

COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIMENTI
DIREZIONE INVESTIMENTI PROGETTI TECNOLOGICI
PROGETTI SUD

PROGETTAZIONE:



U.O. GEOLOGIA TECNICA, DELL'AMBIENTE E DEL TERRITORIO

PROGETTO DEFINITIVO

LINEA TARANTO-BRINDISI

NUOVA STAZIONE TARANTO NASISI

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA

SCALA:

1:-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

I A 8 E 0 0 D 6 9 R G G E 0 0 0 1 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	M. Segato	Giugno 2021	A.D'Arcangelo	Giugno 2021	G. Lestingi	Giugno 2021	M. COMEDINI Giugno 2021



File: IA8E00D69RGGE0001001A.doc

n. Elab.:

INDICE

1	PREMESSA	4
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	5
3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	6
3.1	EVOLUZIONE GEOLOGICA GENERALE.....	6
3.2	ASSETTO STRATIGRAFICO E STRUTTURALE DELL'AREA D'INTERVENTO	8
4	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	11
5	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.....	13
6	VINCOLI TERRITORIALI	15
6.1	VINCOLO IDROGEOLOGICO	15
6.2	PIANO DI BACINO.....	15
6.2.1	<i>Rischio alluvioni</i>	16
6.2.2	<i>Rischio frane</i>	16
7	INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE	18
7.1	SONDAGGI GEOGNOSTICI	18
7.2	PROVE PENETROMETRICHE STANDARD (SPT).....	19
7.3	PROVE DI PERMEABILITÀ	20
7.4	PROVE DI LABORATORIO.....	21
7.5	INDAGINI GEOFISICHE	23
8	MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO.....	23
8.1	UNITÀ LITOSTRATIGRAFICHE.....	24
8.2	CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE.....	24
9	INQUADRAMENTO SISMICO.....	26
9.1	SORGENTI SISMOGENETICHE.....	26
9.2	SISMICITÀ STORICA	27

9.3	PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE AI SENSI DEL DM 17.01.2018.....	28
9.4	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO.....	33
9.5	CONDIZIONI TOPOGRAFICHE	34
10	ANALISI RISCHIO LIQUEFAZIONE	35
11	CONCLUSIONI	37
12	BIBLIOGRAFIA	38

1 PREMESSA

Il presente documento costituisce la Relazione Geologica, Geomorfologica, Idrogeologica e Sismica del Progetto Definitivo delle opere relative alla realizzazione di una nuova stazione, con relativo nuovo PRG e ACC, nell’ambito dell’attuale impianto di Nasisi, in comune di Taranto, che è collocato sulla linea ferroviaria RFI Taranto – Brindisi (Figura 1-1).

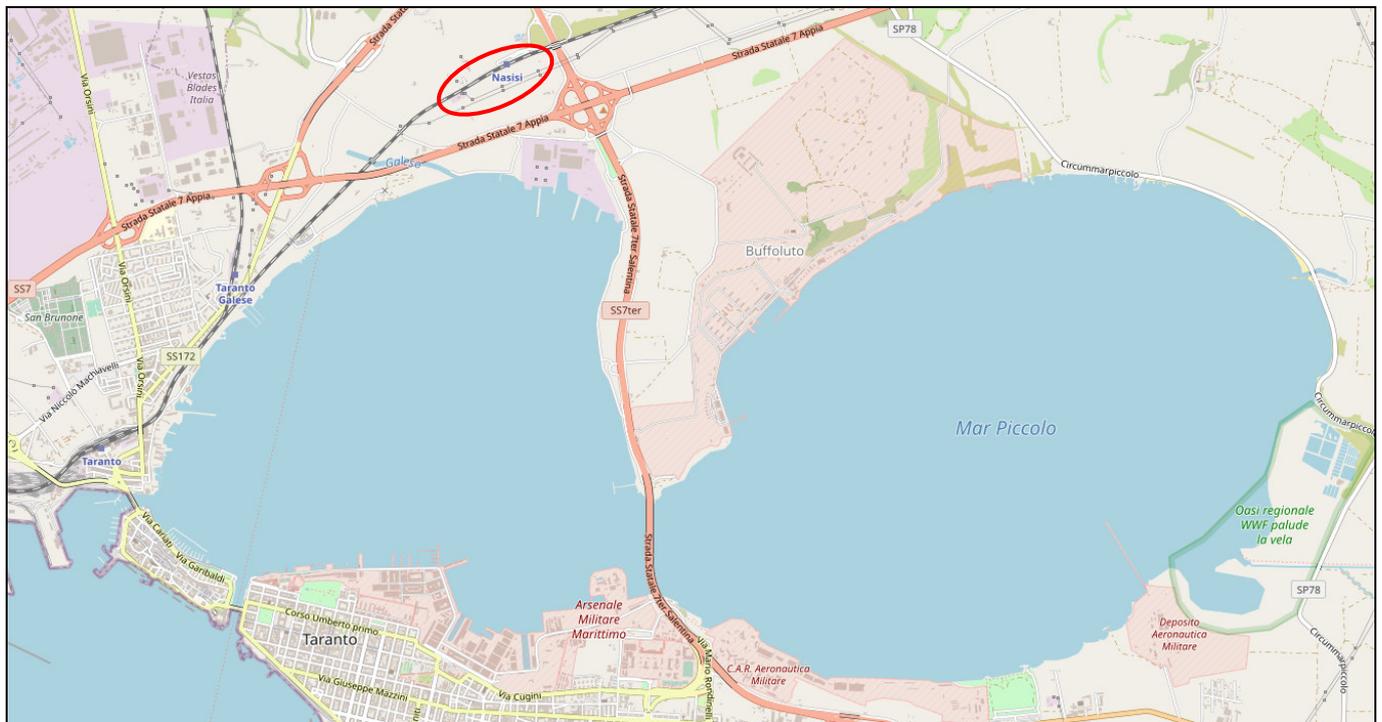


Figura 1-1 Inquadramento geografico dell’area di intervento, Taranto – Nasisi, indicata dall’ellisse rossa.

L’intervento prevede la realizzazione di una nuova stazione, con relativo nuovo PRG e ACC, nell’ambito dell’attuale impianto di Nasisi, che è collocato sulla linea ferroviaria RFI Taranto – Brindisi.

Ad oggi la stazione di Nasisi risulta essere elettrificata, dotata di ACEI, di sistema di distanziamento Blocco Conta Assi ed è esercita in telecomando nell’ambito del C.T.C. con relativo D.C.O. avente sede nel Posto Centrale di Bari Lamasinata. La stazione di Nasisi, allo stato attuale, presentando un solo binario di corretto tracciato, non consente l’effettuazione di incroci e precedenza; inoltre non esiste alcun servizio viaggiatori. In passato, invece, Nasisi risulta essere stato uno scalo merci, tant’è che esiste tuttora a terra un fascio di binari, ormai dismessi, nonché scalo di una linea storica militare (ferrovia del Circummarpiccolo, di collegamento con Arsenale).

Il Programma di esercizio della nuova stazione prevede per essa una funzione di interscambio tra servizi ferroviari e servizi extraurbani su gomma provenienti dalla provincia di Taranto, in modo da configurarla come terminal intermodale passeggeri ferro-gomma, utile all’incentivazione dell’uso di mezzi alternativi alle autovetture private.

È prevista la realizzazione di:

	PROGETTO DEFINITIVO NUOVA STAZIONE DI TARANTO NASISI – LINEA TARANTO-BRINDISI					
RELAZIONE GEOLOGICA	COMMESSA IA8E	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV. A	FOGLIO 5 di 38

- un nuovo PRG con 3 binari (modulo 250 m / 250 m / 650 m) centralizzati, elettrificati e con movimenti contemporanei a 60 Km/h (e demolizione del ferro esistente interferente)
- 2 marciapiedi (L= 250m e H=55cm) con sottopasso viaggiatori munito di rampe scale e impianto ascensore
- pensiline marciapiedi e nuovo Fabbricato Viaggiatori con area di attesa
- adeguamento impianti TE e IS rispetto alle fasi di armamento
- interventi di cabina e piazzale per impianto ACC e realizzazione di relativo nuovo Fabbricato Tecnologico
- impianti meccanici, LFM, TLC
- un'area (prospiciente alla stazione su asset di RFI) di interscambio ferro-gomma (con 50/200 posti auto e 4 stalli autobus)

2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- UNI EN 1997-1 - Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali.
- UNI EN 1997-2 - Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica – Parte 2: Indagini e prove nel sottosuolo.
- O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003 e s.m.i., “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica” e successive modifiche ed integrazioni.
- O.P.C.M. n. 3519 del 28/04/2006, "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone".
- Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018 - Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni», G.U. n.42 del 20.2.2018, Supplemento Ordinario n.8.
- D.M. 17/01/2018, “Norme tecniche per le costruzioni”.
- D.M. 06/05/2008, integrazione al D.M. 14/01/2008.
- Circ. Min. II.TT. 02/02/2009, n. 617, “Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14/01/2008”.
- Circ. Min. II.TT. 05/08/2009, “Nuove norme tecniche per le costruzioni approvate con decreto del Ministro delle infrastrutture 14 gennaio 2008 - Cessazione del regime transitorio di cui all'articolo 20, comma 1, del decreto-legge 31 dicembre 2007, n. 248”.
- RFI DTC SI AG MA IFS 002 A del Dic. 2018: Manuale di progettazione delle Opere Civili – Parte II – Sezione 7 – Geologia.
- RFI DTC SI SP IFS 001 B del 22-12-2018 “Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili – Sez. 3 – Rilievi geologici e indagini geognostiche”.
- D.M. 11.03.1988: “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle opere di fondazione”. (DPR. 5 ottobre 2010, n. 207 artt. 52-53).

