



PROVINCIA DI BRINDISI

SERVIZIO PIANIFICAZIONE TERRITORIALE
VIABILITÀ, MOBILITÀ E TRASPORTI

LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE CON CAVALCAFERROVIA
LUNGO LA STRADA PROVINCIALE CHE COLLEGA LA S.S. 379 CON POZZO
GUACITO E LA EX S.S. 16 IN TERRITORIO DI FASANO PER LA
SOPPRESSIONE DEL PASSAGGIO A LIVELLO AL KM 710+403

PROGETTO ESECUTIVO

PROGETTAZIONE:

ING. ELIO SCHIAVONE



SETAC S.r.l.

Servizi & Engineering: Trasporti Ambiente Costruzioni
Via Don Guarella 15/B - 70124 Bari
Tel/Fax (2 linee) : +39 080 5027679

ING. CORRADO DE IUDICIBUS

RESPONSABILE UNICO
DEL PROCEDIMENTO:

ELABORATO:

RELAZIONE GEOLOGICA

Codice Elaborato

Rev.

P E G G R G 0 0 0 1

SCALA

DATA

-

SETTEMBRE 2011

Rev.

Nome file

Data

Redatto

Visto

Approvato

Amministrazione Provinciale di Brindisi

**COSTRUZIONE DI UNA VARIANTE CON CAVALCAFERROVIA
LUNGO LA S.P. CHE COLLEGA LA S.S.379 CON POZZO GUACITO
E LA S.S.16 IN TERRITORIO DI FASANO
PER LA SOPPRESSIONE DEL P.L. AL KM 710+403**

RELAZIONE GEOLOGICA

1.PREMESSA

L'area interessata dall'intervento si colloca in prossimità della stazione ferroviaria di Cisternino della linea delle Ferrovie dello Stato. Il cavalca ferrovia ha lo scopo di eliminare il passaggio a livello sulla strada provinciale collegante la S.P.379 e la S.S.16. Detta zona ricade nel Foglio 191 “Ostuni” della Carta geologica d'Italia in scala 1:100.000.

Nella presente relazione, dopo l'inquadramento geologico generale della zona, vengono forniti i lineamenti geologici della area di stretto interesse ricavati dalle indagini geognostiche all'uopo effettuate.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE DELLA ZONA

2.1 Introduzione

Il Foglio 191 “Ostuni” confina ad Ovest col Foglio 190 “Monopoli”, a Sud col Foglio 203 “Brindisi”, ad Est e a Nord col Mare Adriatico. L'area delle terre emerse compresa dentro i suoi limiti è di poco superiore ai 400 kmq; esse interessano per intero le tavolette Casalini (III SW) e Ostuni (III SE) ed in parte le tavolette Montalbano (III NW), Villanova (III NE), Castello Serranova (II SW) e Punta Penne (II SE). Si tratta di una zona per buona parte collinare dove affiorano calcari cretacei e depositi calcarenitici sabbiosi pleistocenici. I terreni cretacei, ben esposti nel settore sud-occidentale del Foglio, sono disposti secondo una serie di ripiani e gradini, con quote via via decrescenti procedendo da SSW verso NNE, che danno

luogo ad un tipico aspetto del paesaggio delle Murge Pugliesi. Nella zona più prossima al litorale adriatico affiorano i terreni calcarenitico-sabbiosi pleistocenici che determinano una vasta pianura con debole inclinazione verso il mare, attraversata da poco profonde incisioni vallive, tra loro parallele, orientate da SSW a NNE.

2.2 Sguardo geologico d’assieme

Il Foglio “Ostuni” comprende un limitato lembo dell’altopiano delle Murge i cui terreni più profondi, rappresentati da calcari di età cretacea, costituiscono il complesso più importante per spessore e per estensione nell’area considerata. Sul margine adriatico del Foglio questi terreni sono coperti trasgressivamente da depositi calcarenitici di età calabriana, ai quali si succedono verso l’alto sabbie gialle con intercalazioni arenacee di era ancora calabriana. Nella zona più prossima alla linea di costa sono presenti alluvioni marine e fluviali oltre ad alcuni ristretti cordoni di dune. Si tratta di una successione che mostra una notevole somiglianza litologica e faunistica con quella delle Murge baresi.

