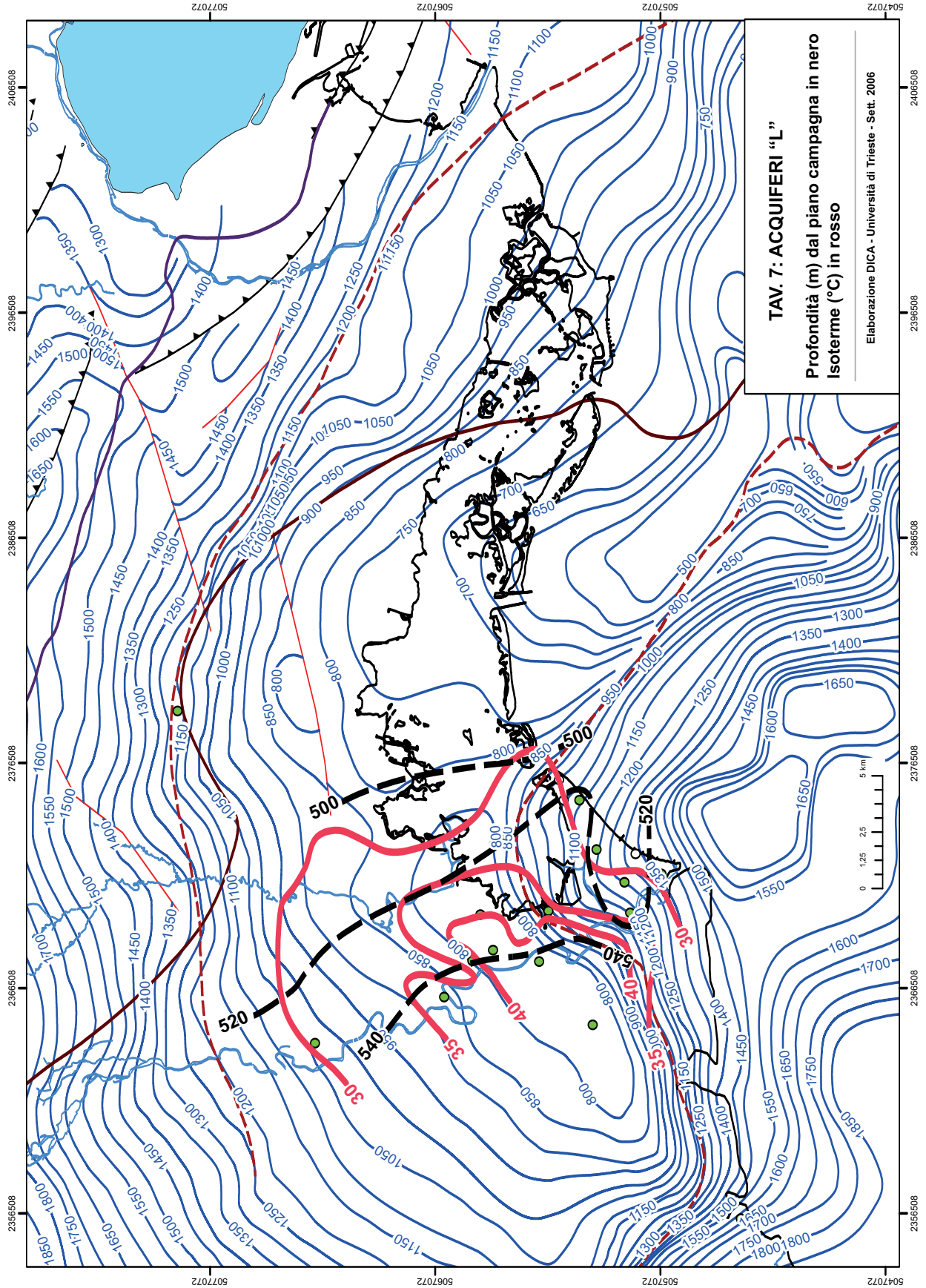












## 5. Idrogeologia e monitoraggio geochimico

Nel corso dello studio sono stati monitorati bimestralmente (sull'arco di un anno) dieci pozzi artesiani allo scopo di fornire una prima caratterizzazione geochimica dell'area geotermica, individuando le famiglie idrogeologiche, delimitando l'estensione di ciascun corpo idrico, definendo le possibili aree di ricarica e i tempi di residenza medi degli acquiferi stessi. I dati sono stati integrati con tutte le altre informazioni pregresse disponibili. Sulle acque prelevate sono state effettuate sia misurazioni dei parametri chimico-fisici in sito, sia analisi geochimiche ed isotopiche di laboratorio. In [figura 8](#) la distribuzione dei pozzi utilizzati per le indagini geochimiche e per le correlazioni stratigrafiche: contrassegnati in rosso i pozzi oggetto dei monitoraggi.

Le misurazioni sulle acque in sito hanno riguardato i parametri di temperatura, pH, conducibilità elettrica e TDS (Total Dissolved Solids); in laboratorio sono state effettuate le determinazioni delle concentrazioni degli ioni principali  $\text{Li}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{--}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Fe}$ , nonché il pH e la conducibilità elettrica. Si è proceduto inoltre alle analisi di geochimica isotopica per la determinazione dei contenuti in  $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta^2\text{H}$  e Trizio.

Un esempio dei risultati delle misure geochimiche è riportato in [figura 9a](#), che illustra la netta separazione delle concentrazioni degli ioni  $\text{SO}_4^-$  e  $\text{Cl}^-$ , tracciante, il primo, delle acque del bacino del Tagliamento, il secondo, degli acquiferi interessati da contaminazione con acque marine (non necessariamente attuali). La [figura 9b](#) illustra la stabilità del rapporto isotopico ( $\delta\text{O}^{18}$ ) in tutti i campioni nell'arco di un anno, a dimostrazione della stabilità degli acquiferi, non soggetti a significativi contributi periodici provenienti da corpi idrici diversi. Questo fatto rappresenta un'informazione fondamentale per il corretto piano di monitoraggio qualitativo della risorsa.

Dallo studio è risultato che gran parte delle acque esaminate sono caratterizzate da valori di conducibilità elettrica piuttosto bassi attribuibili ad acque bicarbonatiche, mediamente mineralizzate. Alcuni campioni sono riferibili ad acque minerali a conducibilità compresa tra 1320  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e 3000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , mentre per un gruppo ristretto di pozzi si tratta di acque intensamente mineralizzate la cui conducibilità supera i 3000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (raggiungendo in un caso i 27000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Partendo dalle concentrazioni dei principali ioni ( $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$  e  $\text{SO}_4^-$ ) sono stati costruiti grafici per confrontare e discriminare le caratteristiche chimiche delle famiglie idrogeologiche. Sono state analizzate nel dettaglio anche le concentrazioni in  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$  e  $\text{Fe}$ , utili parametri indicatori di qualità e potabilità per le acque sotterranee, nonché di  $\text{Li}^+$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{F}^-$  e  $\text{SiO}_2$ .

La mineralizzazione più spinta, riscontrata nelle acque artesiane circolanti alle maggiori profondità, solitamente arricchite in  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Li}^+$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{Fe}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , è stata messa in relazione ad un'origine naturale legata o a contaminazioni marine (non necessariamente attuali) o agli anomali gradienti geotermici locali che possono indurre nelle acque specifiche modificazioni chimiche ("scambio ionico") allorché nel sottosuolo siano presenti depositi argillosi di origine marina o depositi arricchiti in sostanze organiche. Questo fenomeno aumenta al crescere dei tempi medi di residenza negli acquiferi (circolazioni molto lente) e, di conseguenza, delle profondità di circolazione delle acque.

Le analisi isotopiche effettuate (per l'Ossigeno, il Deuterio e il Trizio) hanno ribadito l'origine meteorica di tutte le acque circolanti all'interno delle falde della Bassa Pianura e hanno permesso di definire approssimativamente l'età delle acque campionate, i bacini idrografici di origine e la circolazione nel sottosuolo.

Al momento non sono a disposizione dati certi che possono confermare fenomeni di intrusioni marine attuali negli acquiferi geotermici, ritenuti comunque possibili nel settore costiero

di Lignano a profondità superiori a 400 m. In sintesi, sono stati riconosciuti tre diversi circuiti idrogeologici, sottostanti ad un circuito più superficiale caratterizzato da 4 sistemi di acquiferi artesiani che non sono di interesse geotermico:

- Gli acquiferi artesiani di interesse geotermico più superficiali (acquiferi E-F-G) fino a profondità tra i 230 e i 320 metri. Trattasi di acque che derivano da circuiti poco profondi alimentate dalla falda freatica e con tempi di residenza negli acquiferi generalmente inferiori ai 50 anni. La profondità dei circuiti e i tempi di residenza aumentano progressivamente spostandosi da est verso ovest.
- Gli acquiferi artesiani profondi del settore centrale e occidentale, da 400 a 600 m circa di profondità (acquiferi H-I-L-M); sono tutti d'interesse geotermico e sono caratterizzati da una salinità fra 750 e 1500 mg/l e da tempi di residenza molto lunghi, superiori a 50 anni.
- Gli acquiferi artesiani profondi dell'area di Grado-Isonzo presentano un chimismo con notevole affinità nei caratteri principali, nonostante la diversità del contesto geologico-strutturale. Si tratta di acque probabilmente fossili con elevata concentrazione di sali, che risalgono attraverso sistemi di faglie con possibili contaminazioni (in particolare nell'area di Monfalcone) di acque superficiali.

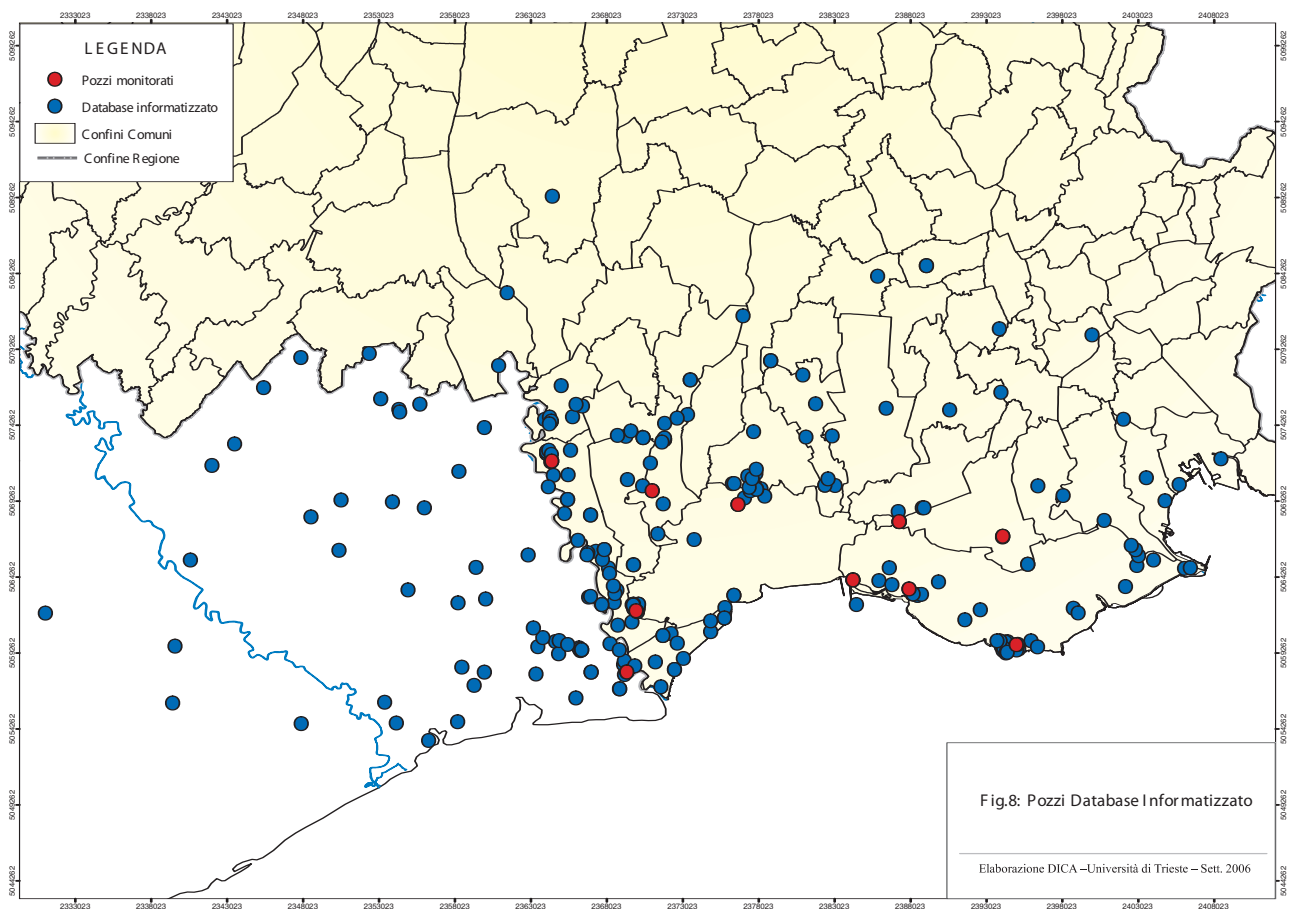


Fig. 8: distribuzione dei pozzi utilizzati per le correlazioni litostratigrafiche, le analisi geochimiche e i monitoraggi (10 pozzi in rosso).

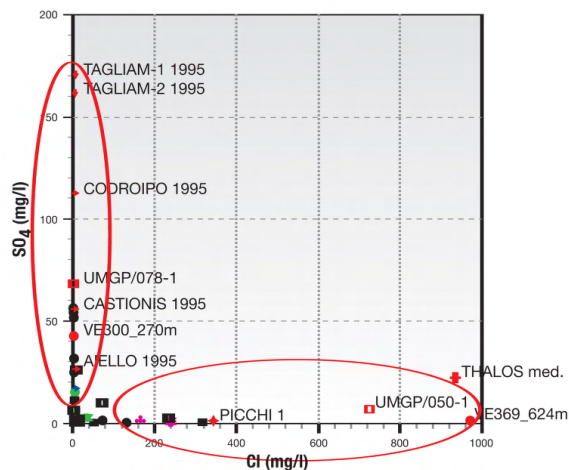


Fig. 9a: acque distinte in classi in base alle concentrazioni di Cloro e di ione solfato

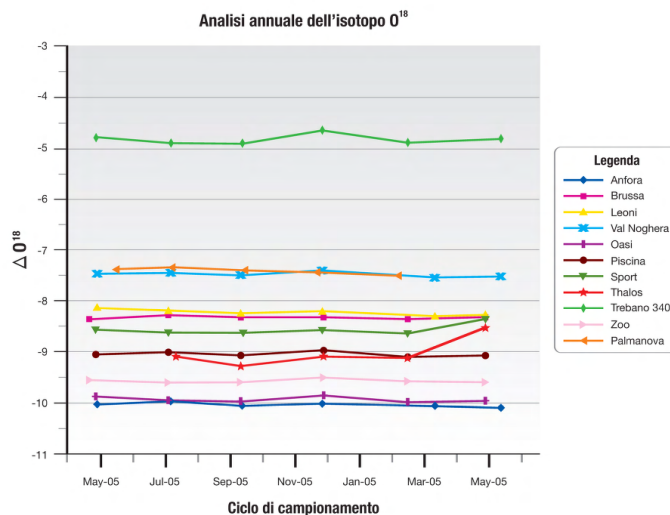


Fig. 9b: misure costanti nel tempo per la variazione dell'isotopo O<sup>18</sup>.

## 6. Utilizzo sostenibile della risorsa

Dalle indagini effettuate emerge subito che sin dal 1990 la zona interessata da maggiore richiesta di sfruttamento geotermico è concentrata nei Comuni della Bassa Pianura centro-occidentale, che da sola totalizza l'89% della richiesta spontanea. Ad oggi sono 82 i pozzi regolarmente utilizzati per lo sfruttamento geotermico in regione ed interessano i comuni di Carlino (UD), Grado (GO), Latisana (UD), Lignano (UD), Marano (UD), Monfalcone (GO), Palazzolo dello Stella (UD), Pocenia (UD), Precenicco (UD), Ronchis (UD), S. Giorgio di Nogaro (UD).

La destinazione d'uso dei pozzi è prevalentemente per riscaldamento d'abitazioni, complessi residenziali o stabilimenti generici. In minor misura, le acque geotermiche sono utilizzate per la floricoltura o l'orticoltura in serre, in strutture adibite all'allevamento, alla valcoltura ed all'itticoltura, nel riscaldamento di piscine e strutture termali nonché, sporadicamente, per attività ricreative e turistiche o per la manutenzione degli zoo pubblici. Per ogni sistema di acquiferi si possono individuare le

applicazioni sostenibili per le diverse destinazioni d'uso.

La stima del volume di acqua mobile estraibile, considerando un emungimento ottimizzato in modo da non depauperare la risorsa, indica che ad oggi è sfruttato (considerando i pozzi di sfruttamento geotermico oggetto di concessione o permesso) meno del 10% della risorsa geotermica sostenibile presente nelle alluvioni. Si suggerisce che il piano di sfruttamento debba attentamente valutare i seguenti parametri:

- il raggio di azione di ciascun pozzo (cioè la distanza media fino alla quale arriva, a causa dell'emungimento, una perturbazione sensibile del campo di carico idraulico dell'acquifero): esso è funzione della portata, delle caratteristiche idrauliche dell'acquifero (T, S) e della ricarica;
- l'abbassamento sostenibile del carico idraulico sul pozzo e su quelli adiacenti, per opera degli emungimenti complessivi: esso dipende dal numero di pozzi, dalla loro portata, dalle caratteristiche dell'acquifero, dalla modalità degli emungimenti (continui, intermittenti, alternati, ...), dalla ricarica dell'ac-

quifero e dalla relativa subsidenza indotta dallo sfruttamento.

Per gli acquiferi geotermici sono stati proposti dei modelli semplificati che, definendo la portata, stimano una subsidenza indotta in superficie con emungimento continuo. Una subsidenza in superficie attorno a 1 mm/anno è stata valutata come sostenibile, essendo il valore confrontabile con la subsidenza naturale della Bassa Pianura. Qualora l'emungimento divenga saltuario, secondo le necessità e i salti termici da compensare, ogni impianto andrà valutato con la dovuta cura nelle stime dei carichi ambientali ed energetici indotti.

E' importante sottolineare come il maggior contributo alla subsidenza indotta da emungimento nella Bassa Pianura friulana è causato dai pozzi che pescano negli acquiferi più superficiali. Questi acquiferi sono più comprimibili, sono sfruttati da un più grande numero di pozzi e sono quelli da cui l'acqua è emunta da molti più anni. In conclusione, obiettivo primario dovrà essere il controllo dello sfruttamento del sistema di acquiferi più superficiale. Per quanto concerne gli acquiferi dolci profondi, essi vanno preservati nella loro totalità, anche a monte della fascia geotermica, perché ne rappresentano la ricarica e dovrebbero essere indicati come risorsa strategica.

Per garantire un corretto utilizzo della risorsa sono state individuate alcune linee guida e soluzioni minime finalizzate alla sua conservazione.

È necessario riunire in un unico contesto tutte le banche dati esistenti. Un primo passo è stato fatto dalla Regione con la creazione di una banca dati comune. Manca, però un coordinamento gestionale che consenti di preservare gli acquiferi e di impedire il cattivo uso della risorsa cui dovrebbe ovviare il Piano Generale di Tutela delle Acque, attualmente in fase di predisposizione. Infatti, la risorsa geotermica è per definizione rinnovabile, ma non è illimitata. Dai risultati delle indagini svolte, è emersa la necessità d'intraprendere un'azione di coordinamento fra gli organismi che autorizzano e vigilano sull'utilizzo della risorsa ac-

qua. Uno strumento auspicabile potrebbe essere costituito da una ricognizione approfondita della realtà acque regionale, anche attraverso una normativa di settore, e con forme di incentivazione, a partire dallo snellimento delle procedure amministrative e dalla promozione di corrette metodologie per la ricerca ed utilizzo nell'ambito di una pianificazione degli sfruttamenti e di un monitoraggio degli effetti.

L'attenta progettazione ed esecuzione della perforazione, dei rivestimenti e della impermeabilizzazione, la presenza delle saracinesche, nonché la determinazione dei parametri idraulici dell'acquifero sfruttato, sono fattori critici e cruciali ai fini di uno sfruttamento razionale e della salvaguardia della risorsa. Attualmente i pozzi non risultano omogeneamente distribuiti sul territorio e va verificato il raggio d'azione, almeno per ognuno degli acquiferi riconosciuti.

E' importante evitare lo spreco dell'acqua con lo scorrimento a perdere in rete superficiale. La chiusura o la riduzione drastica della portata, quando non necessaria, aiuta a preservare la temperatura dell'acqua e soprattutto il carico idraulico e quindi limita la subsidenza di fatto, consentendo il rilascio di un maggior numero di permessi e concessioni.

In conclusione, dallo studio effettuato risulta come è necessario intervenire per utilizzare la risorsa acqua definendo per ciascun sistema di acquiferi lo sfruttamento ottimale secondo un criterio di sostenibilità e salvaguardia.

In particolare, i sistemi acquiferi più superficiali (più vulnerabili e a ricarica più veloce), i sistemi di acquiferi "A", "B", potrebbero essere destinati agli utilizzi industriali, agricoli o irrigui, e per eventuali usi energetici con geoscambio.

I sistemi acquiferi intermedi (meno vulnerabili e a ricarica più lenta), gli acquiferi "C", potrebbero essere destinati agli utilizzi civili e industriali con necessità di acqua di qualità.