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

3.1 Evoluzione geologica generale

L'area oggetto di intervento si colloca nel più ampio contesto geologico e strutturale dell'Italia Meridionale, dove nel settore che comprende la Campania, la Basilicata e la Puglia, sono presenti tre unità strutturali che sono (Figura 3-1):

- la catena sud-appenninica, costituita dal progressivo accavallamento da W verso E di unità stratigrafico-strutturali meso-cenozoiche (antichi domini di piattaforma carbonatica e di bacino evolutisi prima della deformazione miocenica) nonché di unità sinorogeniche di avanfossa;
- l'avanfossa adriatica meridionale (Fossa Bradanica), costituita da una vasta depressione interposta tra la dorsale appenninica ed i rilievi dell'avampaese ove affiorano rocce clastiche Plio-Pleistoceniche di potenza apprezzabile;
- l'avampaese apulo, costituito dall'unità carbonatica meso-cenozoica affiorante in corrispondenza dei rilievi del Gargano, delle Murge e del Salento.

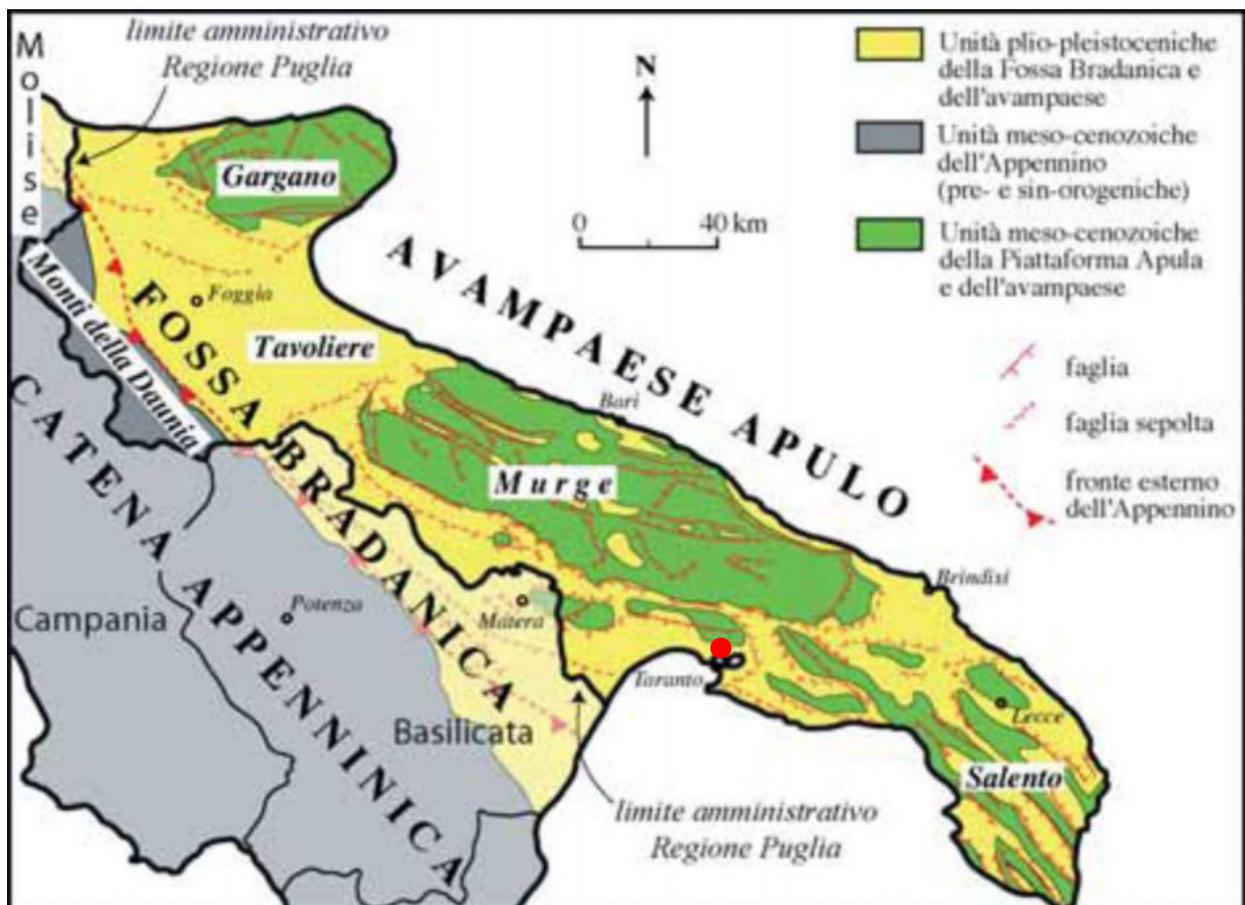


Figura 3-1 Carta geologica schematica (Pieri et al., 1997) Il punto rosso indica l'area oggetto di intervento.

	PROGETTO DEFINITIVO NUOVA STAZIONE DI TARANTO NASISI – LINEA TARANTO-BRINDISI					
RELAZIONE GEOLOGICA	COMMESSA IA8E	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV. A	FOGLIO 7 di 38

Completano il quadro geologico i rilievi dei Monti della Daunia che rappresentano una stretta fascia che si sviluppa in senso appenninico nell'estrema parte nord-occidentale della Puglia in cui affiorano essenzialmente formazioni cenozoiche terrigene in facies di Flysch, ricoperte limitatamente da depositi clastici plio-pleistocenici.

Il Promontorio del Gargano, rappresenta un alto strutturale dove le successioni carbonatiche del Giurassico Superiore, debolmente piegate a formare un'estesa anticlinale con asse posto in direzione all'incirca ONO-ESE, raggiungono un'elevazione di circa 1000 m. Questa struttura ad ampia scala è interessata da numerose faglie (inverse, subverticali, normali e trascorrenti) orientate in vario modo: E-O, NE-SO e NO-SE (Bosellini et al., 2001).

Le Murge corrispondono al tratto affiorante della successione di rocce appartenenti all'Avampaese apulo che si estendono in direzione NW-SE, parallelamente al margine della avanfossa appenninica, tra i rilievi del Gargano e del Salento. L'andamento pianeggiante del territorio è interrotto da incisioni, depressioni e scarpate. Le numerose lame e vallecole che incidono il tavolato calcareo e che interrompono trasversalmente le scarpate, si sono insediate per la maggior parte su piccole fratture e faglie secondarie o su pieghe sinclinali di importanza modesta. Dal punto di vista strutturale le Murge corrispondono ad un rilievo tabulare allungato nello stesso senso della Fossa Bradanica, delimitato sul margine sud orientale da una estesa scarpata; verso N-E, procedendo cioè verso l'Adriatico, il rilievo murgiano degrada sino al livello del mare attraverso una serie di ripiani collegati da evidenti gradini morfologici. I sedimenti carbonatici di età cretacea che costituiscono la struttura principale del territorio delle Murge formano una estesa monoclinale con immersione degli strati a S-SO, complicata da blande pieghe e da sistemi di faglie normali combinati in una struttura a gradini con blocchi progressivamente abbassati a NW; la struttura a gradinata si deve al più importante sistema di faglie presente nella regione che ha un orientamento WNW-ESE (Reina et al., 2005).

