

APPENDICE B

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DEL GASDOTTO "IGI POSEIDON" DI
COLLEGAMENTO TRA LA GRECIA E L'ITALIA - STUDIO GEOLOGICO,
IDROGEOLOGICO E GEOTECNICO**

COMUNE DI OTRANTO (LE)

Progetto per la realizzazione del gasdotto “IGI Poseidon” di collegamento tra la Grecia e l’Italia

STUDIO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E GEOTECNICO

4					
3					
2					
1					
0	Novembre 09	Frate	Frate	Leandro	
Em./Rev.	Data	Red./Dis.	Verificato	Approvato	Descrizione

Redazione: Geo Tecnologie S.r.l.
Viale della resistenza 48 g/2 – 70125 Bari
geotecnologie@tin.it

Titolo dell'allegato:

RELAZIONE GEOLOGICA

Scala tavole:

Committente:



GEO TECNOLOGIE S.R.L.
Viale della Resistenza 48 G2 - Bari

*Per la Geo Tecnologie S.r.l.
dott. geol. Mario Frate*

1. PREMESSA

La società IGI Poseidon S.A., joint venture paritetica tra Edison International Holding (100% Edison) e DEPA, società di stato greca operativa nel settore degli idrocarburi, ha attualmente in sviluppo la realizzazione di un gasdotto 32” di collegamento tra la Grecia e l'Italia denominato “IGI Poseidon” (Interconnessione Grecia - Italia).

Tale progetto prevede un punto di approdo nel Comune di Otranto, in località Malcatone, che sarà realizzato con la tecnica di Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC) ed un tratto a terra, esteso per una lunghezza pari a circa 2 km fino alla stazione di misura del gas, a nord della località San Nicola, sempre nel Comune di Otranto. (vedi fig.1).

L'unica struttura fuori terra nel percorso del metanodotto è rappresentato dalla stazione di misura

In questa relazione vengono esaminati gli aspetti geologici, idrogeologici e geotecnici dell'area interessata da questo progetto per verificarne la fattibilità.

Lo studio, quindi, ha avuto lo scopo, attraverso indagini dirette ed indirette, di identificare, classificare e definire la natura e le caratteristiche fisico-meccaniche delle unità litostratigrafiche interessate dalla gasdotto in progetto e da tutte le opere annesse.

Per tale scopo sono stati effettuati un rilevamento geologico di dettaglio ed una prospezione sismica, inoltre sono stati utilizzati tutti i dati rilevati dal sottoscritto attraverso una campagna di indagini geognostiche realizzate per lo studio geologico relativo alla costruzione della condotta sottomarina di Otranto.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

La città di Otranto si inserisce nel contesto geologico – stratigrafico della penisola salentina, quest'ultima caratterizzata da una successione carbonatica di piattaforma - margine di età giurassico-cretacea potente oltre 6000 metri che affiora più estesamente nei settori centrale e settentrionale della Puglia.

I termini di questa successione affioranti nel Salento sono riferibili al Cretaceo superiore e sono rappresentati da calcari micritici, dolomie e calcari subcristallini di ambiente tidale-intertidale di piattaforma interna. In seno a questa successione carbonatica esistono localmente sottili livelli di argille residuali e di brecce che marcano delle superfici di emersione ed erosione più o meno estese.

In eteropia con le facies di ambiente tidale-intertidale sono presenti dei calcari di margine e pendio di piattaforma del Maastrichtiano. Questa unità è costituita da calcari biostromali e biocostruiti a Rudiste ed Ammoniti passanti lateralmente a calcareniti e calciruditi bioclastiche e clinostratificate.

Sulle unità mesozoiche poggiano discontinue coperture carbonatiche e carbonatico terrigene riferite a diversi cicli sedimentari di età compresa tra l'Eocene ed il Pleistocene superiore. I più antichi fra questi cicli sedimentari hanno interessato esclusivamente il settore nord-occidentale ed il settore sud-orientale del Salento, tra cui anche la città di Otranto.

Tra il Burdigaliano inoltrato ed il Messiniano pre-evaporitico si realizza il più importante ciclo sedimentario post-cretaceo. Nel Burdigaliano, infatti, il Salento subisce una sommersione quasi completa che si protrae fino al Messiniano pre-evaporitico.

Durante il ciclo infra-miocenico si sedimentano la Pietra leccese (calcareniti marnose organogene) ed un complesso di

piattaforma interna - margine - pendio di piattaforma (Calcareniti di Andrano e Formazione di Novaglie).

Il successivo ciclo sedimentario marino si realizza tra il Pliocene inferiore e l'inizio del Pliocene medio ed interessa solo il settore meridionale ed orientale del Salento. Si sedimentano brecce e conglomerati con elementi calcarei di dimensioni variabili immersi in una matrice calcarea sabbiosa o microconglomeratica, con rarissimi fossili (Pliocene inferiore). Sulle brecce e conglomerati calcarei poggiano marne e calcareniti marnose di colore bianco sporco ricoperte localmente da lenti di calcareniti glauconitiche verdognole. Queste unità sono riferibili all'intervallo Pliocene inferiore – Pliocene medio.

Successivamente a questa fase di sedimentazione marina il Salento torna integralmente in condizioni subaeree; tuttavia già nel Pliocene superiore si verifica una nuova sommersione che interessa prevalentemente l'area del Capo di Leuca ed il settore orientale, grossomodo ad Est dell'allineamento Maglie – Lecce.

Il successivo ciclo sedimentario si estende integralmente nella parte alta del Pleistocene inferiore. Nel corso di questo ciclo si sedimenta una successione costituita da depositi carbonatici detritico-organogeni, alla fine del quale si verifica una nuova generale e breve emersione testimoniata dalla presenza di sottili livelli di paleosuoli.

Il quadro geologico attuale è il risultato degli eventi tettonici che si sono succeduti a partire dal Cretaceo e che a più riprese hanno interessato l'intera Penisola Salentina.

Il basamento carbonatico del Cretaceo ha subito una tettonica distensiva che ha generato un sistema di faglie ad andamento prevalentemente NW-SE, le quali hanno dislocato i Calcari di

Altamura dando luogo a strutture tipo Horst e Graben delineando così dorsali, note con il nome di Serre, e depressioni tettoniche.

A partire dalla fine del Mesozoico l'area in esame è stata interessata da più fasi di sedimentazione con la deposizione di sedimenti miocenici e plio-pleistocenici.

Sui termini cretacei poggiano, con contatto trasgressivo e paraconcordante, direttamente le formazioni mioceniche della Pietra leccese e delle Calcareniti di Andrano.

Nel corso del Pliocene si sono avuti due cicli distinti della sedimentazione rappresentati da un termine estremamente variegato composto da breccie e conglomerati immerse in una matrice marnoso-argillosa o calcarea di colore grigio-scuro (nota ad alcuni autori come Formazione di Leuca) sopra cui trasgrediscono la formazione delle Sabbie di Uggiano che chiude il ciclo pliocenico e le Calcareniti del Salento che caratterizzano il Pleistocene.

I depositi plio-pleistocenici successivamente risultano essere stati interessati da fenomeni tettonici sui quali si è innestata l'azione erosiva del mare oltre all'esposizione agli eventi meteorici.

L'allineamento dei laghi infatti corrisponde alla direttrice tettonica NW-SE in cui si sono sviluppate una serie di faglie dirette che l'azione degli agenti esogeni ha modellato determinando una serie di terrazzamenti legati cronologicamente alle variazioni eustatiche del livello marino.

A questi infatti è attribuibile l'idrografia presente nell'area con la formazione di solchi fluviali che hanno inciso perpendicolarmente all'asse tettonico sia le Sabbie di Uggiano, sia le Calcareniti del Salento dando origine ad un reticolo idrografico poco gerarchizzato.

Relativamente all'area in studio, le formazioni che si rinvengono lungo lo sviluppo delle opere da realizzare (vedi Tavola 1) sono:

- Calcari di Altamura
- Pietra leccese
- Calcareniti di Andrano
- Sabbie di Uggiano,
- Calcareniti del Salento,

2.1. Calcari di Altamura

Tale formazione è costituita da calcari bioclastici, bianchi o grigiastri di norma sub-cristallini e tenaci, a luoghi laminari, nei quali si intercalano livelli di calcari dolomitici e dolomie grigio-scure o nocciola. La percentuale di dolomia aumenta in genere gradualmente con la profondità.

Il contenuto di carbonato di calcio nei calcari subisce in genere deboli oscillazioni e può arrivare al 98-99%, mentre nelle dolomie calcaree la percentuale scende a 60% circa.

Da un punto di vista petrografico questi calcari sono costituiti in prevalenza da micriti più o meno fossilifere ed intraclastiche, raramente da biomicriti.

In queste ultime il contenuto in macrofossili è rappresentato da frammenti di molluschi e da Rudiste anche di notevole dimensioni.

In alcuni campioni nella massa di fondo micritica sono evidenti plaghe chiare dovute a calcite cristallina a grana fine o finissima.

La stratificazione è sempre evidente con strati di spessore variabile da 20 a 50 cm, talora si rinvengono banchi fino a 1.5 metri, mentre le pendenze sono estremamente basse con angoli che raramente superano i 10°. Lo stile è caratterizzato da un andamento a pieghe ad ampio raggio di curvatura.

In base ai dati forniti dall'AGIP, in seguito alla perforazione petrolifera vicino Ugento, lo spessore massimo della formazione si aggira intorno ai 640 metri.

L'origine è biochimica per i calcari e secondaria per le dolomie.

Per quanto riguarda il loro ambiente deposizionale, esso è di mare poco profondo, di piattaforma interna; inoltre, data l'elevata potenza della successione, appare chiaro che l'ambiente di sedimentazione ha potuto mantenersi pressoché immutato per effetto di una costante subsidenza.

2.2. Pietra leccese

La Pietra leccese che nel gergo comune è conosciuta come Piromafo, Liccisu, Dura, Bianca, Cuzzara, etc., è costituita da una calcarenite marnosa, fossilifera, prevalentemente a grana fine e di colore paglierino e a luoghi verdognola per la presenza di glauconite, di norma compatta e piuttosto tenera, a stratificazione indistinta o in strati da 20-60 cm di spessore.

A diverse altezze stratigrafiche si rinvengono orizzonti a discreta permeabilità in corrispondenza di strati calcarenitici concrezionati e carsificati, di norma separati tra di loro da livelli di roccia compatta scarsamente o praticamente impermeabile.

Dall'esame petrografico risulta essere una biomicrite a prevalenti foraminiferi planctonici, caratterizzati in genere da abbondanti microgranuli fosfatici; subordinati, tranne poche eccezioni, quelli glauconitici. Il colore è soprattutto in relazione alla quantità dei due componenti e varia dall'avana chiaro a toni più bruni

con l'aumento dei fosfati, a tonalità più verdastre dove la glauconite è più abbondante.

Il passaggio verso le formazioni sottostanti avviene attraverso una trasgressione, spesso marcata da un livello conglomeratico di modesto spessore (in genere minore di 10 cm). A luoghi, dove manca il livello basale, è presente un'argilla residuale bruna-verdastra ricca in bauxite.

L'ambiente di sedimentazione è compreso tra la spiaggia sommersa e la piattaforma aperta.

2.3. Calcareniti di Andrano

Sono costituite da calcari e calcari marnosi macrofossiliferi compatti grigi o nocciola, con abbondante matrice, e da calcareniti e calciruditi in corpi massicci o in banchi.

La stratificazione è quasi sempre evidente con spessori degli strati fino ad un metro.

In profondità i calcari passano in continuità di sedimentazione alla Pietra leccese. La giacitura degli strati è tale da formare blande ondulazioni.

L'ambiente di sedimentazione è di tipo costiero e/o di spiaggia sommersa.

Dai dati stratigrafici lo spessore stimato per l'area in esame è di 15 metri circa.

2.4. Sabbie di Uggiano

La formazione delle Sabbie di Uggiano si presenta quasi sempre con i caratteri tipici di una trasgressione marcata da un livello conglomeratico basale di spessore raramente superiore a 50-60 cm, caratterizzato da clasti ben elaborati di diverse litologie calcaree più o meno cementate da una matrice calcarenitica arrossata. Le dimensioni di questi clasti variano da pochi millimetri ad alcuni centimetri. Frequentemente si rinvengono elementi fosforitici immersi in una matrice biomicritica giallastra.

Al conglomerato di base fa seguito una sequenza costituita da prevalenti biomicriti e calcareniti giallastre in strati e in banchi. Notevole è il loro contenuto fossilifero rappresentato da Foraminiferi bentonici, Briozoi, Alghe rosse, Echinidi, Lamellibranchi, Ostracodi. Esempari ben conservati di Pecten, Ostrea e Arctica islandica sono facilmente osservabili. Molti livelli sono interessati da bioturbazioni.

Si distinguono livelli costituiti da limi sabbioso-argillosi, in strati e in banchi, e da calcareniti tenere bianco-giallognole, a grana medio-fine, localmente marnose come per l'area in esame.

A luoghi si rinvengono straterelli di calcare detritico ben cementati che nel gergo dei cavatori vengono denominati "catine". L'immersione e le deboli pendenze degli strati, dove esse sono visibili, individuano un bacino di sedimentazione di probabile origine tettonica colmato dai depositi pliocenici che danno luogo, nelle sue linee generali, ad una vasta area pianeggiante.

L'ambiente di sedimentazione per questi depositi è caratterizzato da basse batimetrie che non superano la zona neritica interna.

Lo spessore della formazione nell'area di studio si aggira sui 15-20 metri.

2.4. Calcareniti del Salento

In questa unità vengono riuniti tutti i sedimenti noti con il termine generico di "Tufi".

Le Calcareniti del Salento affiorano abbondantemente nell'area dei laghi Alimini, tranne che nella zona più occidentale del sistema lacustre dove si rinvengono le Sabbie di Uggiano. Litologicamente è costituita da calcarenite, più o meno compatta, grigio-chiara, cui si associano sabbioni calcarei talora parzialmente cementati, eccezionalmente argillosi. Verso la base dell'unità si rinvengono alle volte delle brecce e conglomerati con estensione e potenza molto variabile.

Il contenuto del carbonato di calcio è in genere elevato, ed oscilla tra il 97-98%.

Per quanto riguarda la stratificazione è spesso indistinta; quando essa appare si hanno strati poco potenti da qualche centimetro ad oltre un metro. In alcuni affioramenti si ha stratificazione incrociata.

Il passaggio di essa con le formazioni sottostanti avviene per trasgressione, lo testimoniano le brecce e i conglomerati che troviamo alla base di essa.

Le microfaune rinvenute nella formazione sono abbastanza indicative, insieme alla presenza di individui planctonici e a presenza di bentonici, che indicano un ambiente neritico, passante localmente e soprattutto verso l'alto al litorale.



In corrispondenza dell'area che circonda i due laghi, inoltre, sono presenti sedimenti tipicamente lacustri o palustri, rappresentati da varie forme di limi (sabbiosi, argillosi) che in molti punti inglobano sostanze organiche vegetali parzialmente o completamente decomposte, di colore nerastro con spessore che si aggirano attorno ai 2 m, specialmente lungo i bordi.

3. LINEAMENTI MORFOLOGICI ED IDROLOGICI

Il paesaggio fisico della Penisola salentina ha come elemento caratterizzante un complesso di superfici subpianeggianti, variamente estese, disposte a quote differenti e normalmente allungate in direzione NW-SE. Queste superfici sono raccordate da scarpate di faglia con orientazione generale N-S, NW-SE e NNW-SSE che mostrano localmente le tracce di una riattivazione recente, da antiche ripe di abrasione marina e, limitatamente ad alcuni settori, da scarpate di erosione selettiva. Nel complesso ne risulta un morfologia poco accidentata.

I rilievi più importanti sono rappresentati da modeste dorsali tabulari strette ed allungate, orientate in direzione NNW-SSE e NW-SE che prendono il nome di Serre; con poche eccezioni questi rilievi sono degli alti morfologico-strutturali che raggiungono la quota massima di circa 200 metri s.l.m. e sono modellati su calcari e dolomie del Cretaceo-Paleogene.

Le superfici che delimitano superiormente le Serre sono superfici sub-strutturali o superfici di origine complessa.

Lungo la fascia costiera adriatica a Nord di Otranto sono presenti altre importanti morfostrutture connesse probabilmente a tettonica recente. Si tratta di un sistema di depressioni a losanga allineate in direzione circa N-S e comprese tra Torre dell'Orso e la congiungente ideale Otranto – Uggiano la Chiesa; le depressioni settentrionali del sistema ospitano o hanno ospitato dei bacini lacustri.