I sistemi di acquiferi "D", più profondi, dovrebbero costituire la riserva idrica strategica e non dovrebbero essere sfruttati, se non per la realizzazione di grandi sistemi di prelievo a scopo idropotabile al servizio di grandi comu-

nità. I sistemi acquiferi geotermici plio-quadernari e miocenici della fascia litorale possono essere destinati ad utilizzi geotermici indiretti preferibilmente con re-immissione dei reflui in strato, in particolare quelli che sono più prossimi alla linea di costa ove si potrebbe favorire l'intrusione di acque marine salate.

I sistemi acquiferi geotermici nelle formazioni carbonatiche sono destinati ad utilizzi geotermici indiretti con re-immissione dei reflui in strato.

Sulla base dei modelli discussi nello studio, per quanto molto semplificati, è stato possibile stimare le portate estraibili dagli acquiferi geotermici. Esse sono variabili per ogni acquifero in funzione dei volumi disponibili e delle loro proprietà idrauliche (i valori di trasmissivi-

tà e coefficiente d'immagazzinamento sono stati solo stimati in modo approssimato nell'attesa di disporre di prove in pozzo), con un minimo di 3-5 l/s per ogni km<sup>2</sup> di estensione per gli acquiferi E, F, G, I+L. Per il sistema di acquiferi H tale portata può essere più elevata (5-10 l/s.km<sup>2</sup>). Con emungimento intermittente, secondo le necessità e i salti termici da compensare, ogni impianto andrà valutato con la dovuta cura nelle stime dei carichi ambientali ed energetici indotti.

La stima della potenza termica teorica ottenibile dallo sfruttamento sostenibile di tutti gli acquiferi geotermici mappati, indica infine come si può raggiungere la produzione di 500 MW, portando ad un risparmio energetico teorico superiore a 300 ktep/anno.

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI

- A.G.I.P., 1972 – *Acque dolci sotterranee*. Agip-Eni, 914 pp.
- A.G.I.P., 1977 – *Temperature sotterranee*. Inventario dei dati raccolti durante la ricerca e la produzione di idrocarburi in Italia, 1390 pp.
- BELLANI S., CALORE C., DELLA VEDOVA B., GRASSI S., MARSON I., NICOLICH R., PERUSINI P., SQUARCI P., 1994 – *Valutazione di dettaglio delle strutture profonde della Bassa Pianura Friulana. Inventario delle risorse geotermiche nazionali*. Ministry for Industry, Trade and Commerce, STAR-C.N.R., 19 Tav., 55 pp.
- CALORE C., DELLA VEDOVA B., GRASSI S., MARSON I., NICOLICH R., SQUARCI P., 1995 – *A hydrothermal system along the Coastal Area of Friuli-Venezia Giulia Region (NE Italy)*. In: Proceedings of the World Geothermal Congress, Florence, 2, 1269-1274.
- CARULLI G.B., 2006 - *Carta geologica del Friuli Venezia Giulia, scala 1:150.000*. R.A.F.V.G., Direzione Regionale Ambiente e Lavori Pubblici, Servizio Geologico Regionale. Selca, Firenze.
- CASERO P., RIGAMONTI A., IOCCA M., 1990 – *Paleogeographic relationship during Cretaceous between the Northern Adriatic area and the Eastern Southern Alps*. Mem. Soc. Geol. It., 45, 807-914.
- CATI A., SARTORIO D., VENTURINI S., 1987B – *Carbonate platforms in the subsurface of the Northern Adriatic Area*. Mem. Soc. Geol. It., 40, 295-308.
- DAL PRÀ A. & STELLA L., 1978 – *Primo contributo alla conoscenza del termalismo idrico del sottosuolo della Bassa Pianura Veneto-Friulana alle foci del fiume Tagliamento*. Quaderno I.R.S.A., 34(16), 387-40.
- DELLA VEDOVA B. & BRANCOLINI G., 2002 – *Studio preliminare degli acquiferi profondi della Bassa Pianura friulana*. Rapporto Tecnico-Scientifico, Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, Direzione Regionale dell'Ambiente, Servizio Geologico, 51 pp.
- GRASSI S., 1994 – *Alcune osservazioni sulle caratteristiche geochemiche delle acque sotterranee della Bassa Pianura Friulana*. Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., Serie A, v. 101, 1-15.
- NICOLICH R., DELLA VEDOVA B., GIUSTINIANI M., FANTONI R., 2004 – *Carta del Sottosuolo della Pianura Friulana (Map of Subsurface Structures of the Friuli Plain)*. Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, Direzione centrale Ambiente e Lavori Pubblici, Servizio Geologico Regionale, 4 Tav., Note Illustrative.
- OSSERVATORIO GEOFISICO SPERIMENTALE, 1989 – *Studio delle anomalie geotermiche della Bassa Pianura Friulana. Rilievo di superficie e censimento dei pozzi d'acqua calda*. Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia, convenzione n°4455, A.A.N. n°4685.
- REGIONE AUTONOMA FRIULI VENEZIA GIULIA, 1990 – *Catasto regionale dei pozzi per acqua e delle perforazioni eseguite nelle alluvioni quaternarie e nei depositi sciolti del Friuli-Venezia Giulia*. Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia, Direzione Regionale Ambiente; 7 volumi.
- STEFANINI S., 1980 – *Il termalismo delle acque artesiane nelle lagune di Grado, Marano e nelle aree adiacenti*. Rassegna Tecnica del Friuli-Venezia Giulia, 5, 19-24.
- STEFANINI S., 1986 – *Litostratigrafie e caratteristiche idrologiche di pozzi nella pianura friulana, dell'anfiteatro morenico del Tagliamento e del campo di Osoppo e Gemona*. Istituto di Geologia e Paleontologia dell'Università di Trieste, 740 pp.



**Università di Trieste**  
Dipartimento di Ingegneria  
Civile e Ambientale



**Università di Trieste**  
Dipartimento di Scienze Geologiche  
Ambientali e Marine



**OGS**  
Istituto Nazionale di Oceanografia  
e Geofisica Sperimentale



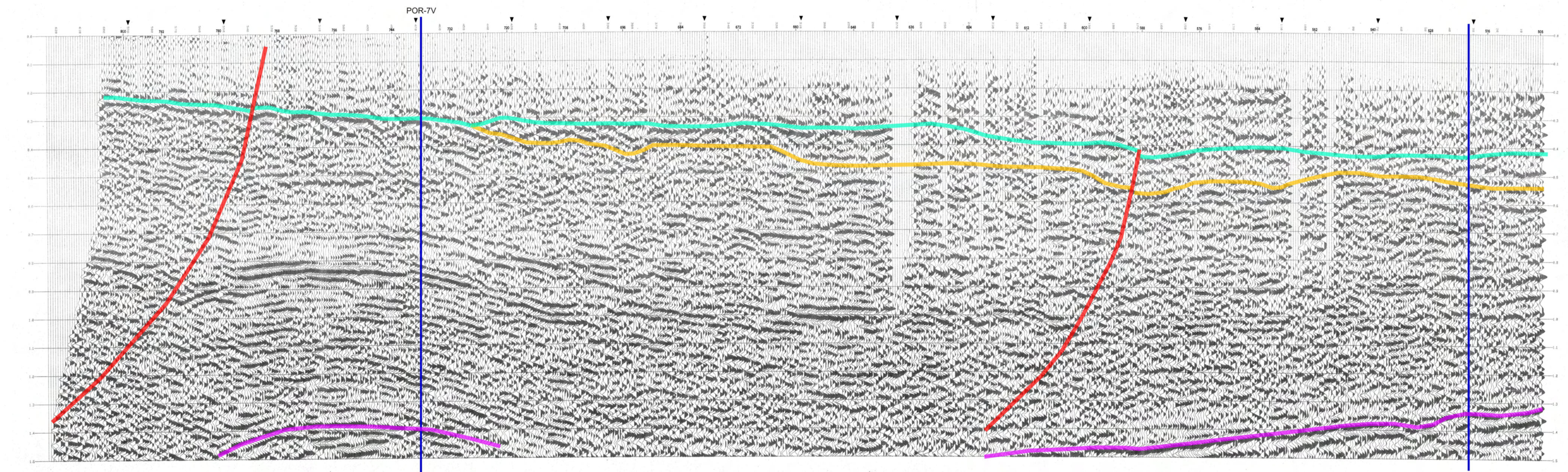
## **Appendice C**

OSSERVATORIO GEOFISICO SPERIMENTALE  
 - TRIESTE -  
 REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA  
 AREA: FRIULI  
**POR-6V**  
 1200x D.B.S.-T.V. FILT.  
 S.P. 501-000 C.D.P. 1-622

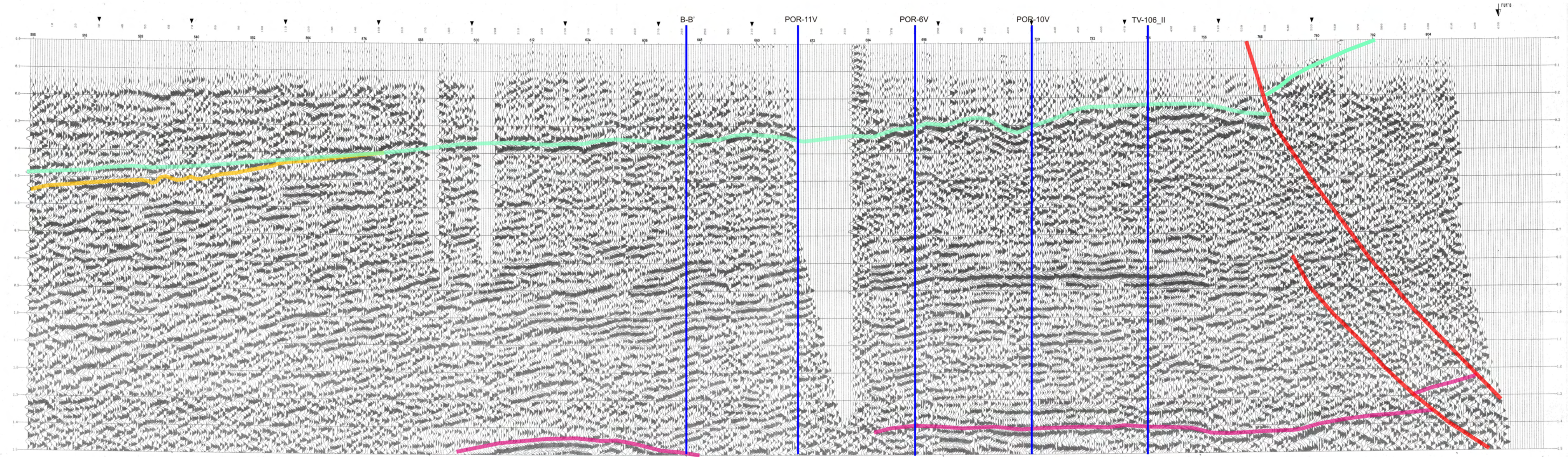
REPORT NR. : 79543  
 ENCLOSURE NR. :  
 COPY NR. :

CHECKED..... DATE.....  
 APPROVED..... DATE.....

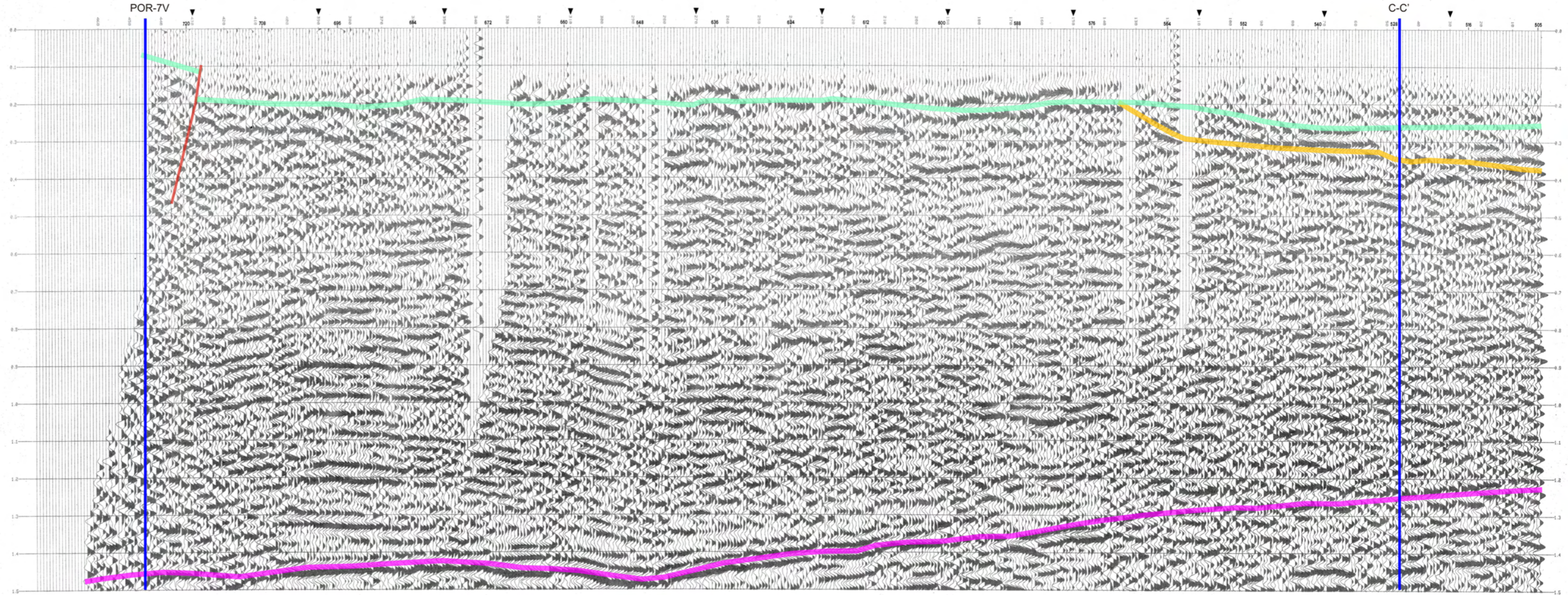
RECORDING PARAMETERS	PROCESSING PARAMETERS
-SHOT BY : WESTERN G.C.	-PROCESSED LENGTH : 1.5 S
-RECORDER : SDS 1010	-SAMPLE RATE : 2 MS
-RECORD LENGTH : 22.5 S	-EDIT-DEMULFLEX
-SAMPLE RATE : 4 MS	-100% DISPLAY
-FILTERS : OUT-LOW : NOTCH IN : ALIAS 62.5 HZ	-MUTING
-GAIN : BINARY	-PREFILT: LOW CUT HIGH CUT : 20 HZ/20 DB : 90 HZ/60 DB
-CABLE LENGTH : 1955 M	-RESAMPLE
-NUMBER OF TRACES : 24	-PREPROCESS: CDP GATHER
-GROUPS INTERVAL : 85 M	-GEOMETRICAL SPREAD COMPENSATION
-GEOPH./GROUP : 60	-DECONVOLUTION : T.V. SPIKE
-GROUP LENGTH : 85 M	N.F.P. OPERATOR LENGTH : 11 : 2000 MS
-SOURCE : VIBROSEIS : VIBRATORS NUMBER: 4 : SWEEPS NUMBER : 12 : SLEEP LENGTH : 16 S : PATTERN LENGTH : 85 M : FREQUENCY : 45-9 HZ	-VELOCITY AN. LOCATION: ▼ -N.M.O. CORR. AND 12 FOLD COHERENCY STACK
-COVERAGE : 1200x	-T.V. FILTER 13 ZONES LOW CUT HIGH CUT 75 HZ/35 DB 75 HZ/30 DB 60 HZ/20 DB 60 HZ/30 DB 45 HZ/15 DB 45 HZ/30 DB
RECORDING DATE : 1971 - 1972	-TRACE EQUALIZATION -DISPLAY : WIGGLE V.A. : 8 TR./IN. : 10 IN./S
O.G.S. -PROCESSING CENTER- TRIESTE PRE/SEIS SYSTEM	PROCESSING DATE : JULY 1979



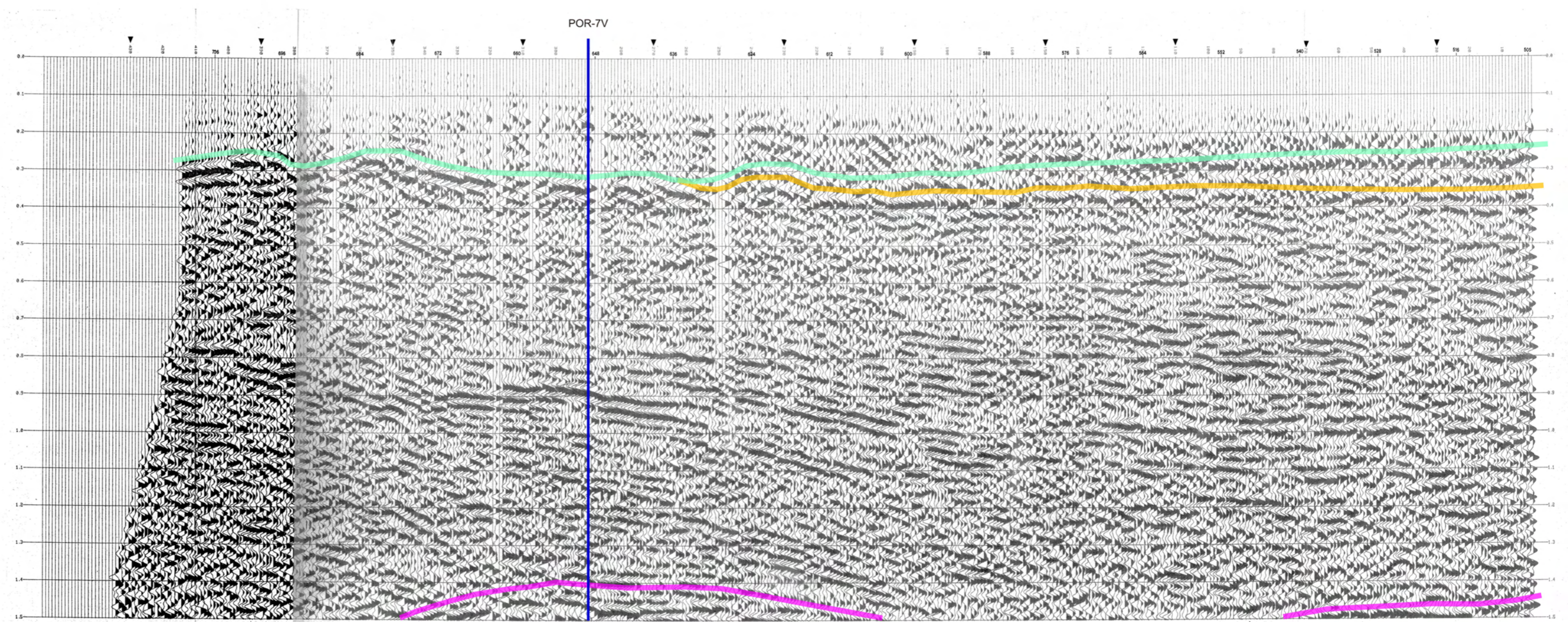
OSSERVATORIO GEOFISICO SPERIMENTALE - TRIESTE -	
REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA	
AREA: FRIULI	
<b>POR-7V</b>	
1200% D.B.S.-T.V. FILT. S.P. 501-005 C.D.P. 1-632	
REPORT NR.: 79543	CHECKED..... DATE.....
ENCLOSURE NR.:	APPROVED..... DATE.....
COPY NR.:	
<b>RECORDING PARAMETERS</b>	<b>PROCESSING PARAMETERS</b>
-SHOT BY : WESTERN G.C.	-PROCESSED LENGTH : 1.5 S
-RECORDER : SDS 101B	-SAMPLE RATE : 2 MS
-RECORD LENGTH : 22.5 S	-EDIT-DEMULFLEX
-SAMPLE RATE : 4 MS	-100% DISPLAY
-FILTERS : OUT-LOW NOTCH IN ALIAS 62.5 HZ	-MUTING
-GAIN : BINARY	-PREFILT: LOW CUT HIGH CUT 20 HZ/20 DB 90 HZ/60 DB
-CABLE LENGTH : 1955 M	-RESAMPLE
-NUMBER OF TRACES : 24	-PREPROCESS: CDP GATHER
-GROUPS INTERVAL : 85 M	-GEOMETRICAL SPREAD COMPENSATION
-GEOPH./GROUP : 60	-DECONVOLUTION : T.V. SPIKE
-GROUP LENGTH : 85 M	N.F.P. : 11 OPERATOR LENGTH : 2000 MS
-SOURCE : VIBROSEIS VIBRATORS NUMBER: 4 SLEEPS NUMBER : 12 SLEEP LENGTH : 16 S PATTERN LENGTH : 65 M FREQUENCY : 45-9 HZ	-VELOCITY AN. LOCATION: ▼
-COVERAGE : 1200%	-N.M.O. CORR. AND 12 FOLD COHERENCY STACK
RECORDING DATE : 1971 - 1972	-T.V. FILTER 13 ZONES LOW CUT HIGH CUT 35 HZ/35 DB 75 HZ/150 DB 20 HZ/20 DB 60 HZ/120 DB 15 HZ/15 DB 40 HZ/90 DB
O.G.S. -PROCESSING CENTER- TRIESTE PRE-SEIS SYSTEM	-TRACE EQUALIZATION -DISPLAY : MIDDLE V.A. 8 TR./IN. 10 IN./S
	PROCESSING DATE : JULY 1979