La Penisola Salentina è costituita da un'impalcatura di rocce carbonatiche di età giurassico-cretacea e subordinatamente dell'Eocene-Oligocene, formatasi in ambiente di piattaforma, sulla quale poggiano lembi, in parte isolati, di depositi essenzialmente calcarenitici e argilloso-sabbiosi appartenenti ai cicli trasgressivo-regressivi miocenici e plio-pleistocenici. Il carattere trasgressivo di questi depositi ha dato luogo, in tutta l'area salentina, a differenti rapporti stratigrafici. Le soluzioni di continuità tra i diversi litotipi affioranti non sono legate solo a fattori deposizionali connessi alla paleogeografia dell'area, ma anche alla successione di fasi tettoniche, che hanno dislocato i litotipi e portato a diretto contatto formazioni differenti per natura litologica ed età (Cotecchia, 2014).

La tettonica della Penisola Salentina, sia di tipo plicativo che distensivo, ha dato luogo a dolci pieghe con strette anticlinali e ampie sinclinali orientate in direzione appenninica (NNO-SSE o NO-SE) caratterizzate da deboli pendenze degli strati che solo raramente superano i 15°. Le anticlinali presentano generalmente uno sviluppo asimmetrico, con fianchi sud occidentali più ampi e dolci di quelli opposti, e spesso interrotti da faglie, la cui presenza è evidenziata da liscioni, breccie di frizione e contatti giaciture anomali. L'origine delle faglie è invece legata a quell'intensa attività tettonica che ebbe inizio verso la fine del periodo cretaceo.

Durante questa prima fase tettonica si realizzarono due principali sistemi di fratturazione, il primo con direzione NO-SE che diede origine, tra l'altro, alla fossa tettonica (Graben) che separò il Salento dalle Murge; l'altro, con andamento NNO-SSE, che fu precedente al successivo sollevamento delle Serre Salentine. Tra la fine del Miocene e l'inizio del Pliocene, una nuova fase tettonica, che riattivò le faglie tardo cretache, causò l'emersione di alcune dorsali asimmetriche.

Le dorsali, corrispondenti agli alti strutturali con direttrici prevalenti orientate NNO-SSE, costituiscono, le Serre salentine, mentre le valli fra loro interposte rappresentano aree depresse, alquanto pianeggianti, ove affiorano i

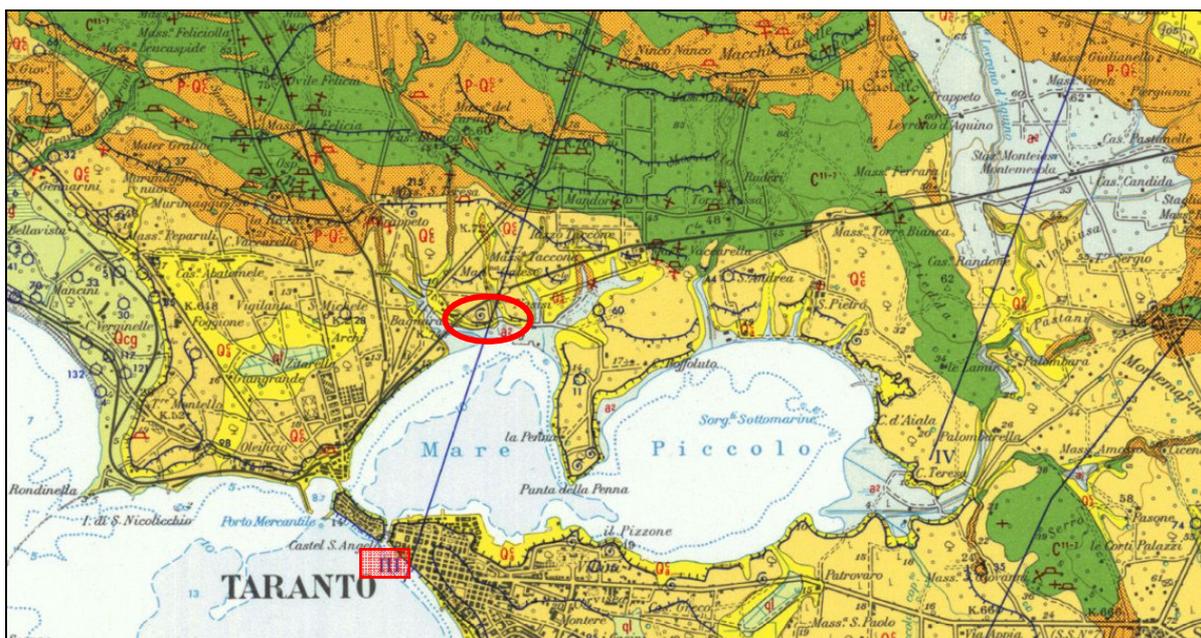
terreni plio-quadernari. Di conseguenza la morfologia del Salento è caratterizzata dalla presenza di superfici orizzontali dalle quali si elevano alcune dorsali, parallele tra loro e generalmente allungate in direzione NNO-SSE o NO-SE, che raramente superano la quota di 200 m (Ciaranfi et al, 1988).

Per quel che riguarda la Fossa Bradanica, essa costituisce una vasta depressione, di età plio-pleistocenica, allungata da NO a SE, delimitata a nord dal Fiume Fortore, a sud dal Golfo di Taranto, compresa tra l'Appennino meridionale ad occidente e le Murge ad oriente, il cui basamento è costituito da una potente successione di calcari mesozoici. In questa zona affiorano estesamente depositi pliocenici e quadernari, in prevalenza argillosi, che mostrano struttura tabulare (Ricchetti, 1980).

Il riempimento di tale bacino ha inizio durante la parte alta del Pliocene inferiore-medio, su un'ampia area subsidente dell'Avampaese apulo. Lo spessore complessivo della successione bradanica supera i 2000 m; la parte sepolta della successione, infrapliocenico-infrapleistocenica, è principalmente caratterizzata da un complesso torbiditico, mentre la parte affiorante quadernaria, è costituita da argille siltose, al di sopra delle quali si rinvergono depositi grossolani di mare basso, silicoclastici, meno diffusamente carbonatici, relativi sia alle ultime fasi di riempimento dell'avanfossa sia al successivo sviluppo di depositi marini terrazzati (Lazzari, 2008).

3.2 Assetto stratigrafico e strutturale dell'area d'intervento

L'area oggetto di intervento si colloca al limite tra il dominio dell'Avampaese Apulo e quello dell'Avanfossa Appenninica (Fossa Bradanica). L'Avampaese Apulo è caratterizzato da una spessa successione di roccia calcarea, e in subordine dolomitica, di età mesozoica, la cui parte affiorante è nota in bibliografia con il nome di Gruppi dei Calcari delle Murge, costituiti da due unità litostratigrafiche principali: Calcari di Bari e Calcare di Altamura (Figura 3-2).