La fascia costiera della penisola è contrassegnata da una serie di ripiani disposti a gradinata corrispondenti a lembi variamente estesi di superfici modellate dal mare nel corso del Pleistocene medio e superiore per effetto combinato delle variazioni glacio-

eustatiche del livello del mare e del generale sollevamento della regione. Delle superfici che potrebbero corrispondere a tratti di fondali marini pleistocenici o a superfici di abrasione marina pleistoceniche sono state riconosciute anche nei settori più interni.

Lungo questa direttrice si incontrano varie depressioni che si allungano parallelamente alla costa, di cui le principali sono rappresentate da quelle dei laghi Alimini, le quali rimangono le uniche ricoperte di acqua.

A Nord di Otranto prevale una scogliera bassa e irregolare, mentre a sud la costa si presenta rocciosa ed alta sul mare, irregolare e modellata da varie baie ed insenature.

L'area in cui ricade il progetto si sviluppa da Località Monte Serro nei pressi di masseria Monaci a quota di 75 m.s.l.m. scendendo gradualmente lungo la Bretella di collegamento SP fino al Porto di Otranto.

In generale, tale area presenta una morfologia fluviale con alvei incisi nelle sabbie plio-pleistoceniche.

Sul territorio salentino le forme fluviali non hanno raggiunto sviluppo notevole per la presenza di estesi affioramenti di rocce carbonatiche e per l'assetto geomorfologico della regione; studi effettuati hanno permesso di ipotizzare che le frequenti ingressioni marine verificatesi nel corso del Pleistocene possano avere inibito lo sviluppo del reticolo fluviale. Le incisioni, anche quelle più sviluppate, sono in genere poco gerarchizzate e individuano a grande scala due distinti sistemi; uno a deflusso esoreico che caratterizza la fascia costiera ed uno a deflusso endoreico che caratterizza i settori interni della penisola.

I reticoli esoreici sono brevi solchi ben incisi, percorsi da corsi d'acqua a carattere stagionale o occasionale; alcuni sono

gerarchizzati come ad esempio l'Idro che termina nell'insenatura di Otranto o il Fosso dei Samari che sfocia poco a Sud di Gallipoli.

Reticoli esoreici poco sviluppati e gerarchizzati sono presenti anche nel settore meridionale della penisola, nella zona di Gemini ed Ugento. Al di sotto della congiungente Badisco – Ugento invece le incisioni sono normalmente singole aste ben incise, impostate lungo linee tettoniche chiaramente individuabili attraverso la osservazione stereoscopica delle foto aeree.

I reticoli endoreici sono solchi di lunghezza variabile, poco gerarchizzati, che terminano in corrispondenza di inghiottitoi carsici o nel perimetro di aree depresse dove affiorano rocce carsificabili. Le incisioni più importanti sono il canale Asso, il canale Pezzate, il canale della Lacrima ed il Canale Lamia. Poiché esiste uno stretto legame tra i reticoli endoreici e le vore del Salento verrà dedicato un capitolo a parte alla descrizione di queste incisioni.

Nell'insieme delle forme fluviali si possono ricordare anche alcune tracce di modeste incisioni presenti sulle superfici modellate sui litotipi mesozoici e cenozoici, interpretate come tratti di un vecchio reticolo oggi smembrato dalla tettonica e dalla erosione, evolutosi in un contesto morfoclimatico completamente differente dall'attuale.

La zona in esame, contiene la più grande concentrazione di acqua della penisola salentina, sia superficiale sia sotterranea.

L'area interessata dagli interventi si estende a Sud del territorio del Comune di Otranto.

In massima parte la morfologia dei siti attraversati dal tracciato della nuova opera è quella tipica dell'altopiano delle Serre Salentine, con vaste aree pianeggianti o poco pendenti.

Il tracciato del metanodotto è prossimo al reticolo idrografico, individuato dalla Carta Geologica d'Italia e dalla Carta I.G.M.,

interferendo a volte con le ripe fluviali o con le stesse fasce di pertinenza fluviale.

Questo non costituisce vincolo ostativo alla fattibilità dell'opera, ma, certamente, impone, in fase di realizzazione e, in particolar modo di esecuzione degli scavi, l'adozione di alcune misure di tutela.

Altra peculiarità è la presenza di aree depresse per le quali la condizione di rischio idraulico è legata alla concentrazione dei deflussi superficiali in funzione dei volumi idrici che i bacini sottesi vi recapitano, il cui smaltimento avviene il più delle volte per infiltrazione in inghiottitoi carsici che mettono in comunicazione la superficie con la falda sottostante.

Nelle aree attraversate dalla condotta in progetto si trovano molte aree depresse.

Tali aree, definite "conche endoreiche", stoccano in parte o in toto, all'interno del bacino, volumi idrici relativi alla superficie a ciascuna afferente, sversando o meno l'una nell'altra, sino all'ultima porzione dei bacini imbriferi complessivi.

Il gasdotto non interseca alcuna conca endoreica.

Per quanto riguarda la permeabilità delle formazioni geologiche affioranti interessate dal tracciato, queste risultano da mediamente permeabili: sabbie e calcareniti a molto permeabili: calcari.

4. IDROGEOLOGIA

Per quanto attiene l'indagine idrogeologica si è proceduto con l'individuazione di pozzi presenti nelle aree limitrofe a quelle d'interesse, con caratteristiche idrauliche ed idrogeologiche desumibili e corredati di stratigrafie di dettaglio.

Su questa base, la ricerca è stata orientata verso l'archivio pozzi dell'Ente Irrigazione per le affidabili informazioni desumibili dalle apposite schede tecniche predisposte dall'Ente, nonché di un discreto numero di pozzi privati.

I dati così raccolti e le conoscenze di carattere idrogeologico acquisite nel corso dell'indagine, hanno consentito di definire i caratteri di permeabilità delle diverse unità idrogeologiche ed il ruolo da esse svolto nella circolazione idrica sotterranea.

E' stata riconosciuta l'esistenza di una falda principale circolante nelle rocce calcareo-dolomitiche del Cretaceo interessate da un disomogeneo stato di fratturazione e carsificazione.

L'acquifero carsico in questione fa parte di un unico acquifero, detto anche di "base" o "profondo", che interessa l'intera Penisola salentina nonché l'attigua idrostruttura murgiana dalla quale riceve cospicui ed accertati afflussi di acque. Questa falda profonda, continua dal mare Adriatico al mare Ionio, è sostenuta alla base dall'acqua marina di invasione continentale ed è alimentata da un'aliquota delle precipitazioni meteoriche che in forma sia diffusa che concentrata si infiltrano nel sottosuolo. All'alimentazione dell'acquifero profondo contribuisce, inoltre, insieme ai ricordati apporti idrici dell'acquifero murgiano, il drenaggio delle acque della falda superficiale sia attraverso la rete di pozzi profondi che attraverso i contatti formazionali. Al di sopra dell'acquifero di base si rinviene una falda di modeste potenzialità idriche circolante nei

depositi permeabili della formazione delle Calcareniti del Salento e sostenute dai livelli marnoso-argillosi della stessa formazione. Questa falda superiore presente nell'area, fa parte di una più estesa e continua circolazione idrica sotterranea superficiale che corrisponde ad un'ampia fascia costiera adriatica che si spinge a Nord verso S. Cataldo interessando, oltre alle Sabbie di Uggiano, anche depositi calcarenitici più recenti.

I laghi Alimini rappresentano un punto di emergenza di questa falda attraverso una serie di manifestazioni sorgentizie e polle lungo la sponda occidentale coincidente con una scarpata di faglia. In quest'area infatti le isofreatiche mostrano una forte inflessione verso i laghi che fungono da livello di base della falda superficiale mentre le cadenti piezometriche si aggirano attorno a 1.2%.

L'alimentazione dell'acquifero superiore è legata direttamente al regime pluviometrico.

Il livello statico misurato in alcuni pozzi adiacenti all'abitato si attesta intorno ai 2.5- 3 metri dal p.c

Questa falda, che in passato ha svolto un ruolo primario in termini di approvvigionamento idrico sia ad uso potabile che ad uso irriguo, versa oggi in uno stato di notevole degrado sia in termini quantitativi che qualitativi.

Gli scavi per la posa della condotta, essendo di contenuta profondità, difficilmente possono intercettare questa falda.

5. INDAGINI GEOSISMICHE

L'indagine sismica è consistita nell'esecuzione di 3 profili sismici a rifrazione con onde longitudinali (onde P) e 3 profili con analisi RE.MI.

5.1 Sismica a rifrazione.

I profili sismici hanno lunghezza di 96 metri; sono stati eseguiti con 24 geofoni distanziati di 4 metri e con scoppi coniugati con l'aggiunta di tre scoppi interni al profilo.

E' stato utilizzato un sismografo OYO a 48 canali (mod. MC SEIS-SX 48), con acquisizione computerizzata dei dati.

Per generare le onde sismiche è stata utilizzata una sorgente del tipo "mazza battente" su piastra. Come rilevatori sono stati adoperati geofoni verticali a 14 Hz.

Alcune fasi di acquisizione dei dati in campagna sono riportate nell'allegato "Rapporto fotografico".

I tempi di arrivo delle onde P, letti sui sismogrammi sperimentali mostrati, sono riportati nei diagrammi tempo-distanza "dromocrone", riportate in allegato.

L'interpretazione delle dromocrone è stata effettuata sia con il Metodo Reciproco Generalizzato (G.R.M) e sia con l'ausilio di un software, il "Rayfract" della Intelligent Resources Inc., che, utilizzando i tempi d'arrivo delle onde lette sui sismogrammi

sperimentali, permette di eseguire ottimizzazioni del modello di velocità. Tale interpretazione dà modo di rappresentare le velocità secondo un'imaging bidimensionale a colori.

L'analisi delle sezioni sismiche 1 e 2, riportate in allegato, individua la presenza di due sismostrati così caratterizzati:

- Il primo sismostrato (con profondità variabile da 0.5 fino a 4 metri circa dal p.c.) ha velocità V_p di 700 m/sec e V_s compresa tra 290-340 m/sec;
- Il substrato rifratore ha velocità V_p compresa tra 1900-2300 m/sec e V_s compresa tra 940-1195 m/sec.

Per ciò che concerne la correlazione delle caratteristiche fisico-dinamiche con quelle geologico - tecniche del sottosuolo esplorato, si può ritenere che:

- Il primo sismostrato è associabile a terreno vegetale e/o di riporto con sabbie e pezzame carbonatico;
- Il substrato rifratore è associabile a roccia calcarenitica mediamente compatta.

L'analisi della sezione sismica 3, riportata in allegato, individua la presenza di tre sismostrati così caratterizzati:

- Il primo sismostrato (con profondità di 1-2 metri circa dal p.c.) ha velocità V_p di 600 m/sec e V_s di 240 m/sec;

- Il secondo sismostrato ha una profondità di 2-3 metri dal p.c e, nella parte destra della sezione, è visibile un consistente approfondimento fino a 10 metri dal p.c.. Tale sismostrato ha velocità V_p di 1400 m/sec e V_s di 700 m/sec;
- Il substrato rifrattore ha velocità V_p di 2100 m/sec e V_s di 1160 m/sec.

Per ciò che concerne la correlazione delle caratteristiche fisico-dinamiche con quelle geologico - tecniche del sottosuolo esplorato, si può ritenere che:

- Il primo sismostrato è associabile a terreno vegetale e/o di riporto;
- Il secondo sismostrato è associabile a roccia calcarenitica molto disomogenea e poco cementata;
- Il substrato rifrattore è associabile a roccia calcarea mediamente fratturata e carsificata.

Nella tabella che segue sono mostrati tutti i valori delle velocità sismiche, il coefficiente di Poisson ed i valori dei moduli dinamici E (di Young), G (di taglio) e K (di incompressibilità), espressi in Kg/cm^2 . Questi valori sono calcolati per densità unitaria ($1,0 \text{ g/cm}^3$), dunque per ottenere i moduli corretti è sufficiente moltiplicarli per la densità reale dei terreni.

I valori di Vs sono stati ottenuti tramite l'analisi delle onde superficiali (metodo Re.Mi.) in buon accordo con i modelli del sottosuolo ottenuti dalla sismica a rifrazione; inoltre con il solo metodo Re.Mi. è stato individuato, nel profilo sismico 2, un aumento delle Vs da 940 a 1380 m/sec ad una profondità di circa 17 metri dal p.c., attribuibile ad un miglioramento delle caratteristiche meccaniche della roccia a tale profondità.

PROFILO 1

Vp	Vs	P	γ	E	G	K
700	290	0.40	1	2397	858	3856
2300	1195	0.32	1	38327	14572	34551

Vs30=920 m/sec
classe A

PROFILO 2

Vp	Vs	P	γ	E	G	K
700	340	0.35	1	3175	1180	3427
1900	940	0.34	1	24127	9016	24815

Vs30=990 m/sec
classe A

PROFILO 3

Vp	Vs	P	γ	E	G	K
600	240	0.40	1	1651	588	2890
1400	700	0.33	1	13333	5000	13333
2100	1160	0.28	1	35163	13731	26693

Vs30=930 m/sec
classe A

Vp = velocità onde longitudinali in m/sec

Vs = velocità onde trasversali in m/sec

P = coefficiente di Poisson

γ = densità in g/cm³

E = modulo dinamico di Young in Kg/cm²

G = modulo dinamico di taglio in Kg/cm²

K = modulo dinamico di incompressibilità in Kg/cm²

5.2 Metodo Re.Mi.

Il metodo Re.Mi. (refraction microtremor), mediante lo studio della dispersione delle onde di superficie (onde di Rayleigh e di Love), consente di ricavare un profilo verticale di velocità (V_s) delle onde trasversali.

Le onde di Rayleigh e di Love si trasmettono sulla superficie libera di un mezzo omogeneo e isotropo e derivano dall'interferenza tra onde longitudinali (P) e onde trasversali (Sv). In un mezzo stratificato queste onde sono di tipo guidato e dispersivo; ovvero la velocità di propagazione cambia con la frequenza e le componenti a frequenza minore penetrano più in profondità e, generalmente, hanno velocità di fase maggiore.

Tramite la registrazione di microtremori, usando uno stendimento con almeno 12 geofoni a bassa frequenza, il metodo ReMi permette un'acquisizione veloce senza sorgenti attive. Tale metodo risulta particolarmente idoneo ed efficace proprio in ambito urbano, laddove risulta abbastanza problematico l'utilizzo di tecniche a rifrazione per indagini fino a 30 m di profondità. Infatti, in ambito urbano l'abbondanza di rumore artificiale pluridirezionale e casuale, rappresenta un'abbondante ed efficiente sorgente di onde superficiali.

Nel nostro caso, è stato usato lo stesso sismografo adoperato per la prospezione sismica a rifrazione e geofoni da 4,5 Hz. Per

ogni profilo sono state acquisite sei registrazioni di 16 secondi e frequenza di campionamento di 500 Hz.

I sismogrammi ottenuti sono stati elaborati con una trasformazione bidimensionale dal dominio tempo-distanza (t-x), al dominio velocità di fase-frequenza (p-f). E' stato così possibile analizzare l'energia di propagazione del rumore lungo tutte le direzioni della linea sismica e riconoscere le onde superficiali con carattere dispersivo.

I sei spettri di potenza p-f ottenuti per ogni profilo sono stati sommati e sullo spettro risultante sono stati individuati una serie di punti sul confine inferiore dell'area ad alta energia. Tali valori sono stati riportati su un grafico periodo-velocità di fase ed è stata analizzata la relativa curva di dispersione. E' stato poi calcolato un modello ottimale di velocità di onde trasversali che giustifichi la curva di dispersione.

Nell'allegato "Analisi Re.Mi." sono riportati, per ogni profilo, l'immagine p-f, il grafico periodo-velocità e il modello di velocità.

I valori di Vs30 compresi tra 920 e 990 m/sec permettono di classificare il sottosuolo di fondazione in categoria A (vedi tabella seguente) come prescritto dalle NTC (D.M. 14/01/2008).