Riassumendo, la successione affiorante nel Foglio “Ostuni” è costituita dal basso verso l’alto dalle seguenti unità litostratigrafiche (cfr. carta geologica allegata):

- 1) C¹⁰⁻⁶ - Calcari grigio-chiari a Rudiste (Cenomaniano-Senoniano),
- 2) Q^c - Calcareniti detritico-organogene (Calabriano)
- 3) Q^s - Sabbie gialle (Calabriano)
- 4) q_d - Dune costiere (Olocene)
- 5) q_a - Alluvioni e spiagge attuali (Olocene)

2.3 Stratigrafia

Le unità litostratigrafiche di seguito descritte sono contrassegnate con le stesse sigle riportate sulla legenda del Foglio “Ostuni”.

2.3.1) C¹⁰⁻⁶ - Calcari grigio-chiari a Rudiste (Cenomaniano-Senoniano)

Sotto questa denominazione viene indicata l’intera successione dei calcari cretacei affiorante nel Foglio “Ostuni”. A causa della notevole uniformità litologica non è apparsa possibile una ulteriore suddivisione in distinte unità. Questi terreni, il cui spessore in

affioramento è di circa 200-220 metri, occupano tutto il settore sud-occidentale del Foglio e presentano dal basso verso l'alto una successione abbastanza costante di facies calcareo-detritiche alternate ad altre calcilutitiche, sempre di colore chiaro o biancastro. Questo complesso comprende diversi piani del Cretacico, come è risultato attraverso la campionatura di due distinte sezioni stratigrafiche eseguite nei pressi dell'abitato di Ostuni. I livelli più bassi della successione affiorante sono rappresentati per uno spessore di 50-60 metri da prevalenti *calcari detritici*, più o meno compatti, in genere di colore da bianco a grigiastro e talora anche grigio-rosato, in strati da pochi centimetri a mezzo metro, alternati con *calcareniti* talora leggermente marnose, con *calcari cristallini* a grana fine, molto duri e con frattura scheggiata, e con rare *dolomie* grigio-scure, talora debolmente farinose. Verso l'alto si osserva una maggior frequenza dei livelli detritici e la comparsa di banchi ricchi di macrofauna, ben esposti soprattutto sul fronte di alcune cave situate a Sud di Punta Penna Grossa (tav. Castello Serranova, IISE) e presso Mass. Abadia e Mass. Airoidi (tav. Villanova, III NE).

La parte superiore della successione cretacea è costituita da *calcari detritici* a grana più o meno fine, da *calcari brecciati* rossastri in strati prevalentemente di notevole spessore, con frequenti intercalazioni di *calcari ceroidi* a grana fine, di *calcareniti* e di *calciruditi* in strati da pochi cm a 1-3 m; il colore di queste rocce è sempre variabile tra il bianco-chiaro ed il grigio. Questo intervallo, potente circa 150 m, si differenzia da quello sottostante per la maggior abbondanza di macrofossili, in prevalenza Rudiste con valve di dimensioni talora notevoli, che sono diffuse in numerosi livelli tanto da formare dei veri e propri banchi di calcare conchigliare.

In conclusione la successione cretacea affiorante nel Foglio “Ostuni” sembra comprendere i livelli più alti del *Calcare di Bari*, il *Calcare di Mola* e la parte inferiore del *Calcare di Altamura*.

Da un punto di vista ambientale questi depositi cretacei sembrano indicare una sedimentazione in ambiente neritico-biostromale con episodi salmastri contrassegnati dai livelli ad Ostracodi e Ophthalmididae e con probabili interruzione della sedimentazione testimoniate dai livelli di calcare brecciato a cemento ocraceo.

2.3.2) Q^c - Calcareniti detritico-organogene (Calabriano); massimo spessore affiorante, 70 metri.