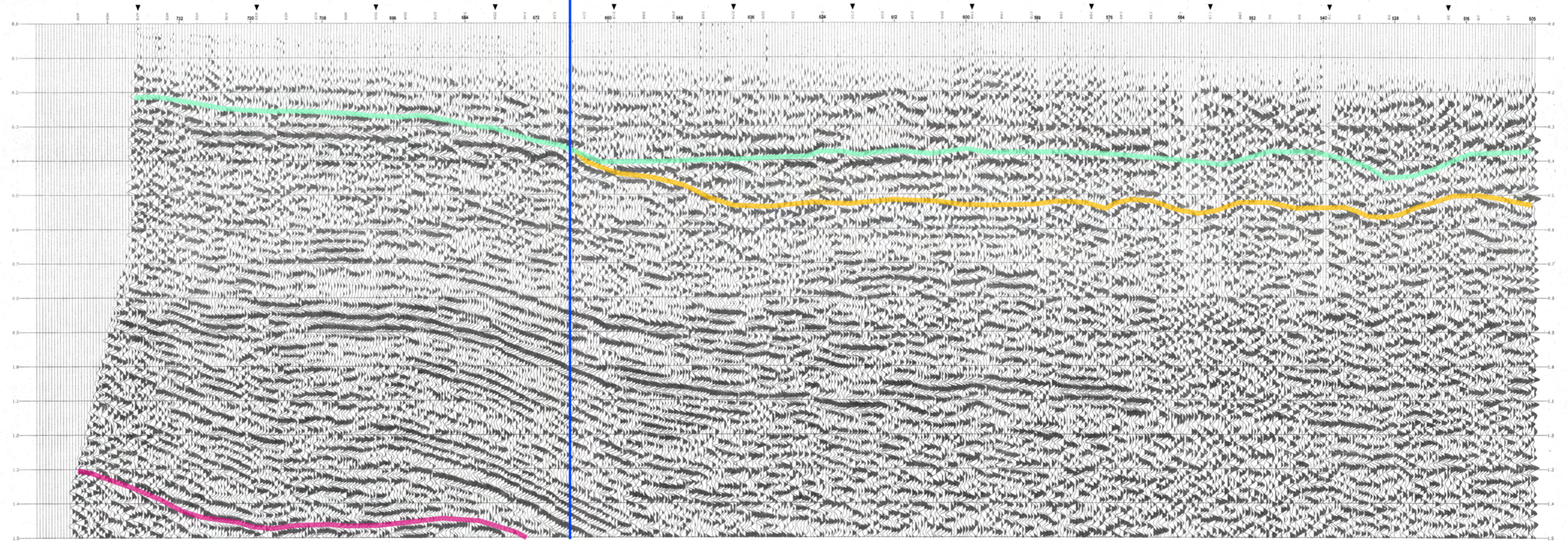
OSSERVATORIO GEOFISICO SPERIMENTALE - TRIESTE -	
REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA	
AREA: FRIULI	
<p style="text-align: center;"><b>POR-8V</b></p> <p style="text-align: center;">1200% D.B.S.-T.V. FILT. S.P. 501-005 C.D.P. 1-632</p>	
REPORT NR. : 79543	CHECKED..... DATE.....
ENCLOSURE NR. :	APPROVED..... DATE.....
COPY NR. :	
RECORDING PARAMETERS	PROCESSING PARAMETERS
-SHOT BY : WESTERN G.C. -RECORDER : SDS 1010 -RECORD LENGTH : 22.5 S -SAMPLE RATE : 4 MS -FILTERS : OUT-LOW : NOTCH IN : ALIAS 62.5 HZ -GAIN : BINARY -CABLE LENGTH : 1955 M -NUMBER OF TRACES : 24 -GROUPS INTERVAL : 05 M -GEOPH./GROUP : 60 -GROUP LENGTH : 05 M -SOURCE : VIBROSEIS : VIBRATORS NUMBER: 4 : SLEEPS NUMBER : 12 : SLEEP LENGTH : 16 S : PATTERN LENGTH : 05 M : FREQUENCY : 45-9 HZ -COVERAGE : 1200%	-PROCESSED LENGTH : 1.5 S -SAMPLE RATE : 2 MS -EDIT-DEMULTIPLY -100% DISPLAY -MUTING -PREFILT: LOW CUT 20 HZ/20 DB HIGH CUT 90 HZ/60 DB -RESAMPLE -PREPROCESS: CDP GATHER -GEOMETRICAL SPREAD COMPENSATION -DECONVOLUTION : T.V. SPIKE N.F.P. : 11 OPERATOR LENGTH : 2000 MS -VELOCITY AN. LOCATION: ▼ -N.M.O. CORR. AND 12 FOLD COHERENCY STACK -T.V. FILTER : 3 ZONES LOW CUT HIGH CUT 35 HZ/35 DB 75 HZ/150 DB 20 HZ/20 DB 60 HZ/120 DB 15 HZ/15 DB 45 HZ/ 90 DB -TRACE EQUALIZATION -DISPLAY : WIGGLE V.A. 8 TR./IN. 10 IN./S
RECORDING DATE : 1971 - 1972	PROCESSING DATE : JULY 1979
O.G.S. -PROCESSING CENTER- TRIESTE PRE-SEIS SYSTEM	



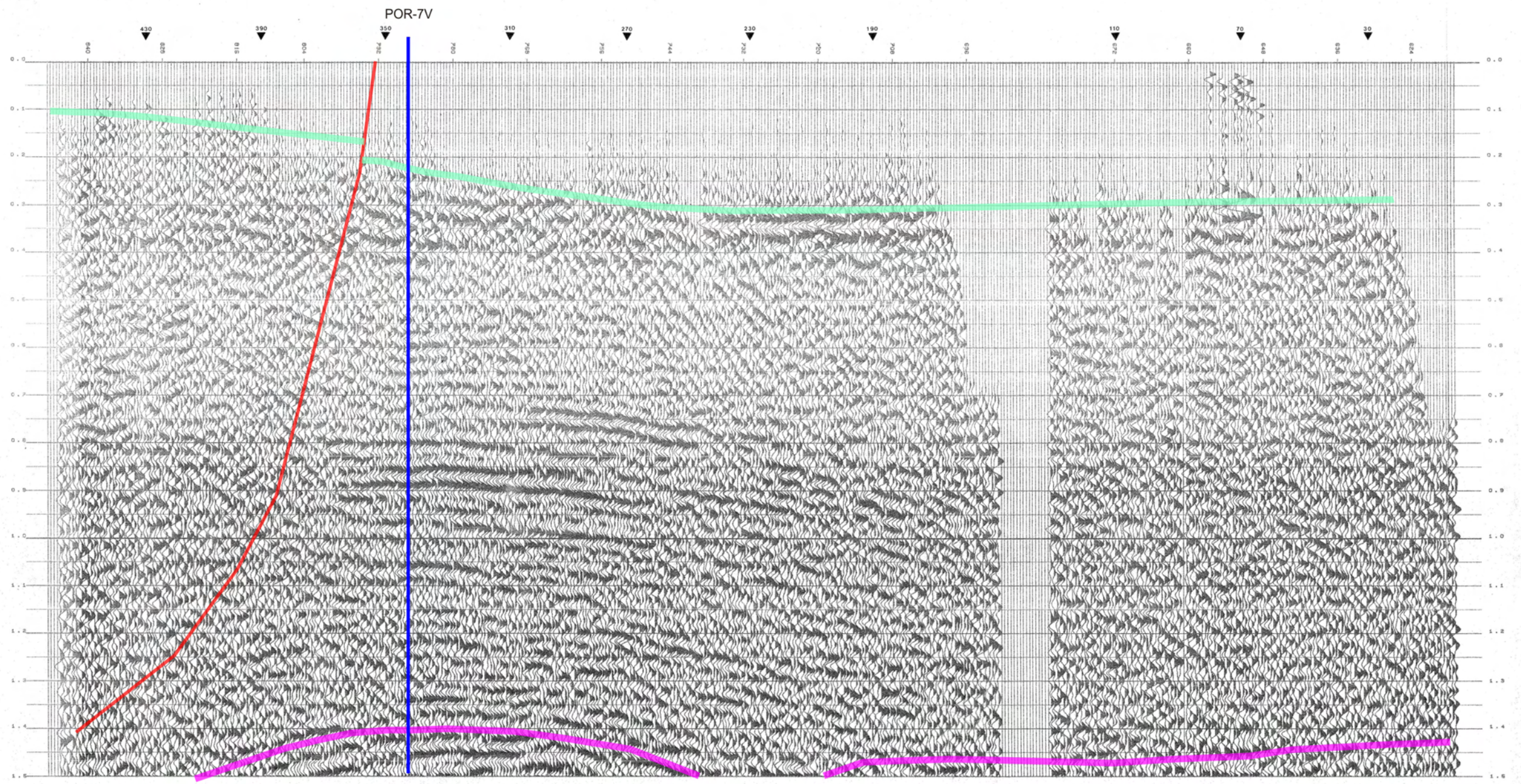
OSSERVATORIO GEOFISICO SPERIMENTALE - TRIESTE -	
REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA	
AREA: FRIULI	
<b>POR-10V</b> 1200% D.B.S.-T.V. FILT. S.P. 501-005 C.D.P. 1-632	
REPORT NR. : 79543	CHECKED..... DATE.....
ENCLOSURE NR. :	APPROVED..... DATE.....
COPY NR. :	
<b>RECORDING PARAMETERS</b>	<b>PROCESSING PARAMETERS</b>
-SHOT BY : WESTERN G.C.	-PROCESSED LENGTH : 1.5 S
-RECORDER : SDS 1010	-SAMPLE RATE : 2 MS
-RECORD LENGTH : 22.5 S	-EDIT-DEMULPLEX
-SAMPLE RATE : 4 MS	-100% DISPLAY
-FILTERS : OUT-LOW : NOTCH IN : ALIAS 62.5 HZ	-MUTING
-GAIN : BINARY	-PREFILT: LOW CUT 20 HZ/20 DB HIGH CUT 90 HZ/60 DB
-CABLE LENGTH : 1955 M	-RESAMPLE
-NUMBER OF TRACES : 24	-PREPROCESS: CDP GATHER
-GROUPS INTERVAL : 05 M	-GEOMETRICAL SPREAD COMPENSATION
-GEOPH./GROUP : 60	-DECONVOLUTION : T.V. SPIKE
-GROUP LENGTH : 05 M	N.F.P. OPERATOR LENGTH : 11 2000 MS
-SOURCE : VIBROSEIS : VIBRATORS NUMBER: 4 : SLEEPS NUMBER : 12 : SLEEP LENGTH : 16 S : PATTERN LENGTH : 05 M : FREQUENCY : 45-9 HZ	-VELOCITY AN. LOCATION: ▼
-COVERAGE : 1200%	-N.M.O. CORR. AND 12 FOLD COHERENCY STACK
RECORDING DATE : 1971 - 1972	-T.V. FILTER : 3 ZONES
	LOW CUT HIGH CUT
	35 HZ/35 DB 75 HZ/150 DB
	20 HZ/20 DB 60 HZ/120 DB
	15 HZ/15 DB 45 HZ/ 90 DB
	-TRACE EQUALIZATION
	-DISPLAY : WIGGLE V.A. 5 TR./IN. 10 IN./S
	PROCESSING DATE : JULY 1979
O.G.S. -PROCESSING CENTER- TRIESTE PRE-SEIS SYSTEM	



OSSERVATORIO GEOFISICO SPERIMENTALE - TRIESTE -	
REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA	
AREA: FRIULI	
<p><b>POR-11V</b></p> <p>1200x D.B.S.-T.V. FILT. S.P. 501-735 C.D.P. 1-492</p>	
REPORT NR. : 79543	CHECKED..... DATE.....
ENCLOSURE NR. :	APPROVED..... DATE.....
COPY NR. :	
RECORDING PARAMETERS	PROCESSING PARAMETERS
-SHOT BY : WESTERN G.C.	-PROCESSED LENGTH : 1.5 S
-RECORDER : SDS 1010	-SAMPLE RATE : 2 MS
-RECORD LENGTH : 22.5 S	-EDIT-DEMULPLEX
-SAMPLE RATE : 4 MS	-100x DISPLAY
-FILTERS : OUT-LOW NOTCH IN ALIAS 62.5 HZ	-MUTING
-GAIN : BINARY	-PREFILT: LOW CUT 20 HZ/20 DB HIGH CUT 90 HZ/60 DB
-CABLE LENGTH : 1955 M	-RESAMPLE
-NUMBER OF TRACES : 24	-PREPROCESS: CDP GATHER
-GROUPS INTERVAL : 85 M	-GEOMETRICAL SPREAD COMPENSATION
-GEOPH. GROUP : 60	-DECONVOLUTION : T.V. SPIKE
-GROUP LENGTH : 95 M	N.F.P. OPERATOR LENGTH : 11 2000 MS
-SOURCE : VIBROSEIS VIBRATORS NUMBER: 4 SLEEPS NUMBER: 12 SLEEP LENGTH: 16 S PATTERN LENGTH: 85 M FREQUENCY: 45-9 HZ	-VELOCITY AN. LOCATION: ▼
	-N.M.D. CORR. AND 12 FOLD COHERENCY STACK
	-T.V. FILTER 13 ZONES
	LOW CUT HIGH CUT
	35 HZ/35 DB 75 HZ/150 DB
	20 HZ/20 DB 60 HZ/120 DB
	15 HZ/15 DB 45 HZ/90 DB
-COVERAGE : 1200x	-TRACE EQUALIZATION
	-DISPLAY : WIGGLE V.A. 8 TR./IN. 10 IN./S
RECORDING DATE : 1971 - 1972	PROCESSING DATE : JULY 1979
O.G.S. -PROCESSING CENTER- TRIESTE PRE-SEIS SYSTEM	



OSSERVATORIO GEOFISICO SPERIMENTALE - TRIESTE -	
REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA	
AREA: FRIULI	
<b>TV-106_II</b>	
600x D.B.S.-T.V. FILT. S.P. 633-049 C.D.P. 1-456	
REPORT NR. : 79543	CHECKED..... DATE.....
ENCLOSURE NR. :	APPROVED..... DATE.....
COPY NR. :	
<b>RECORDING PARAMETERS</b>	<b>PROCESSING PARAMETERS</b>
-SHOT BY.....: WESTERN G.C.	-PROCESSED LENGTH : 1.5 S
-RECORDER : DDS 088 COBA II	-SAMPLE RATE : 2 MS
-RECORD LENGTH : 5 S	-EDIT-DEMUTIPLEX
-SAMPLE RATE : 2 MSEC	-100% DISPLAY
-FILTERS : LOW 12 HZ	-MUTING
: HIGH 100 HZ	-PREFILT: LOW CUT.. HIGH CUT..
-GAIN : 1 IFR...	20 HZ/20 DB 90 HZ/60 DB
-CABLE LENGTH : 1495 M	-RESAMPLE
-NUMBER OF TRACES : 24	-PREPROCESS: CDP GATHER
-GROUPS INTERVAL : 65 M	-GEOMETRICAL SPREAD COMPENSATION
-GEOPH./GROUP : 24	-DECONVOLUTION : T.V. SPIKE
-SOURCE : DYNAMITE	N.E.P.....: 1.11
-SHOT HOLES/S.P. : 1	OPERATOR LENGTH : 1500 MS
-AVERAGE CHARGE/SHOT : 8 KG	-VELOCITY AN. LOCATION: ▼
-AVERAGE SHOT/DEPTH : 15 M	-N.M.O. CORR. AND 6 FOLD COHERENCY STACK
-COVERAGE : 600%	
RECORDING DATE : JUNE-JULY 1968	-T.V. FILTER : 3 ZONES
	L.C./DB H.C./DB TIME.....
	LOW CUT..... HIGH CUT.....
	35 HZ/35 DB 75 HZ/150 DB.....
	20 HZ/20 DB 60 HZ/120 DB.....
	15 HZ/15 DB 45 HZ/90 DB.....
	-TRACE EQUALIZATION
	-DISPLAY : WIGGLE V.A.
	15 TR./IN.
	10 IN./S.....
	PROCESSING DATE : OCTOBER 1979
O.G.S. -PROCESSING CENTER- TRIESTE PRE-SEIS SYSTEM.....	



OSSEVATORIO GEOPISICO SPERIMENTALE  
- TRIESTE -

REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA  
AREA: FRIULI

**TV-1061**

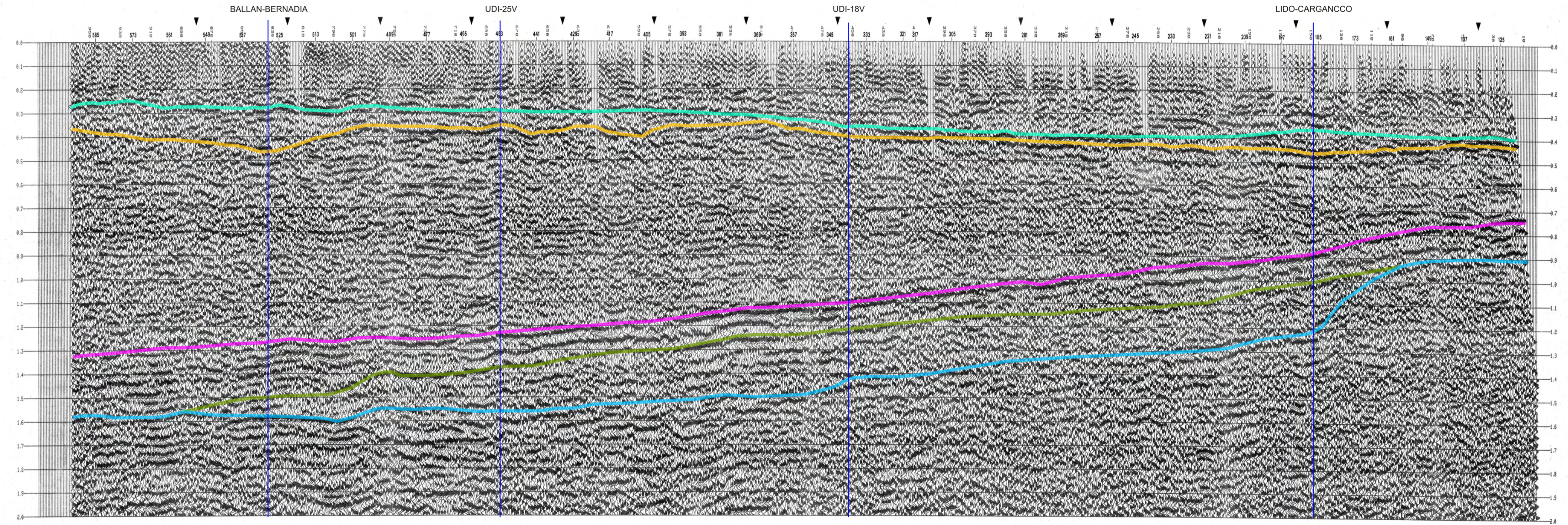
1200H D.B.S.-T.V. FILT.  
S.P. 125-597 C.D.P. 1-968

REPORT NR. : 79543  
ENCLOSURE NR. :  
COPY NR. : 1

CHECKED..... DATE.....  
APPROVED..... DATE.....