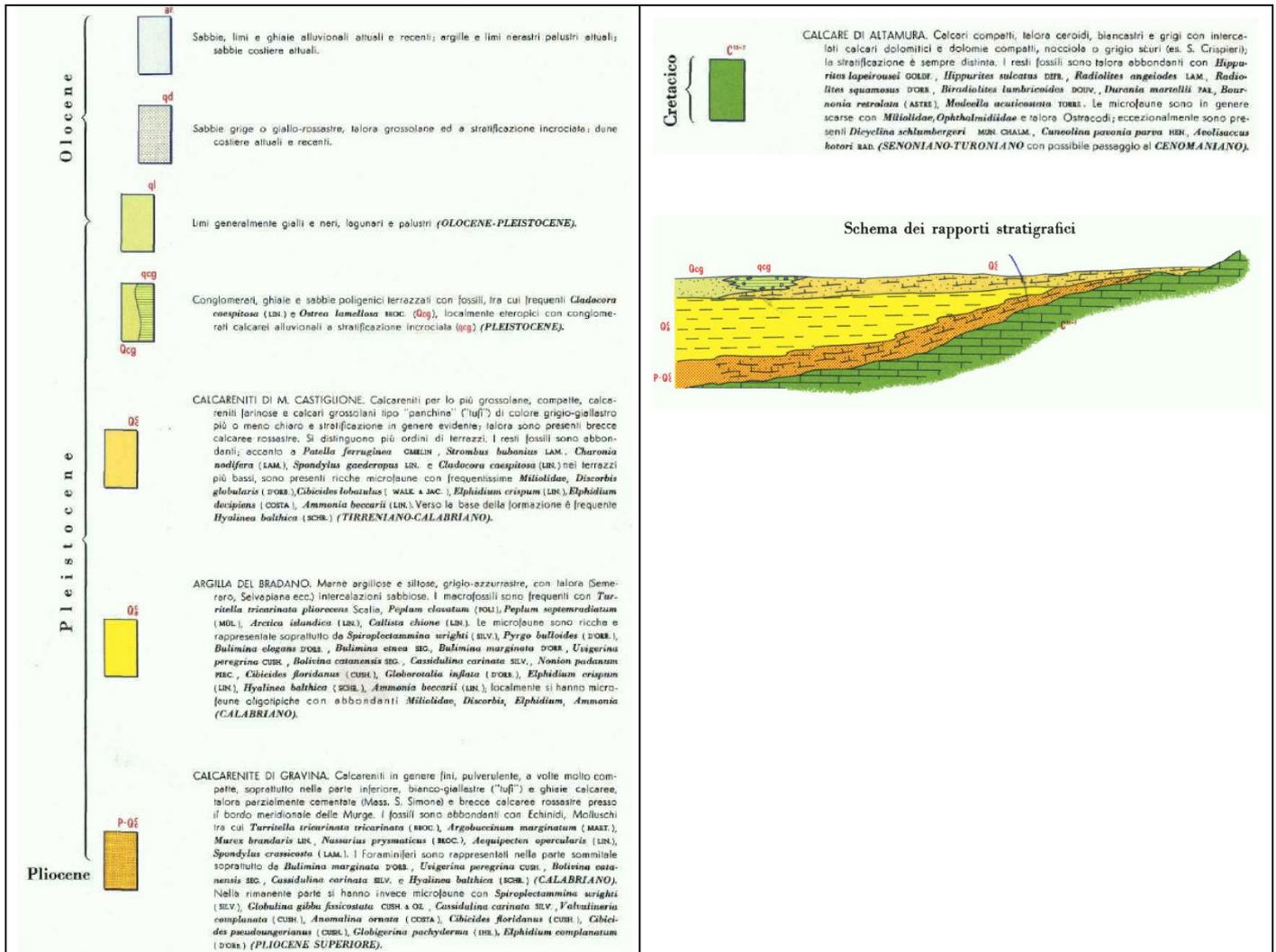


Figura 3-2 Stralcio della Carta geologica d'Italia scala 1:100.000 – Foglio 202 Taranto e schema dei rapporti stratigrafici. L'elisse rossa indica l'area oggetto di intervento.

In particolare, a nord dell'area oggetto di intervento affiorano i **Calcari di Altamura** (Cretaceo), calcari compatti con intercalati calcari dolomitici e dolomie compatte di età compresa tra il Turoniano-Senoniano con possibile passaggio al Cenomaniano. Essi, verso il lato bradanico delle Murge, sono ribassati a gradinata fino al fronte della Catena Appenninica dove si rinvengono al di sotto di una spessa copertura di depositi appartenenti al ciclo sedimentario plio- pleistocenico della Fossa Bradanica. I termini basali di questo ciclo sedimentario sono rappresentati dalle seguenti formazioni geologiche:

- **Calcarenite di Gravina** (Pliocene superiore?-Pleistocene inferiore): costituita da biocalciruditi e biocalciruditi intrabacinali e/o da calciruditi terrigene a clasti calcarei erosi dalle unità cretacee di avampese (Tropeano, 1994). Sono presenti alcune intercalazioni calcilutitiche e talora, in alcune depressioni morfotettoniche, si rilevano alla base delle argille e limi calcarei continentali. L'ambiente di sedimentazione è quello di spiaggia-piattaforma e, alla base, da piana alluvionale a laguna salmastra;

	PROGETTO DEFINITIVO NUOVA STAZIONE DI TARANTO NASISI – LINEA TARANTO-BRINDISI					
	RELAZIONE GEOLOGICA	COMMESSA IA8E	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV. A

- **Argille del Bradano o Argille subappennine** (Pliocene superiore?-Pleistocene medio?) sono costituite da argille e argille marnose, a luoghi fittamente stratificate, di colore grigio e giallastro, quando sono alterate, passanti verso l'alto ad argille limose e/o sabbiose. A diverse altezze dal piano campagna, sono presenti livelli e lenti sabbioso-limosi, maggiormente frequenti nelle porzioni superiori della successione, e livelli vulcanoclastici di diversa età (Ciaranfi et al., 1996). Le Argille subappennine poggiano in continuità di sedimentazione verticale e laterale sulle Calcareniti di Gravina, lungo le rampe dell'Avampese Apulo e sulla successione plio-pleistocenica dell'Avanfossa;
- **Calcareniti di Monte Castiglione** (Tirreniano-Calabriano): sono costituite da calcareniti per lo più grossolane, compatte o friabili, che rappresentano la chiusura del ciclo sedimentario iniziato con la Calcareniti di Gravina. Questi depositi sono tipicamente terrazzati o localmente si possono distinguere fino a 11 ordini di terrazzi. L'ambiente di sedimentazione della formazione è costantemente di tipo litorale (Martinis et al., 1971) e rappresentano lembi residui di coperture sedimentarie accumulate nel corso di brevi ingressioni marine provocate dalle variazioni del livello del mare combinate con il sollevamento della regione.

Infine, in Figura 3-3 si riporta la sezione geologica passante in corrispondenza dell'area d'intervento dalla quale si evince che la presenza in superficie della Calcareniti di Monte Castiglione e, nella porzione immediatamente sottostante, delle Argille di Bradano.

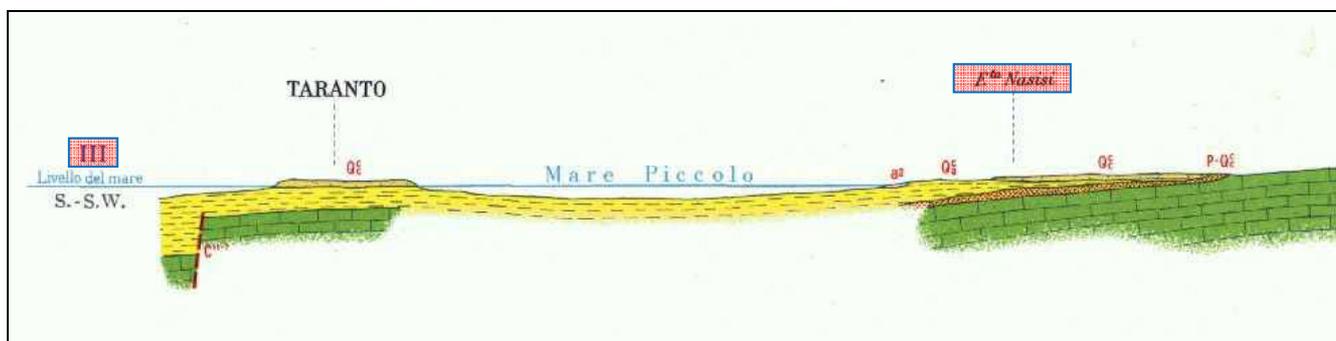


Figura 3-3 Sezione geologica. (Fonte: Carta geologica d'Italia scala 1:100.000 – Foglio 202 Taranto).

4 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Sotto il profilo geomorfologico, l'area oggetto di intervento si colloca nell'ambito dell'Arco Ionico Tarantino (Cotecchia, 2014) contraddistinto da evidenze geomorfologiche ben distinguibili, sia laddove affiora il basamento carbonatico cretacico sia dove lo stesso è coperto da depositi plio-quadernari, con elementi morfologici elementari che variamente associati concorrono a definire paesaggi differenti fra loro variamente interconnessi: il paesaggio carsico, l'idrografia superficiale e le gravine, i terrazzi marini (Figura 4-1).