Lungo il bordo adriatico dell'area compresa nel Foglio “Ostuni” i calcari cretacei sono coperti trasgressivamente da calcareniti ben cementate, molto fossilifere, in strati di spessore da pochi centimetri a 1-2 metri, caratterizzati talora da stratificazione incrociata, come nei dintorni di Punta Penne. Si tratta di una roccia di color bianco o bianco-giallastro composta da detriti organici e da frammenti calcarei derivanti dal disfacimento dei sottostanti calcari cretacei, a granulometria e cementazione variabile sia lateralmente che verticalmente. Alla base la formazione inizia con una calcarenite grossolana a cemento rosso cupo, molto compatta e dura. La formazione è ben esposta nella scarpata che costeggia la ferrovia a SE di Castello di Serranova ed in numerose cave della zona (tav. Castello Serranova, II SW), oltre che lungo il Fosso Puntore ed il Fosso Montanaro (tav. Villanova, III NE). Lembi isolati sono presenti anche più a SW in piena area degli affioramenti cretacei. Si tratta dei terreni calcareo-arenacei, di età pleistocenica, noti nella letteratura come “Tufi delle Murge”. La formazione è molto fossilifera; sono presenti livelli ricchi di Ostreidi, Pettinidi, Gasteropodi, Echinidi e Brachiopodi, il più delle volte allo stato di modelli; le più ricche località fossilifere sono presenti nel Fosso a Sud di Mass. Gorgognolo e nel Fosso a Nord della litoranea Brindisi-Torre Canne, nell'estremo angolo sud-orientale della tavoletta Villanova (III SE).

2.3.3) q_d - Dune costiere (Olocene).

Lungo la costa, nella zona tra Torre Canne e Monticelli e tra Torre Sabina e Punta Penna Grossa, sono presenti dei cordoni dunari di forma allungata e di ampiezza variabile, formati da sabbie costipate contenenti numerosi resti di Gasteropodi continentali; le quote massime sul livello del mare raggiungono i 13 metri.

2.3.4) q_a - Alluvioni e spiagge attuali (Olocene).

Sul fondo delle incisioni vallive più pronunciate e lungo il litorale sono presenti limitati spessori di depositi alluvionali, costituiti da materiale derivante dalla disaggregazione e dal dilavamento dei calcari cretacei e dei sovrastanti terreni pleistocenici.

2.4 Tettonica

I terreni affioranti nel Foglio “Ostuni” mostrano uno stile tettonico essenzialmente tabulare, caratterizzato da pieghe piuttosto blande e da faglie allineate secondo due direzioni principali. Le pieghe sono a raggio molto ampio ed a fianchi pochissimo inclinati tanto che spesso è molto difficile stabilire la loro direzione assiale; questa difficoltà di riconoscere gli assi strutturali principali è complicata dal fatto che sono presenti anche blande ondulazioni trasversali, le quali, anche se poco accentuate, contribuiscono a confondere i lineamenti strutturali della regione, già poco definiti.

A causa delle notevole uniformità litologica dei terreni cretacei e per l'assoluta mancanza di livelli di riferimento, è risultato estremamente difficile individuare l'andamento delle faglie. I dati raccolti hanno permesso di riconoscerne la presenza di due sistemi principali: uno a direzione WNW-ESE ed un altro a direzione SW-NE. Il primo, orientato parallelamente alla costa adriatica, è rappresentato da una faglia o meglio da un sistema di faglie che sembra aver provocato il sollevamento dell'altopiano cretaceo su cui sorge l'abitato di Casalini rispetto alla fascia di terreni della stessa età affioranti nella zona più costiera. Gli elementi che hanno permesso di riconoscere questo allineamento tettonico sono: la presenza di una grande scarpata rettilinea avente direzione WNW-ESE, la presenza di brecce di frizione, di liscioni di faglia e di fasci di rotture parallele e ravvicinate con intensa fratturazione della roccia, aventi la stessa direzione, la presenza di strati maggiormente inclinati nelle immediate vicinanze di questa linea, ed infine la presenza di lembi residui di calcareniti calabrianne (Q_c) a quote notevolmente più elevate rispetto a quelle affioranti lungo il bordo adriatico. Ad esempio la notevole elevazione del lembo di calcareniti presente ad una quota di circa 250 metri presso S.Biagio (tav. Casalini, III SW) rispetto alla quota massima di 40-50 metri raggiunta dagli stessi terreni affioranti più a NNE sembra spiegabile con la presenza della faglia che solleva il lato più interno dell'altopiano cretaceo.