RECORDING PARAMETERS	PROCESSING PARAMETERS
-SHOT BY: WESTERN G.C.	-PROCESSED LENGTH: 1.5 S
-RECORDER: DSS 988 GDB II	-SAMPLE RATE: 2 MS
-RECORD LENGTH: 5 S	-EDIT-DEMULTEPLEX
-SAMPLE RATE: 2 MS	-100X DISPLAY
-FILTERS: LOW 12 HZ HIGH 180 HZ	-BITING
-GAIN: 1 FFP	-PREFILT: LOW CUT HIGH CUT 28 HZ/20 DB 98 HZ/60 DB
-GABLE LENGTH: 1495 M	-RESAMPLE
-NUMBER OF TRACES: 24	-REPROCESS: CDP-GATHER
-GROUPS INTERVAL: 65 M	-GEOMETRICAL SPREAD COMPENSATION
-GEOPH. GROUP: 24	-DECONVOLUTION: T.V. SPIKE
-GROUP LENGTH: 38 M	-N.E.P. OPERATOR LENGTH: 11 1500 MS
-SOURCE: DYNAMITE	-VELOCITY AN. LOCATION: ▾
-SHOT HOLES/S.P. : 1	-N.H.C. CORR. AND 6 FOLD COHERENCY STACK
-AVERAGE CHARGE/SHOT: 8 KG	-T.V. FILTER 13 ZONES
-AVERAGE SHOT/DEPTH: 15 M	LOW CUT HIGH CUT
-COVERAGE: 600X	35 HZ/35 DB 75 HZ/150 DB 20 HZ/20 DB 60 HZ/120 DB 15 HZ/15 DB 45 HZ/90 DB
RECORDING DATE: JUNE-JULY 1968	-TRACE EQUALIZATION
	-DISPLAY: WIGGLE V.A. 5 IN./S
	PROCESSING DATE: OCTOBER 1979

O.S.S. - PROCESSING CENTER - TRIESTE  
ARE-SEIS SYSTEM



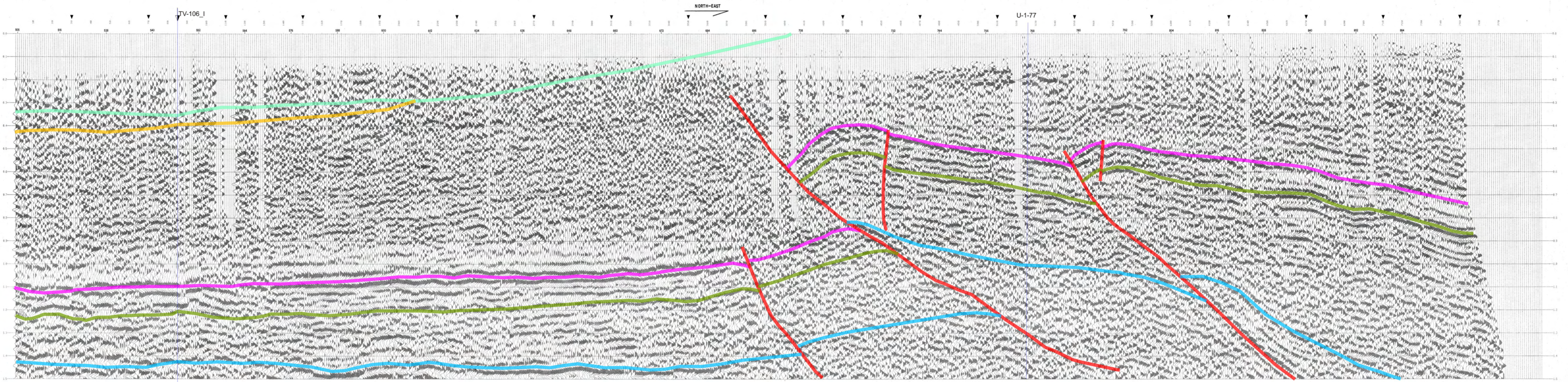


OSSERVATORIO GEOFISICO SPERIMENTALE  
 - TRIESTE -  
 REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA  
 AREA: FRIULI  
**LINEA UDI-18V**  
 SIREX S.B.S.-T.V. FILT.  
 S.P. 581-875 C.S.P. 1-772

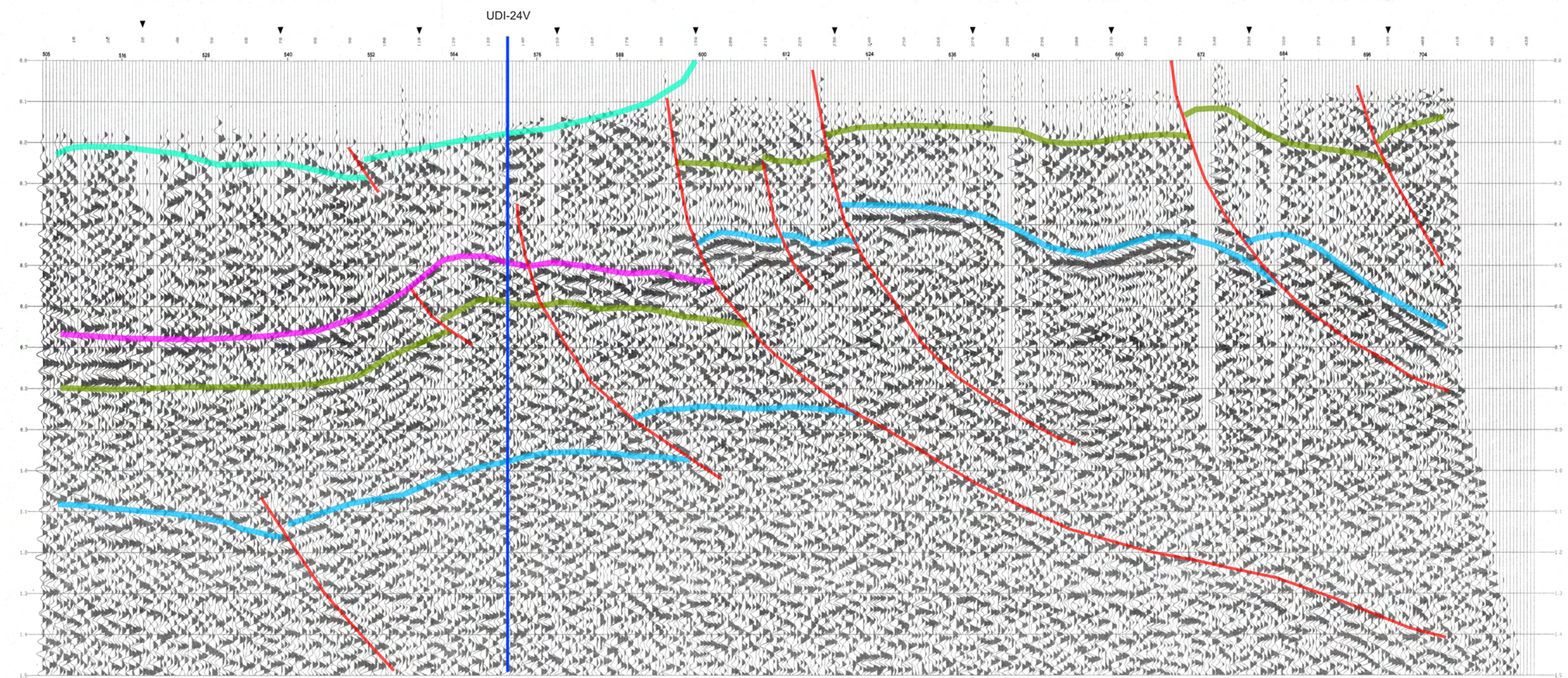
REPORT NO.: 79347  
 ENCLOSURE NO.:  
 COPY NO.:

CHECKED: ..... DATE: .....  
 APPROVED: ..... DATE: .....

RECORDING PARAMETERS	PROCESSING PARAMETERS
-SHOT BY: UESTERH S.C.	-PROCESSED LENGTH: 1.5 S
-RECORDED: 860 1018	-SAMPLE RATE: 2 MS
-RECORD LENGTH: 22.5 S	-EDIT-DEMULTIPLEX
-SAMPLE RATE: 4 MS	-180° DISPLAY
-FILTERS: OUT-LOW NOTCH IN ALIAS 82.5 HZ	-MUTING
-GAIN: BINARY	-PREFLT: LOW CUT HIGH CUT 20 HZ/20 80 90 HZ/80 10
-CABLE LENGTH: 1955 M	-RESAMPLE
-NUMBER OF TRACES: 24	-PREPROCESS: CDP GATHER
-GROUPS INTERVAL: 85 M	-GEOMETRICAL SPREAD COMPENSATION
-GEOPH./GROUP: 60	-DECONVOLUTION: T.V. SPIKE
-GROUP LENGTH: 85 M	N.F.P. OPERATOR LENGTH: 2000 MS
-SOURCE: VIBROSEIS VIBROSEIS NUMBER: SHEEP NUMBER: SHEEP LENGTH: PATTERN LENGTH: FREQUENCY:	-VELOCITY AN. LOCATION: ▼ -N.M.D. CORR. AND 12 FOLD COHERENCY STACK
-COVERAGE: 1200M	-T.V. FILTER 13 ZONES LOW CUT HIGH CUT 1000 1500 2000 2500 3000 3500 4000 4500 5000 5500 6000
RECORDING DATE: 1971 - 1972	-TRACE EQUALIZATION
D.S.S. - PROCESSING CENTER - TRIESTE PRE-SEIS SYSTEM	-DISPLAY: MIDDLE V.A. 8 IN. IN. 10 IN. IN.
	PROCESSING DATE: JULY 1979

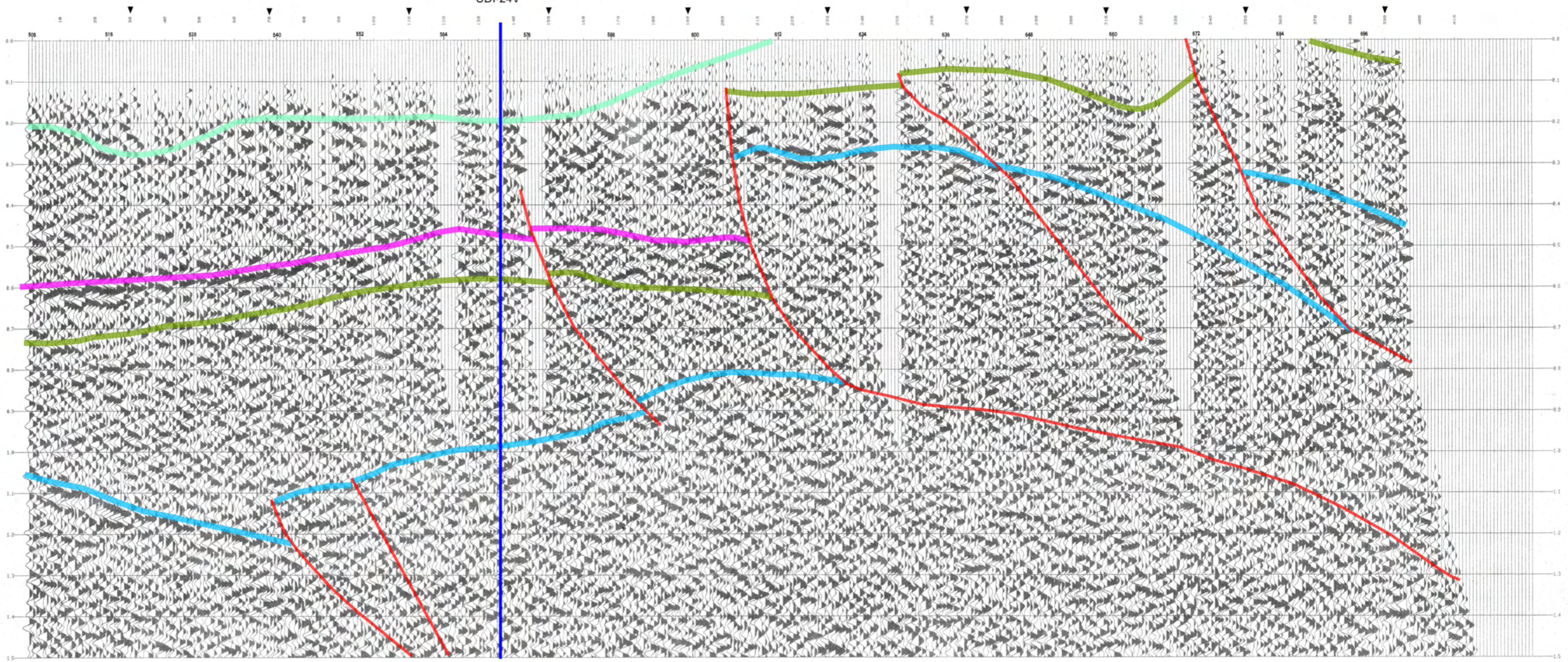


OSSERVATORIO GEOFISICO SPERIMENTALE - TRIESTE -	
REGIONE FRIULI VENEZIAGIULIA	
AREA: FRIULI	
UDI-19V	
1200x D.B.S.-T.V. FILT. S.P. 501-704 C.D.P. 1-430	
REPORT NR. : 79543	CHECKED..... DATE.....
ENCLOSURE NR. :	APPROVED..... DATE.....
COPY NR. :	
RECORDING PARAMETERS	PROCESSING PARAMETERS
-SHOT BY : WESTERN G.C.	-PROCESSED LENGTH : 1.5 S
-RECORDER : 9DS 1010	-SAMPLE RATE : 2 MS
-RECORD LENGTH : 22.5 S	-EDIT-DEMULTIPLIX
-SAMPLE RATE : 4 MS	-100% DISPLAY
-FILTERS : OUT-LOW	-MUTING
: NOTCH IN	-PREFILT: LOW CUT HIGH CUT
: ALIAS 62.5 HZ	20 HZ/20 DB 90 HZ/60 DB
-GAIN : BINARY	-RESAMPLE
-CABLE LENGTH : 1955 M	-PREPROCESS: CDP GATHER
-NUMBER OF TRACES : 24	-GEOMETRICAL SPREAD COMPENSATION
-GROUPS INTERVAL : 05 M	-DECONVOLUTION : T.V. SPIKE
-GEOPH./GROUP : 60	N.F.P. : 11
-GROUP LENGTH : 05 M	OPERATOR LENGTH : 2000 MS
-SOURCE : VIBROSEIS	-VELOCITY AN. LOCATION: ▼
: VIBRATORS NUMBER: 4	-N.M.O. CORR. AND 12 FOLD COHERENCY STACK
: SLEEPS NUMBER : 12	-T.V. FILTER : 3 ZONES
: SLEEP LENGTH : 16 S	LOW CUT HIGH CUT
: PATTERN LENGTH : 05 M	35 HZ/25 DB 75 HZ/150 DB
: FREQUENCY : 45-9 HZ	20 HZ/20 DB 60 HZ/120 DB
	15 HZ/15 DB 45 HZ/ 90 DB
-COVERAGE : 1200%	-TRACE EQUALIZATION
	-DISPLAY : WIGGLE V.A.
	8 TR./IN.
	10 IN./S
RECORDING DATE : 1971 - 1972	PROCESSING DATE : JULY 1979
O.G.S. -PROCESSING CENTER- TRIESTE	
PRE/SEIS SYSTEM	

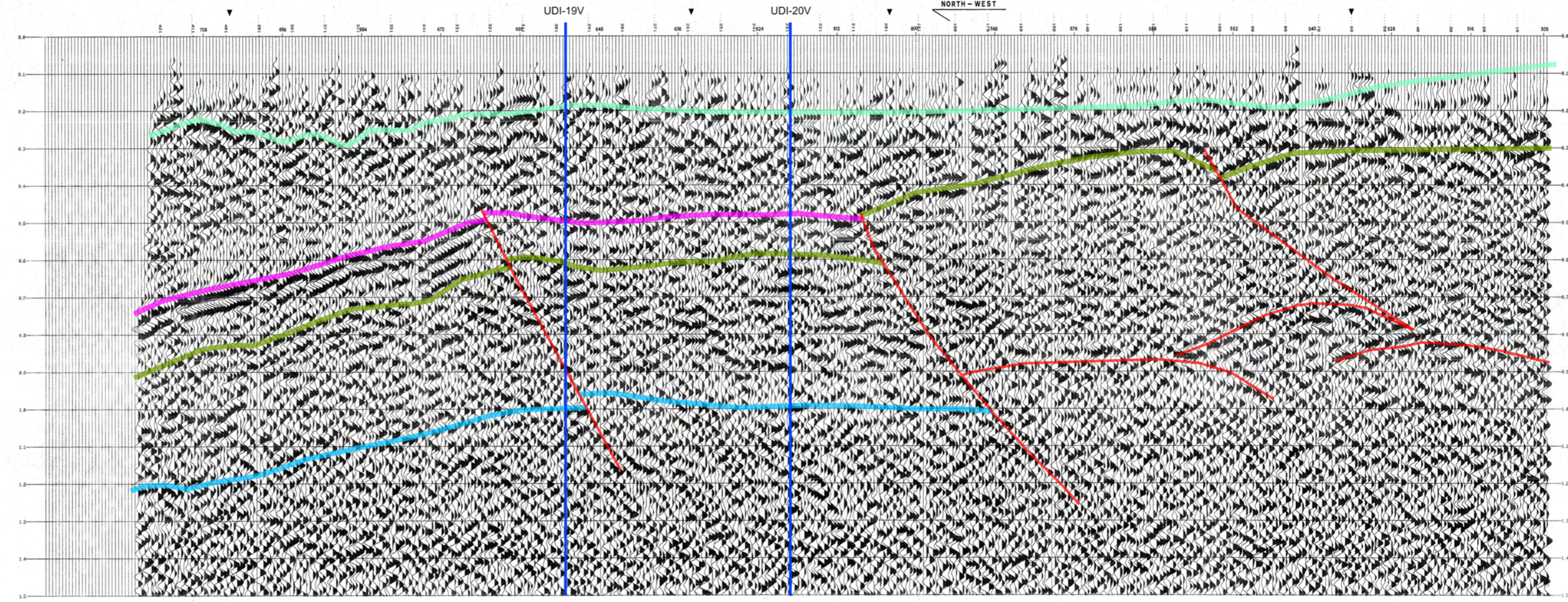


UDI-24V

OSSERVATORIO GEOFISICO SPERIMENTALE - TRIESTE -	
REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA AREA: FRIULI	
UDI-20V 1200: D.B.S.-T.V. FILT. S.P. 501-697 C.D.P. 1-416	
REPORT NR. : 79543 ENCLOSURE NR. : COPY NR. :	CHECKED..... DATE..... APPROVED..... DATE.....
<b>RECORDING PARAMETERS</b> -SHOT BY : WESTERN G.C. -RECORDER : SDS 1010 -RECORD LENGTH : 22.5 S -SAMPLE RATE : 4 MS -FILTERS : OUT-LOW : NOTCH IN : ALIAS 62.5 HZ -GAIN : BINARY -CABLE LENGTH : 1955 M -NUMBER OF TRACES : 24 -GROUPS INTERVAL : 85 M -GEOPH./GROUP : 60 -GROUP LENGTH : 85 M -SOURCE : VIBROSEIS VIBRATORS NUMBER: 4 SWEEPS NUMBER : 12 SWEEP LENGTH : 16 S PATTERN LENGTH : 85 M FREQUENCY : 45-9 HZ -COVERAGE : 1200%	<b>PROCESSING PARAMETERS</b> -PROCESSED LENGTH : 1.5 S -SAMPLE RATE : 2 MS -EDIT-DEMULPLEX -100X DISPLAY -MUTING -PREFILT: LOW CUT HIGH CUT 20 HZ/20 DB 90 HZ/60 DB -RESAMPLE -PREPROCESS: CDP GATHER -GEOMETRICAL SPREAD COMPENSATION -DECONVOLUTION : T.V. SPIKE N.F.P. OPERATOR LENGTH : 2000 MS -VELOCITY AN. LOCATION: ▼ -N.H.D. CORR. AND 12 FOLD COHERENCY STACK -T.V. FILTER : 3 ZONES LOW CUT HIGH CUT 35 HZ/35 DB 75 HZ/150 DB 20 HZ/20 DB 60 HZ/120 DB 15 HZ/15 DB 45 HZ/ 90 DB -TRACE EQUALIZATION -DISPLAY : WIGGLE V.A. 8 TR./IN. 10 IN./S
RECORDING DATE : 1971 - 1972	PROCESSING DATE : JULY 1979
O.G.S. -PROCESSING CENTER- TRIESTE PRE/SEIS SYSTEM	

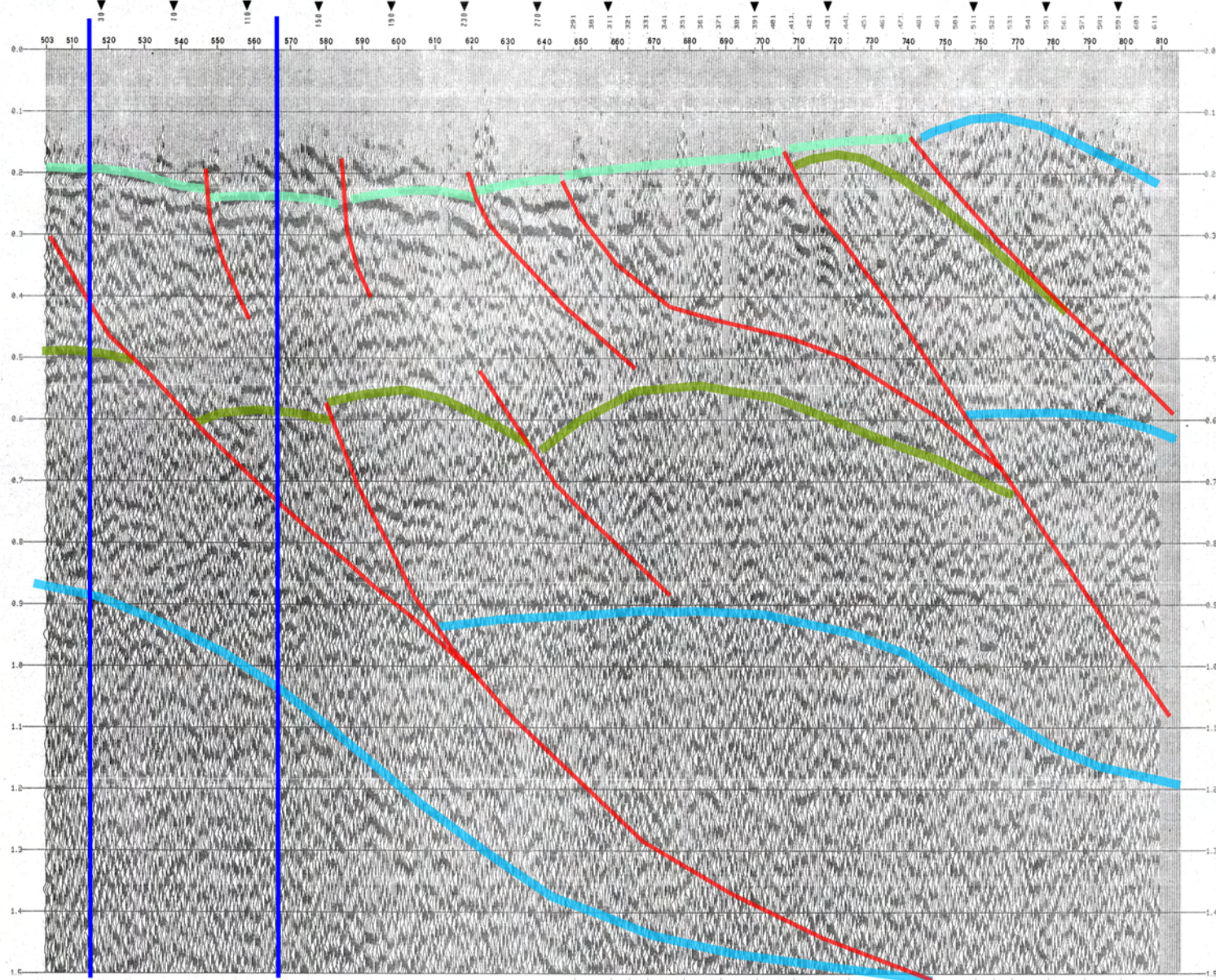


OSSERVATORIO GEOFISICO SPERIMENTALE - TRIESTE -	
REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA	
AREA: FRIULI	
UDI-24V	
1200% D.S.S.-T.V. FILT. V.P. 501-710 C.D.P. 1-440	
REPORT NR. : 79543	CHECKED..... DATE.....
ENCLOSURE NR. :	APPROVED..... DATE.....
COPY NR. :	
RECORDING PARAMETERS	PROCESSING PARAMETERS
-SHOT BY : WESTERN G.C.	-PROCESSED LENGTH : 1.5 S
-RECORDER : SDS 1010	-SAMPLE RATE : 2 MS
-RECORD LENGTH : 22.5 S	-EDIT-DEMULPLEX
-SAMPLE RATE : 4 MS	-100% DISPLAY
-FILTERS : OUT-LOW	-MUTING
: NOTCH IN	-PREFLT: LOW CUT HIGH CUT
: ALIAS 62.5 HZ	20 HZ/20 DB 90 HZ/60 DB
-GAIN : BINARY	-RESAMPLE
-CABLE LENGTH : 1955 M	-PREPROCESS: GGP GATHER
-NUMBER OF TRACES : 24	-GEOMETRICAL SPREAD COMPENSATION
-GROUPS INTERVAL : 95 M	-DECONVOLUTION : T.V. SPIKE
-GEOPH./GROUP : 60	N.F.P. : 11
-GROUP LENGTH : 95 M	OPERATOR LENGTH : 1500 MS
-SOURCE : VIBROSEIS	-VELOCITY AN. LOCATION: ▼
: VIBRATORS NUMBER: 4	-N.M.D. CORR. AND 12 FOLD COHERENCY STACK
: SLEEPS NUMBER : 12	-T.V. FILTER IS ZONES
: SLEEP LENGTH : 16 S	LOW CUT HIGH CUT
: PATTERN LENGTH : 95 M	35 HZ/35 DB 75 HZ/150 DB
: FREQUENCY : 45-9 HZ	20 HZ/20 DB 60 HZ/120 DB
	15 HZ/15 DB 45 HZ/ 90 DB
-COVERAGE : 120%	-TRACE EQUALIZATION
	-DISPLAY : WIGGLE V.A.
	8 TR./IN.
	10 IN./S
RECORDING DATE : 1971 - 1972	PROCESSING DATE : OCTOBER 1979
D.S.S. -PROCESSING CENTER- TRIESTE	
PRESETS SYSTEM	