CATEGORIA SUOLO DI FONDAZION	PROFILO STRATIGRAFICO	PARAMETRI		
		Vs30 (m/s)	Nspt	C _u (kPa)
A	<i>Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi</i>	> 800		

B	<i>Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità</i>	< 800 > 360	> 50	> 250
C	<i>Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza</i>	< 360 > 180	< 50 > 15	< 250 > 70
D	<i>Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti</i>	< 180	< 15	< 70
E	<i>Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di VS30 simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con VS30 > 800m/s</i>			
S1	<i>Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità (PI > 40) e contenuto di acqua</i>	< 100		< 20 > 10
S2	<i>Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti</i>			

6. AZIONE SISMICA

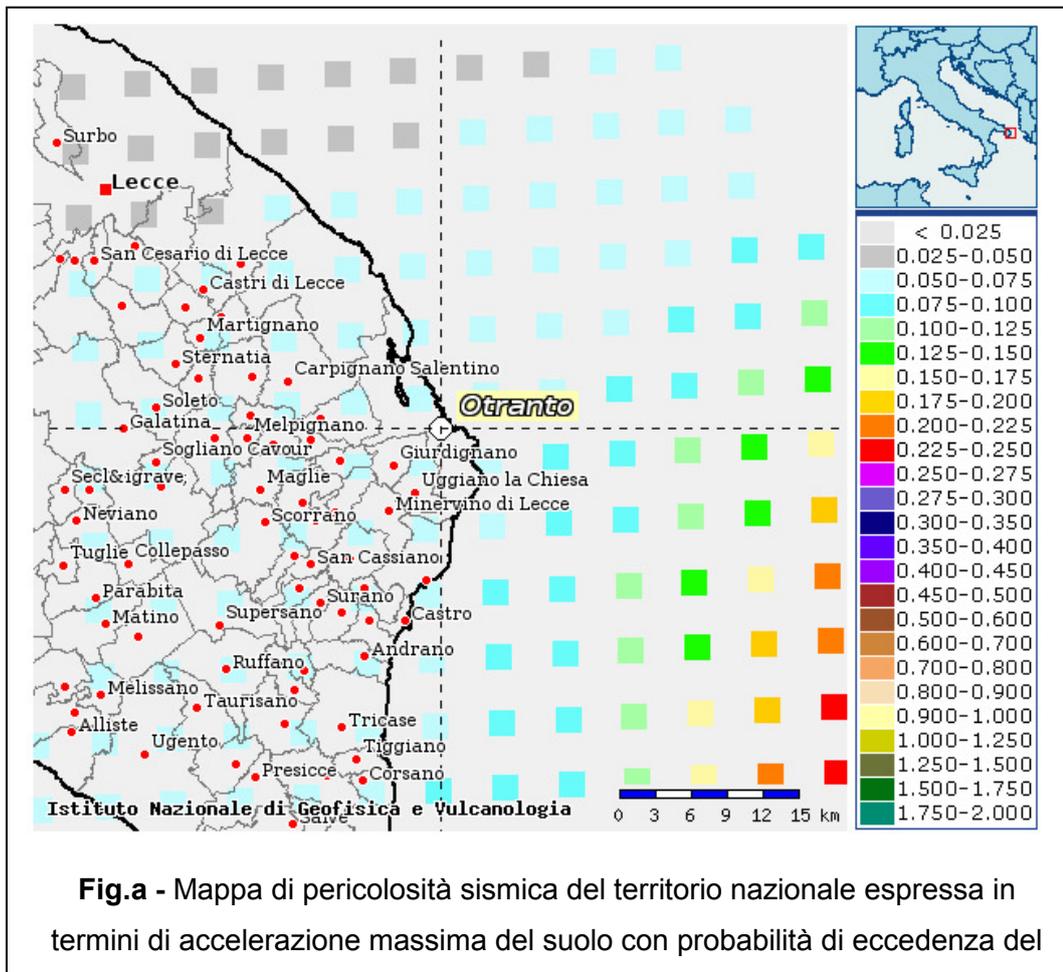
Secondo la nuova classificazione sismica del territorio italiano, O.P.C.M. 3274, il Comune di Otranto ricade in zona 4, con un'accelerazione orizzontale massima convenzionale (a_g), su suolo di categoria A, di 0,05g, come si evince dalla seguente tabella.

Zona	Intervallo di pertinenza della PGA (10% in 50 anni)	A_g max
1	$0,25 < a_g \leq 0,35 g$	0,35 g
2	$0,15 < a_g \leq 0,25 g$	0,25 g
3	$0,05 < a_g \leq 0,15 g$	0,15 g
4	$\leq 0,05 g$	0,05 g

Le più recenti Norme Tecniche per le Costruzioni (14/01/2008) e l'OPCM del 28 aprile 2006 n. 3519 superano il concetto della classificazione del territorio in zone, imponendo nuovi e precisi criteri di verifica dell'azione sismica nella progettazione delle nuove opere ed in quelle esistenti, valutata mediante una analisi della risposta sismica locale. In assenza di queste analisi, la stima preliminare dell'azione sismica può essere effettuata sulla scorta delle "categorie di sottosuolo" e della definizione di una "pericolosità di base" fondata su un reticolo di punti di riferimento, costruito per l'intero territorio nazionale. Ai punti del reticolo sono attribuiti, per nove differenti periodi di ritorno del terremoto atteso, i valori di a_g e dei principali "parametri spettrali" riferiti all'accelerazione orizzontale, da utilizzare per il calcolo dell'azione sismica (fattore di amplificazione massima F_0 e

periodo di inizio del tratto a velocità costante T^*_c). Il reticolo di riferimento ed i dati di pericolosità sismica vengono forniti dall'INGV e pubblicati nel sito <http://esse1.mi.ingv.it/>.

Secondo le NTC l'area in questione è caratterizzata da un'accelerazione compresa tra 0.05 - 0.075 g, come evidenziato nella figura a, in cui è riportata la mappa di pericolosità sismica per il sito in questione, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi (categoria A, $V_{s30} > 800\text{m/sec}$).



Questa mappa di pericolosità sismica è riferita ad un periodo di ritorno $T_R=475$, corrispondente ad una **vita nominale $V_N = 50$ anni** e ad un **coefficiente d'uso $C_U = 1$ (struttura ordinaria)**, parametri legati tra loro dalla seguente formula $T_R = -V_N / \log (1-P_{VR})$ dove $V_R = V_N \cdot C_U$.

7. STRATIGRAFIA

Nella carta litologica, fig. 1, vengono distinte tre aree:

- a) area con calcari compatti a frattura irregolare, subaffioranti;
- b) aree con calcareniti, calcari tipo panchina e calcareniti argillose giallastre;
- c) aree costituite da depositi eluviali limoso-sabbiosi;

Quasi ovunque nell'area d'interesse sono presenti terreni di riporto per uno spessore variabile da 1 a 4 metri.

Gli spessori più elevati si hanno in alcune aree dove, tali terreni di riporto sono stati adoperati per colmare depressioni morfologiche.

Dalla ricostruzione stratigrafica, dai risultati dell'indagine geofisica, dall'osservazione delle sequenze degli strati carbonatici, ben esposti in alcuni scavi osservati, è stato possibile ricostruire la stratigrafia di seguito descritta:

nelle aree interessate, dalle quote più elevate di circa 70m fino a 35m s.l.m., sono presenti, in superficie, terreni di riporto aventi spessori da 0,0 a 3 metri circa; al di sotto di questi, fino ad una profondità che va dai 2 ai 10 metri dal p.c., si trovano calcareniti abbastanza cementate, di colore bianco giallastro, con presenza diffusa di macrofossili. Segue, fino alla profondità osservata, un ammasso calcareo più o meno fratturato.

In questa area la falda è localizzata nei calcari ad una profondità tale da non interferire, in nessuna maniera, con le opere in progetto.

A quote più basse, da 35m s.l.m. fino alla costa, affiorano in superficie sedimenti rappresentati da sabbie o da materiale terroso agrario e/o di riporto. Questi, con uno spessore variabile da 1,00 a 4,00m, sono dislocati in maniera caotica a riempire e a ricoprire i fossi e le asperità della superficie molto accidentata della roccia di base, costituita da calcareniti abbastanza compatte ed omogenee.

In questo tratto della condotta si potrebbe intercettare una falda di modeste potenzialità idriche circolante nei depositi permeabili della formazione delle Calcareniti del Salento e sostenute dai livelli marnoso-argillosi della stessa formazione. Questa falda superiore presente nell'area, fa parte di una più estesa e continua circolazione idrica sotterranea superficiale che corrisponde ad un'ampia fascia costiera adriatica che si spinge a Nord verso S. Cataldo interessando, oltre alle Sabbie di Uggiano, anche depositi calcarenitici più recenti.

8. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Dalle prospezioni eseguite emerge una modesta omogeneità dei terreni indagati; infatti, al di sotto di una coltre di terreno vegetale e/o di riporto a spessore variabile da 0.50 m fino ad 1 metro, si rinviene un livello a maggiore compattezza identificabile con le Sabbie di Uggiano, le quali si rinvencono in facies debolmente compatta per uno spessore medio da 1 a 4 m, caratterizzate da una velocità delle onde sismiche di circa 700-800 m/s; con la profondità tali sabbie tendono ad assumere una facies più compatta (calcarenitica), caratterizzata da una velocità delle onde sismiche di circa 1400 m/s; in alcune zone, in corrispondenza del profilo sismico n.2 (Fig.2), la compattezza di tali calcareniti è notevole; si arriva infatti a valori delle onde sismiche di circa 1900 m/s.

In ogni caso, le condotte da posare e le opere ad esse annesse interesseranno:

- Terreni e sabbie in facies debolmente compatta
- Calcareniti a differente grado di compattezza
- Calcari mediamente fratturati

8.1. CALCARI

Si estendono su una parte dell'area di progetto, alle quote più elevate, sono sottostanti ad una esigua copertura di terreno di riporto.

Si tratta di formazioni lapidee che si presentano prevalentemente in strati e banchi metrici a stratificazione più sottile a S della SS 98. Sono attraversati da fratture subverticali, con densità variabile da luogo a luogo, aventi direzioni prevalenti attorno a NO - SE e a NE - SO. Tali fratture, intensificando i giunti di stratificazione, suddividono gli strati in blocchi di varia pezzatura a seconda della loro densità.

In corrispondenza dei giunti di stratificazione, di fratture e di cavità si possono avere riempimenti di terre rosse.

Generalmente sono buoni terreni di fondazione essendo caratterizzati da valori elevati del carico di rottura (fino a più di 1.000 Kg/cm² sul campione) e da modulo di elasticità anche superiori a 200.000 Kg/cm². Va comunque fatto presente che in alcuni casi sono stati misurati anche valori molto bassi dei parametri dianzi citati, che mettono in evidenza caratteri scadenti. Un' insidia pericolosa in queste rocce è rappresentata da cavità carsiche sia vuote che riempite da terra rossa.

Indagini sismiche, hanno evidenziato per gli strati superiori di questi litotipi i seguenti parametri:

V_p (onde longitudinali)	2.300 m/s
V_s (onde trasversali)	1.195 m/s
ν (coefficiente di Poisson)	0,32
γ (peso di volume)	2,0 t/mc
E (modulo di Young)	76.654 Kg/cm ²
G (modulo di taglio)	29.144 Kg/cm ²

8.2. CALCARENITI

Sono costituite da calcareniti e calciruditi in corpi massicci o in banchi e calcareniti tenere bianco-giallognole, a grana medio-fine, localmente marnose come per l'area in esame

La stratificazione è quasi sempre evidente con spessori degli strati fino ad un metro.

Indagini sismiche, svolte in zona per studi precedenti, hanno evidenziato per gli strati superiori di questi litotipi i seguenti parametri:

V_p (onde longitudinali)	1.400 m/s
V_s (onde trasversali)	700 m/s
ν (coefficiente di Poisson)	0,33

g (peso di volume)	1,8 t/mc
E (modulo di Young)	23.999 Kg/cm ²
G (modulo di taglio)	9.000 Kg/cm ²

8.3. SABBIE

Dal punto di vista granulometrico sono sabbie fini debolmente limose. Esse sono irregolarmente cementate e a luoghi, passano verso l'alto a un "crostone" di spessore variabile. Alcune determinazioni su campioni di sabbia hanno rivelato le seguenti caratteristiche:

contenuti di acqua 6% - 19%

Peso di volume 1.40 gr/cm³ - 1.75 gr/cm³

angolo di attrito int. 27° - 32°

Le sabbie in questione sono discreti terreni di fondazione quando sono sufficientemente spesse (> 3-4 metri) e non sono sede di falda o la superficie della falda è relativamente profonda rispetto alla sede delle fondazioni. I caratteri migliorano con l'entità della cementazione.

Le indagini sismiche, hanno evidenziato per questi litotipi i seguenti parametri:

V _P (onde longitudinali)	700 m/s
V _S (onde trasversali)	290 m/s



s (coefficiente di Poisson) 0,40

g (peso di volume) 1,7t/mc

E (modulo di Young) 4.074 Kg/cm^q

G (modulo di taglio) 1.458 Kg/cm^q

9. CAPACITA' PORTANTE DEI TERRENI DI FONDAZIONE

Per la capacità portante dei terreni interessati dalla posa della condotta, per quel che riguarda lo stato tensionale indotto dal peso proprio della tubazione, dal riempimento all'interno della stessa, nonché dal terreno di ricoprimento, si può sostenere che esso è dello stesso ordine di grandezza della pressione geostatica preesistente in quanto siamo sempre in condizioni di posa al di sotto del piano campagna.

Si prenderanno in considerazione i terreni interessati dalle opere fuori terra, in particolar modo i terreni su cui ricadrà la Stazione di Misura e di Riduzione Gas.

Su questa area è stata eseguita una prospezione sismica (base3 che ha messo in evidenza un modello stratigrafico sintetizzabile dal punto di vista geomeccanico in un modello costituito da due "insiemi":

Al primo insieme, sono riferibili le calcareniti presenti ad una profondità dall'attuale piano campagna di non più di 2,0m.

Il suo spessore varia da 1,0 m. fino ad uno spessore di circa 4,0 m.

A questi si possono attribuire i seguenti parametri per il calcolo della capacità portante:

Densità	1,8 t/mc
Velocità onde longitudinali (Vp)	1400 m/sec

Velocità onde trasversali Vsh	7800 m/s
Coefficiente di Poisson (ρ)	0,33
Modulo di Joung (Ed)	23.999 Kg/cm ^q
Modulo di Taglio (G)	9.000 Kg/cm ^q

Assumendo il valore di elasticità statica:

$$E_s = 1/20 E_d = 1.200 \text{ Kg/cm}^q$$

si avrà una tensione ammissibile in fondazione

$$\sigma_a = 2,4 \text{ Kg/cm}^q$$

ed un coefficiente di sottofondo

$$K = 6,0 \text{ Kg/cm}^c$$

Il secondo "insieme", presente a profondità molto variabile tra i 3 e i 10m dal p.c. è costituito totalmente da calcari mediamente fratturati; a questo è possibile attribuire i seguenti parametri fisico-meccanici:

Densità	2,0
t/mc	
Resistenza a compressione monoassiale	300
Kg/cm ^q	
Velocità onde longitudinali (Vp)	
2100 m/sec	
Velocità onde trasversali Vsh	1160 m/s
Coefficiente di Poisson (ρ)	0,280
Modulo di Joung (Ed)	

70.326 Kg/cm^q

Modulo di Taglio (G)

27.462 Kg/cm^q

Modulo di incompressibilità (K)

53.386 Kg/cm^q

Il modulo di Young il modulo di taglio e di incompressibilità sono stati calcolati assumendo il valore di densità di 2,0 g/cm^c. Inoltre si evidenzia che la velocità delle onde longitudinali (Vp), il modulo di Young (E_d) ed il modulo di Poisson (ρ) sono stati calcolati con le opportune correzioni per la presenza dell'acqua.

Assumendo il valore di elasticità statica:

$$E_s = 1/20 E_d = 3.516 \text{ Kg/cm}^q$$

si avrà una tensione ammissibile in fondazione

$$\sigma_a = 3,5 \text{ Kg/cm}^q$$

ed un coefficiente di sottofondo

$$K = 17,5 \text{ Kg/cm}^c$$

10. CONSIDERAZIONI FINALI

A conclusione dei dati fin qui esposti scaturiscono le seguenti considerazioni:

dal punto di vista litologico tutta l'area, interessata dagli scavi per la posa in opera del gasdotto è rappresentata da calcareniti, sabbie e terreni di riporto.

La costituzione dei terreni di riporto è disuniforme; le caratteristiche geotecniche di questi, trattandosi di materiali non consolidati, sono disomogenee e scadenti.