Gli elementi che hanno permesso di ricostruire la presenza di questa linea tettonica sono evidenti dal margine occidentale del Foglio fino all'altezza di Ostuni. La faglia, o il sistema di faglie, che ha determinato questa scarpata principale è intersecata da un secondo allineamento a direzione SW-NE i cui elementi più evidenti sono le pareti che delimitano a NW i rilievi di La Specchia, di S. Biagio e di S. Oronzo. Anche se le linee aventi direzione

SW-NE sembrano interrotte da quelle dirette da WNW a ESE, non ci sono elementi sicuri che permettano di stabilire quale dei due sistemi sia più antico; si può unicamente osservare che le linee a direzione WNW-ESE hanno maggiore evidenza morfologica. L'inclinazione e l'immersione di questi piani di faglia sono, salvo rari casi, difficilmente determinabili sul terreno; i pochi liscioni di faglia ed i piccoli allineamenti di fratture mostrano piani molto vicini alla verticale che sembrano indicare la presenza di movimenti a carattere distensivo, ossia delle faglie normali. Le loro direzioni appartengono sempre a due sistemi distinti: uno longitudinale (WNW-ESE) ed uno trasversale (SW-NE). L'ordine di grandezza dei rigetti è difficilmente calcolabile; tuttavia, basandoci sul gradino morfologico, si possono stabilire dei rigetti non maggiori di 150 metri ed in genere aggirantisi sui 50 metri. Per quanto riguarda la datazione di queste linee tettoniche si hanno pochi elementi; in genere dovrebbe trattarsi di faglie posteriori alla deposizione delle calcareniti calabrianne (Q^c), anche se non si può escludere la presenza di faglie più antiche del Quaternario, molto più difficili da individuare per l'assenza di una chiara evidenza morfologica.

2.5 Cenni morfologici

Da un punto di vista generale si può osservare che i principali lineamenti morfologici dell'area compresa nel Foglio “Ostuni” sono in stretta relazione con la litologia e con l'assetto strutturale dei terreni affioranti. Ad una piana costiera molto bassa ed innalzantesi lievemente verso SW fa seguito verso l'interno una serie di terreni cretacei, delimitati sul lato nord-orientale da scarpate di faglia, il che sembra testimoniare una particolare corrispondenza tra le strutture e la morfologia.

Da un punto di vista geomorfologico, l'area del Foglio “Ostuni” può essere suddivisa in due settori aventi caratteristiche molto diverse. A SW della S.S.16 Adriatica e cioè nel settore sud-occidentale del Foglio si ha una zona topograficamente più elevata e con una morfologia piuttosto mossata, caratterizzata da ripiani sviluppati in genere con direzione WNW-ESE e raggiungenti una quota massima di 355 metri presso la Specchia, a Nord di Casalini. La presenza e la forma di questi ripiani, formanti una gradinata con quote decrescenti verso il litorale adriatico, potrebbe indicare anche un'abrasione marina avvenuta in tempi via via più recenti da SSW verso NNE. Non si può escludere ad esempio che la

principale scarpata costiera decorrente da Montalbano ad Ostuni, dovuta ad una faglia, abbia subito in un tempo successivo un'abrasione marina che ne può aver provocato l'arretramento. In particolare la presenza di grotte e di nicchie di erosione marina visibili sul fronte nei pressi di S.Biagio sembra un elemento in favore di questa ipotesi. Sui diversi ripiani di questa zona sono presenti numerose doline a contorno sub-circolare od ovale, estese in larghezza fino a 200-300 m, e profonde fino ad un massimo di 10-15 m.