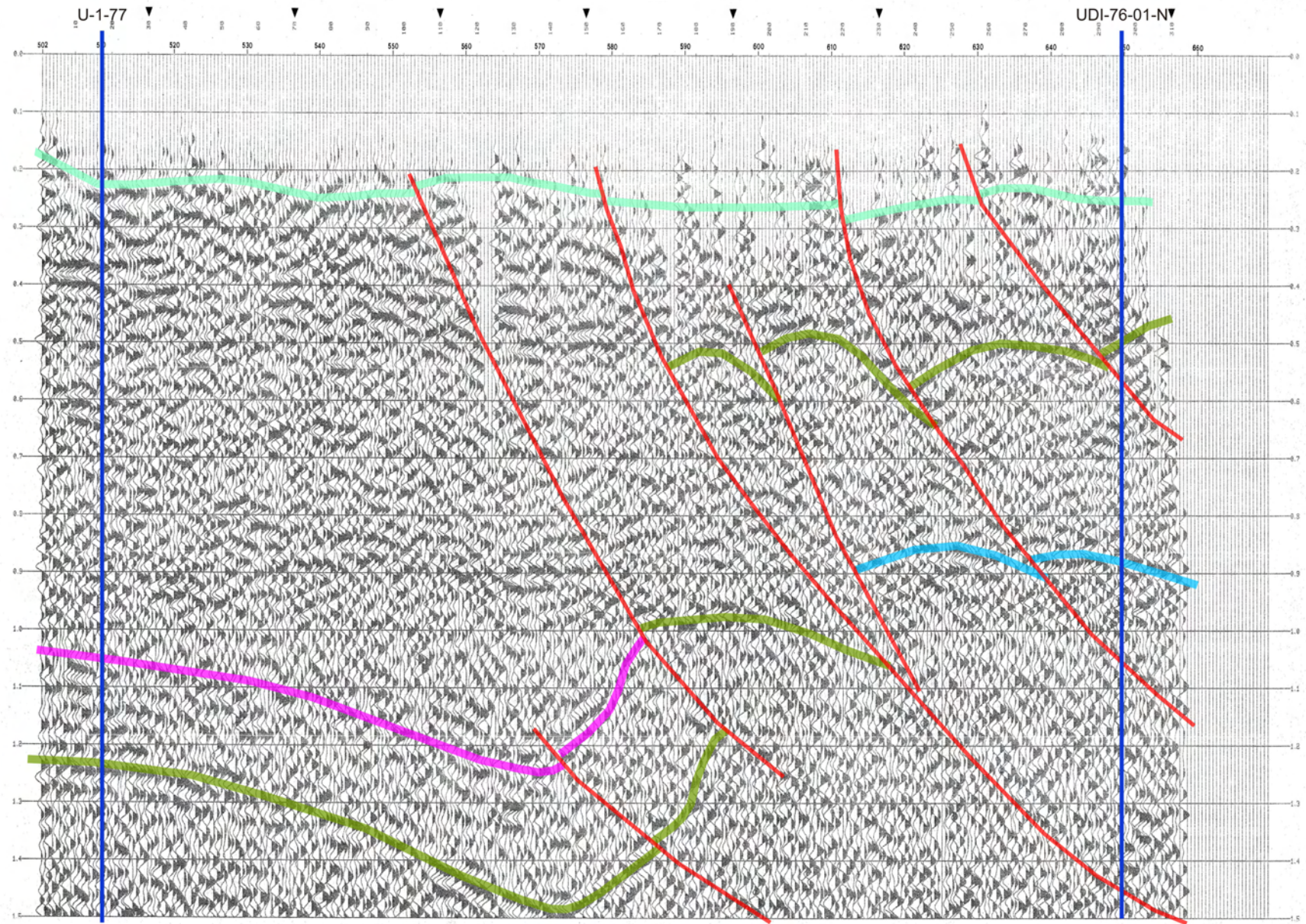
UDI-76-01-S

UDI-76-02



OSSEVATORIO GEOFISICO SPERIMENTALE - TRIESTE -	
REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA	
AREA: FRIULI	
UDI-76-01N	
600X D.B.S.-T.V. FILT. V.P. 592-000 C.D.P. 1-620	
REPORT NR. : 79543	CHECKED..... DATE.....
ENCLOSURE NR. :	APPROVED..... DATE.....
COPY NR. :	
RECORDING PARAMETERS	PROCESSING PARAMETERS
-SHOT BY : WESTERN G.C.	-PROCESSED LENGTH : 1.5 S
-RECORDER : DDS 990 COBRA II	-SAMPLE RATE : 2 MS
-RECORD LENGTH : 5 S	-EDIT-DEMULTIPLY
-SAMPLE RATE : 4 MS	-100X DISPLAY
-FILTERS : LOW 12 HZ : ALIAS 62.5 HZ	-MUTING
-GAIN : 1FP	-PREFILT: LOW CUT 20 HZ/20 DB HIGH CUT 90 HZ/60 DB
-CABLE LENGTH : 690 M	-RESAMPLE
-NUMBER OF TRACES : 24	-PREPROCESS: GDP GATHER
-GROUPS INTERVAL : 30 M	-GEOMETRICAL SPREAD COMPENSATION
-GEOPH./GROUP : 36	-DECONVOLUTION : T.V. SPIKE
-GROUP LENGTH : 30 M	N.F.P. : 11
-SOURCE : VIBROSEIS	OPERATOR LENGTH : 1500 MS
: VIBRATORS NUMBER: 4	-VELOCITY AN. LOCATION: ▼
: SWEEPS NUMBER : 16	-N.M.O. CORR. AND 6 FOLD COHERENCY STACK
: SWEEP LENGTH : 16 S	-T.V. FILTER +3 ZONES
-COVERAGE : 600X	LOW CUT HIGH CUT
	35 HZ/35 DB 75 HZ/150 DB
	20 HZ/20 DB 60 HZ/120 DB
	15 HZ/15 DB 45 HZ/90 DB
	-TRACE EQUALIZATION
RECORDING DATE : JUNE-JULY 1976	-DISPLAY : WIGGLE V.A. 15 TR./IN. 21 IN./S
	PROCESSING DATE OCTOBER 1979
O.G.S. -PROCESSING CENTER- TRIESTE PRE/SEIS SYSTEM	

OBSERVATORIO GEOFISICO SPERIMENTALE - TRIESTE -	
REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA	
AREA: FRIULI	
UDI-76-01-S	
1200% D.S.S.-T.V. FILT. V.P. 501-649 C.D.P. 1-320	
REPORT NR. : 79543	CHECKED..... DATE.....
ENCLOSURE NR. :	APPROVED..... DATE.....
COPY NR. :	
RECORDING PARAMETERS	PROCESSING PARAMETERS
-SHOT BY : WESTERN G.C.	-PROCESSED LENGTH : 1.5 S
-RECORDER : D05 300 COBRA II	-SAMPLE RATE : 2 MS
-RECORD LENGTH : 5 S	-EDIT-DEMULPLEX
-SAMPLE RATE : 4 MS	-100% DISPLAY
-FILTERS : LOW 12 HZ : ALIAS 52.5 HZ	-MUTING .....
-GAIN : 1 IFP	-PREFILT: LOW CUT HIGH CUT : 20 HZ/20 DB 90 HZ/60 DB
-CABLE LENGTH : 1300 M	-RESAMPLE
-NUMBER OF TRACES : 24	-PREPROCESS: GPP GATHER
-GROUPS INTERVAL : 60 M	-GEOMETRICAL SPREAD COMPENSATION
-GEOPH./GROUP : 36	-DECONVOLUTION : T.V. SPIKE
-GROUP LENGTH : 60 M	N.F.P. : 11
-SOURCE : VIBROSEIS	OPERATOR LENGTH : 1500 MS
: VIBRATORS NUMBER: 4	-VELOCITY AN. LOCATION: ▼
: SWEEPS NUMBER : 15	-N.M.D. CORR. AND 12 FOLD COHERENCY STACK
: SWEEP LENGTH : 15 S	-T.V. FILTER : 3 ZONES
-COVERAGE : 1200%	LOW CUT HIGH CUT
	35 HZ/35 DB 75 HZ/150 DB
	20 HZ/20 DB 60 HZ/120 DB
	15 HZ/15 DB 45 HZ/90 DB
	-TRACE EQUALIZATION
RECORDING DATE : JULY 1976	-DISPLAY : WIGGLE V.A. : 10 TR./IN. : 10 IN./S
	PROCESSING DATE OCTOBER 1979
O.G.S. -PROCESSING CENTER- TRIESTE	
PRE/SEIS SYSTEM .....	



OSSEVATORIO GEOFISICO SPERIMENTALE  
- TRIESTE -

REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA

AREA: FRIULI

**UDI-1-77**

600x D.B.S.-T.V. FILT.  
S.P.: 00-1972

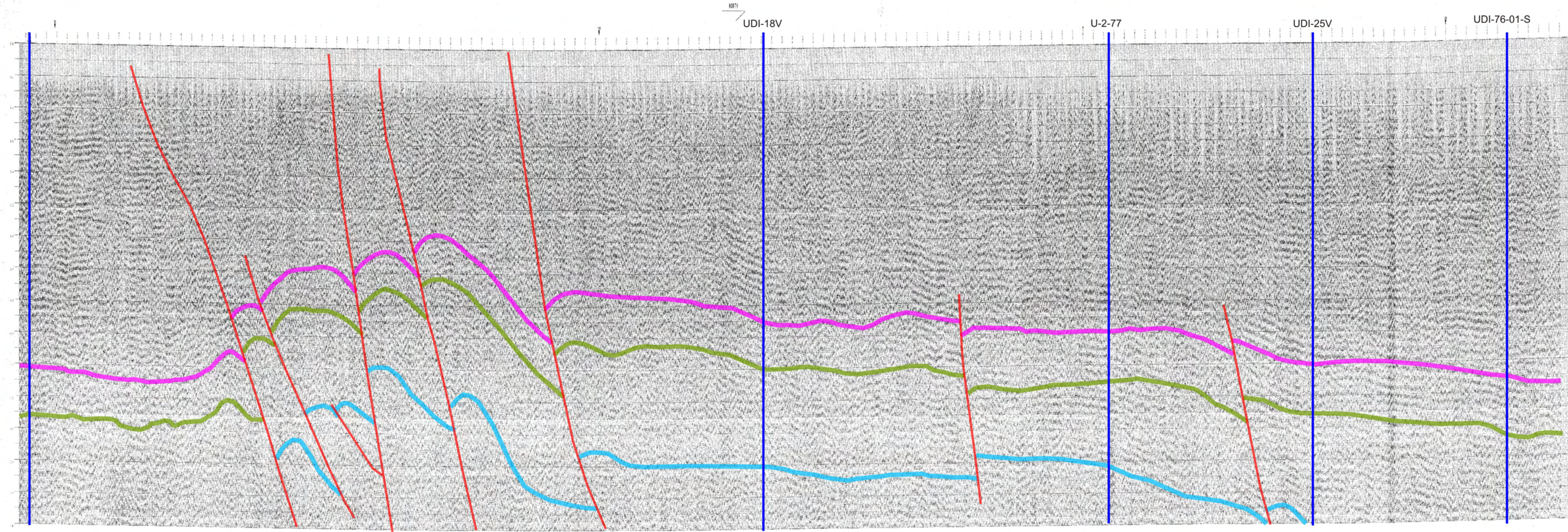
---

REPORT NR.: 79543  
ENCLOSURE NR.:  
COPY NR.:

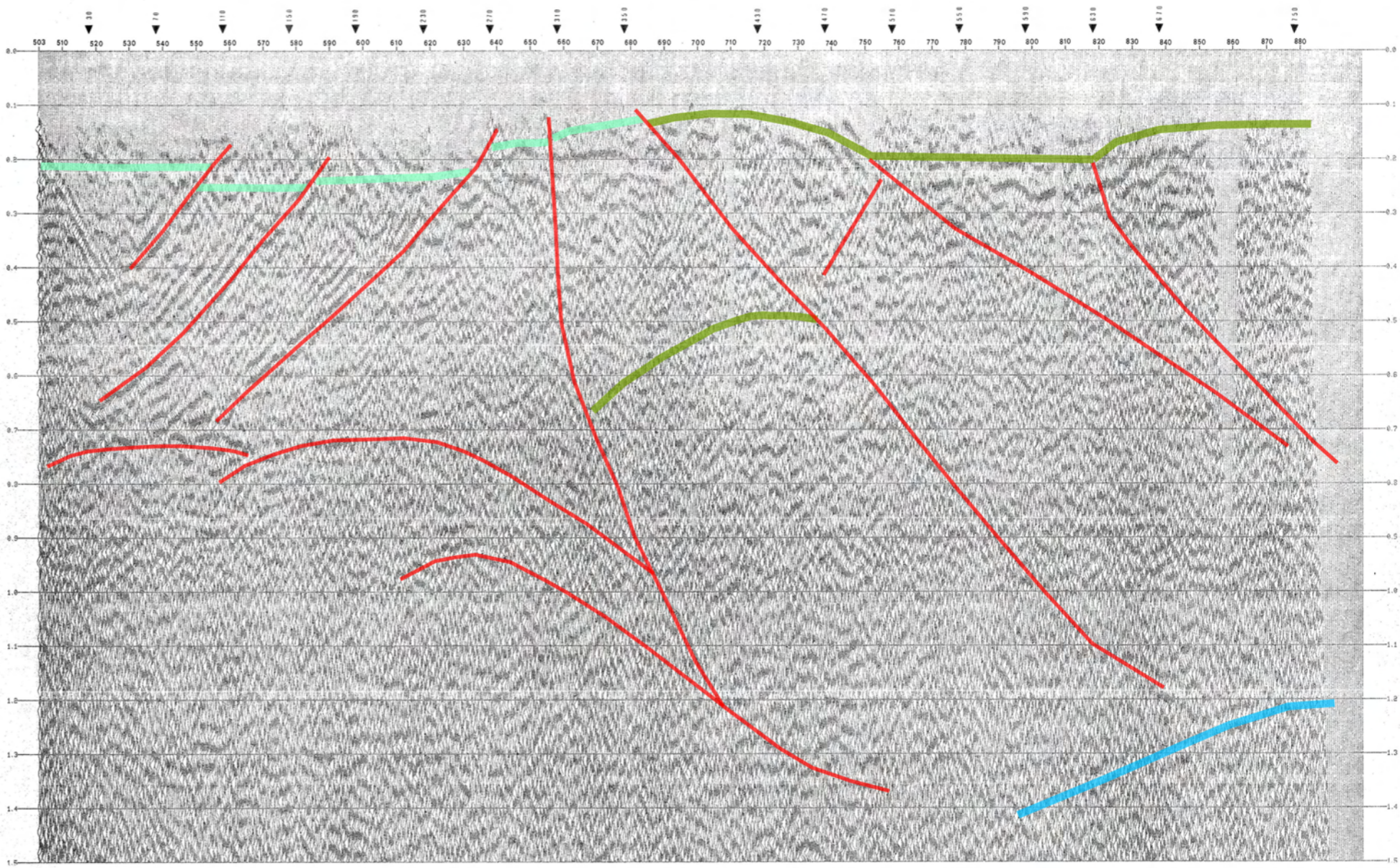
CHECKED..... DATE.....  
APPROVED..... DATE.....

RECORDING PARAMETERS	PROCESSING PARAMETERS
-SHOT BY.: O.G.S.	-PROCESSED LENGTH: 3 SEC
-PARTY: TD-190	-SAMPLE RATE: 2 MS
-RECORDER: DFS III	-EDIT-DEMULTEPLEX
-RECORD LENGTH: 3 SEC	-100x DISPLAY
-SAMPLE RATE: 2 MSEC	-MUTING
-FILTERS: LOW 27 HZ/SLOPE 36 DB HIGH 124 HZ NOTCH IN	-PREFILTER: 10-60 HZ
-GAIN: BINARY	-PREPROCESS: CDP GATHER
-CABLE LENGTH: 567.5 M	-GEOMETRICAL SPREAD COMPENSATION
-NUMBER OF TRACES: 48	-T.V. DECONVOLUTION: 2 ZONES MIN PREDICTIVE DIST: 48MS MAX PREDICTIVE DIST: 232MS OPERATOR LENGTH: 116MS
-GROUPS INTERVAL: 12.5 M	-VELOCITY AN. LOCATION: ▼
-GEOPH./GROUP: 4	-N.M.O. CORR. AND 6 FOLD COHERENCY STACK
-SOURCE: DYNAMITE	
-SHOT HOLES/S.R.: 1	-T.V. FILTER: 3 ZONES
-AVERAGE SHOT/DEPTH: 12 M	L.C./DB H.C./DB TIME
-AVERAGE CHARGE/SHOT: 2 KG	30/30 55/150 0.100
-COVERAGE: 600x	20/20 40/80 0.700
	15/15 35/70 1.000
	-TRACE EQUALIZATION
	-DISPLAY: WIGGLE V.A. 20 TR./IN. 10 IN./S
RECORDING DATE: SEPT. - NOV. 1977	PROCESSING DATE: 1978-1979

O.G.S. -PROCESSING CENTER- TRIESTE  
PRE-SEIS SYSTEM



OSSERVATORIO GEOFISICO SPERIMENTALE - TRIESTE -	
REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA	
AREA: FRIULI	
UDI-76-02	
600% D.B.S.-T.V. FILT. V.P. 392-675 C.D.P. 1-772	
REPORT NR. : 79543	CHECKED..... DATE.....
ENCLOSURE NR. :	APPROVED..... DATE.....
COPY NR. :	
RECORDING PARAMETERS	PROCESSING PARAMETERS
-SHOT BY : WESTERN G.C.	-PROCESSED LENGTH : 1.5 S
-RECORDER : BGS 399 CORR II	-SAMPLE RATE : 2 MS
-RECORD LENGTH : 5 S	-EDIT-DEMULTIPLIX
-SAMPLE RATE : 4 MS	-100% DISPLAY
-FILTERS : LOW 12 HZ	-MUTING
: 0.1 AS 52.5 HZ	-PREFLT: LOW CUT HIGH CUT
-GAIN : 1FP	20 HZ/20 DB 90 HZ/50 DB
-CABLE LENGTH : 690 M	-RESAMPLE
-NUMBER OF TRACES : 24	-PREPROCESS: GUP GATHER
-GROUPS INTERVAL : 30 M	-GEOMETRICAL SPREAD COMPENSATION
-GEOM. GROUP : 36	-DECONVOLUTION : T.V. SPIKE
-GROUP LENGTH : 30 M	N.F.P. : 11
-SOURCE : VIBROSEIS	OPERATOR LENGTH : 1500 MS
: VIBRATORS NUMBER: 4	-VELOCITY AN. LOCATION: ▼
: SWEEPS NUMBER : 16	-N.M.O. CORR. AND 6 FOLD COHERENCY STACK
: SWEEP LENGTH : 16 S	-T.V. FILTER 13 ZONES
-COVERAGE : 500V	LOW CUT HIGH CUT
	35 HZ/25 DB 75 HZ/150 DB
	20 HZ/20 DB 60 HZ/120 DB
	15 HZ/15 DB 45 HZ/90 DB
	-TRACE EQUALIZATION
RECORDING DATE : AUGUST 1976	-DISPLAY : WIGGLE V.R.
	15 TR./IN.
	21 IN./S
	PROCESSING DATE OCTOBER 1979
D.B.S. -PROCESSING CENTER- TRIESTE	
-PRE/SEIS SYSTEM	





OSSERVATORIO GEOFISICO SPERIMENTALE  
- TRIESTE -

REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA

AREA: FRIULI

U-2-77

100% D.B.S.-T.V. FILT.