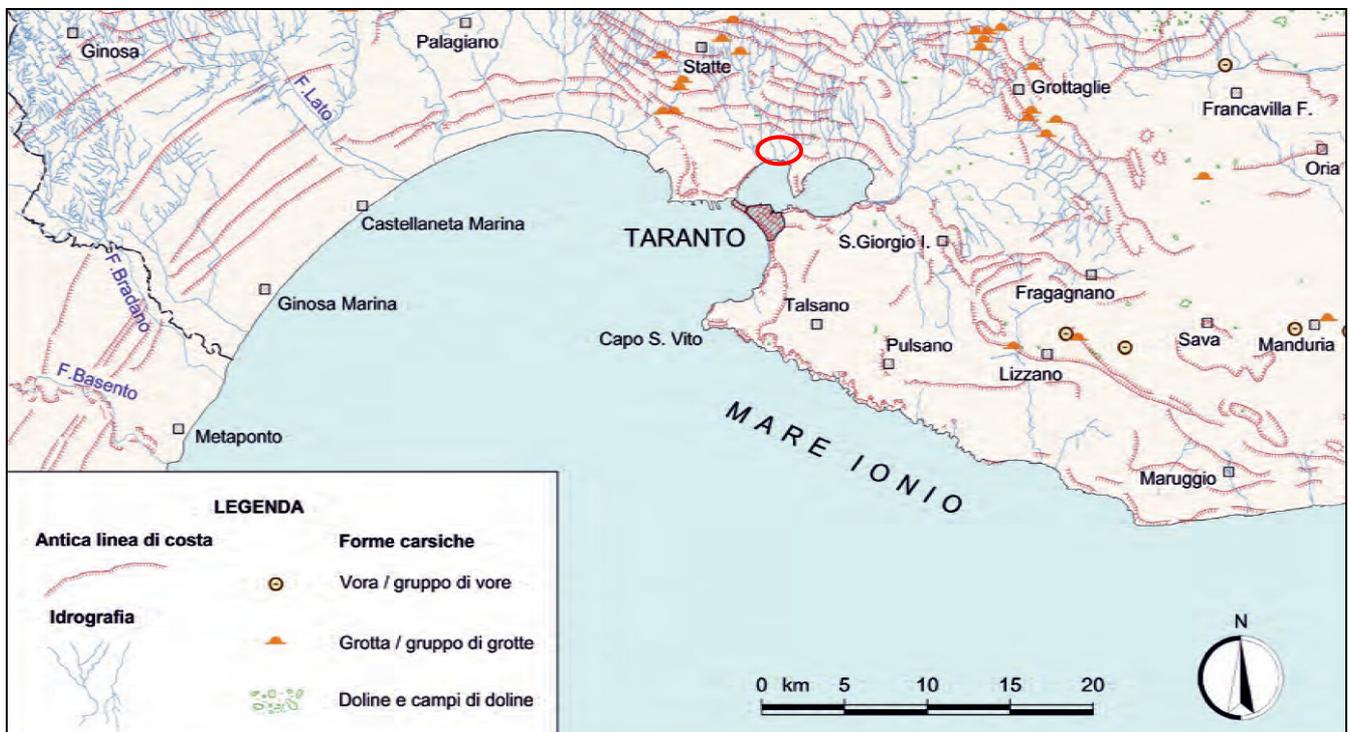


Figura 4-1 Stralcio della Carta Geomorfologica dell'Arco Ionico (fonte: Cotecchia, 2014).L'ellisse rossa individua l'area di intervento.

In particolare, nell'area ove sorge l'attuale impianto di Nasisi il passaggio morfologico, ove affiorano essenzialmente i depositi calcarenitici, sabbiosi ed argillosi plio-quadernari, è contraddistinto da molteplici superfici suborizzontali debolmente inclinate verso mare. Queste superfici sono separate da scarpate, la cui morfologia dipende dai litotipi in cui sono modellate.

Infatti, a blande rotture di pendenza appena percettibili, dove la scarpata è modellata in formazioni argillose e sabbiose, si alternano scarpate piuttosto ripide, a gradoni alte qualche metro, dove la roccia in posto è calcarea o calcarenitica, disposte parallelamente all'attuale linea di riva, prodottesi a seguito delle oscillazioni glacioeustatiche del livello del mare e dei sollevamenti neotettonici.

L'ampiezza dei terrazzi dipende, oltre che dalla frequenza dei movimenti relativi tra il mare e il continente, da fattori locali: essa è maggiore dove era minore l'acclività del substrato invaso dal mare durante le varie fasi trasgressive, dove era minore la resistenza offerta dalle rocce del substrato all'azione erosiva del mare e quindi più ampie le superfici di abrasione marina sottostanti ai depositi terrazzati, dove era maggiore l'entità degli apporti

	PROGETTO DEFINITIVO NUOVA STAZIONE DI TARANTO NASISI – LINEA TARANTO-BRINDISI					
RELAZIONE GEOLOGICA	COMMESSA IA8E	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV. A	FOGLIO 12 di 38

fluviali, ecc. L'inclinazione dei terrazzi ha un comportamento generalmente inverso: è maggiore dove l'ampiezza è minore e viceversa.

La distribuzione dell'ampiezza dei terrazzi nelle diverse zone si è pressoché costantemente ripetuta a partire dal Pleistocene inferiore fino ai nostri giorni. Ne risulta che, durante il Quaternario, si è avuta una costante tendenza a colmare il fondo della grande baia situata in corrispondenza della "fossa bradanica". La natura litologica dei depositi terrazzati e la distribuzione verticale della granulometria sono condizionate dalla natura litologica del substrato e dalla granulometria degli apporti fluviali (Cotecchia, 2014).

5 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Per quel che riguarda l'inquadrimento idrogeologico dell'area oggetto di intervento, l'assetto geologico-strutturale descritto nei precedenti capitoli, condiziona la modalità con cui si svolge la circolazione idrica sotterranea, l'efflusso a mare e l'intrusione marina nel continente-

In particolare si possono distinguere i seguenti acquiferi (Cotecchia, 2014):

- Acquifero carbonatico profondo** che ha sede nell'impalcatura calcarea fratturata e carsificata del Cretaceo ed è formato da una serie di livelli idrici localizzati in corrispondenza di orizzonti rocciosi particolarmente permeabili per fessurazione e/o carsificati (Figura 5-1)., separati a luoghi da livelli più compatti e a ridotta permeabilità. La falda di acqua dolce galleggia ovunque sull'acqua di mare di intrusione continentale. Il confinamento della falda è determinato dalla presenza di livelli rocciosi compatti ed a ridotta permeabilità, spesso presenti anche a quote inferiori ai -100 m s.l.m. Proseguendoverso la costa, i calcari si ritrovano a quote prossime al livello mare e la circolazione idrica si esplica lievemente in pressione o localmente in condizioni freatiche. L'alimentazione dell'acquifero profondo di questa area avviene in gran parte sull'altopiano murgiano, dove i calcari cretacei affiorano. Qui le precipitazioni atmosferiche, soprattutto quelle del semestre ottobre-marzo, alimentano direttamente, al netto delle perdite per evapotraspirazione, la falda carsica profonda e sono assenti corsi d'acqua superficiali;

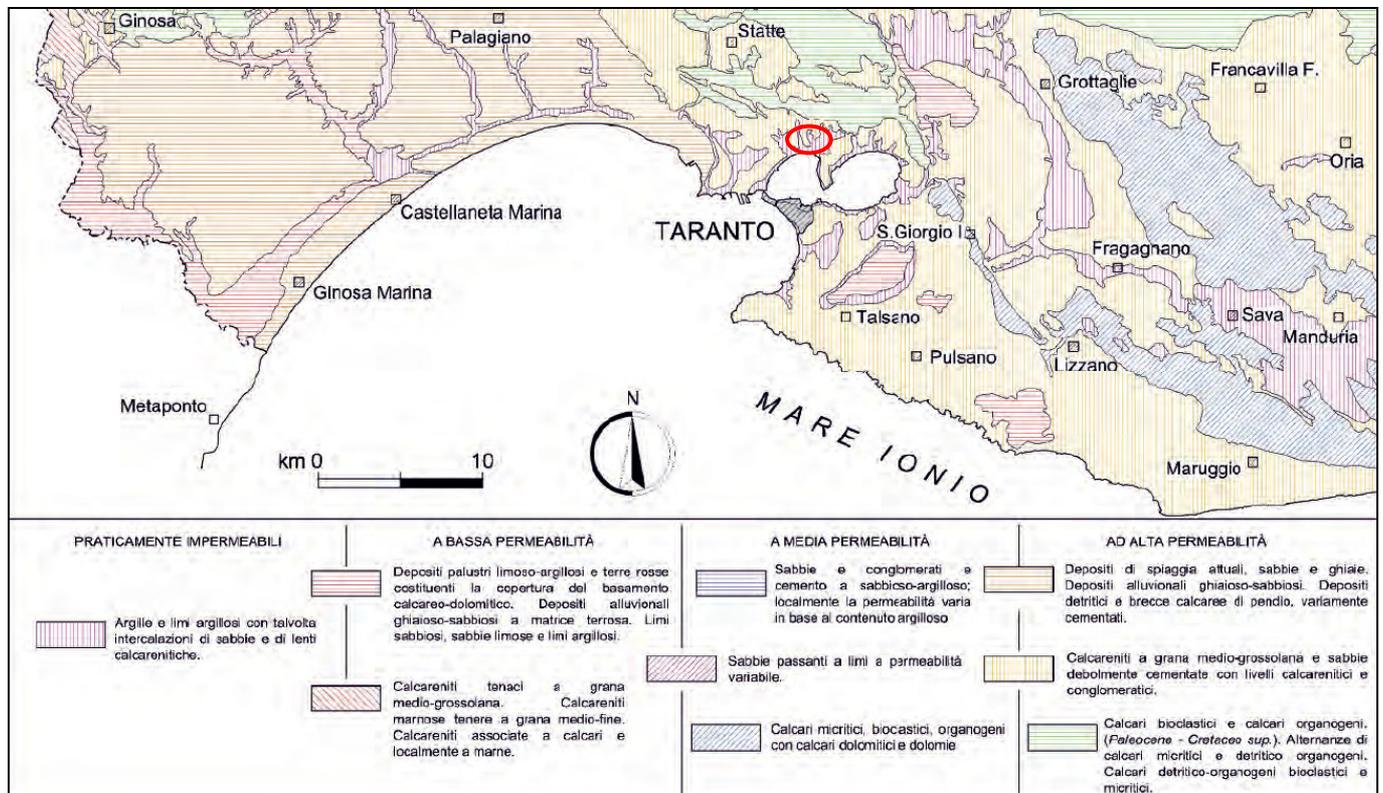


Figura 5-1 Stralcio della Carta della Permeabilità dell'Arco Ionico (fonte: Cotecchia, 2014). L'ellisse rossa individua l'area di intervento).