La copertura sabbiosa presenta una discreta capacità portante che diminuisce se queste sabbie sono interessate da falde acquifere. Tali condizioni sfavorevoli si verificheranno nelle aree più vicine alla linea di costa.

Per quanto concerne le condizioni idrogeologiche del sottosuolo si pone in evidenza la presenza di acqua salmastra nella copertura tufacea, nei pressi della costa, dovuta all'ingressione marina. Le oscillazioni del pelo libero di questa falda potrebbero risentire delle oscillazioni del livello del mare.

Poiché la trincea da realizzare per la posa della condotta avrà un ricoprimento non inferiore a 1,5 metri, si può senz'altro affermare che il materiale da asportare sarà costituito mediamente per un 20% da roccia calcarenitica e per il restante 80 % da terreni incoerenti costituiti da sabbie e/o terreni di riporto, questi avranno un maggiore spessore nelle zone più lontane dalla costa.

Per il primo tratto della condotta, nell'area d'approdo sulla costa da effettuarsi con la tecnica della Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC), i terreni interessati saranno costituiti da calcareniti detritiche, organogene, abbastanza compatte a cui si attribuiranno i parametri già riportati precedentemente.

Da quanto sin qui esposto si evince che, per tutte le opere da realizzare, i maggiori problemi potrebbero risultare di carattere esecutivo là dove gli scavi interesseranno i terreni sciolti. In questo caso si dovranno prevedere opere di sostegno per le pareti e laddove gli stessi scavi dovessero interessare la falda, si dovranno prevedere interventi per aggottare la piezometrica.

Per l'area destinata alla Stazione di Misura, le indagini svolte hanno evidenziato la presenza, fino ad un massimo di 2,0m dal piano campagna, di terreni sabbiosi.

Oltre la quota di 2,0m sono presenti strati calcarenitici con buone caratteristiche geotecniche.

Si consiglia una fondazione diretta che si attesterà negli strati calcarenitici a non meno di 2,0 m dal p.c. Per il calcolo delle fondazioni si farà riferimento ai parametri riportati nel paragrafo precedente e comunque i carichi da adottare non dovranno superare i $3,50 \text{ Kg/cm}^2$.

La falda acquifera, in questa area, è contenuta ad una profondità tale da non influenzare le litozone interessate dalle fondazioni.

I terreni superficiali, abbastanza permeabili e la morfologia dell'area sono tali da non provocare problemi riguardanti ristagni di acque meteoriche e smottamenti. Si consiglia comunque di prevedere tutte le opere necessarie per la regimazione ed il convogliamento delle acque meteoriche raccolte dalle aree impermeabilizzate ed il loro smaltimento in ottemperanza alla normativa vigente.

La zona di studio non ricade in nessun area a vincolo idrogeologico così come si evince dallo stralcio allegato della carta del P.A.I. redatta dall'Autorità Di Bacino Della Puglia Fig.2. Tuttavia il tracciato del metanodotto è prossimo al reticolo idrografico presente, interferendo a volte con le ripe fluviali o con le stesse fasce di pertinenza fluviale. Questo non costituisce vincolo ostativo alla fattibilità dell'opera, ma, certamente, impone, in fase di realizzazione e, in particolar modo di esecuzione degli scavi, l'adozione di alcune misure di tutela per evitare effetti di trascinarsi dei terreni di copertura i caso di inondazioni.

Una soluzione alternativa, ideale, sarebbe quella di prevedere per il gasdotto un tracciato alternativo che non interferisca in alcun modo con il reticolo idrografico e con le ripe fluviali.

Nelle aree attraversate dalla condotta, inoltre, si trovano molte aree depresse definite "conche endoreiche", Il tracciato del gasdotto non interseca nessuna di queste conche.

Secondo la riclassificazione sismica italiana (Ordinanza PCM n° 3274 del 20.03.2003) per tutte le opere, pubbliche e private (art. 7 dell'Ordinanza 3333 del 23.01.2004), il comune di Otranto, in cui ricade l'area di studio, è classificato di categoria 4 con un'accelerazione orizzontale massima convenzionale (a_g), su suolo di categoria A, di 0,05g.

I valori delle $V_{S\ 30}$ ottenuti, collocano questo sito, come risposta sismica locale, in classe A, ($V_{S\ 30} > 800$ m/sec).

Le caratteristiche geolitologiche e strutturali, unitamente ai caratteri geomorfologici del territorio, consentono, quindi, di mettere in evidenza condizioni generali di stabilità dell'area; non esistono infatti, né sembrano essere esistiti, fenomeni di dissesto lungo tutto il tracciato del metanodotto.

Pertanto, è evidente che l'area studiata dal punto di vista geologico, idrogeologico e geotecnico risulta idonea alla realizzazione delle opere in progetto.

COMUNE DI OTRANTO (LE)

Progetto per la realizzazione del gasdotto “IGI Poseidon” di collegamento tra la Grecia e l’Italia

STUDIO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E GEOTECNICO

4					
3					
2					
1					
0	Novembre 09	Frate	Frate	Leandro	
Em./Rev.	Data	Red./Dis.	Verificato	Approvato	Descrizione

Redazione: Geo Tecnologie S.r.l.
Viale della resistenza 48 g/2 – 70125 Bari
geotecnologie@tin.it

Titolo dell'allegato:

RELAZIONE IDROGEOMORFOLOGICA

Scala tavole:



Committente:



GEO TECNOLOGIE S.R.L.
Viale della Resistenza 48 G2 - Bari

Per la Geo Tecnologie S.r.l.
dott. geol. *Antonio Convertini*



1. PREMESSA

La società IGI Poseidon S.A., joint venture paritetica tra Edison International Holding (100% Edison) e DEPA, società di stato greca operativa nel settore degli idrocarburi, ha attualmente in sviluppo la realizzazione di un gasdotto 32" di collegamento tra la Grecia e l'Italia denominato "IGI Poseidon" (Interconnessione Grecia - Italia).

La nuova infrastruttura fa parte di un corridoio che dalla Turchia, attraversa la Grecia e approda in Italia, consentendo all'Italia di importare annualmente, a partire dal 2012, tra gli 8 e i 12 miliardi di metri cubi di gas naturale proveniente dalle aree del Mar Caspio e del Medio Oriente.

Il metanodotto avrà una lunghezza a terra pari a circa 2 chilometri nel territorio comunale di Otranto dallo spiaggiamento, ad est dell'abitato di Otranto in località Malcatone, alla cabina di misura del gas, a nord della località San Nicola.

Il metanodotto avrà una lunghezza in mare aperto pari a circa 43 chilometri ed avrà un diametro di 32", sarà semplicemente posato sul fondo attraverso l'utilizzo di navi posatubi, senza necessità di scavi o trincee.

Nel tratto di mare più a ridosso della costa il metanodotto sarà realizzato in modo da non interferire con l'ecosistema costiero otrantino. A terra, il metanodotto arriva sulla costa in prossimità del cavo elettrico Enel e prosegue seguendo il percorso del cavo e/o la viabilità esistente, allo scopo di minimizzare l'impatto sul territorio.

Il metanodotto sarà completamente interrato, il ricoprimento sarà non inferiore a 1,5 metri e richiederà una fascia di asservimento non edificandi pari a 40 metri cioè 20 metri per lato rispetto all'asse di simmetria rappresentato dal tubo.

L'unica struttura fuori terra nel percorso del metanodotto è rappresentato dalla stazione di misura che ha la funzione di "misurare" la quantità di gas in transito e destinata alla rete di trasmissione nazionale del gas.

Il presente studio è stato condotto allo scopo di valutare eventuali effetti sull'assetto idraulico del territorio connessi alla costruzione del metanodotto.

1.2. STATO DEI LUOGHI

L'area interessata dagli interventi si estende a Sud del territorio del Comune di Otranto.

In massima parte la morfologia dei siti attraversati dal tracciato della nuova opera è quella tipica dell'altopiano delle Serre Salentine, con vaste aree pianeggianti o poco pendenti; il reticolo idrografico individuato dalla Carta Geologica d'Italia e dalla Carta I.G.M. è prossimo al tracciato del gasdotto. Altra peculiarità è la presenza di aree depresse per le quali la condizione di rischio idraulico è legata alla concentrazione dei deflussi superficiali in funzione dei volumi idrici che i bacini sottesi vi recapitano, il cui smaltimento avviene il più delle volte per infiltrazione in inghiottitoi carsici che mettono in comunicazione la superficie con la falda sottostante.

Per quanto riguarda l'infiltrabilità delle acque meteoriche da parte dei suoli attraversati, e per informazioni più dettagliate sulla permeabilità delle formazioni geologiche affioranti si faccia riferimento a relazioni specifiche.

2. INQUADRAMENTO NORMATIVO

Nell'approccio idraulico il quadro vincolistico normativo è stato rispettato al fine di fornire gli elementi di lettura sulle relazioni tra gli interventi in progetto e gli strumenti di pianificazione e di programmazione territoriale riguardanti l'assetto idraulico presenti sul territorio. Per avere delle linee guida a carattere di oggettività, si è ritenuto di prendere in considerazione lo strumento di piano vigente che più specificatamente interessa tematiche idrauliche, nell'ambito della difesa del suolo, per garantire uno sviluppo sostenibile del territorio prevenendo eventuali effetti dannosi prodotti dall'antropizzazione.

A tal fine, si è considerato il Piano stralcio di Assetto Idrogeologico (PAI) della Regione Puglia e il Piano Urbanistico Territoriale Tematico per il Paesaggio della Regione Puglia (PUTT/P).

2.1 Finalità e contenuti del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)

Il PAI dell'Autorità di Bacino della Puglia è stato approvato con Delibera del Comitato Istituzionale n. 39 del 30.11.2005 e pubblicato il 30.12.2005. Esso è finalizzato al miglioramento delle condizioni di regime idraulico e della stabilità dei versanti ed a consentire uno sviluppo sostenibile del territorio nel rispetto degli assetti naturali, della loro tendenza evolutiva e delle potenzialità d'uso, e rappresenta la disciplina che più particolarmente si occupa delle tematiche proprie della difesa del suolo.

Il PAI costituisce Piano Stralcio del Piano di Bacino, ai sensi dell'articolo 17 comma 6 ter della Legge 18 Maggio 1989, n° 183; ha valore di piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione,

alla difesa e alla valorizzazione del suolo ricadente nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Puglia.

Le finalità del PAI (art. 1) sono realizzate, dall'Autorità di Bacino della Puglia e dalle altre Amministrazioni competenti, mediante:

- la definizione del quadro della pericolosità idrogeologica in relazione ai fenomeni di esondazione e di dissesto dei versanti;
- la definizione degli interventi per la disciplina, il controllo, la salvaguardia, la regolarizzazione dei corsi d'acqua e la sistemazione dei versanti e delle aree instabili a protezione degli abitati e delle infrastrutture, indirizzando l'uso di modalità di intervento che privilegino la valorizzazione ed il recupero delle caratteristiche naturali del terreno;
- l'individuazione, la salvaguardia e la valorizzazione delle aree di pertinenza fluviale;
- la manutenzione, il completamento e l'integrazione dei sistemi di difesa esistenti;
- la definizione degli interventi per la difesa e la regolazione dei corsi d'acqua;
- la definizione di nuovi sistemi di difesa, ad integrazione di quelli esistenti, con funzioni di controllo della evoluzione dei fenomeni di dissesto e di esondazione, in relazione al livello di riduzione del rischio da conseguire.

Il PAI (art. 4), in relazione alle condizioni idrauliche, alla tutela dell'ambiente e alla prevenzione di presumibili effetti dannosi prodotti da interventi antropici, disciplina le aree di cui agli artt. 6, 7, 8, 9 e 10.

In particolare, le aree di cui sopra sono definite:

- *Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali* (art. 6);
- *Aree ad alta pericolosità idraulica (A.P.)* (art. 7);

- *Aree a media pericolosità idraulica (M.P.)* (art. 8);
- *Aree a bassa pericolosità idraulica (B.P.)* (art. 9);
- *Fasce di pertinenza fluviale* (art. 10);

Relativamente alle aree a diversa pericolosità idraulica (A.P., M.P., B.P.), queste risultano arealmente individuate nelle “Carte delle aree soggette a rischio idrogeologico” allegate al PAI, mentre, relativamente alle aree definite Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali (art. 6) e Fasce di pertinenza fluviale (art. 10), la loro delimitazione segue i seguenti criteri:

- (art. 6 comma 8) quando il reticolo idrografico e l'alveo in modellamento attivo e le aree golenali non sono arealmente individuate nella cartografia in allegato al PAI e le condizioni morfologiche non ne consentano la loro individuazione, le norme si applicano alla porzione di terreno a distanza planimetrica, sia in destra che in sinistra, dall'asse del corso d'acqua, non inferiore a 75 m;
- (art. 10 comma 3) quando la fascia di pertinenza fluviale non è arealmente individuata nelle cartografie in allegato al PAI, le norme si applicano alla porzione di terreno, sia in destra che in sinistra, contermina all'area golenale, come individuata al punto precedente, di ampiezza comunque non inferiore a 75 m.

In relazione alle finalità e gli obiettivi generali del PAI, ai fini di assicurare la compatibilità con essi degli interventi sul territorio, le Norme Tecniche di Attuazione prevedono che (art. 4):

- all'interno delle aree di cui agli artt. 6, 7, 8, 9 e 10, tutte le nuove attività ed i nuovi interventi devono essere tali da:
 - a) migliorare o comunque non peggiorare le condizioni di

funzionalità idraulica;

- b) non costituire in nessun caso un fattore di aumento della pericolosità idraulica né localmente, né nei territori a valle o a monte, producendo significativi ostacoli al normale libero deflusso delle acque ovvero causando una riduzione significativa della capacità di invaso delle aree interessate;
- c) non costituire un elemento pregiudizievole all'attenuazione o all'eliminazione delle specifiche cause di rischio esistenti;
- d) non pregiudicare le sistemazioni idrauliche definitive né la realizzazione degli interventi previsti dalla pianificazione di bacino o dagli strumenti di programmazione provvisoria e urgente;
- e) garantire condizioni adeguate di sicurezza durante la permanenza di cantieri mobili, in modo che i lavori si svolgano senza creare, neppure temporaneamente, un ostacolo significativo al regolare deflusso delle acque;
- f) limitare l'impermeabilizzazione superficiale del suolo impiegando tipologie costruttive e materiali tali da controllare la ritenzione temporanea delle acque anche attraverso adeguate reti di regimazione e di drenaggio;
- g) rispondere a criteri di basso impatto ambientale facendo ricorso, laddove possibile, all'utilizzo di tecniche di ingegneria naturalistica.

La realizzazione, l'adeguamento, l'ampliamento e la ristrutturazione delle infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico, comprensive dei relativi manufatti di servizio, riferite a servizi essenziali e non delocalizzabili, come l'intervento in progetto, sono consentiti in tutte le aree di cui sopra purché risultino coerenti con gli obiettivi del PAI e con la pianificazione degli interventi di mitigazione, previa

redazione di studi di compatibilità idrologica ed idraulica che ne analizzino compiutamente gli effetti sul regime idraulico a monte e a valle dell'area interessata;

- gli obiettivi del PAI sono definiti dall'art. 17 e consistono nel perseguire il raggiungimento delle condizioni di sicurezza idraulica come definite dall'art. 36;
- l'art. 36 definisce per sicurezza idraulica la condizione associata alla pericolosità idraulica per fenomeni di insufficienza del reticolo di drenaggio e generalmente legata alla non inondabilità per eventi di assegnata frequenza. Agli effetti del PAI si intendono in sicurezza idraulica le aree non inondate per eventi con tempo di ritorno fino a 200 anni.

Occorre precisare che, a tutt'oggi, diversamente dalle aree a pericolosità idraulica, il reticolo idrografico e le relative fasce di pertinenza non sono arealmente individuate nella cartografia in allegato al PAI, per cui, è uso consolidato presso l'Autorità di Bacino della Puglia, intendere "reticolo idrografico" tutto quanto rappresentato come tale su cartografia IGM in scala 1:25000, che è attualmente l'unica fonte a carattere di ufficialità.