S.P.: 100-500

REPORT NR. : 79543

ENCLOSURE NR.:

COPY NR. :

CHECKED..... DATE.....

APPROVED..... DATE.....

RECORDING PARAMETERS

-SHOT BY : O.G.S.  
-PARTY : TD-190  
-RECORDER : DFS III  
-RECORD LENGTH : 5 SEC  
-SAMPLE RATE : 2 MSEC  
-FILTERS : LOW 27 HZ/SLOPE 36 DB  
: HIGH 124 HZ  
: NOTCH IN  
-GAIN : BINARY  
-CABLE LENGTH : 1175 M  
-NUMBER OF TRACES : 48  
-GROUPS INTERVAL : 25 M  
-GEOPH./GROUP : 4  
-SOURCE : DYNAMITE  
-SHOT HOLES-S.P. : 1  
-AVERAGE SHOT/DEPTH : 27 M  
-AVERAGE CHARGE/SHOT : 12 KG  
-COVERAGE : 100%

PROCESSING PARAMETERS

-PROCESSED LENGTH : 2.3 SEC  
-SAMPLE RATE : 2 MS  
-EDIT-DEMULPLEX  
-100% DISPLAY  
-MUTING  
-PREFILTER : 10-60 HZ  
-PREPROCESS: CDP GATHER  
-GEOMETRICAL SPREAD COMPENSATION  
-T.V. DECONVOLUTION : 2 ZONES  
MIN PREDICTIVE DIST : 40MS  
MAX PREDICTIVE DIST : 232MS  
OPERATOR LENGTH : 186MS  
-VELOCITY AN. LOCATION: ▼  
-N.M.O. CORR. AND 100% FOLD  
-T.V. FILTER : 3 ZONES  
L.C./DB H.C./DB TIME  
30/30 55/150 0.100  
20/20 40/90 0.700  
15/15 35/70 1.000

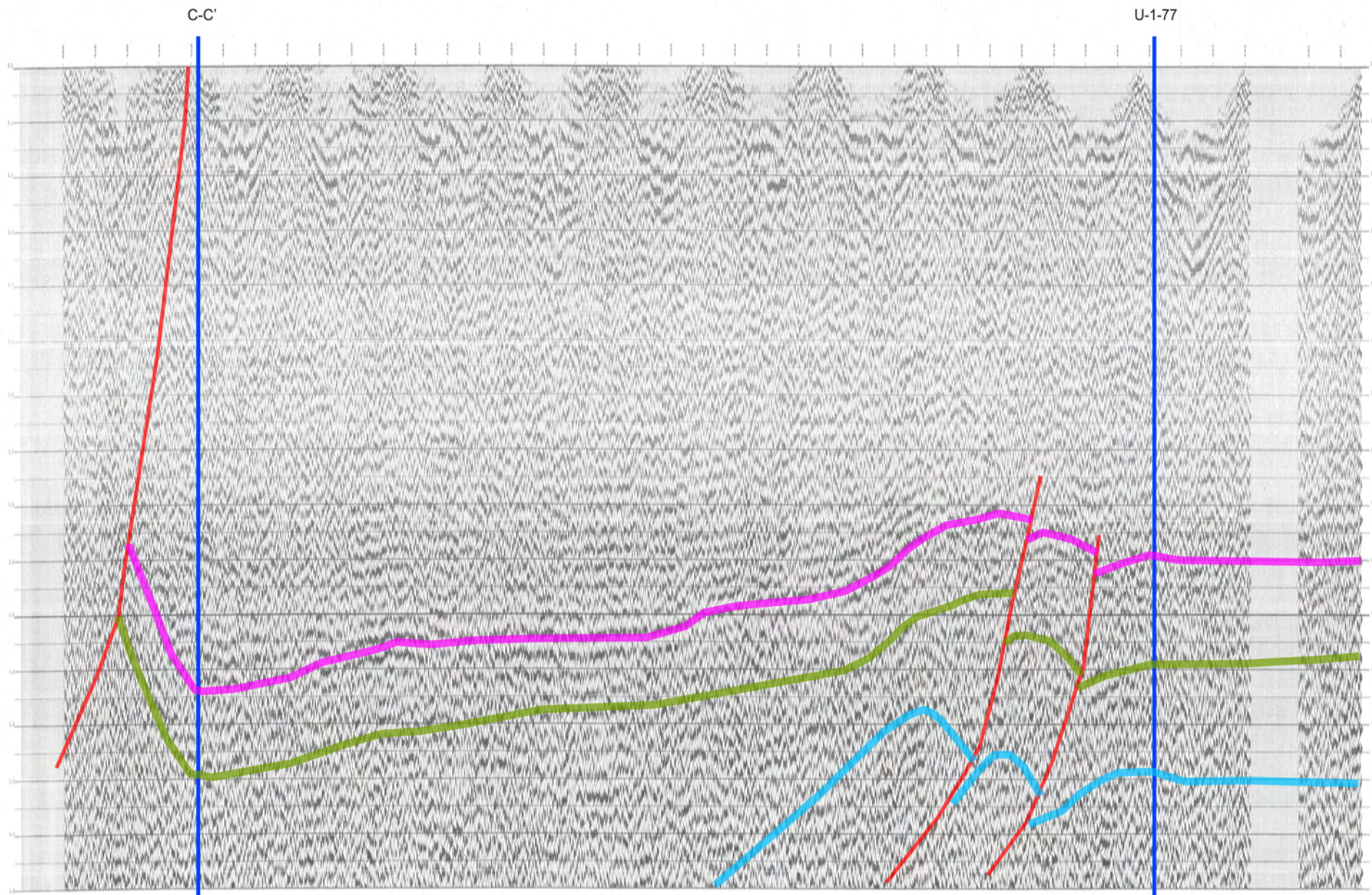
-TRACE EQUALIZATION

-DISPLAY : WIGGLE V.A.  
11 TR./IN.  
10 IN./S

PROCESSING DATE : 1978-1979

RECORDING DATE : SEPT. - NOV. 1977

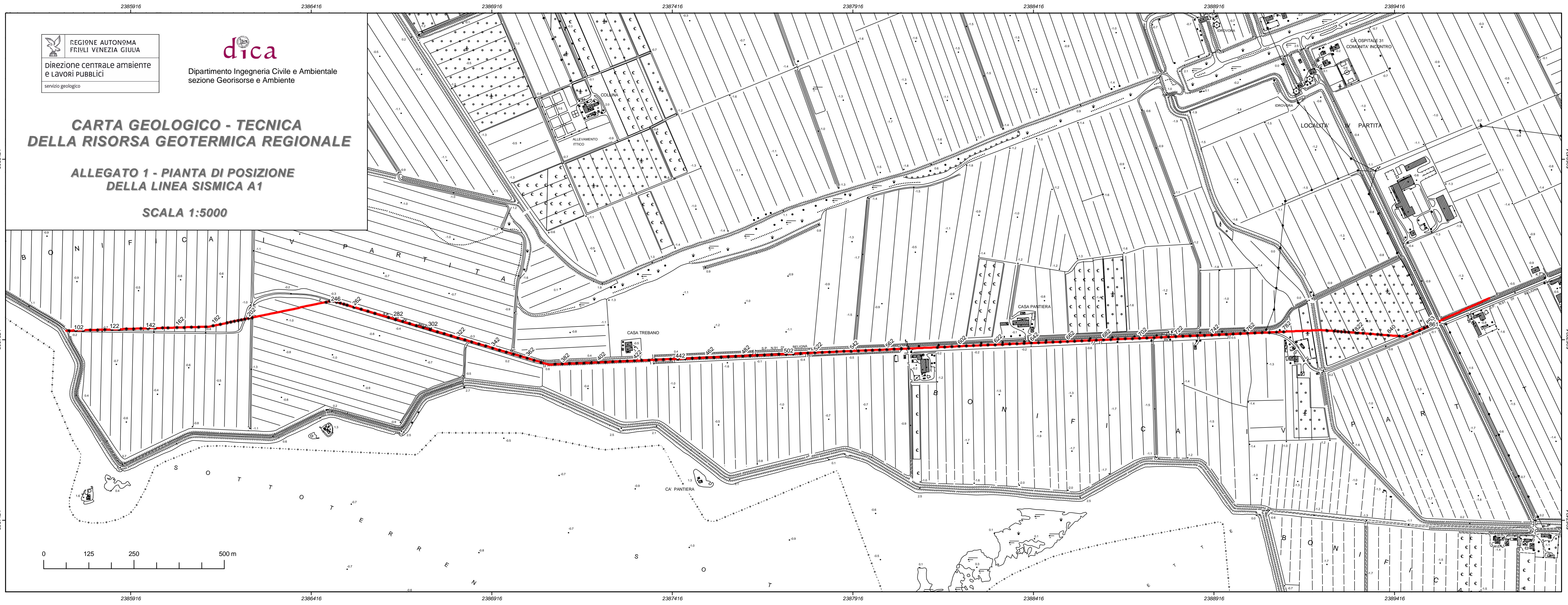
O.G.S. -PROCESSING CENTER- TRIESTE  
PRE-SEIS SYSTEM



# CARTA GEOLOGICO - TECNICA DELLA RISORSA GEOTERMICA REGIONALE

## ALLEGATO 1 - PIANTA DI POSIZIONE DELLA LINEA SISMICA A1

SCALA 1:5000





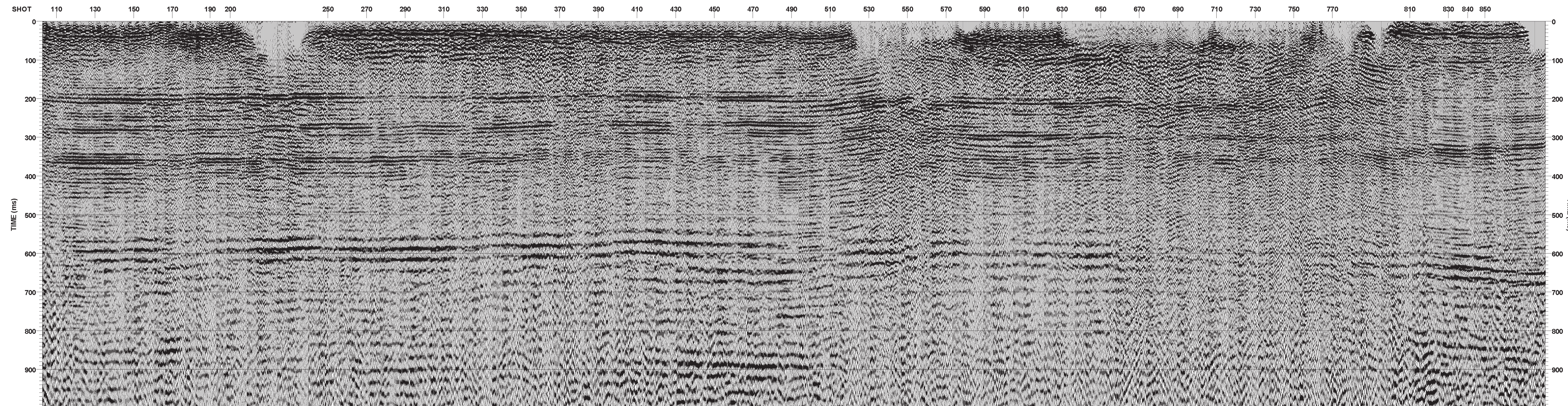
Università di Trieste  
Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale

## CARTA GEOLOGICO-TECNICA DELLA RISORSA GEOTERMICA REGIONALE

(CONVENZIONE 8443/2004)

### ALLEGATO 2 - SEZIONE STACK DELLA LINEA SISMICA A1

PARAMETRI D'ACQUISIZIONE		
<b>REGISTRAZIONE</b>		
LUNGHEZZA REGISTRAZIONE	SERCEL 408UL	
N° CANALI	1.5 s	
CAMPIONAMENTO	120	
COPERTURA	0.5ms	
	15	
<b>SORGENTE</b>		
PROFONDITA' DI SCOPPIO	ESPLOSIVO	
CARICA	3 m	
INTERVALLO DI SCOPPIO	75 g	
GEOMETRIA DI SCOPPIO	20 m	
	Split con gap (1-60;65-124)	
<b>GEOFONI</b>		
TIPO	GEOSPACE-DIGIPHONE	
FREQUENZA PROPRIA	100 Hz	
INTERDISTANZA	5 m	
SEQUENZA ELABORAZIONE		
FORMATTAZIONE DATI	Da SEG-Y a VISTA	
SHIFT	-28 ms	
EDITING		
NOTCH FILTER	50 hz	
PRE-FILTRAGGIO	18-28/200-250	
SURGICAL MUTE		
FK		
CORREZIONI STATICHE		
DECONVOLUZIONE PREDITTIVA	FINESTRE TEMPORALI	
	0-600 ms	Lunghezza Operatore 80 ms; lag 2 ms; rumore 5%
	600-1400 ms	Lunghezza Operatore 80 ms; lag 26 ms; rumore 5%
FILTRO	18-28/200-250	
ANALISI DI VELOCITA' (CVS)		
NMO E MUTE		
STATICHE RESIDUE + FX		
BRUTE STACK		
TIME VARIANT FILTER (TVF)	WINDOWS (ms)	FREQUENCY (Hz)
	0 - 200	6070/180-190
	100 - 600	40-45/150-160
	350 - 950	26-32/110-115
	650 - 1200	22-28/70-80
AMPLITUDE SCALE	4db	
AGC	1200 ms	
PARAMETRI GRAFICI		
SCALA ORIZZONTALE	1: 5000	20 Tracce/cm
VERTICAL SCALE	1: 5000	20cm/s
ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DATI	DYSCOVERY GEOPHYSICAL SERVICE UNIVERSITA' DI TRIESTE - DICA	



REGIONE AUTONOMA  
FRIULI VENEZIA GIULIA

direzione centrale ambiente  
e LAVORI PUBBLICI - Servizio geologico -



Università di Trieste  
Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale

## CARTA GEOLOGICO-TECNICA DELLA RISORSA GEOTERMICA REGIONALE

(CONVENZIONE 8443/2004)

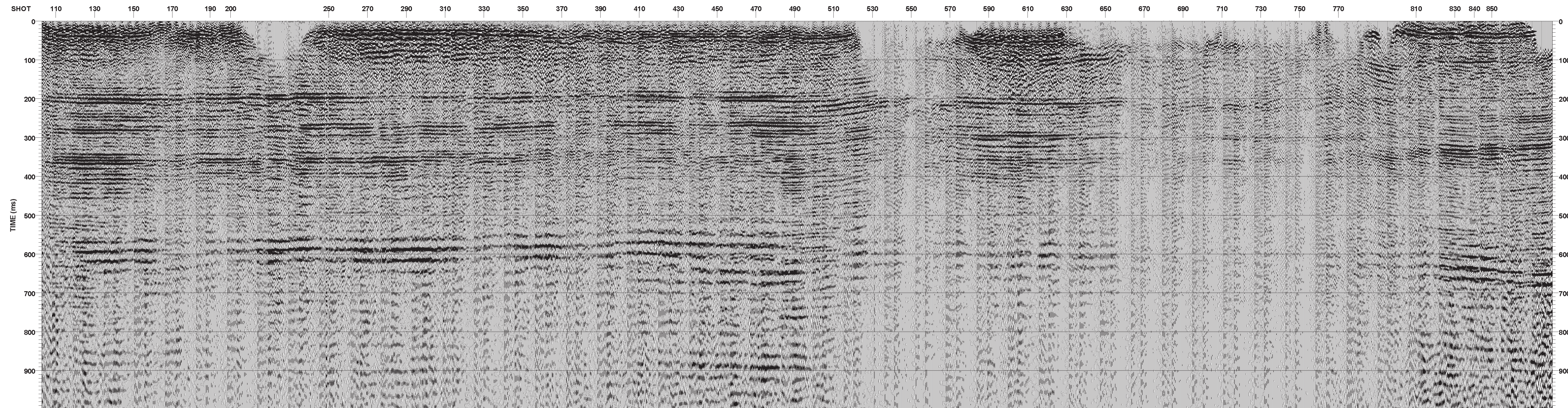
### ALLEGATO 3 - SEZIONE STACK CON PRESERVAZIONE DELLE AMPIEZZE DELLA LINEA SISMICA A1



REGIONE AUTONOMA  
FRIULI VENEZIA GIULIA

DIREZIONE CENTRALE AMBIENTE  
E LAVORI PUBBLICI - Servizio geologico -

PARAMETRI D'ACQUISIZIONE		
<b>REGISTRAZIONE</b>	REGISTRATORE LUNGHEZZA REGISTRAZIONE N° CANALI CAMPIONAMENTO COPERTURA	SERCEL 408UL 1.5 s 120 0.5 ms 15 esplosivo
<b>SORGENTE</b>	SORGENTE PROFONDITA' DI SCOPPIO CARICA INTERVALLO DI SCOPPIO GEOMETRIA DI SCOPPIO	Esplosivo 3 m 75 g circa 20 m Split con gap (1-60;65;124)
<b>GEOFONI</b>	TIPO GEOFONI FREQUENZA PROPRIA INTERVALLO GEOFONI	GEOSPACE-DIGIPHONE 100 Hz 5 m
ELABORAZIONE DATI		
FORMATTAZIONE DATI SHIFT EDITING NOTCH FILTER PRE-FILTRAGGIO SURGICAL MUTE FK CORREZIONI STATICHE DECONVOLUZIONE(predittiva)	da SEG-Y a formato Vista -28 ms 50 Hz 18-28/200-250 Finestre temporali 0-600 ms: lunghezza operatore=80 ms, lag=2 ms, rumore =5% 600-1400 ms: lunghezza operatore=80 ms, lag=26 ms, rumore=5%	
FILTRO ANALISI DI VELOCITA' NMO E MUTE STATICHE RESIDUE + FX BRUTE STACK TIME VARIANT FILTER	18-28/200-250 Finestre      Taglia basso (Hz)      Taglia alto (Hz) 0-200 ms      60-70      180-190 100-600 ms      40-50      150-160 350-950 ms      26-32      110-115 650-1200 ms      22-28      70-80	
<b>PARAMETRI GRAFICI</b>		
SCALA ORIZZONTALE SCALA VERTICALE	1: 5000      Tracce/cm=20 1: 5000      cm/sec=20	
ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DATI		DYSCOVERY GEOPHYSICAL SERVICE UNIVERSITA' DI TRIESTE - DICA





Università di Trieste  
Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale

## CARTA GEOLOGICO-TECNICA DELLA RISORSA GEOTERMICA REGIONALE

(CONVENZIONE 8443/2004)

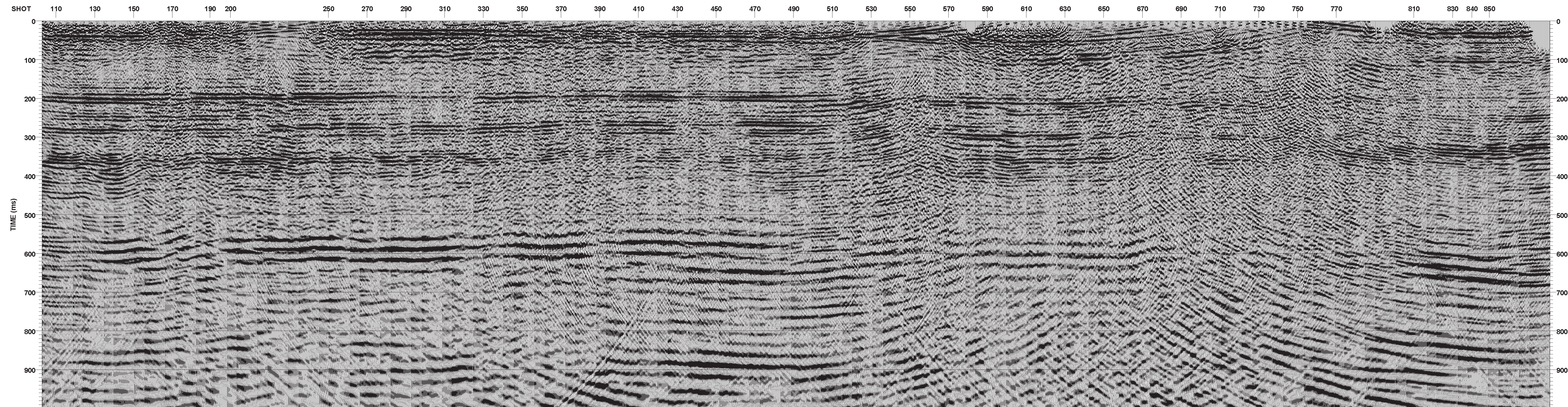
### ALLEGATO 4 - SEZIONE MIGRATA DELLA LINEA SISMICA A1