- **Acquifero di pianura:** nella pianura la situazione è piuttosto complessa. Mentre le acque di superficie danno luogo a corsi d'acqua superficiali o, quando penetrano nel sottosuolo e si arrestano sul basamento argilloso, a falde superficiali, le acque profonde circolanti nei calcari fessurati e carsificati sottostanti le argille e le calcareniti, subiscono l'influenza delle acque marine di intrusione continentale sulle quali poggiano. Nelle zone pianeggianti il basamento calcareo si rinviene spesso a notevoli profondità sotto il livello mare, come accade nell'area di intervento, dove il tetto dell'acquifero è a quote di gran lunga inferiori ai -100 m s.l.m.. In quest'ultimo caso, l'acquifero carbonatico è invaso per gran parte da sole acque marine o comunque fortemente salmastre. In queste zone, infatti, i terreni post-cretacici costituiscono un orizzonte pressoché impermeabile che impedisce l'apporto diretto delle acque meteoriche nei confronti della falda profonda.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO NUOVA STAZIONE DI TARANTO NASISI – LINEA TARANTO-BRINDISI					
	RELAZIONE GEOLOGICA	COMMESSA IA8E	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV. A

6 VINCOLI TERRITORIALI

6.1 Vincolo idrogeologico

Per quel che riguarda il Vincolo Idrogeologico (R.D.L. 3267/23 e R.D. 1126/26), la porzione sud dell'area oggetto di intervento è interessata dalla presenza di tale vincolo, come evidenziato in Figura 6-1.

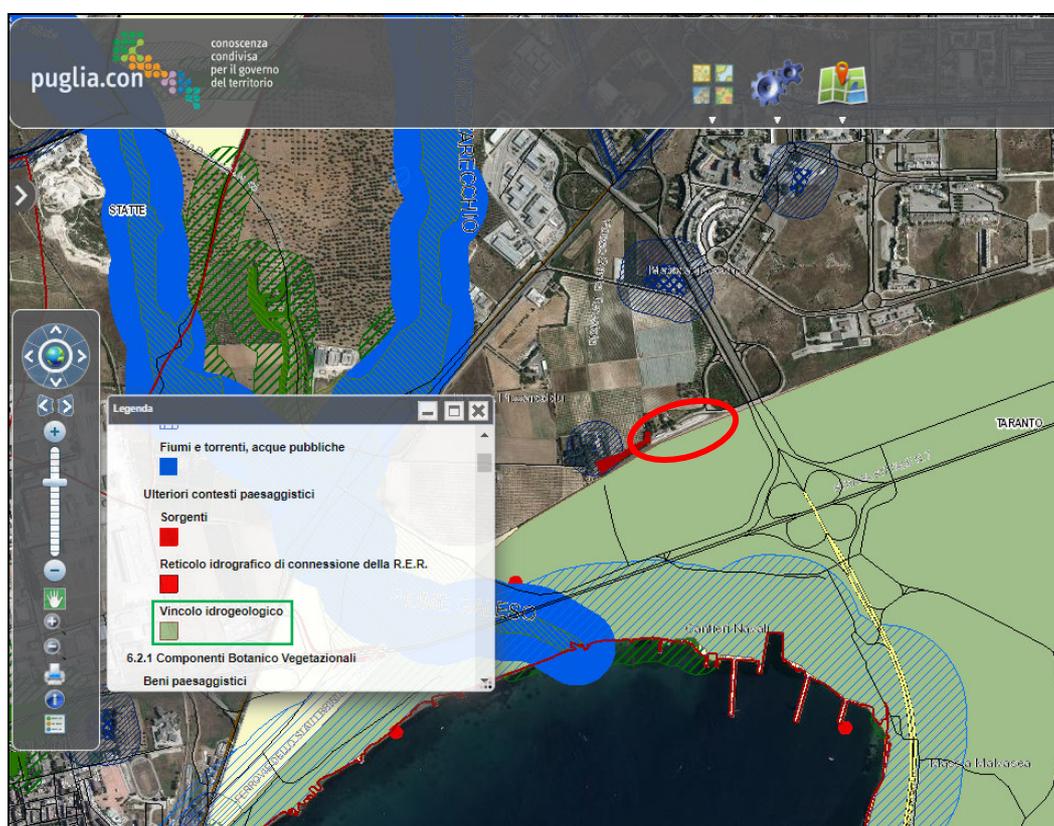


Figura 6-1 Stralcio della Carta del Piano Paesaggistico Territoriale della Regione Puglia (fonte: <http://webapps.sit.puglia.it/freewebapps/PPTRApprovato/index.html>). L'ellisse rossa indica l'area oggetto di intervento.

6.2 Piano di bacino

L'area di studio ricade nel territorio di competenza del **Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale**, individuato con il decreto legislativo 152/2006, ai sensi delle indicazioni della direttiva 2000/60/CE. Tale distretto comprende i bacini idrografici nazionali Liri-Garigliano e Volturno, i bacini interregionali Sele, Sinni e Noce, Bradano, Saccione, Fortore e Biferno, Ofanto, Lao, Trigno ed i **bacini regionali** della Campania, della Puglia, della Basilicata, della Calabria, del Molise.

L'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale, in base alle norme vigenti, ha fatto proprie le attività di pianificazione e programmazione a scala di Bacino e di Distretto idrografico relative alla difesa, tutela, uso e

gestione sostenibile delle risorse suolo e acqua, alla salvaguardia degli aspetti ambientali svolte dalle ex Autorità di Bacino Nazionali, Regionali, Interregionali in base al disposto della ex legge 183/89 e concorre, pertanto, alla difesa, alla tutela e al risanamento del suolo e del sottosuolo, alla tutela quali-quantitativa della risorsa idrica, alla mitigazione del rischio idrogeologico, alla lotta alla desertificazione, alla tutela della fascia costiera ed al risanamento del litorale (in riferimento agli articoli 53, 54 e 65 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i.). La pianificazione di bacino fino ad oggi svolta dalle ex Autorità di Bacino ripresa ed integrata dall’Autorità di Distretto, costituisce riferimento per la programmazione di azioni condivise e partecipate in ambito di governo del territorio a scala di bacino e di distretto idrografico.

6.2.1 Rischio alluvioni

Per quel che riguarda il rischio alluvioni, il Piano di Bacino Stralcio per l’Assetto Idrogeologico (PAI) è stato approvato il 30 novembre 2005 e con Delibere del Comitato Istituzionale del 16 Febbraio 2017 sono state aggiornate le perimetrazioni del PAI consultabili in maniera interattiva tramite il WebGIS dell’AdB Puglia http://93.51.158.165/gis/map_default.phtml.

Per quanto riguarda l’area di studio, in Figura 6-2 si riporta uno stralcio del Piano di Assetto Idrogeologico vigente sul quale sono evidenziate le aree a pericolosità idraulica. Come si evince dalla figura, l’area di progetto non ricade in zone a pericolosità idraulica.