Come ulteriore strumento conoscitivo è stata utilizzata la bozza della Carta Idrogeomorfologica che la Regione Puglia rende disponibile sul proprio sito cartografico; si sottolinea come tale carta, pur non presentando valore formale in quanto suscettibile di modifiche fino alla definitiva approvazione, fornisce comunque concreti approfondimenti del quadro conoscitivo attuale

Particolare attenzione è stata poi posta, nella fattispecie delle aree salentine interessate dall'intervento in esame, alla presenza delle cosiddette "conche endoreiche" che risultano, in maniera peculiare, soggette ad allagamenti poiché si collocano come il recapito finale di aree scolanti che possono essere anche di considerevole superficie.

2.2 Finalità e contenuti del Piano Urbanistico Territoriale Tematico per il Paesaggio (PUTT/P)

Il Piano Urbanistico Territoriale Tematico per il Paesaggio della in adempimento di quanto disposto dall'art. 149 del D.Lgs. 490/99 e della Legge Regionale 31.05.80 n. 56, disciplina i processi di trasformazione fisica e l'uso del territorio allo scopo di: tutelarne l'identità storica e culturale, rendere compatibili la qualità del paesaggio, delle sue componenti strutturanti, e il suo uso sociale, promuovere la salvaguardia e la valorizzazione delle risorse territoriali.

Sotto l'aspetto normativo si configura come un piano urbanistico territoriale con specifica considerazione dei valori paesistici ed ambientali. Campo di applicazione sono le categorie dei beni paesistici di cui al Titolo II del D. Lgs. 490/99, interessa l'intero territorio regionale e le presenti norme ne regolano l'attuazione e la disciplina. Il Piano assume come criteri tecnico-procedurali di controllo e di specificazione degli AMBITI TERRITORIALI (Distinti ed Estesi) a cui il piano, applica delle prescrizioni vincolanti immediati direttamente su tutti gli strumenti urbanistici a scala inferiore sia di operatori pubblici che privati.

Ambiti Territoriali Estesi "ATE"

1. Il Piano perimetra ambiti territoriali, con riferimento al livello dei valori paesaggistici, di:

1.1- valore eccezionale ("A"), laddove sussistano condizioni di rappresentatività di almeno un bene costitutivo di riconosciuta unicità e/o singolarità, con o senza prescrizioni vincolistiche preesistenti;

1.2- valore rilevante ("B"), laddove sussistano condizioni di compresenza di più beni costitutivi con o senza prescrizioni vincolistiche preesistenti;

1.3- valore distinguibile ("C"), laddove sussistano condizioni di presenza di un bene costitutivo con o senza prescrizioni vincolistiche preesistenti;

1.4- valore relativo ("D"), laddove pur non sussistendo la presenza di un bene costitutivo, esista la presenza di vincoli (diffusi) che ne individuino una significatività;

1.5 - valore normale ("E"), laddove non è direttamente dichiarabile un significativo valore paesaggistico.

In riferimento agli Ambiti Territoriali Estesi, con il rilascio delle autorizzazioni e con gli strumenti di pianificazione sott'ordinati devono essere perseguiti obiettivi di salvaguardia e valorizzazione paesaggistico-ambientale nel rispetto dei seguenti indirizzi di tutela:

1.1 - negli ambiti di valore eccezionale "A": conservazione e valorizzazione dell'assetto attuale; recupero delle situazioni compromesse attraverso la eliminazione dei detrattori;

1.2 - negli ambiti di valore rilevante "B": conservazione e valorizzazione dell'assetto attuale; recupero delle situazioni compromesse attraverso la eliminazione dei detrattori e/o la mitigazione degli effetti negativi; massima cautela negli interventi di trasformazione del territorio;

1.3 - negli ambiti di valore distinguibile "C": salvaguardia e valorizzazione dell'assetto attuale se qualificato; trasformazione dell'assetto attuale, se compromesso, per il ripristino e l'ulteriore qualificazione; trasformazione dell'assetto attuale che sia compatibile con la qualificazione paesaggistica;

1.4- negli ambiti di valore relativo "D": valorizzazione degli aspetti rilevanti con salvaguardia delle visuali panoramiche;

1.5- negli ambiti di valore normale "E": valorizzazione delle peculiarità del sito.

Ambiti Territoriali Distinti "ATD"

In riferimento agli Ambiti Territoriali, gli elementi strutturanti il territorio si articolano nei sottosistemi:

- a - assetto geologico, geomorfologico e idrogeologico;
- b - copertura botanico vegetazionale, colturale e presenza faunistica;
- c - stratificazione storica dell'organizzazione insediativa.

Per ciascuno dei sottosistemi e delle relative componenti, le norme relative agli Ambiti Territoriali Distinti specificano:

- la definizione che individua, con o senza riferimenti cartografici, l'ambito nelle sue caratteristiche e nella sua entità minima strutturante;
- la individuazione dell'area di pertinenza (spazio fisico di presenza) e dell'area annessa (spazio fisico di contesto);
- i regimi di tutela;
- le prescrizioni di base.

Direttive di tutela

In riferimento agli ambiti, alle componenti ed ai sistemi, gli strumenti di pianificazione sottordinati devono perseguire obiettivi di salvaguardia e valorizzazione paesistico/ambientale individuando e perimetrando le componenti e gli ambiti territoriali distinti dei sistemi definiti e recependo le seguenti direttive di tutela. Il sistema oggetto di indagine è il sistema "assetto geologico, geomorfologico e idrogeologico", per la tutela del quale è prevista la salvaguardia delle componenti geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche di riconosciuto valore scientifico e/o di rilevante ruolo negli assetti paesistico-ambientali del territorio regionale, prescrivendo:

- a.1 -negli ambiti territoriali di valore eccezionale "A", in attuazione degli indirizzi di tutela, va evitato ogni intervento che modifichi i caratteri delle componenti individuate e/o presenti; non vanno consentite attività

estrattive, e va mantenuto l'insieme dei fattori naturalistici connotanti il sito;

a.2 - negli ambiti territoriali di valore rilevante "B", in attuazione degli indirizzi di tutela, va mantenuto l'assetto geomorfologico d'insieme e vanno individuati i modi: per la conservazione e la difesa del suolo e per il ripristino di condizioni di equilibrio ambientale; per la riduzione delle condizioni di rischio; per la difesa dall'inquinamento delle sorgenti e delle acque superficiali e sotterranee; non vanno consentite nuove localizzazioni per attività estrattive e, per quelle in attività, vanno verificate le compatibilità del loro mantenimento in esercizio e vanno predisposti specifici piani di recupero ambientale;

a.3 - negli ambiti territoriali di valore distinguibile "C", in attuazione degli indirizzi di tutela, le previsioni insediative ed i progetti delle opere di trasformazione del territorio devono mantenere l'assetto geomorfologico d'insieme e conservare l'assetto idrogeologico delle relative aree; le nuove localizzazioni di attività estrattive vanno limitate ai materiali di inderogabile necessità e di difficile reperibilità.

a.4 - negli ambiti territoriali di valore relativo "D", in attuazione degli indirizzi di tutela, le previsioni insediative ed i progetti delle opere di trasformazione del territorio devono tenere in conto l'assetto geomorfologico d'insieme e conservare l'assetto idrogeologico delle relative aree; le nuove localizzazioni e/o ampliamenti di attività estrattive, sono consentite previa verifica di compatibilità.

Nello specifico, l'opera in progetto risulta, come posizionamento, totalmente esterna all'"area di pertinenza" e all'"area annessa" di corsi d'acqua così come catalogati nel PUTT.

3. ANALISI IDROLOGICA

3.1 Caratteristiche generali dell'assetto idraulico dell'area

Come anticipato in precedenza, lo studio si propone di analizzare l'assetto idraulico della zona in esame. A monte degli approfondimenti analitici e della dovuta indagine in sito, si è pertanto effettuata una preliminare ricognizione cartografica al fine di inquadrare i lineamenti morfologici generali che potessero definire i regimi idraulici dell'area. Con particolare riferimento ai vincoli cartografati dal vigente PAI, l'opera non attraversa aree perimetrale ma interessa una rete drenante a carattere endoreico.

Valutate le peculiarità di massima dei siti di interesse, evidentemente determinate dalla presenza delle conche endoreiche, il necessario grado successivo di approfondimento prevede un approccio allo studio idrologico ed idraulico dell'area in esame, che non può prescindere dall'effettuare un'indagine particolare di carattere morfologico ed infrastrutturale, al fine di fornire una fedele lettura delle dinamiche idrauliche nella propagazione sulla reale conformazione dei luoghi.

3.2 Impostazione metodologica

Lo studio dell'area è stato condotto secondo le seguenti fasi:

- reperimento della cartografia di base (I.G.M. in scala 1:25.000, rilievi aerofotogrammetrici in scala 1:5.000 ed ortofoto) e del modello digitale del terreno (DEM) della Regione Puglia a maglia 8x8 m;
- fillaggio del DEM ed individuazione delle conche endoreiche e del reticolo di drenaggio;
- individuazione dei bacini imbriferi afferenti ad ogni conca

endoreica;

- definizione delle eventuali interazioni delle suddette conche endoreiche con l'opera di progetto;
- definizione delle eventuali interazioni del reticolo idrografico con l'opera di progetto.

3.1.3 Analisi geomorfologica

Lo studio geomorfologico è stato affrontato, come già rappresentato, con l'ausilio della carta I.G.M. in scala 1:25000 e delle Ortofoto CGR in scala 1:2000. Sono state poi acquisite le carte tecniche aereofotogrammetriche delle zone di interesse in scala 1:5000, delle quali si sono utilizzati tutti i dati vettorializzati utili ai fini di una completa rappresentazione del territorio indagato, nonché il modello digitale del terreno (DTM) della Regione Puglia a maglia 8x8 m. I dati a disposizione sono stati elaborati tramite l'applicazione di software GIS.

Al fine di assicurare la necessaria rappresentatività allo studio, il criterio inizialmente stabilito per estrapolare la significatività delle modellazioni idrologiche ed idrauliche con specifico riguardo alla zona di cui trattasi, è stato quello di indagare, ad una scala di dettaglio spinto, su un'area molto più ampia di quella strettamente interessata dagli interventi.

L'elaborazione dei dati raccolti attraverso specifici applicativi in ambiente GIS, ha condotto alla individuazione di molteplici aree depresse nei siti esaminati. Tali aree, definite "conche endoreiche", stoccano in parte o in toto, all'interno del bacino, volumi idrici relativi alla superficie a ciascuna afferente, sversando o meno l'una nell'altra, sino all'ultima porzione dei bacini imbriferi complessivi. Essendo il presente studio finalizzato alla esatta definizione della compatibilità del gasdotto con l'assetto idraulico dell'area, in termini di ricerca delle



condizioni di sicurezza idraulica da conferire alla configurazione di progetto e da non compromettere sui territori attraversati, ponendosi oltremodo a vantaggio di sicurezza si sono analizzate tutte le conche endoreiche così individuate che potessero avere influenza sull'opera in maniera diretta (tracciato nella conca) o indiretta (conche interconnesse, a monte o a valle con quella su cui insiste il tracciato, che stoccano in parte o completamente i volumi idrici) nonché le loro interconnessioni.

In tal modo si è evidenziato che il gasdotto non interseca alcuna conca endoreica, tuttavia presenta interferenze sia con le ripe fluviali sia con quelle che vengono definite fasce di pertinenza fluviale.

4. CONCLUSIONI

La presenza delle problematiche sopra esposte, dimostrata la non delocalizzabilità dell'opera, non costituisce vincolo ostativo alla fattibilità dell'opera, ma, certamente, impone, in fase di realizzazione e, in particolar modo di esecuzione degli scavi, l'adozione di alcune misure di tutela.

Nei tratti in cui il gasdotto scorre parallelamente al reticolo, occorrerà, in primo luogo, operare una precisa individuazione degli alvei e delle aree golenali. Difatti, la determinazione geometrica di dette morfologie, che si attua definendo le aree di buffer rispetto all'asse del reticolo rispettivamente di 75 m e di 150 m in destra ed in sinistra, spesso non corrisponde alla reale configurazione fisica.

Dal combinato disposto dei citati articoli delle N.T.A. del PAI, intendendo in "sicurezza idraulica" tutte le aree esterne a quelle che vengono inondate per eventi con tempo di ritorno fino a 200 anni, uno studio idrologico ed idraulico di dettaglio, volto a stabilire le aree interessate dal transito delle piene bicentinarie, consentirebbe di dare una lettura fisicamente basata degli alvei fluviali in modellamento attivo, delle aree golenali e delle fasce di pertinenza fluviale.

Ove il tracciato del gasdotto dovesse interferire con tali aree, si dovrà prestare particolare attenzione, nella posa in opera delle condotte interrate, a verificare gli eventuali effetti di trascinamento della corrente sul suolo di copertura che, se del caso, dovrà essere reso inerodibile con opportuno rivestimento compatibile in termini ambientali.

Una soluzione alternativa a quella prospettata in precedenza, sarebbe quella di prevedere per il gasdotto un tracciato alternativo che non interferisca in alcun modo con il reticolo idrografico e con le ripe fluviali, dove le condizioni di cui sopra sono maggiormente probabili.

COMUNE DI OTRANTO (LE)

Progetto per la realizzazione del gasdotto “IGI Poseidon” di collegamento tra la Grecia e l’Italia

STUDIO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E GEOTECNICO

4					
3					
2					
1					
0	Novembre 09	Frate	Frate	Leandro	
Em./Rev.	Data	Red./Dis.	Verificato	Approvato	Descrizione

Redazione: Geo Tecnologie S.r.l.
Viale della resistenza 48 g/2 – 70125 Bari
geotecnologie@tin.it

Titolo dell'allegato:

RELAZIONE SISMICA

Scala tavole:



Committente:



GEO TECNOLOGIE S.R.L.
Viale della Resistenza 48 G2 - Bari

Per la Geo Tecnologie S.r.l.
dott. geol. *Antonio Convertini*



1. STORIA SISMICA

L'Avampese apulo presenta una storia sismica differente da zona a zona. Il settore settentrionale e la Fossa Bradanica presentano similarità tettoniche con la zona di catena dell'Appennino meridionale. La parte centrale corrispondente al blocco murgiano ha vissuto dopo il Pleistocene un'attività tettonica alquanto blanda, a differenza della penisola salentina che presenta fenomeni sismici legati all'interazione tra la microplacca adriatica e quella eurasiatica.

Considerando la zonazione sismogenetica ZS 9 tale zona del Salento è vicina alla zona 931, a largo del canale d'Otranto, localizzata qui in base al quadro cinematico di interazione tra la microplacca adriatica e la placca eurasiatica lungo i fronti compressivi delle strutture dinaridi ed ellenidi.

Tale zona è stata definita per rendere ragione della pericolosità della penisola salentina, area che storicamente ha risentito del forte terremoto del 1743, localizzato in catalogo proprio nel canale d'Otranto. La zona sorgente è comunque mal definita dal punto di vista della sismicità (solo 7 eventi nel suo sottocatalogo, che si riducono a 4 per l'applicazione dei criteri di completezza del catalogo).