REGIONE AUTONOMA  
FRIULI VENEZIA GIULIA

DIREZIONE CENTRALE AMBIENTE  
E LAVORI PUBBLICI - Servizio geologico -

PARAMETRI D'ACQUISIZIONE		
REGISTRAZIONE	SERCEL 408UL	
	LUNGHEZZA REGISTRAZIONE	1.5 s
	N° CANALI	120
	CAMPIONAMENTO	0.5ms
	COPERTURA	15
SORGENTE	ESPLOSIVO	
	PROFONDITA' DI SCOPPIO	3 m
	CARICA	75 g
	INTERVALLO DI SCOPPIO	20 m
	GEOMETRIA DI SCOPPIO	Split con gap (1-60;65-124)
GEOFONI	TIPO GEOSPACE-DIGIPHONE	
	FREQUENZA PROPRIA	100 Hz
	INTERDISTANZA	5 m
SEQUENZA ELABORAZIONE		
FORMATTAZIONE DATI	Da SEG-Y a VISTA	
SHIFT	-28 ms	
EDITING		
NOTCH FILTER	50 hz	
PRE-FILTRAGGIO	18-28/200-250	
SURGICAL MUTE		
FK		
CORREZIONI STATICHE		
DECONVOLUZIONE	FINESTRE TEMPORALI	
PREDITTIVA	0-600 ms	Lunghezza Operatore 80 ms; lag 2 ms; rumore 5%
	600-1400 ms	Lunghezza Operatore 80 ms; lag 26 ms; rumore 5%
FILTRO	18-28/200-250	
ANALISI DI VELOCITA' (CVS)		
NMO E MUTE		
STATICHE RESIDUE + FX		
BRUTE STACK		
MIGRAZIONE FK	W=0.8	
TIME VARIANT FILTER (TVF)	WINDOWS (ms)	FREQUENCY (Hz)
	0 - 200	60-70/180-190
	100 - 600	40-50/150-160
	350 - 950	26-32/110-115
	650 - 1200	22-28/70-80
AMPLITUDE SCALE	4db	
AGC	1200 ms	
PARAMETRI GRAFICI		
SCALA ORIZZONTALE	1: 5000	20 Tracce/cm
VERTICAL SCALE	1: 5000	20cm/s
ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DATI	DYSCOVERY GEOPHYSICAL SERVICE UNIVERSITA' DI TRIESTE - DICA	





Università di Trieste  
Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale

## CARTA GEOLOGICO-TECNICA DELLA RISORSA GEOTERMICA REGIONALE

(CONVENZIONE 8443/2004)

### ALLEGATO 5 - SEZIONE PROFONDITA' INTERPRETATA DELLA LINEA SISMICA A1

#### PARAMETRI D'ACQUISIZIONE

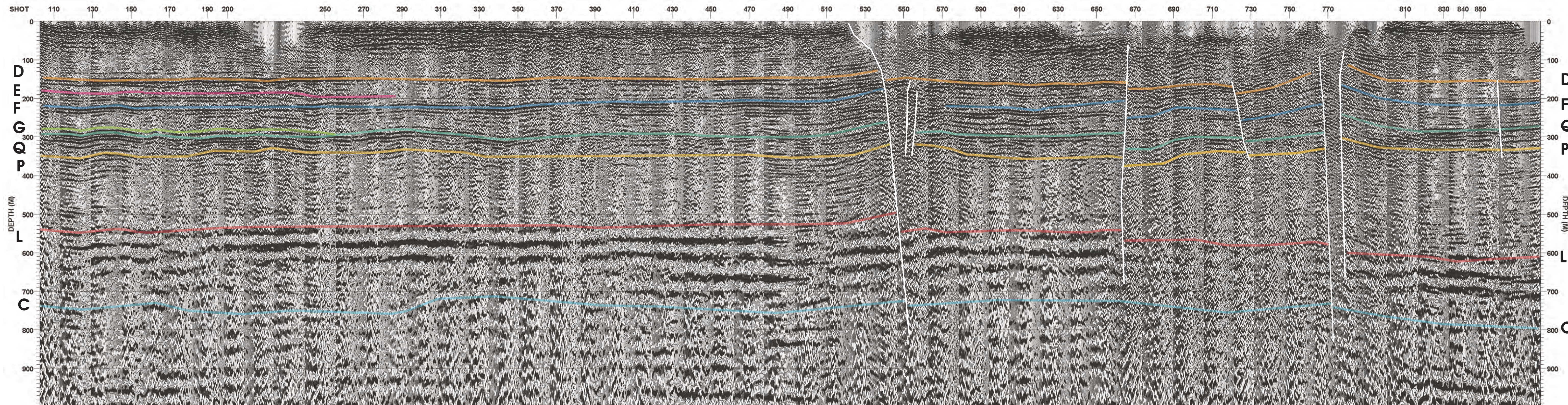
REGISTRAZIONE	SERCEL 408UL	
	LUNGHEZZA REGISTRAZIONE	1.5 s
	N° CANALI	120
	CAMPIONAMENTO	0.5ms
	COPERTURA	15
SORGENTE	ESPLOSIVO	
	PROFONDITA' DI SCOPPIO	3 m
	CARICA	75 g
	INTERVALLO DI SCOPPIO	20 m
	GEOMETRIA DI SCOPPIO	Split con gap (1-60;65-124)
GEOFONI	TIPO GEOSPACE-DIGIPHONE	
	FREQUENZA PROPRIA	100 Hz
	INTERDISTANZA	5 m

#### SEQUENZA ELABORAZIONE

FORMATTAZIONE DATI	Da SEG-Y a VISTA	
SHIFT	-28 ms	
EDITING		
NOTCH FILTER	50 hz	
PRE-FILTRAGGIO	18-28/200-250	
SURGICAL MUTE		
FK		
CORREZIONI STATICHE		
DECONVOLUZIONE	FINESTRE TEMPORALI	
PREDITTIVA	0-600 ms	Lunghezza Operatore 80 ms; lag 2 ms; rumore 5%
	600-1400 ms	Lunghezza Operatore 80 ms; lag 26 ms; rumore 5%
FILTRO	18-28/200-250	
ANALISI DI VELOCITA' (CVS)		
NMO E MUTE		
STATICHE RESIDUE + FX		
BRUTE STACK		
MIGRAZIONE FK	W=0.8	
TIME VARIANT FILTER (TVF)	WINDOWS (ms)	FREQUENCY (Hz)
	0 - 200	70-80/200-210
	100 - 600	45-50/150-160
	350 - 950	15-20/100-105
	650 - 1200	10-18/60-70
AMPLITUDE SCALE	6db	
AGC	1200 ms	

#### PARAMETRI GRAFICI

SCALA ORIZZONTALE	1: 5000	20 Tracce/cm
VERTICAL SCALE	1: 5000	20cm/s
ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DATI	DYSCOVERY GEOPHYSICAL SERVICE UNIVERSITA' DI TRIESTE - DICA	



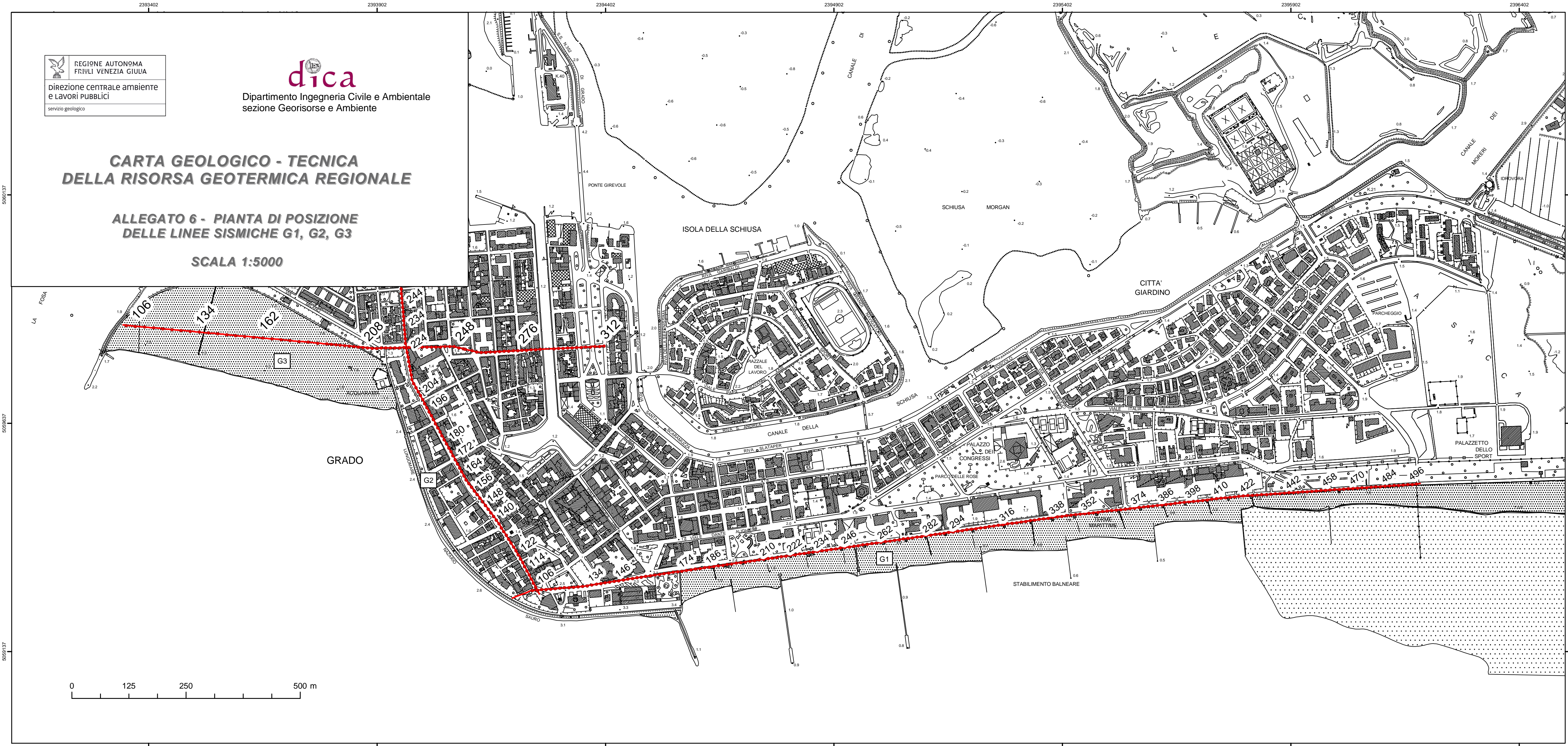
REGIONE AUTONOMA  
FRIULI VENEZIA GIULIA

DIREZIONE CENTRALE AMBIENTE  
E LAVORI PUBBLICI - Servizio geologico -

**CARTA GEOLOGICO - TECNICA  
DELLA RISORSA GEOTERMICA REGIONALE**

**ALLEGATO 6 - PIANTE DI POSIZIONE  
DELLE LINEE SISMICHE G1, G2, G3**

SCALA 1:5000





Università di Trieste  
Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale

**CARTA GEOLOGICO-TECNICA  
DELLA RISORSA GEOTERMICA REGIONALE**

(CONVENZIONE 8443/2004)

**ALLEGATO 7 - SEZIONE STACK DELLA LINEA SISMICA G1**

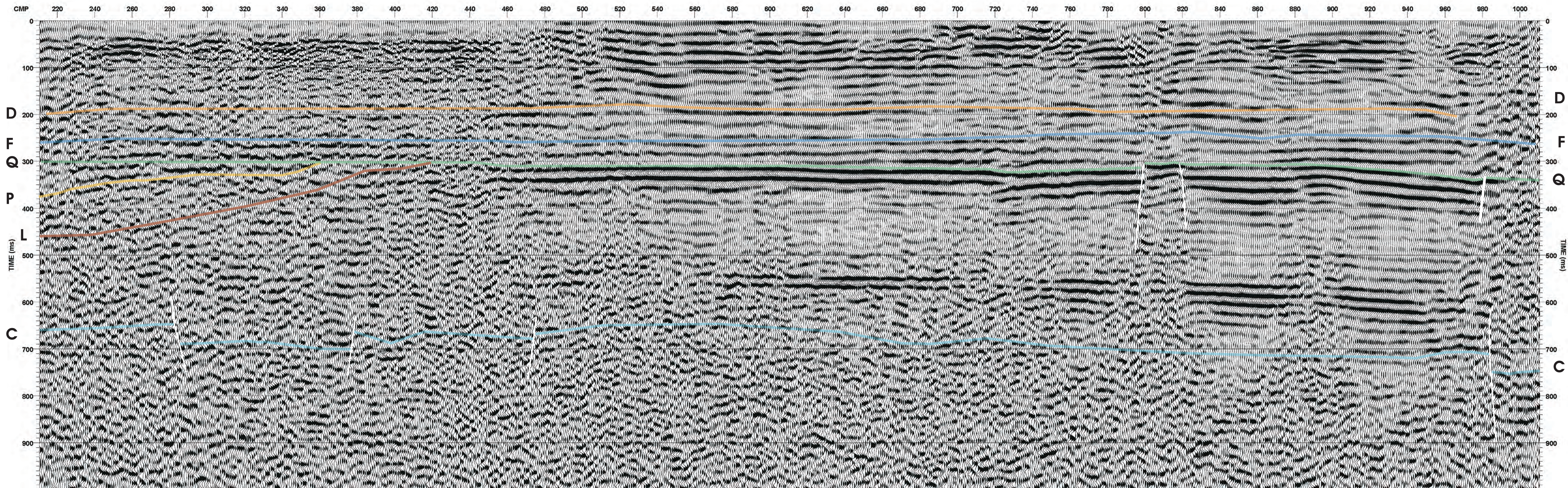
Tratto da:  
**INDAGINI GEOFISICHE RELATIVE  
ALLA RISORSA GEOTERMICA  
IN COMUNE DI GRADO**  
(CONVENZIONE 8455 - 2004)



REGIONE AUTONOMA  
FRIULI VENEZIA GIULIA

direzione centrale ambiente  
e LAVORI PUBBLICI - Servizio geologico -

PARAMETRI D'ACQUISIZIONE		
REGISTRAZIONE		SERCEL 408UL
LUNGHEZZA REGISTRAZIONE		1.5 s
N° CANALI		120
CAMPIONAMENTO		0.5ms
COPERTURA		15
SORGENTE		HYDRO_PULSE
INTERVALLO DI SCOPPIO		10 m (2 impulsi)
GEOMETRIA DI SCOPPIO		Split con gap (1-60: 65-124)
GEOFONI		GEOSPACE-DIGIPHONE
FREQUENZA PROPRIA		100 Hz
INTERDISTANZA		5 m
SEQUENZA ELABORAZIONE		
FORMATTAZIONE DATI	Da SEG-D a FOCUS	
SHIFT	13.6 (ritardo Hyro_Pulse)	
EDITING		
FILTRO	20-40/200-400	
BILANCIAMENTO DELLE AMPIEZZE		
CORREZIONI STATICHE		
ANALISI DI VELOCITA' (CVS)		
DECONVOLUZIONE (SURFACE CONSISTANT)		
SORT		
MUTE		
MUTE RIFRATTA		
NMO		
STATICHE RESIDUE		
BRUTE STACK		
FILTRO	20-40/200-400 Hz	
WEIGHTING MIX	1-3-1	
FK	1.3	
EXP GAIN	0.001	
TIME VARIANT FILTER (TVF)	WINDOWS (ms)	FREQUENCY (Hz)
	0 - 200	45-50/190-200
	100 - 500	30-35/100-110
	300 - 1250	25-30/80-80
	750 - 1400	20-25/65-70
AMPLITUDE SCALE	4db	
AGC	300 ms	
PARAMETRI GRAFICI		
SCALA ORIZZONTALE	1: 2500	10 Tracce/cm
VERTICAL SCALE	1: 2500	25 cm/s
ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DATI	DYSCOVERY GEOPHYSICAL SERVICE UNIVERSITA' DI TRIESTE - DICA OGS	







Università di Trieste  
Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale

## CARTA GEOLOGICO-TECNICA DELLA RISORSA GEOTERMICA REGIONALE

(CONVENZIONE 8443/2004)

### ALLEGATO 8 - SEZIONE STACK DELLA LINEA SISMICA G2

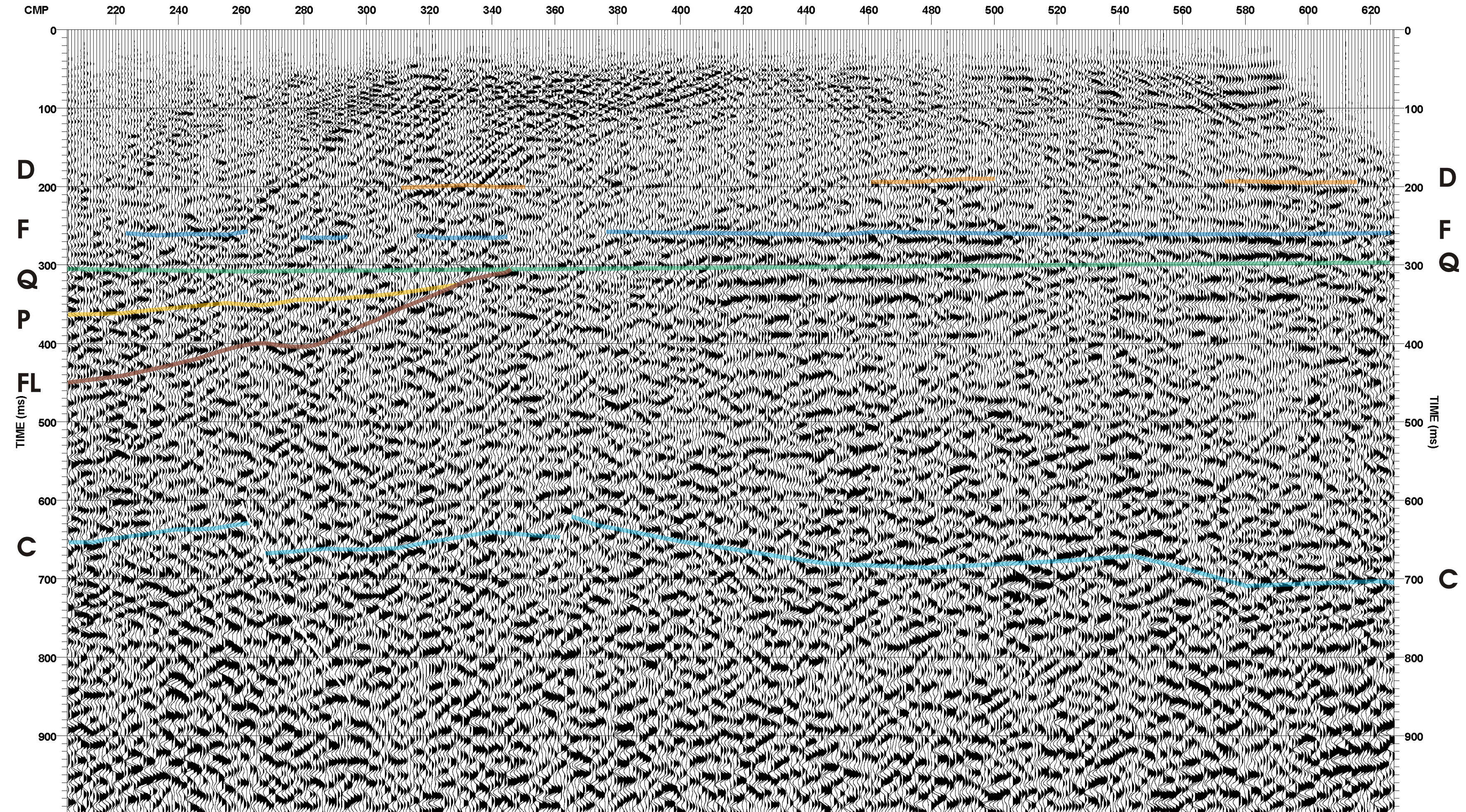
Tratto da:  
**INDAGINI GEOFISICHE RELATIVE  
ALLA RISORSA GEOTERMICA  
IN COMUNE DI GRADO**  
(CONVENZIONE 8455 - 2004)



REGIONE AUTONOMA  
FRIULI VENEZIA GIULIA

Direzione centrale ambiente  
e Lavori Pubblici - Servizio geologico -

PARAMETRI D'ACQUISIZIONE		
REGISTRAZIONE	SERCEL 408UL	
	LUNGHEZZA REGISTRAZIONE	1.5 s
	N° CANALI	120
	CAMPIONAMENTO	0.5ms
	COPERTURA	15
SORGENTE	HYDRO_PULSE	
	INTERVALLO DI SCOPPIO	10 m (2 impulsi)
	GEOMETRIA DI SCOPPIO	Split con gap (1-60: 65-124)
GEOFONI	GEOSPACE-DIGIPHONE	
	FREQUENZA PROPRIA	100 Hz
	INTERDISTANZA	5 m
SEQUENZA ELABORAZIONE		
FORMATTAZIONE DATI	Da SEG-D a FOCUS	
SHIFT	13.6 (ritardo Hyro_Pulse)	
EDITING		
FILTRO	20-40/200-400	
BILANCIAMENTO DELLE AMPIEZZE		
CORREZIONI STATICHE		
ANALISI DI VELOCITA' (CVS)		
DECONVOLUZIONE (SURFACE CONSISTANT)		
SORT		
MUTE		
MUTE RIFRATTA		
NMO		
STATICHE RESIDUE		
BRUTE STACK		
FILTRO	20-40/200-400 Hz	
WEIGHTING MIX	1-3-1	
FK	1.3	
EXP GAIN	0.001	
TIME VARIANT FILTER (TVF)	WINDOWS (ms)	FREQUENCY (Hz)
	0 - 200	45-50/190-200
	100 - 500	30-35/100-110
	300 - 1250	25-30/80-90
	750 - 1400	20-25/65-75
AMPLITUDE SCALE	4db	
AGC	900 ms	
PARAMETRI GRAFICI		
SCALA ORIZZONTALE	1: 2500	10 Tracce/cm
VERTICAL SCALE	1: 2500	25 cm/s
ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DATI	DYSCOVERY GEOPHYSICAL SERVICE UNIVERSITA' DI TRIESTE - DICA OGS	