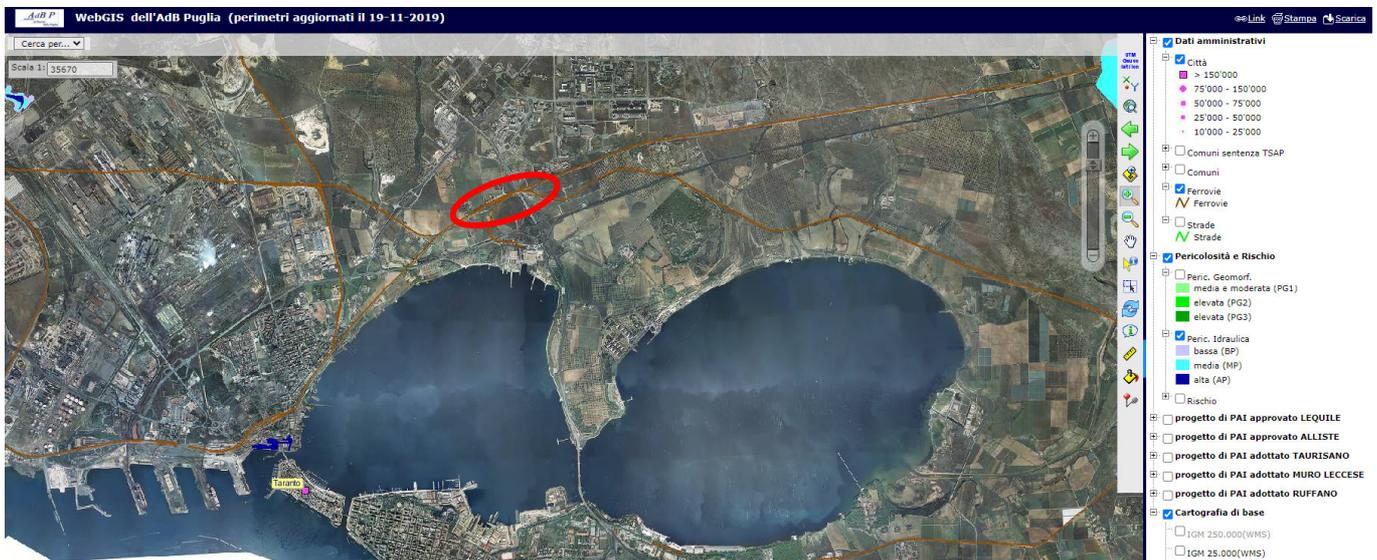


Figura 6-2 Stralcio della Carta della Pericolosità Idraulica. Autorità di Bacino Distrettuale dell’Appennino Meridionale Sede Puglia - “UoM Puglia-Ofanto”.

6.2.2 Rischio frane

Per quel che riguarda il rischio frane, il Piano di Bacino Stralcio per l’Assetto Idrogeologico (PAI) è stato approvato il 30 novembre 2005 e con Delibere del Comitato Istituzionale del 16 Febbraio 2017 sono state aggiornate le perimetrazioni del PAI consultabili in maniera interattiva tramite il WebGIS dell’AdB Puglia http://93.51.158.165/gis/map_default.phtml.

Per quanto riguarda l'area di studio, in Figura 6-3 si riporta uno stralcio del Piano di Assetto Idrogeologico vigente sul quale sono evidenziate le aree a pericolosità geomorfologica. Come si evince dalla figura, l'area di progetto non ricade in zone a pericolosità geomorfologica.

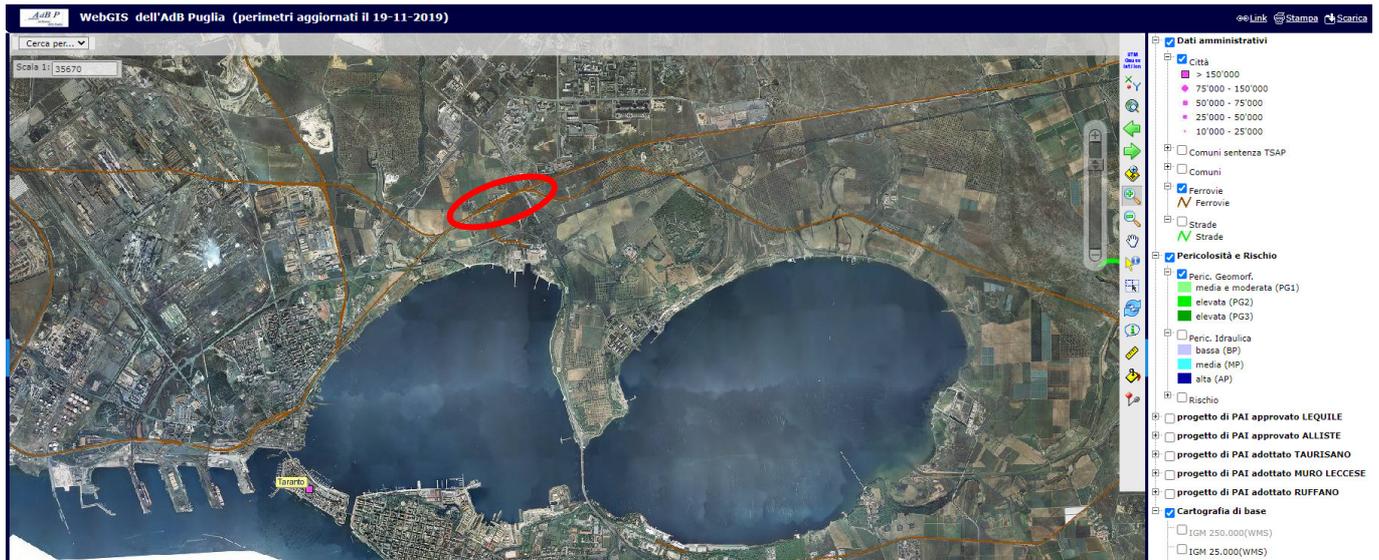


Figura 6-3 Stralcio della Carta della Pericolosità Geomorfologica. Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale Sede Puglia - "UoM Puglia-Ofanto".

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO NUOVA STAZIONE DI TARANTO NASISI – LINEA TARANTO-BRINDISI					
	RELAZIONE GEOLOGICA	COMMESSA IA8E	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV. A

7 INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE

Per una valutazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni affioranti nell'area di progetto, è stata eseguita, nel maggio 2021, una apposita campagna di indagini le cui modalità realizzative e i risultati ottenuti sono riportati in dettaglio nei seguenti elaborati:

- *IA8E00D69SGGE0005001A - Indagini geognostiche e prove in situ;*
- *IA8E00D69PRGE0005001A - Prove geotecniche di laboratorio;*
- *IA8E00D69IGGE0005001A - Indagini geofisiche.*

7.1 Sondaggi geognostici

Nell'ambito della presente progettazione, nel maggio 2021, sono stati eseguiti 2 sondaggi a carotaggio continuo la cui ubicazione è riportata in Figura 7-1. Nella medesima tabella si riporta il livello della falda misurato durante l'esecuzione del sondaggio.



Figura 7-1 Ubicazione dei punti di indagine.

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono state realizzate prove in foro e prelevati campioni di terreno come di seguito elencato e sintetizzato in Tabella 7.1:

- n. 14 prove SPT;

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO NUOVA STAZIONE DI TARANTO NASISI – LINEA TARANTO-BRINDISI					
	RELAZIONE GEOLOGICA	COMMESSA IA8E	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV. A

- n. 7 prove di permeabilità in foro del tipo Lefranc;
- n. 14 campionamenti di terre derivanti dai sondaggi;
- n. 1 installazione di piezometrica del tipo Norton nel sondaggio S1.

Tabella 7.1. Tabella riassuntiva delle prove geognostiche eseguite nella campagna maggio 2021.

Sondaggio	Profondità [m]	Quota [m slm]	Livello falda [m da p.c.]	Allestimento in foro		Prova SPT	Prova di permeabilità	Prelievo campioni
				Tipologia	Filtro [m]			
S1	30.00	15.06	13.80	Piezometro a tubo aperto $\phi=3$ in	10.00÷29.20	7	4	2 - Indisturbati 4 - Rimaneggiati 1 - SPT
S2	30.00	13.94	13.10	-		7	3	2 - Indisturbati 5- Rimaneggiati

7.2 Prove penetrometriche standard (SPT)

Le indagini in sito sono state condotte attraverso prove penetrometriche dinamiche Standard Penetration Test (SPT). Queste prove sono infatti particolarmente significative per le formazioni incoerenti, dalle quali risulta sempre difficile prelevare campioni, e consentono di verificarne il grado di addensamento e lo stato di consistenza.

La prova SPT, consiste nella misura del numero di colpi necessari per l'infissione di un campionatore Raymond sotto i colpi di un maglio della massa di 63.5 kg. La resistenza alla penetrazione è caratterizzata dalla somma del numero di colpi necessari all'avanzamento del secondo e terzo tratto, ognuno da 150 mm:

$$N_{SPT} = N2 + N3$$

In totale sono state eseguite 14 Prove Penetrometriche Standard i cui risultati sono riportati in Tabella 7.II e in Figura 7-2.