Il monotono paesaggio di questa parte del tavoliere pugliese è movimentato da leggere ondulazioni della superfide topografica, dalla presenza di brevi corsi torrentizi e da sporgenze calcaree affioranti un po' dovunque. Il carsismo di questo territorio, oltre che dalle doline, è testimoniato dalla presenza di inghiottitoi, talora anche di una certa importanza. I due più profondi sono localizzati presso S. Biagio (tav. Casalini, III SW) e nei dintorni di Mass. Sierri, poco a WNW di Castello Serranova (tav. Castello Serranova, II SW).

Nella zona più prossima alla linea di costa si hanno quote notevolmente inferiori con predominio di aree pianeggianti attraversate da alcune incisioni vallive a fondo quasi piatto, in genere asciutto e coperto da esigui spessori di lembi alluvionali, ed a fianchi moderatamente inclinati; questi solchi erosivi disposti parallelamente tra loro nascono praticamente alla base della scarpata principale ed attraversano la piana sottostante che dai piedi di essa si estende verso l'Adriatico. Essi mostrano in genere direzione da SW verso NE, perpendicolare cioè alla costa adriatica; la loro profondità è molto ridotta raggiungendo solo 10-15 metri. Anche in questa zona si possono individuare due spianate; una costiera ed un'altra al di sopra dell'isoipsa di 75 m, separate tra loro da una scarpata a pendio piuttosto uniforme che da Mass. Bufaloria (tav. Castello Serranova, II SW) si estende verso WNW fino alla Stazione di Carovigno (tav. Ostuni, III SE).

Sul margine adriatico è presente una catena irregolare e discontinua di cordoni dunari, allungata parallelamente alla riva del mare, poco estesa in larghezza e con altezze fino a 13 m s.l.m.. Le coste sono per certi tratti rocciose, ben articolate e spesso frastagliate, terminando verso mare con scarpate verticali; a tratti sono invece basse e sabbiose. E' praticamente impossibile stabilire se l'andamento delle attuali linee di costa possa essere stato determinato da fattori tettonici; una certa relazione sembra possibile dato che la loro direzione corrisponde a quella dei principali elementi strutturali.

2.6 Geologia applicata

2.6.1) Cave.

Le principali cave attualmente in esercizio nella zona sono impiantate nei calcari cretacei i quali vengono intensamente sfruttati per diverse attività industriali locali, come pietra da calce, pietra da costruzione, pietrisco per pavimentazioni stradali e massicciate ferroviarie e talora anche come pietra ornamentale; per questo ultimo scopo vengono talora utilizzati alcuni livelli di brecce calcaree a cemento ocraceo e rosato. Sono presenti inoltre numerose cave ora abbandonate nelle calcareniti pleistoceniche, che venivano cavate e tagliate in parallelepipedi usati soprattutto per murature. Cave temporanee per la preparazione di malte cementizie sono anche impiantate nei depositi dunari di Punta Penna Grossa. Si tratta sempre di cave aperte e coltivate a cielo aperto.

2.6.2) Idrologia.

Dal punto di vista della permeabilità i terreni affioranti nel Foglio “Ostuni” possono essere divisi in due gruppi: *permeabili per fessurazione* (calcari cretacei) e *permeabili per porosità* (calcareniti, sabbie, dune ed alluvioni).

Il clima della zona è di tipo temperato. Il regime pluviometrico è molto irregolare; si ha infatti un massimo di precipitazioni (60-70 % del totale annuo) in autunno-inverno ed un minimo del 5-10 % in estate. L'idrologia superficiale è pressochè assente trovando le acque di precipitazione un facile e rapido deflusso a causa dell'imponente carsismo che interessa tutta la zona. Il reticolato idrografico è rappresentato da poco profonde e brevi incisioni vallive dove l'acqua scorre soltanto in concomitanza di piogge molto intense e solo per brevi periodi; le acque piovane assorbite dalla massa calcarea penetrano in profondità, raggiungendo più o meno rapidamente le acque marine, le quali per la fessurazione della roccia imbevono la massa calcarea delle Murge. Queste ultime tendono a scendere in profondità verso l'interno, come si può dedurre da un lavoro di Cotecchia (1966) riguardante la penisola Salentina; secondo questo Autore “è accertata la comunicazione sotterranea, al di sotto della penisola Salentina, fra i mari Jonio e Adriatico”.