Università di Trieste  
Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale

## CARTA GEOLOGICO-TECNICA DELLA RISORSA GEOTERMICA REGIONALE

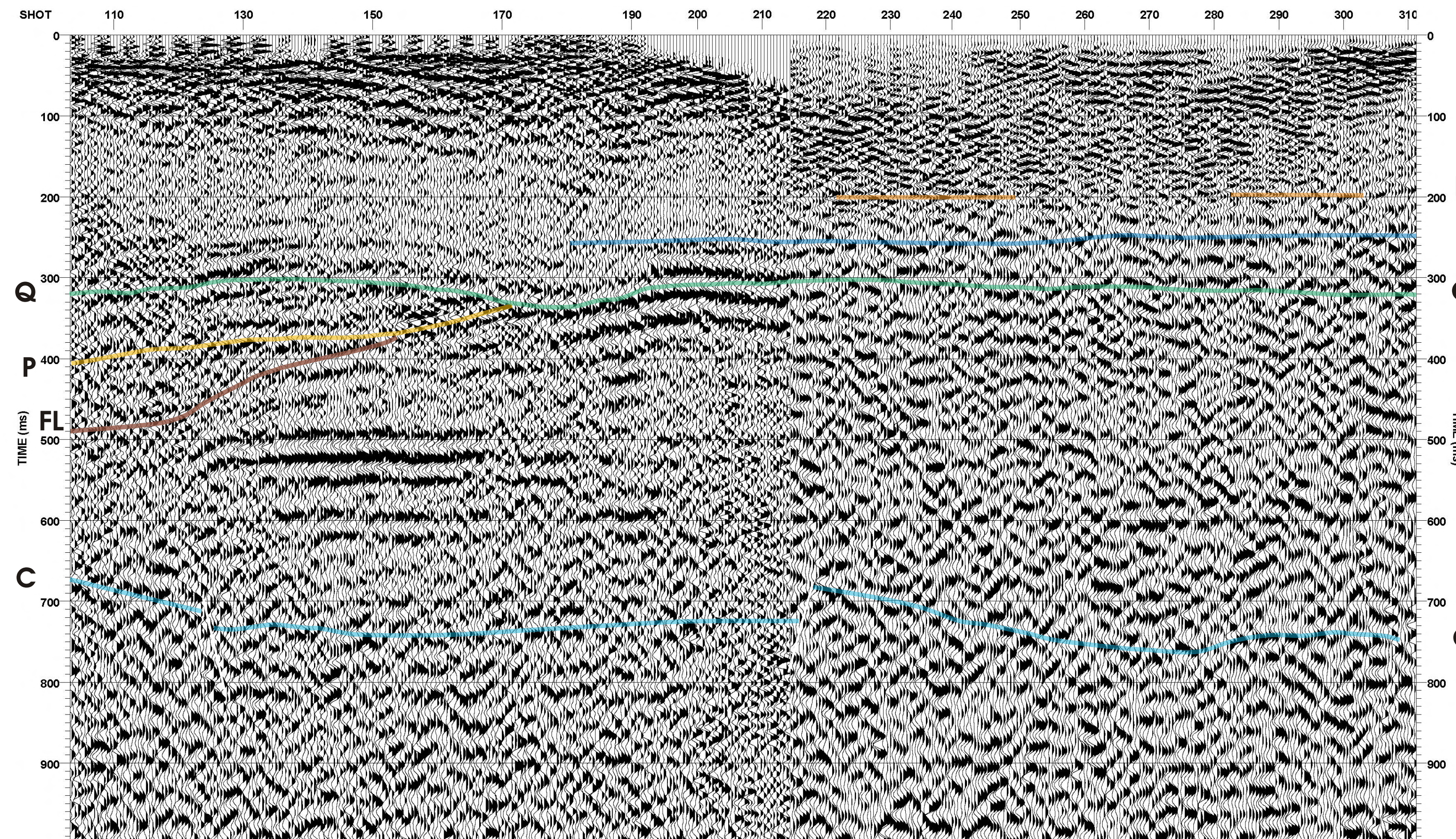
(CONVENZIONE 8443/2004)

### ALLEGATO 9 - SEZIONE STACK DELLA LINEA SISMICA G3

Tratto da:  
**INDAGINI GEOFISICHE RELATIVE  
ALLA RISORSA GEOTERMICA  
IN COMUNE DI GRADO**  
(CONVENZIONE 8455 - 2004)

PARAMETRI D'ACQUISIZIONE		
REGISTRAZIONE		SERCEL 408UL
LUNGHEZZA REGISTRAZIONE		1.5 s
N° CANALI		120
CAMPIONAMENTO		0.5ms
COPERTURA		15
SORGENTE		ESPLOSIVO
PROFONDITA' DI SCOPPIO		3 m
CARICA		75 g
INTERVALLO DI SCOPPIO		20 m
GEOFONI		GEOSPACE-DIGIPHONE
TIPO		100 Hz
FREQUENZA PROPRIA		5 m
INTERDISTANZA		
SEQUENZA ELABORAZIONE		
FORMATTAZIONE DATI	Da SEG-Y a VISTA	
SHIFT	-28 ms	
EDITING		
NOTCH FILTER	50 hz	
PRE-FILTRAGGIO	18-28/200-250	
SURGICAL MUTE		
FK		
CORREZIONI STATICHE		
DECONVOLUZIONE	FINESTRE TEMPORALI	
PREDITTIVA		
	0-350 ms	Lunghezza Operatore 60 ms; lag 2 ms; rumore 5%
	350-1400 ms	Lunghezza Operatore 90 ms; lag 22 ms; rumore 5%
ANALISI DI VELOCITA' (CVS)		
NMO E MUTE		
STATICHE RESIDUE + FX		
BRUTE STACK		
EXP GAIN	0.01	
TIME VARIANT FILTER (TVF)	WINDOWS (ms)	FREQUENCY (Hz)
	0 - 120	35-40/170-180
	60 - 360	30-35/110-120
	160 - 760	25-30/98-100
	650 - 1200	24-28/80-85
AMPLITUDE SCALE	6db	
AGC	300 ms	
PARAMETRI GRAFICI		
SCALA ORIZZONTALE	1: 2500	10 Tracce/cm
VERTICAL SCALE	1: 2500	25 cm/s
ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DATI	DYSCOVERY GEOPHYSICAL SERVICE UNIVERSITA' DI TRIESTE - DICA	

PARAMETRI D'ACQUISIZIONE		
REGISTRAZIONE		SERCEL 408UL
LUNGHEZZA REGISTRAZIONE		1.5 s
N° CANALI		120
CAMPIONAMENTO		0.5ms
COPERTURA		15
SORGENTE		HYDRO_PULSE
INTERVALLO DI SCOPPIO		10 m (2 impulsi)
GEOMETRIA DI SCOPPIO		Split con gap (1-60;65-124)
GEOFONI		GEOSPACE-DIGIPHONE
FREQUENZA PROPRIA		100 Hz
INTERDISTANZA		5 m
SEQUENZA ELABORAZIONE		
FORMATTAZIONE DATI	Da SEG-Y a VISTA	
SHIFT	-28 ms	
MEAN SCALING	13.6 (ritardo Hyro_Pulse)	
AGC	1.5	
FK	900 ms	
EDITING		
NOTCH FILTER	50 hz	
SURGICAL MUTE		
FILTRO BUTTERWORTH	24-45/70-210	
CORREZIONI STATICHE		
ANALISI DI VELOCITA' (CVS)		
DECONVOLUZIONE (SURFACE CONSISTANT)	0-1000 ms	Lunghezza Operatore 180 ms; lag 5 ms; rumore 1%
DECONVOLUZIONE PREDITTIVA	0-1000 ms	Lunghezza Operatore 180 ms; lag 30 ms; rumore 1%
ANALISI DI VELOCITA' (CVS)		
NMO		
STATICHE RESIDUE + FX	280-400 ms	
BRUTE STACK		
WEIGHTING MIX	1-3-1	
DECONVOLUZIONE PREDITTIVA	0-1000 ms	Lunghezza Operatore 180 ms; lag 10 ms; rumore 1%
FX PREDICTION	280-400 ms	Filter length 5 tr; Design window 50 tr; Cut-off fr. 100 Hz; Power 1.5
EXP GAIN	0.01	
TIME VARIANT FILTER (TVF)	WINDOWS (ms)	FREQUENCY (Hz)
	0 - 100	55-60/160-170
	50 - 250	40-45/120-130
	150 - 650	34-38/75-80
	400 - 1400	20-25/65-70
AMPLITUDE SCALE	6db	
AGC	300 ms	
PARAMETRI GRAFICI		
SCALA ORIZZONTALE	1: 2500	10 Tracce/cm
VERTICAL SCALE	1: 2500	25 cm/s
ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DATI	DYSCOVERY GEOPHYSICAL SERVICE UNIVERSITA' DI TRIESTE - DICA	





Università di Trieste  
Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale

## CARTA GEOLOGICO-TECNICA DELLA RISORSA GEOTERMICA REGIONALE

(CONVENZIONE 8443/2004)

### ALLEGATO 10 - SEZIONE PROFONDITA' DELLA LINEA SISMICA G3 - PARZIALE

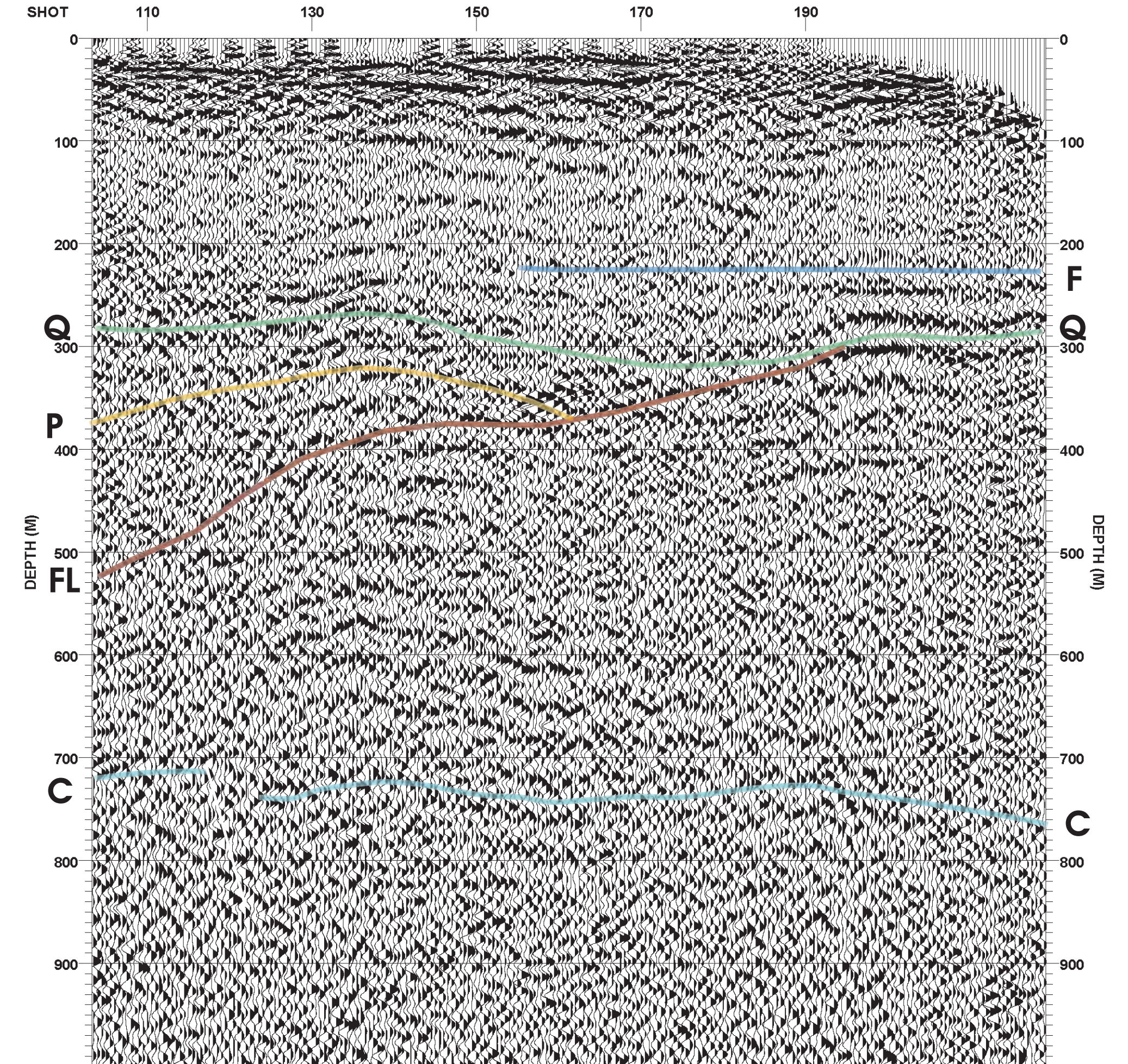
Tratto da:  
**INDAGINI GEOFISICHE RELATIVE  
ALLA RISORSA GEOTERMICA  
IN COMUNE DI GRADO**  
(CONVENZIONE 8455 - 2004)



REGIONE AUTONOMA  
FRIULI VENEZIA GIULIA

direzione centrale ambiente  
e lavori pubblici - Servizio geologico -

PARAMETRI D'ACQUISIZIONE		
REGISTRAZIONE	SERCEL 408UL	
	LUNGHEZZA REGISTRAZIONE	1.5 s
	N° CANALI	120
	CAMPIONAMENTO	0.5ms
	COPERTURA	15
SORGENTE	ESPLOSIVO	
	PROFONDITA' DI SCOPPIO	3 m
	CARICA	75 g
	INTERVALLO DI SCOPPIO	20 m
	GEOMETRIA DI SCOPPIO	Split con gap (1-60;65-124)
GEOFONI	TIPO	
	FREQUENZA PROPRIA	100 Hz
	INTERDISTANZA	5 m
SEQUENZA ELABORAZIONE		
FORMATTAZIONE DATI	Da SEG-Y a VISTA	
SHIFT	-28 ms	
EDITING		
NOTCH FILTER	50 hz	
PRE-FILTRAGGIO	18-28/200-250	
SURGICAL MUTE		
FK		
CORREZIONI STATICHE		
DECONVOLUZIONE PREDITTIVA	FINESTRE TEMPORALI	
	0-350 ms	Lunghezza Operatore 60 ms; lag 2 ms; rumore 5%
	350-1400 ms	Lunghezza Operatore 90 ms; lag 22 ms; rumore 5%
ANALISI DI VELOCITA' (CVS)		
NMO E MUTE		
STATICHE RESIDUE + FX		
BRUTE STACK		
MIGRAZIONE FK	W=1.2	
TIME VARIANT FILTER (TVF)	WINDOWS (ms)	FREQUENCY (Hz)
	0 - 120	35-40/170-180
	60 - 360	30-35/110-120
	160 - 760	25-30/98-100
	460 - 1400	24-28/80-85
AMPLITUDE SCALE	5db	
AGC	700 ms	
PARAMETRI GRAFICI		
SCALA ORIZZONTALE	1: 2500	10 Tracce/cm
VERTICAL SCALE	1: 2500	25 cm/s
ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DATI	DYSCOVERY GEOPHYSICAL SERVICE UNIVERSITA' DI TRIESTE - DICA	





Università di Trieste  
Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale



Istituto Nazionale di Oceanografia e Geofisica Sperimentale  
Dipartimento per lo Sviluppo delle Ricerche e delle Tecnologie Marine

## CARTA GEOLOGICO-TECNICA DELLA RISORSA GEOTERMICA REGIONALE

(CONVENZIONE 8443/2004)

### ALLEGATO 11 - SEZIONE PROFONDITA' DELLA LINEA SISMICA C1

Tratto da:  
**STUDIO PRELIMINARE  
DEGLI ACQUIFERI PROFONDI  
DELLA PIANURA FRIULANA**  
(CONVENZIONE 7170 - 1999)

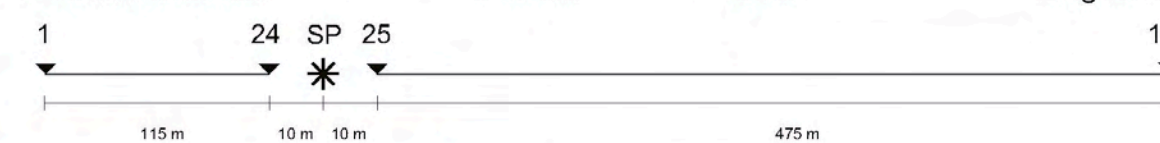


REGIONE AUTONOMA  
FRIULI VENEZIA GIULIA

DIREZIONE CENTRALE AMBIENTE  
E LAVORI PUBBLICI - Servizio geologico -

#### PARAMETRI DI ACQUISIZIONE

- Lunghezza di registrazione: 2 s
- Intervallo di campionamento: 1 ms
- Filtri di campagna: ---
- Copertura nominale: 1500 %
- Sorgente: dinamite
- Profondità carica: 3 m ca.
- Stendimento: 610 m split asimmm.
- Numero di canali: 120
- Intervallo ricevitori: 5 m
- Intervallo scoppi: 20 m
- Offset vicino nom.: 10 m
- Data: Giugno 2000



#### SEQUENZA DI ELABORAZIONE

- Riformattazione Da SEG D a formato FOCUS
- Controllo della qualità Display dei record e editing delle tracce
- Recupero delle ampiezze Compensazione derivata dalle curve di decadimento
- Sort Da Shot a Common Depth Point con copertura 15
- Correzioni statiche floating Applicazione della componente al piano mobile delle delle statiche a rifrazione
- Deconvoluzione Deconvoluzione predittiva con Gap 8 ms, Operatore 121 ms, White noise 0.1
- Analisi di velocità Constant Velocity Stack (CVS)
- Correzioni di NMO Applicazione delle correzioni dinamiche
- Mute Top mute sui primi arrivi e mute interno sul near offset
- Correzioni statiche residue Metodo surface consistent applicato nel dominio CDP
- Correzioni statiche al datum Applicazione della componente al piano fisso delle statiche a rifrazione
- Somma (Stack) delle tracce Copertura 1500 %
- Filtraggio tempo variante
  - 50 ms 80-160/240-480
  - 100 ms 60-120/240-480
  - 250 ms 50-100/180-360
  - 500 ms 40-80/160-320
  - 650 ms 30-60/120-240
  - 900 ms 25-50/100-200
  - 1700 ms 25-50/90-180
  - 2000 ms 22-44/88-170
- Bilanciamento Bilanciamento delle tracce su finestre di 200 ms e avanzamento 50 ms
- Conversione in profondità Applicazione delle velocità medie derivate dalle velocità RMS

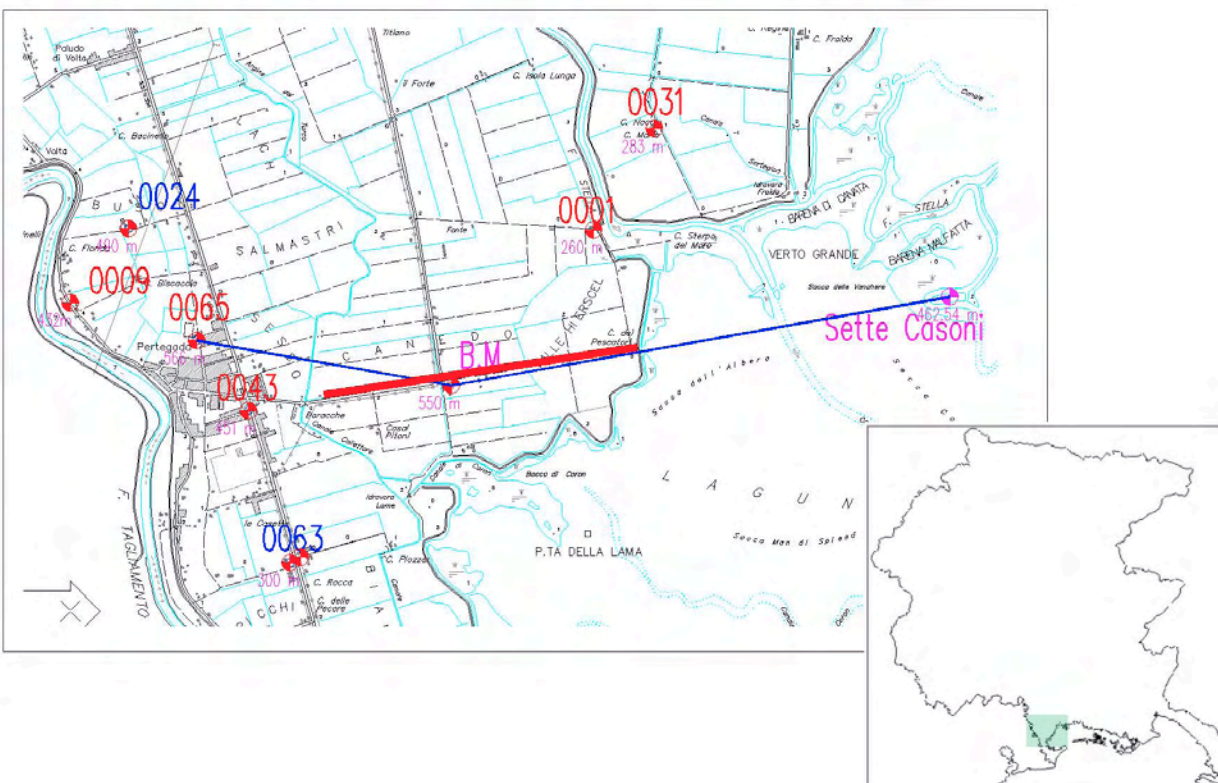
#### DISPLAY

- Scala Orizzontale 1:5000  
Verticale 1:5000
- Velocità Riferite al piano mobile
- Polarità Polarità di registrazione: le compressioni corrispondono a numeri negativi  
Polarità di display: I numeri negativi corrispondono a gole

Dati elaborati presso Centro Processing OGS  
Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale  
Borgo Grotta Gigante - Sgonico (TS)

- Coordinatore Nigel Wardell  
- Analisti Romeo Sinceri, Fabrizio Zgur

#### MAPPA DI POSIZIONAMENTO



#### PERTEGADA

#### CANEDO

#### VALLE HIRSCEL

#### OVEST

#### EST