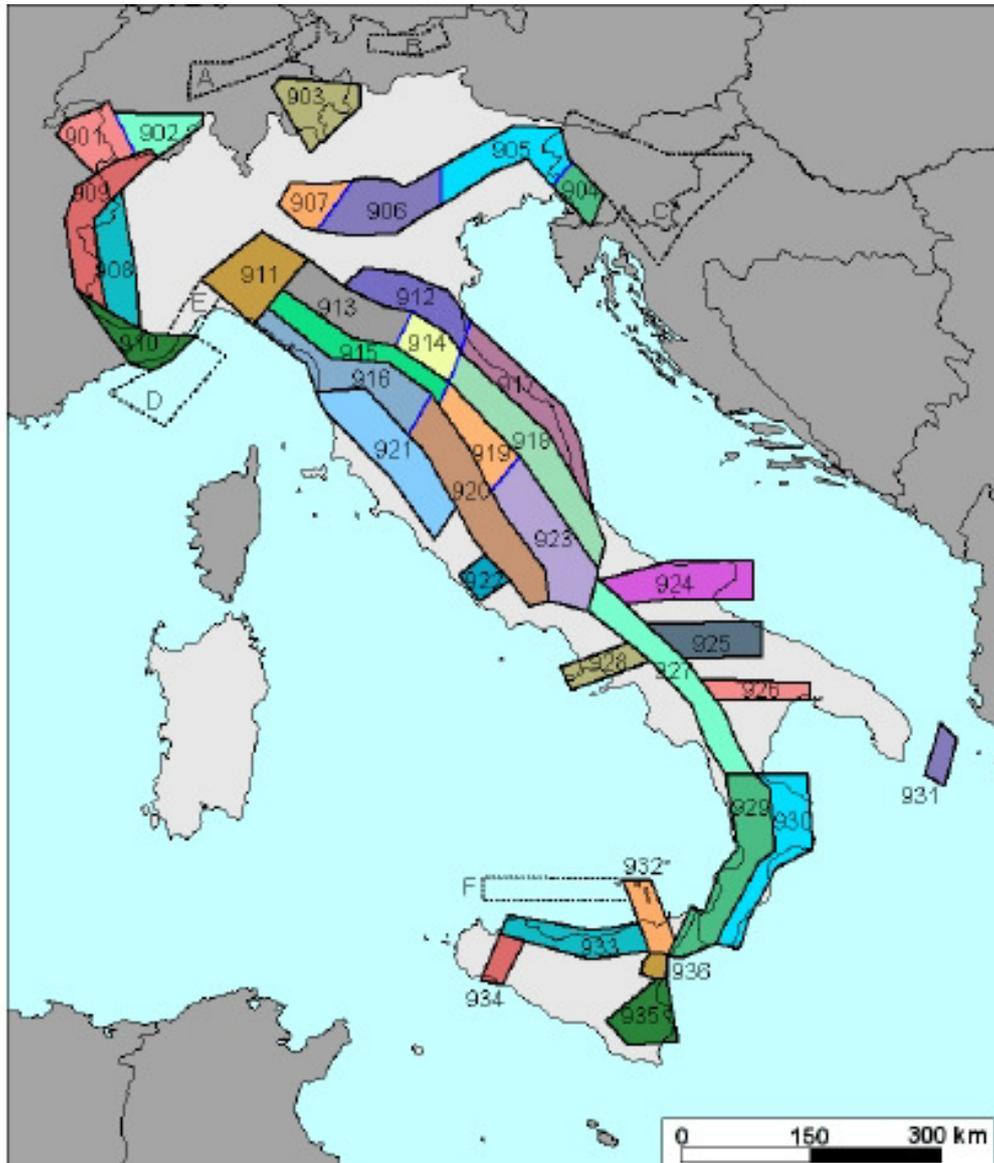


Figura 1 – Zonazione sismogenetica ZS9. I limiti di colore blu separano zone con analogo significato cinematico, che differiscono principalmente per le caratteristiche di sismicità. Le ZS con bordo a tratteggio, identificate da una lettera, non sono state utilizzate nella valutazione della pericolosità

Di seguito si riporta un elenco di terremoti e le principali strutture sismogenetiche individuate come più significative per l'area esaminata.

Storia sismica di Otranto (LE) [40.144, 18.491]

Osservazioni disponibili: 14

Is	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Se	AE	Io	Mw	Rt	Rt1
7-											
8	1087	09					Puglia	6-7	5.03	CFTI	BOA997
7	1743	02	20	16	30		Basso Ionio	9-10	6.90	CFTI	BOA997
4	1905	09	08	01	43	11	Calabria	11	7.06	CFTI	BOA997
4	1980	11	23	18	34	52	Irpinia-Basilicata	10	6.89	CFTI	BOA997
F	1480						MONTEPRANDONE	7-8	5.37	DOM	MOC992
F	1857	12	16	21	15		Basilicata	10-11	6.96	CFTI	BOA997
3	1694	09	08	11	40		Irpinia-Basilicata	10-11	6.87	CFTI	BOA997
3	1783	03	28	18	55		Calabria	10	6.94	CFTI	BOA997
2	1908	12	28	04	20	27	Calabria meridionale	11	7.24	CFTI	BOA997
2	1915	01	13	06	52		AVEZZANO	11	6.99	DOM	MOA996
2	1932	01	02	23	36		CROTONESE	6-7	5.62	DOM	GDTSP
NF	1910	06	07	02	04		Irpinia-Basilicata	8-9	5.87	CFTI	BOA997
NF	1913	06	28	08	53	2	Calabria settentrion	8	5.65	CFTI	BOA997
NF	1984	04	29	05	02	59	GUBBIO/VALFABBRICA	7	5.68	DOM	GDTRD

Is Intensità al sito (scala MCS)

An Tempo origine: anno

Me Tempo origine: mese

Gi Tempo origine: giorno

Or Tempo origine: ora

Mi Tempo origine: minuti

Se Tempo origine: secondi

AE Denominazione dell'area dei maggiori effetti

Io Intensità epicentrale nella scala MCS

Mw Magnitudo momento

Il database macrosismico è stato utilizzato nel 2004 per la compilazione del catalogo CPTI04 (Gruppo di Lavoro CPTI, 2004) e permette di visionare la storia sismica delle località italiane presenti almeno tre volte in DBMI04 (5325 località in totale). Le informazioni contenute nel database hanno consentito quindi una prima individuazione dei “centri sismici” rilevanti per il sito in esame e delle relative potenzialità in termini di intensità epicentrali storicamente documentate.

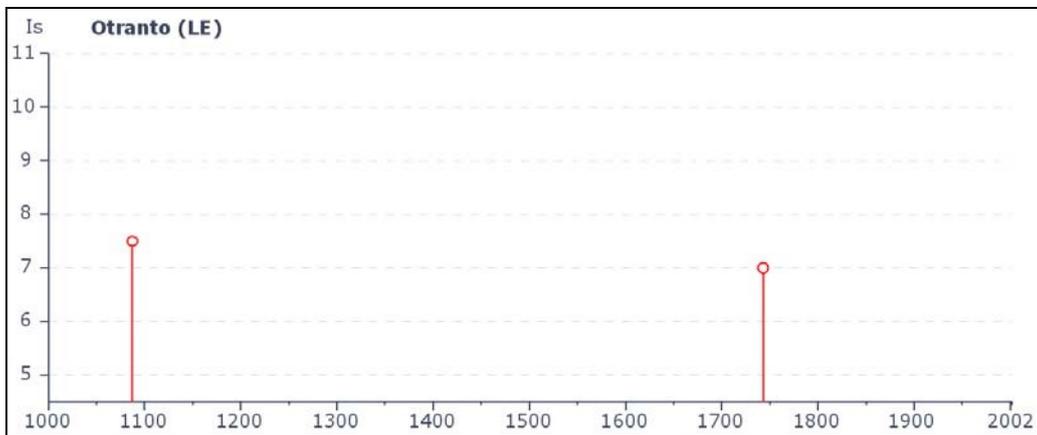


Figura 2 – Tabella delle intensità dei terremoti al sito in esame.

2. DECRETO MINISTERIALE 14.01.08

Il giorno 01-07-2009 sono entrate in vigore le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni pubblicate sul Supplemento Ordinario della G.U. n. 29 del 4.02.2008 con l'approvazione del Decreto 14 gennaio 2008 del Ministero delle Infrastrutture.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento.

CATEGORIA SUOLO DI FONDAZIONE	PROFILO STRATIGRAFICO	PARAMETRI		
		Vs30 (m/s)	Nspt	Cu (kPa)
A	<i>Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi</i>	> 800		
B	<i>Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità</i>	< 800 > 360	> 50	> 250
C	<i>Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza</i>	< 360 > 180	< 50 > 15	< 250 > 70
D	<i>Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti</i>	< 180	< 15	< 70
E	<i>Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di VS30 simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con VS30 > 800m/s</i>			
S1	<i>Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità (PI > 40) e contenuto di acqua</i>	< 100		< 20 > 10
S2	<i>Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti</i>			

Sul sito di progetto è stata eseguita una base sismica a rifrazione onde P ed Sh che ci ha permesso di definire la categoria di sottosuolo.

Il valore di V_{s30} è espresso come:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove h_i e v_i indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio dello strato i -esimo (in m/sec), per un totale di N strati presenti nei primi 30 metri superiori.

Sulla base dei risultati delle indagini sismiche eseguite sull'area di intervento (salvo indagini puntuali in fase di progetto esecutivo che potranno modificare la categoria di appartenenza per particolari condizioni stratigrafico-strutturali), il sito indagato appartiene alla categoria A di suolo di fondazione.

PROFILO 1

Vp	Vs	P	□	E	G	K
700	290	0.40	1	2397	858	3856
2300	1195	0.32	1	38327	14572	34551

Vs30=920 m/sec
classe A

PROFILO 2

Vp	Vs	P	□	E	G	K
700	340	0.35	1	3175	1180	3427
1900	940	0.34	1	24127	9016	24815

Vs30=990 m/sec
classe A

PROFILO 3

Vp	Vs	P	□	E	G	K
600	240	0.40	1	1651	588	2890
1400	700	0.33	1	13333	5000	13333
2100	1160	0.28	1	35163	13731	26693

Vs30=930 m/sec
classe A

Tabella 4

Con le nuove NTC viene definitivamente abbandonato il concetto di “Zone Sismiche” e viene introdotto un nuovo metodo di calcolo che considera la maglia elementare di riferimento come più preciso parametro per la classificazione sismica del territorio.

L’azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire da una “pericolosità sismica di base”, in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A nelle NTC).

Per quanto riguarda la pericolosità del sito, ricadendo il comune di Otranto nel punto del reticolo di riferimento, nella maglia elementare della griglia di Otranto l’accelerazione orizzontale con probabilità di superamento del 10% in 50 anni è compresa tra 0,050 e 0,075 (ag/g)

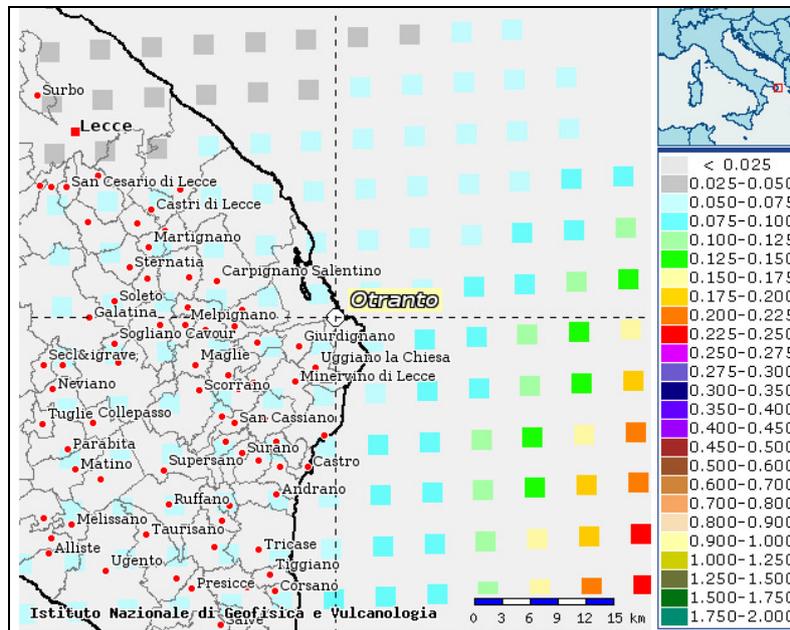


Figura 3 - Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi.

Le forme spettrali previste dalle NTC sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- a_g accelerazione orizzontale massima del terreno;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

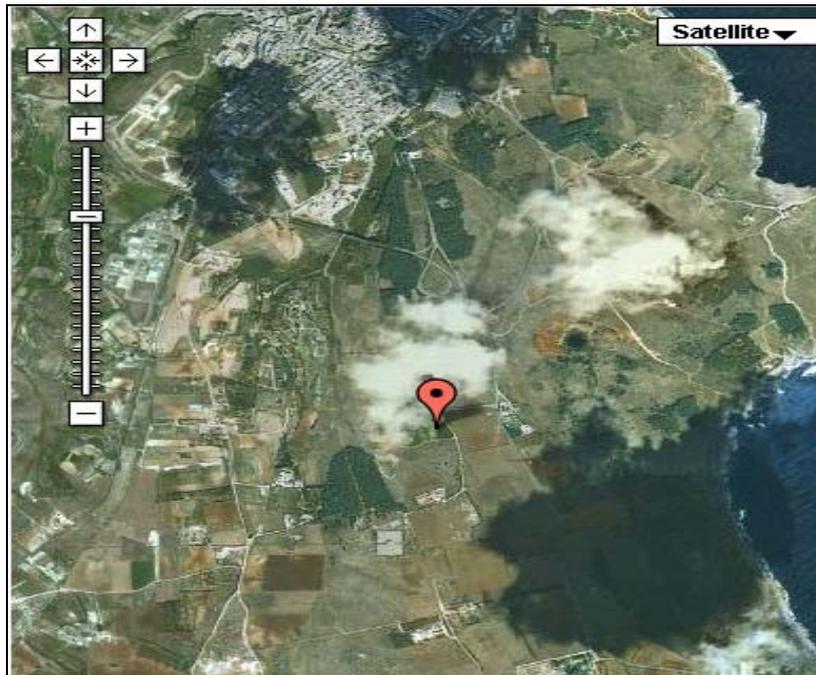


Figura 4- *Maglia di riferimento tratta tramite il programma geostru.*

Per quanto attiene le condizioni topografiche del sito in esame, essendo la configurazione superficiale semplice, facendo riferimento alla tabella 3.2 IV del DM 14/01/08:

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media < 15°

2.1 Parametri sismici locali

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii

Sito in esame.

latitudine: 40,128
longitudine: 18,4948
Classe: 4
Vita nominale:200

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 35707	Lat: 40,1744	Lon: 18,4633	Distanza: 5812,288
Sito 2	ID: 35708	Lat: 40,1714	Lon: 18,5285	Distanza: 5616,986
Sito 3	ID: 35929	Lat: 40,1245	Lon: 18,4595	Distanza: 3031,215
Sito 4	ID: 35930	Lat: 40,1215	Lon: 18,5247	Distanza: 2639,612

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: A
Categoria topografica: T1
Periodo di riferimento: 400anni
Coefficiente cu: 2

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
Tr: 241 [anni]
ag: 0,048 g
Fo: 2,657
Tc*: 0,310 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %
Tr: 402 [anni]
ag: 0,061 g
Fo: 2,649
Tc*: 0,411 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 2475 [anni]
ag: 0,148 g
Fo: 2,546
Tc*: 0,495 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 2475 [anni]
ag: 0,148 g
Fo: 2,546
Tc*: 0,495 [s]

Coefficienti Sismici

SLO:

Ss: 1,000
Cc: 1,000
St: 1,000
Kh: 0,010
Kv: 0,005
Amax: 0,467
Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,000
Cc: 1,000
St: 1,000
Kh: 0,012
Kv: 0,006
Amax: 0,598
Beta: 0,200

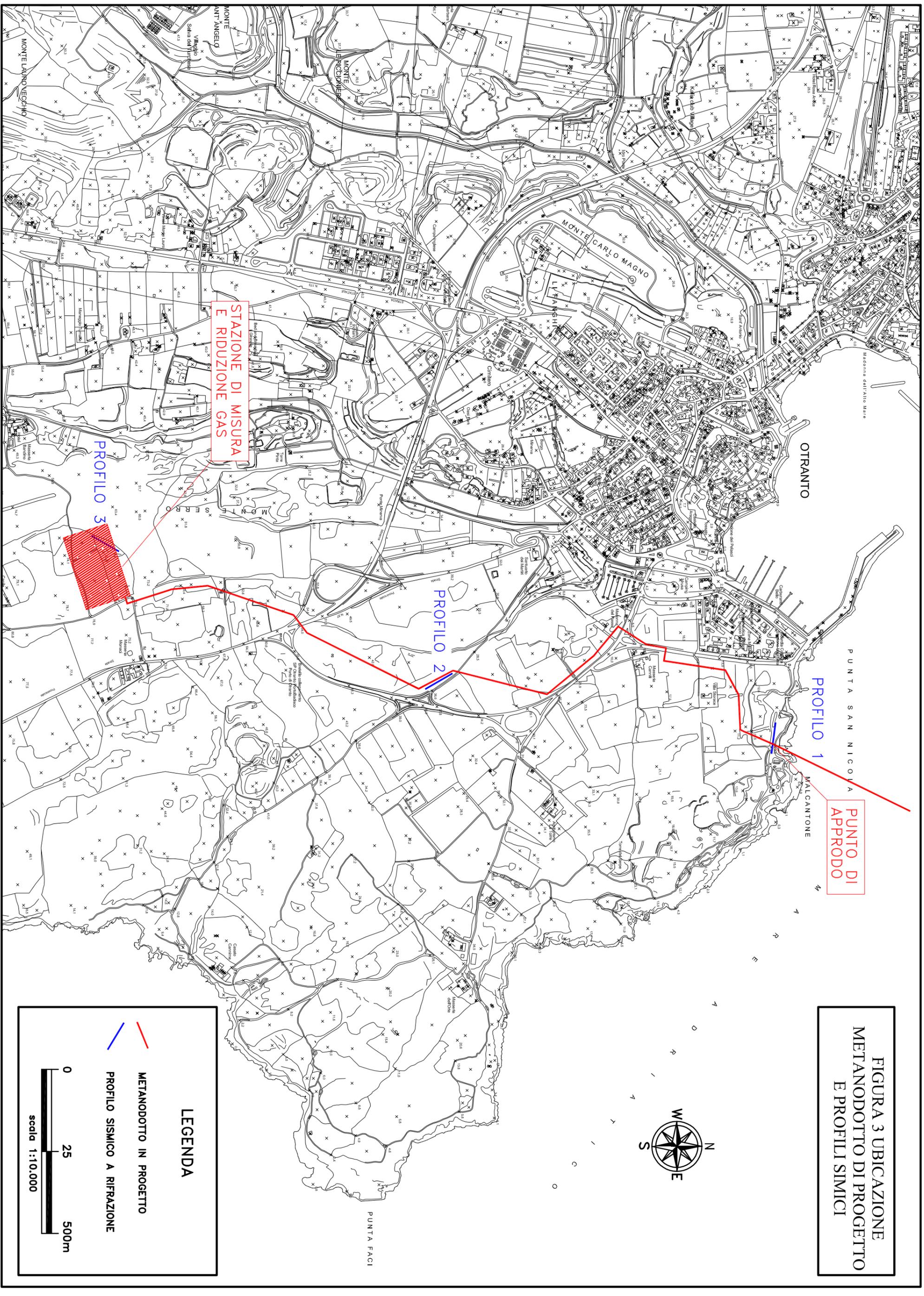
SLV:

Ss: 1,000
Cc: 1,000
St: 1,000
Kh: 0,040
Kv: 0,020
Amax: 1,447
Beta: 0,270

SLC:

Ss: 1,000
Cc: 1,000
St: 1,000
Kh: 0,040
Kv: 0,020
Amax: 1,447
Beta: 0,270

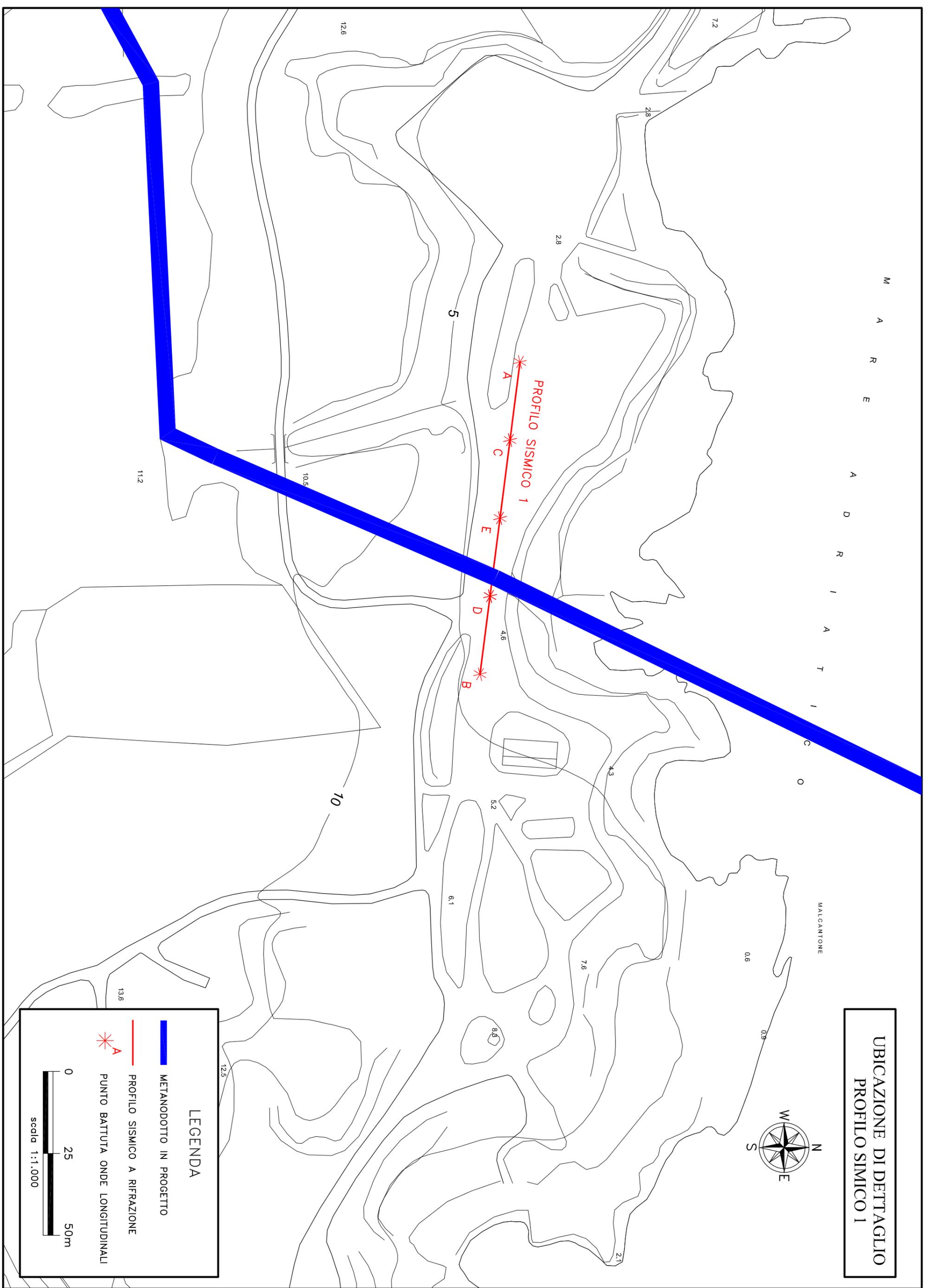
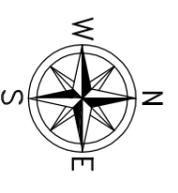
FIGURA 3 UBICAZIONE
METANODOTTO DI PROGETTO
E PROFILI SIMICI



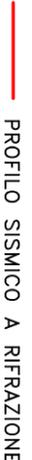
UBICAZIONE DI DETTAGLIO
PROFILO SISMICO 1

M
A
R
E
A
D
R
I
A
T
I
C
O

MALCANTONE

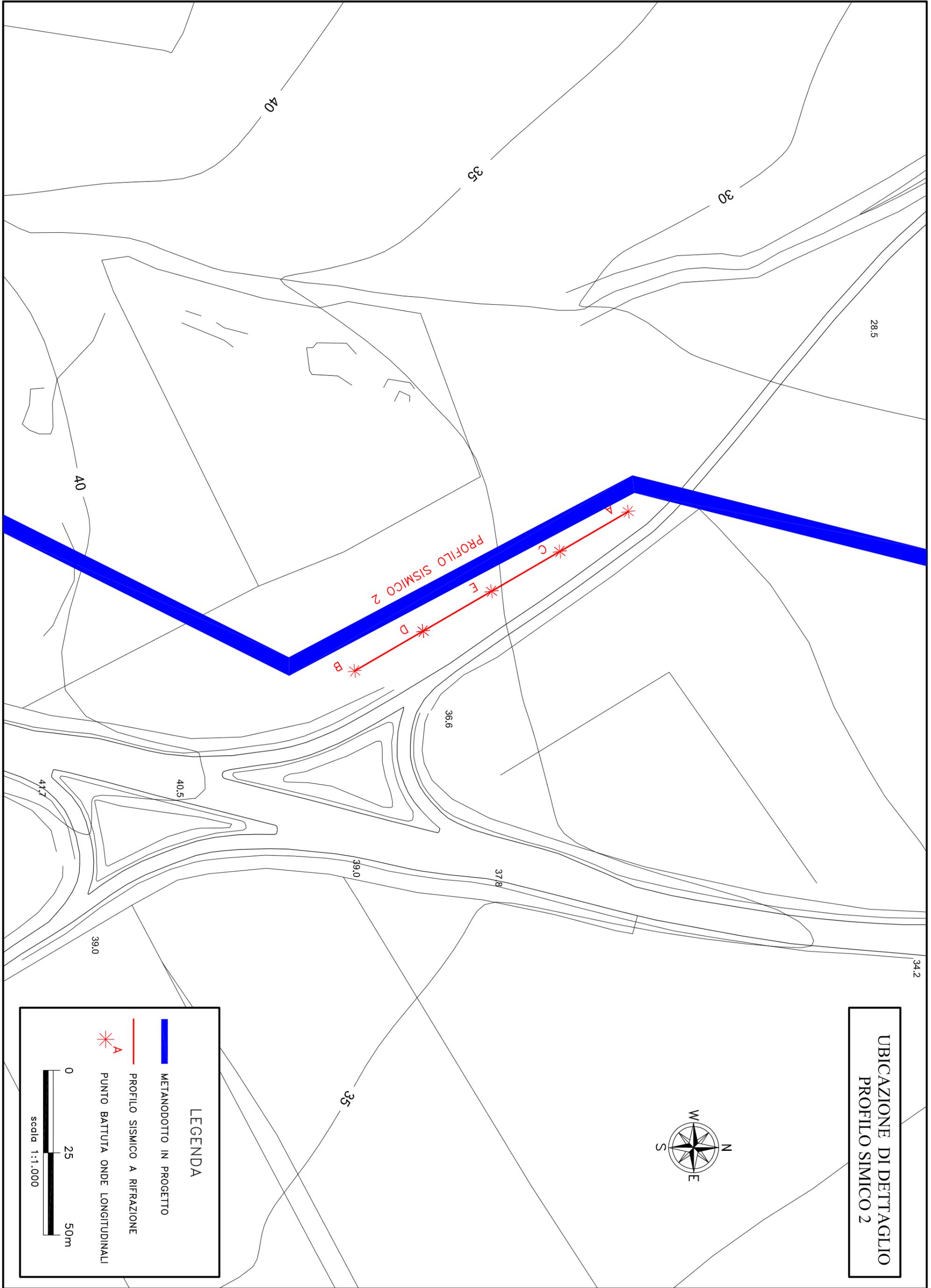


LEGENDA

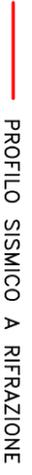
-  METANODOTTO IN PROGETTO
-  PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE
-  PUNTO BATTUTA ONDE LONGITUDINALI


scala 1:1.000

UBICAZIONE DI DETTAGLIO
PROFILO SISMICO 2



LEGENDA

-  METANODOTTO IN PROGETTO
-  PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE
-  PUNTO BATTUTA ONDE LONGITUDINALI

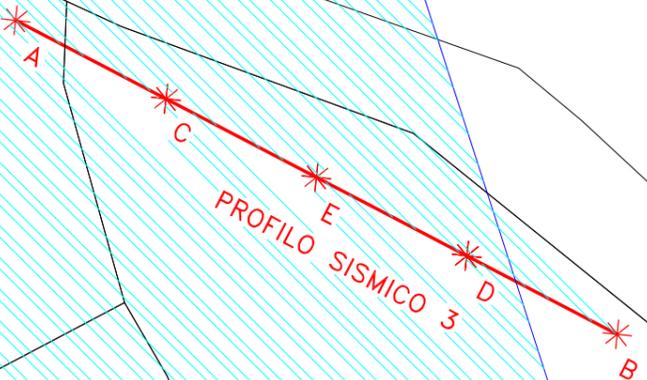
0 25 50m
scala 1:1.000

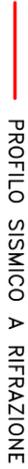
UBICAZIONE DI DETTAGLIO
PROFILO SISMICO 3

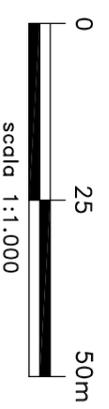


STAZIONE DI MISURA
E RIDUZIONE GAS

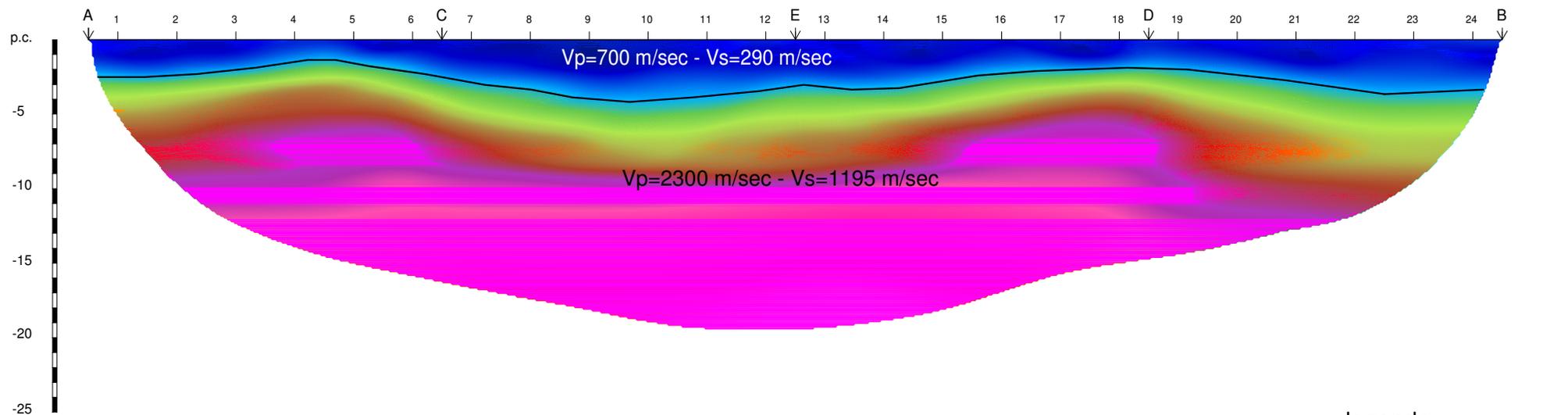
PROFILO SISMICO 3



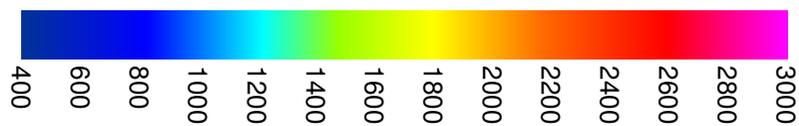
- LEGENDA**
-  METANODOTTO IN PROGETTO
 -  PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE
 -  PUNTO BATTUTA ONDE LONGITUDINALI



Profilo sismico 1



velocità onde longitudinali in m/sec

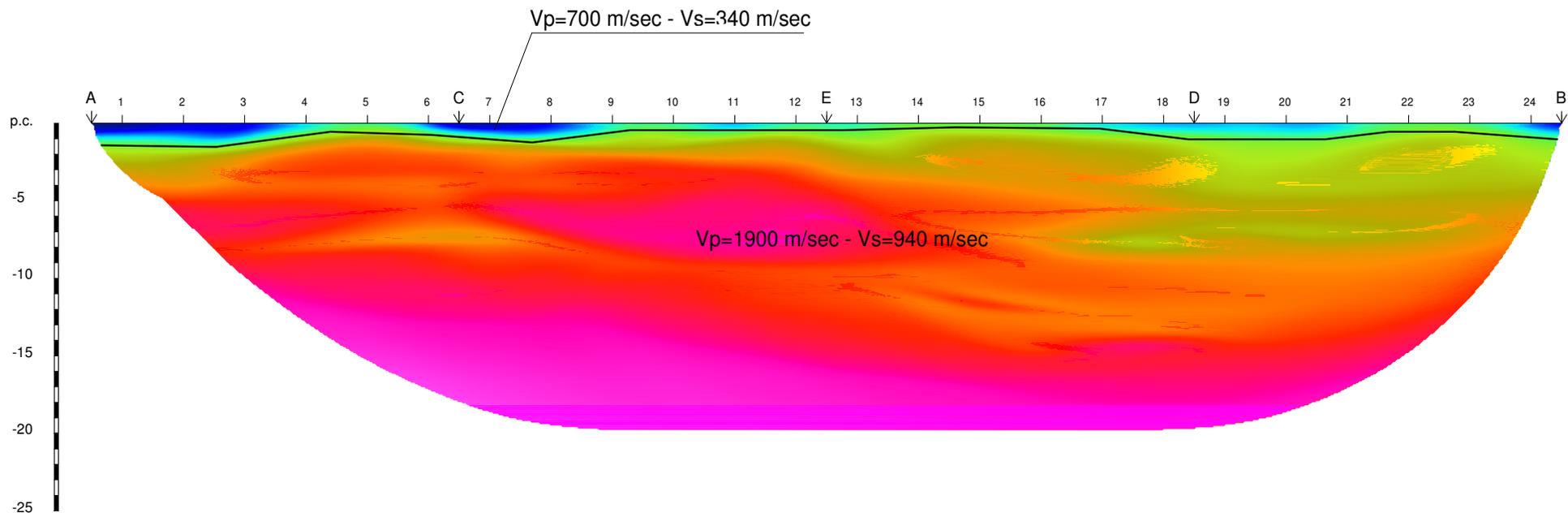


legenda

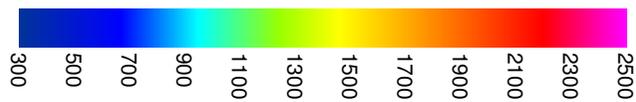
- ▽ PUNTO SORGENTE
- | STAZIONE GEOFONICA