Nella zona litoranea tra Punta Penna Grossa e gli Scogli di Apani è presente un bacino di acque salmastre, allungato parallelamente alla costa, lungo 2 km, largo al massimo 500 m e con profondità di 1-2 metri; si tratta di acque di origine in parte freatica ed in parte marina, chiuse tra una barra sabbiosa e le retrostanti alture. Altri bacini di minori dimensioni sono presenti sempre lungo la costa nella zona di Punta Pantenecianni, di Mass. Fiumarello, di Posto di Tavernese, di Mass. Fiume Piccolo e delle Terme di Torre Canne; la loro origine è chiaramente indicata dalla presenza di diverse polle sgorganti dal fondo e dalle sponde e dovuto probabilmente ad una risorgenza della falda superficiale che scorre nelle calcareniti pleistoceniche. Tra le sorgenti di questa zona sono interessanti quelle cloruro-solfato-sodiche di Torre Canne nei cui canali di scarico e laghetti si trova un fango che viene impiegato per scopi terapeutici.

Per ciò che riguarda le ricerche idriche per usi industriali o agricoli si deve considerare che, escludendo la fascia costiera, non dovrebbero esistere notevoli problemi nello stabilire i limiti di profondità entro i quali eseguire le perforazioni. Si può considerare con buona approssimazione che la profondità da raggiungere per ricerche d'acqua può essere data dal dislivello topografico tra il livello del mare e la quota alla quale ha inizio il pozzo, maggiorato di qualche decina di metri. Per ricerche di acque potabili o a basso tenore salino sono in ogni caso sconsigliabili le zone più vicine alla costa e quelle dove le acque si ritrovano molto al di sotto del livello del mare.

3. GEOLOGIA DI DETTAGLIO DELLA ZONA IN ESAME

3.1 Indagini svolte

Al fine di verificare l'assetto lito-stratigrafico della zona in esame sono state effettuate alcune indagini geognostiche in sito, sia di tipo diretto che indiretto. Dette indagini sono consistite in due sondaggi geognostici e in una prospezione sismica.

Più in particolare sono stati terebrati due sondaggi geognostici, a rotazione a carotaggio continuo, ubicati in corrispondenza delle due spalle del ponte, rispettivamente di lunghezza pari a 15 (Sondaggio S2) e 30 m (Sondaggio S1) (cfr. planimetria con ubicazione delle indagini in fig.1). All'interno del sondaggio da trenta metri è poi stata eseguita una

indagine sismica in foro (indagine down-hole). I risultati delle indagini sono riportate nel rapporto della ditta Trivelterre S.r.l. di Matera, allegato alla presente (All. PEGGIN0001 “Indagini geognostiche e prove geotecniche di laboratorio”).

3.2 Caratteristiche lito-stratigrafiche del sottosuolo

Rimandando all'allegato PEGGIN0001 “Indagini geognostiche” per maggiori dettagli, dall'esame delle stratigrafie dei sondaggi (Figg. 2 e 3) si evince la seguente situazione lito-stratigrafica:

- materiale di copertura dello spessore di 1,00-1,50 m,
- deposito sabbioso-calcarenitico dello spessore di 15-16 m,
- calcare di base, a partire dalla profondità di 17 m dall'attuale piano campagna.

Per quanto attiene alle caratteristiche di detti litotipi, si osserva che il deposito sabbioso-calcarenitico è formato da una successione di strati, di spessore variabile da alcuni decimetri al metro o più, di calcarenite a consistenza lapidea, con intercalazioni di strati e livelli di calcarenite poco diagenizzata a consistenza di sabbia mediamente addensata.

All'interno del sondaggio S1 alla profondità di 6 m circa dal piano campagna è stato rinvenuto un vuoto di circa 1,40 m, al di sotto del quale è presente uno strato di sabbia limoso-argillosa di colore rosso-ruggine con elementi lapidei di natura calcarea. Tenuto conto del litotipo attraversato è verosimile che si tratti di un vuoto para-carsico circoscritto (cfr. indagine sismica).