Profilo sismico 2

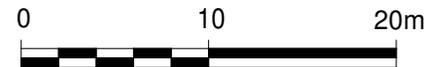


velocità onde longitudinali in m/sec

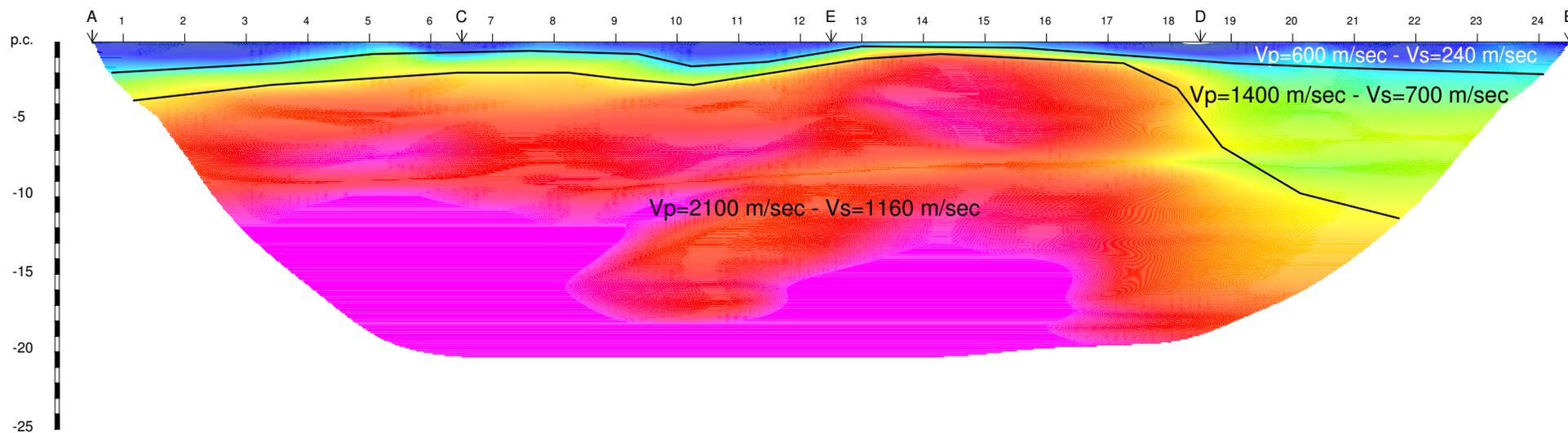


legenda

- ▽ PUNTO SORGENTE
- | STAZIONE GEOFONICA

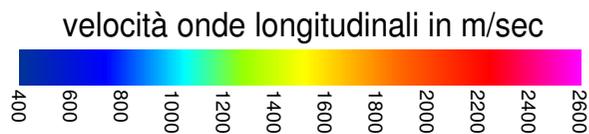


Profilo sismico 3



legenda

- ∇ PUNTO SORGENTE
- | STAZIONE GEOFONICA



COMUNE DI OTRANTO (LE)

Progetto per la realizzazione del gasdotto "IGI Poseidon" di collegamento tra la Grecia e l'Italia

STUDIO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E GEOTECNICO

4					
3					
2					
1					
0	Novembre 09	Frate	Convertini	Leandro	
Em./Rev.	Data	Red./Dis.	Verificato	Approvato	Descrizione

Redazione: Geo Tecnologie S.r.l.
Viale della resistenza 48 g/2 - 70125 Bari
geotecnologie@tin.it

Titolo dell'allegato:

TAV. 1 - CARTA GEOLOGICA

Scala tavole:

SCALA 1:5.000



Committente:

Geo Tecnologie S.r.l.
Viale della Resistenza 48 G2 - Bari

Per la Geo Tecnologie S.r.l.
dott. geol. Antonio Convertini

Legenda

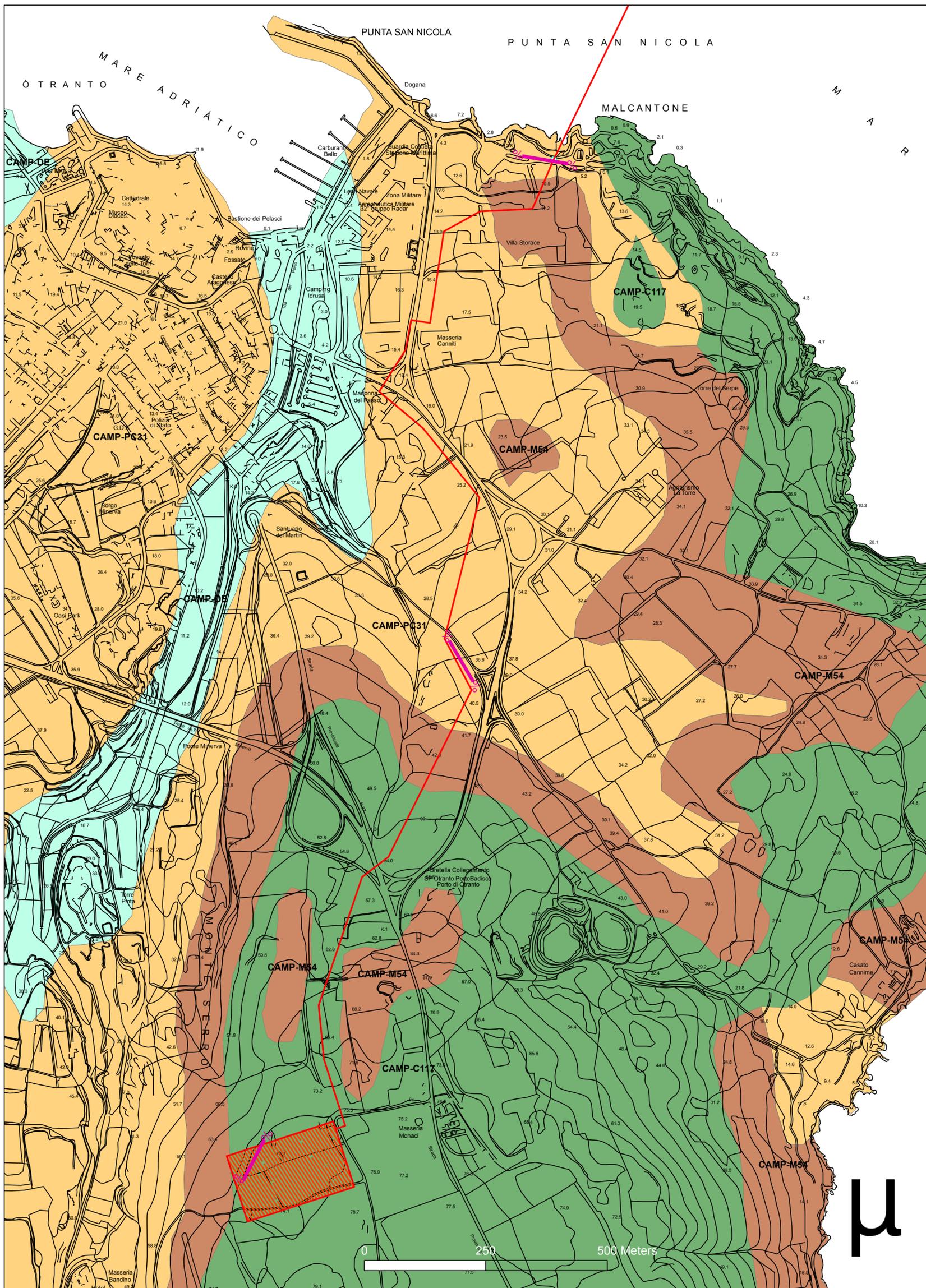
gasdotto

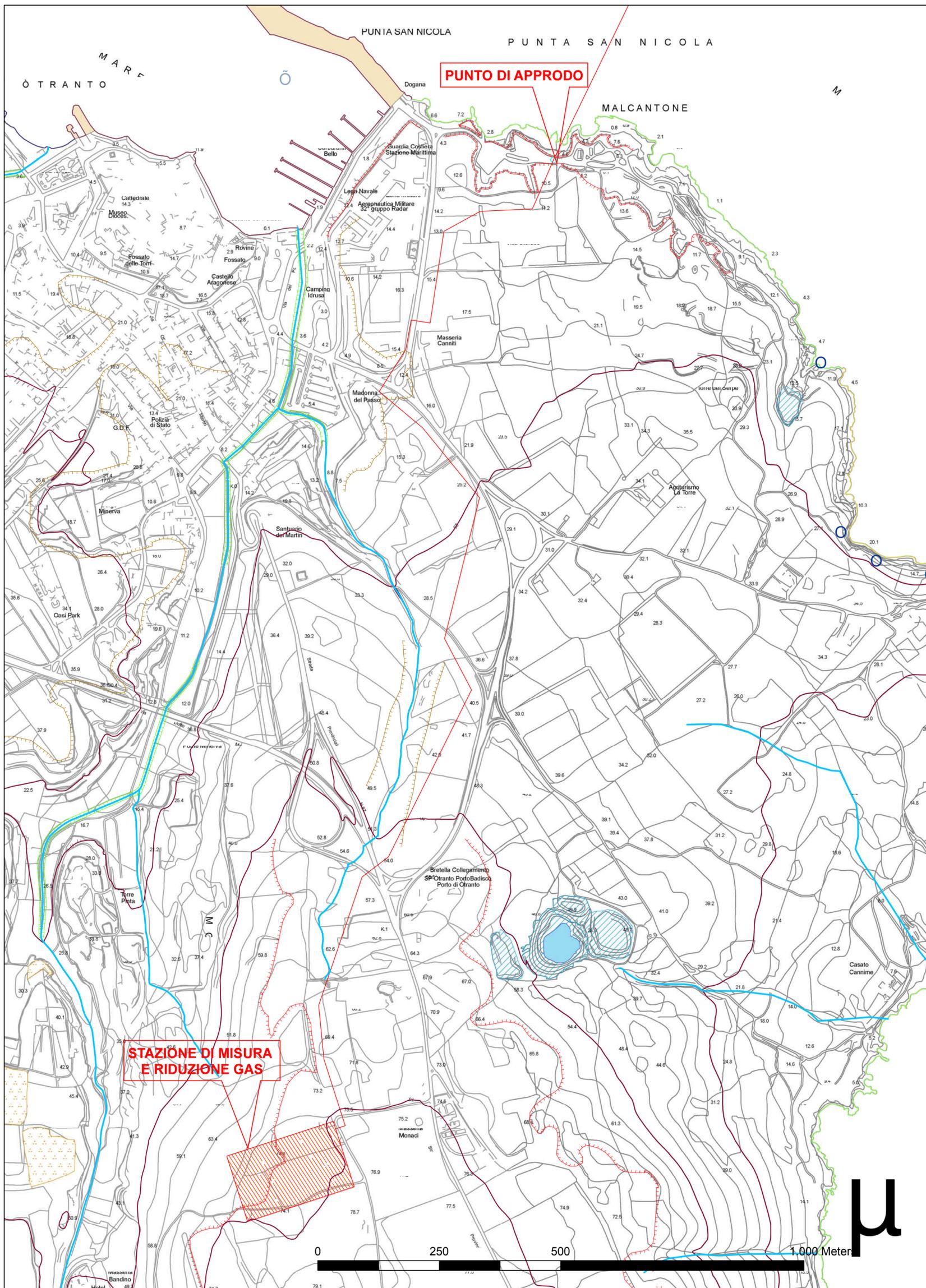
Geologia

- CAMP-DE** Depositi eleuviali e di terr rossa. Olocene
- CAMP-PC31** Calcari detritici organogeni, compatti, fossiliferi; alla base spesso si notano conglomerati. Sabbie di Uggiano Plicene Inferiore
- CAMP-M54** Calcari compatti grigi o nocciola. Calcaereniti di Andrano. Miocene
- CAMP-C117** Calcari compatti grigio-nocciola, talora porcellanacei e dolomitici. Calcari di Melissano. Cretaceo sup.

Indagine geofisica

basi simsiche a rifrazione onde P ed Sh





COMUNE DI OTRANTO (LE)

Progetto per la realizzazione del gasdotto "IGI Poseidon" di collegamento tra la Grecia e l'Italia

STUDIO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E GEOTECNICO

4					
3					
2					
1					
0	Novembre 09	Frate	Convertini	Leandro	
Em./Rev.	Data	Red./Dis.	Verificato	Approvato	Descrizione

Redazione: Geo Tecnologie S.r.l.
Viale della resistenza 48 g/2 - 70125 Bari
geotecnologie@tin.it

Titolo dell'allegato:

TAV. 2 - CARTA IDROGEOMORFOLOGICA

Scala tavole:

SCALA 1:5.000



Committente:

Geo Tecnologie S.r.l.
Viale della Resistenza 48 G2 - Bari

Per la Geo Tecnologie S.r.l.
dott. **Antonio Convertini**
ANTONIO CONVERTINI
C. 714
PUGLIA

Legenda

- gasdotto
- Forme di versante
 - - - - - Orli di terrazzo morfologico
 - - - - - Cigli di sponda fluviale
 - - - - - Ripe di erosione fluviale
- Forme di modellamento di corso d'acqua
 - Corso d'acqua episodico
 - Sorgenti
- Bacini idrici
 - Lago naturale
- Forme carsiche
 - Grotte
- Morfologia costiera
 - costa rocciosa
 - falesia
 - opera antropica
 - spiaggia sabbiosa
- Forme ed elementi legati all'idrografia superficiale
 - Cave
 - Miniere
 - Porti

COMUNE DI OTRANTO (LE)

Progetto per la realizzazione del gasdotto “IGI Poseidon” di collegamento tra la Grecia e l’Italia

STUDIO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E GEOTECNICO

4					
3					
2					
1					
0	Novembre 09	Frata	Convertini	Leandro	
Em./Rev.	Data	Red./Dis.	Verificato	Approvato	Descrizione

Redazione: Geo Tecnologie S.r.l.
Viale della resistenza 48 g/2 – 70125 Bari
geotecnologie@tin.it

Titolo dell'allegato:

TAV. 3 – STRALCIO PAI

Scala tavole:

SCALA 1:25.000

Committente:



GEO TECNOLOGIE S.R.L.
Viale della Resistenza 48 G2 - Bari

Per la Geo Tecnologie S.r.l.
dott. geol. Antonio Convertini



Scala 1:25.000

Legenda

Pericolosità idraulica

- BP
- MP
- AP

Classe di rischio

- R1
- R2
- R3
- R4

- Condotta di progetto



COMUNE DI OTRANTO (LE)

Progetto per la realizzazione del gasdotto “IGI Poseidon” di collegamento tra la Grecia e l’Italia

STUDIO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E GEOTECNICO

4					
3					
2					
1					
0	Novembre 09	Frate	Convertini	Leandro	
Em./Rev.	Data	Red./Dis.	Verificato	Approvato	Descrizione

Redazione: Geo Tecnologie S.r.l.
Viale della resistenza 48 g/2 – 70125 Bari
geotecnologie@tin.it

Titolo dell'allegato:

TAV. 4 – ORTOFOTO CON UBICAZIONE PROGETTO

Scala tavole:

SCALA 1:5.000


IGI Poseidon

Committente:

 **Geo Tecnologie S.r.l.**
Viale della Resistenza 48 G2 - Bari

*Per la Geo Tecnologie S.r.l.
dott. geol. Antonio Convertini*