Venendo al Calcare, esso risulta costituito da strati di spessore decimetrico poco alterati e poco carsificati, con giunti di strato di spessore millimetrico o centimetrico a luoghi ripieni di terra rossa.

In nessuno dei due sondaggi è stata rinvenuta la falda acquifera.

3.2 Caratteristiche strutturali del sottosuolo

L'assetto strutturale del sottosuolo è stato ricostruito mediante l'indagine sismica a rifrazione in foro.

3.2.1 Tecnica di rilevamento

La prospezione sismica è stata realizzata utilizzando un sismografo a 24 canali, mentre come ricezione è stata utilizzata una sonda geofonica, dotata di cinque geofoni, per la registrazione delle onde P e delle onde S. Per generare onde P rifratte d'ampiezza rilevabile, è stata utilizzata una mazza del peso di 8 Kg battente su una piastra metallica.

3.2.2 Interpretazione

I dati acquisiti dall'elaborazione dei sismogrammi costituiscono i primi tempi d'arrivo degli impulsi sismici longitudinali (onde di compressione) ai geofoni.

I risultati dell'elaborazione sono presentati nei seguenti grafici:

- **Velocità intervallari**: mostra le velocità delle onde P ed S in ogni tratto di foro indagato.
- **Diagramma delle dromocrone**: visualizza le dromocrone relative alle onde P ed S misurate.

Dall'analisi dei dati sperimentali è stato possibile definire un modello sismostratigrafico del sottosuolo in corrispondenza della verticale di indagine. Rimandando al rapporto della ditta Trivelterre S.r.l. (All. PEGGIN0001 “Indagini geognostiche e prove geotecniche di laboratorio”) per maggiori dettagli, in base ai risultati dell'indagine il sottosuolo dell'area interessata dalle opere può essere schematizzato come un mezzo a tre strati:

- a) strato superficiale dello spessore di circa tre metri, con velocità delle onde longitudinali dell'ordine di 500 m/s;
- b) strato calcarenitico dello spessore di 14 m circa, con velocità delle onde longitudinali dell'ordine di 600-900 m/s;
- c) strato calcareo dello spessore di 13 m circa, con velocità delle onde longitudinali dell'ordine di 1000-1400 m/s.

3.2.3 Moduli elastici dinamici

I moduli elastici dinamici relativi agli orizzonti sismici definiti nel modello del sottosuolo sono stati calcolati partendo dai valori medi delle velocità delle onde longitudinali (V_p) e delle onde trasversali (V_s); sono stati adottati opportuni valori dei coefficienti di

Poisson, tipici delle formazioni in esame; i valori dei pesi di volume (γ) sono indicativi, ma attendibili.

Tabella dei moduli elastici dinamici medi.

	L1	L2	L3	L4
Coefficiente di Poisson μ	0,32	0,42	0,36	0,36
Velocità onde longitudinali V_p (m/s)	545	1176	1636	2031
Velocità onde trasversali V_s (m/s)	283	444	756	963
Peso di volume γ (kN/m ³)	19,50	18,00	23,50	23,50
Modulo di Young E_{din} (Mpa)	411	1007	3667	5906
Modulo di Rigidità G (Mpa)	156	356	1344	2179

Litotipi:

L1 - Coltre di terreno limoso

L2 – Calcarenite, porosa

L3 - Calcarenite

L4 - Calcari fratturati

6.1.4 Spettro di risposta elastico in accelerazione locale

Per la valutazione dello spettro di risposta elastico (componente orizzontale e componente verticale) dell'area investigata, si è fatto riferimento al D.M. del 14 gennaio 2008 (N.T.C.) ed in particolare alla “*pericolosità sismica di base*” del sito in esame, che costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. La *pericolosità sismica* è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero, considerando un sito di riferimento rigido (Categoria B, quale definita al paragrafo 3.2.2. del D.M.) con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} , come definite nel paragrafo 3.2.1, nel periodo di riferimento V_R , come definito nel paragrafo 2.4.

L'influenza delle condizioni stratigrafiche locali viene fatta rientrare in 5 Categorie di sottosuolo standard (Categorie A, B, C, D, E). Nell'ambito di tale classificazione, estrapolando i risultati ottenuti dall'indagine geofisica eseguita, poiché il valore della velocità media V_{s30} risulta pari a 740 m/s, il profilo stratigrafico del sottosuolo di fondazione dell'area investigata può essere assimilato alla **Categoria B** (*Rocce tenere e depositi di terreni a grana*

grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina)).

6.1.5 Spettro di risposta sismica locale

Per la valutazione dello spettro di risposta elastico (componente orizzontale) dell'area investigata, si è fatto riferimento alla Legge 225/92, all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20.03.2003 e loro s.m.i. e alla Deliberazione di Giunta Regionale n.153 del 02/03/2004. Secondo tale Ordinanza l'area in esame ricade in Zona Sismica 4, per la quale, salvo migliore definizione, è previsto un valore d'accelerazione orizzontale massima, definito come al punto 3.1 della predetta Ordinanza, $a_g = 0,05$ g, dove “g” è l'accelerazione di gravità.

L'influenza delle condizioni stratigrafiche locali viene fatta rientrare in 5 Categorie di suolo di fondazione standard (Categorie A, B, C, D, E). Nell'ambito di tale classificazione, dai dati ricavati dall'indagine eseguita ($V_{s30} = 740$ m/s), il profilo stratigrafico dell'area in esame può essere assimilato alla Categoria B. Lo spettro di risposta elastica assume le seguenti espressioni:

$$0 \leq T \leq T_b : \quad S_e(T) = a_g S (1 + T/T_b (\eta F_o - 1))$$

$$T_b \leq T \leq T_c : \quad S_e(T) = a_g S \eta F_o$$

$$T_c \leq T \leq T_d : \quad S_e(T) = a_g S \eta F_o (T_c/T)$$

$$T_d \leq T : \quad S_e(T) = a_g S \eta F_o (T_c T_d/T^2)$$

dove:

$S_e(T)$ ordinata dello spettro di risposta;

T periodo di vibrazione in campo libero;

a_g accelerazione di riferimento per la zona sismica in esame (0,05 g);

T_b, T_c limiti del tratto costante dello spettro di accelerazione;

$$T_c = C_c T_c^*$$

S tiene conto della categoria del sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione $S = S_s * S_T$;

η fattore che altera lo spettro elastico

F_0 fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima ($\geq 2,2$).

I valori di S_s , S_T , C_c , T_c^* sono quelli definiti dalle NTC 2008.

Per i terreni ricadenti nella Categoria B, si ha:

per la componente orizzontale

S_s	T_b (s)	T_c (s)	T_d (s)
1,25	0,15	0,50	2,00

per la componente verticale

S_T	T_b (s)	T_c (s)	T_d (s)
1,00	0,05	0,15	1,00

7. MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO

Sulla scorta dei risultati delle indagini geologiche e geotecniche effettuate, il sottosuolo dell'area in esame può essere schematizzato come un mezzo a due strati (a meno del terreno vegetale di copertura): un primo strato calcarenitico-sabbioso fino alla profondità di 15 m circa dall'attuale piano campagna e un secondo strato rappresentato dal substrato calcareo di spessore indefinito.

8. CONCLUSIONI

Lo studio geologico effettuato ha consentito di definire, con riferimento al progetto, i lineamenti geomorfologici della zona, la successione litostratigrafica locale, la natura e la distribuzione spaziale dei litotipi, il loro stato di alterazione e fratturazione, i caratteri geostrutturali generali. Sono state, inoltre, definite le caratteristiche elastiche delle unità litologiche presenti, che consentono di escludere significative disomogeneità, discontinuità, stati di alterazione o altri fattori che possano indurre anisotropia delle proprietà fisiche dei materiali. E' possibile, pertanto, concludere che il sito è idoneo ad ospitare la struttura in esame.

Bari, settembre 2011