Tabella 7.II – Risultati delle prove SPT.

Sondaggio	Profondità SPT [m]	N _{SPT}
S1	2.20	16
	3.70	24
	8.00	34
	11.00	46
	16.00	18
	19.00	57
	24.00	R
S2	1.00	17
	3.00	20
	8.00	23
	12.00	32
	16.5	R

Sondaggio	Profondità SPT [m]	N _{SPT}
	24.00	R
	28.50	R

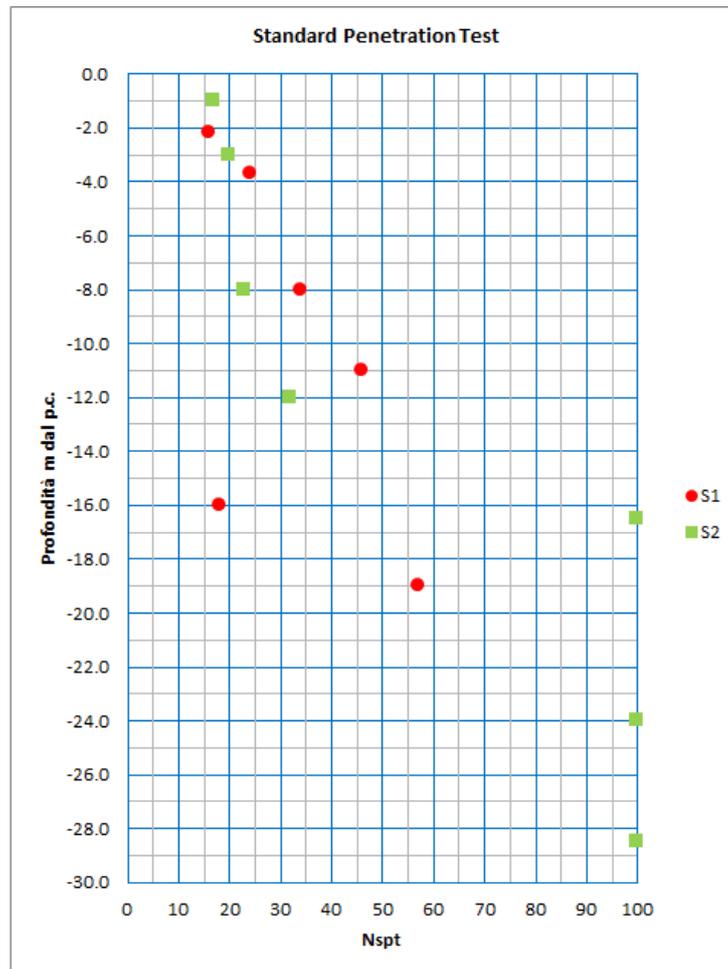


Figura 7-2 Risultati delle prove SPT in relazione alla profondità.

7.3 Prove di permeabilità

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono state eseguite n. 7 prove di permeabilità in foro, tutte di tipo Lefranc a "carico variabile", i cui risultati sono riportati in Tabella 7.III.

Tabella 7.III – Risultati delle prove di permeabilità in foro.

Sondaggio	Prova	Tasca prova [m da p.c]	Permeabilità k
-----------	-------	------------------------	----------------

		da	a	[m/s]
S1	LF1	4.2	3.5	3.47E-09
	LF2	11.8	6.2	6.00E-07
	LF3	19.2	5.3	1.62E-07
	LF4	20.7	21.3	3.50E-08
S2	LF1	4.2	6.0	Ass. Nullo
	LF2	11.7	13.3	7.31E-09
	LF3	22.2	24.0	1.46E-07

7.4 Prove di laboratorio

In ambito ai sondaggi S1 e S2 sono stati complessivamente effettuati n. 14 campionamenti da indisturbati a rimaneggiati. In particolare, in corso di sondaggio sono stati prelevati n. 4 campioni indisturbati (CI) invece al termine dei sondaggi, sono stati prelevati n. 10 campioni rimaneggiati (CR) di cui n. 1 (SPT 5) da SPT; distribuzione e modalità di prelievo dei campioni in questione sono elencate in Tabella 7.IV.

Tabella 7.IV – Campioni prelevati durante l'esecuzione dei sondaggi geognostici

Sondaggio	Campione	Profondità [m]	
		da	a
S1	CR 1	0.90	1.30
	CR 2	2.80	3.20
	CI 1	6.00	6.50
	CR 3	9.00	9.40
	CI 2	12.50	13.10
	SPT 5	16.00	16.45
	CR 4	25.00	25.60
S2	CR 1	1.50	2.00
	CI 1	4.00	4.60
	CR 2	7.00	7.50
	CI 2	11.20	11.80
	CR 3	15.00	15.50
	CR 4	20.00	20.50
	CR 5	27.00	27.50

Le prove di laboratorio sono state effettuate su 12 campioni: in particolare su:

- 4 campione indisturbati;
- 7 campioni rimaneggiati;
- 1 campione prelevato durante la prova SPT

RELAZIONE GEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA8E	00	D 69 RG	GE0001 001	A	22 di 38

Tabella 7.V – Sintesi dei risultati delle prove di laboratorio effettuate sui campioni prelevati dal sondaggio S1.

SONDAGGIO			S1	S1	S1	S1	S1	S1
CAMPIONE			C.R.1	C.R.2	C.I.1	C.R.3	C.I.2	SPT5
QUOTA PRELIEVO			0,90-1,30	2,80-3,20	6,00-6,50	9,00-9,40	12,50-13,00	16,00-16,45
Sigla id.int.			B615 T1	B615 T2	B615 T3	B615 T4	B615 T5	B615 T6
DETERMINAZIONI			u.m.					
MASSA VOLUMICA UMIDA	γ	Mg/m ³	N.D.	1,95	1,97	2,11	1,92	N.D.
MASSA VOLUMICA APP. GRANULI	γ_s	Mg/m ³	2,70	2,68	2,58	2,63	2,64	2,70
UMIDITA'	w	%	9,92	29,06	24,30	19,50	29,30	23,91
LIMITE LIQUIDO	LL	%	N.D.	70	49	59	68	N.D.
INDICE PLASTICO	IP	%	N.D.	45	15	34	18	N.D.
GRANULOMETRIA (ASTM)	Argilla	%	11,42	64,37	46,80	54,61	63,40	13,97
	Limo	%	16,93	32,79	49,70	42,94	31,70	35,20
	Sabbia	%	55,04	2,84	3,50	2,44	4,90	45,13
	Ghiaia	%	16,60	0,00	0,00	0,01	0,00	5,70
	Ciottoli	%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EDOMETRICA*	E (12,5+25)	KPa						
	E (25+50)	KPa						
	E (50+100)	KPa						
	E (100+200)	KPa			10277		11709,00	
	E (200+400)	KPa			12075		14206	
	E (400+800)	KPa			19765		21769	
	E (800+1600)	KPa			29273		30012	
E (1600+3200)	KPa			39580		39429		
TAGLIO DIRETTO	ϕ'	°					23	
	c'	KPa					27	
TRIASSIALE CIU	ϕ'	°			27			
	c'	KPa			9			

* Cv e k alle pg seguenti

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO NUOVA STAZIONE DI TARANTO NASISI – LINEA TARANTO-BRINDISI					
	RELAZIONE GEOLOGICA	COMMESSA IA8E	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV. A

Tabella 7.VI – Sintesi dei risultati delle prove di laboratorio effettuate sui campioni prelevati dal sondaggio S2

SONDAGGIO			S2	S2	S2	S2	S2	S2
CAMPIONE			C.R.1	C.I.1	C.R.2	C.I.2	C.R.3	C.R.5
QUOTA PRELIEVO			1,50-2,00	4,00-4,60	7,00-7,50	11,20-11,80	15,00-15,50	27,00-27,50
Sigla id.int.			B615 T7	B615 T8	B615 T9	B615 T10	B615 T11	B615 T12
DETERMINAZIONI			u.m.					
MASSA VOLUMICA UMIDA	γ	Mg/m ³	1,83	1,86	2,00	1,95	1,85	N.D.
MASSA VOLUMICA APP. GRANULI	γ_s	Mg/m ³	2,69	2,59	2,74	2,60	2,71	2,71
UMIDITA'	w	%	17,36	32,40	26,52	26,00	32,46	7,90
LIMITE LIQUIDO	LL	%	N.D.	81	60	51	68	N.D.
INDICE PLASTICO	IP	%	N.D.	29	35	20	36	N.D.
GRANULOMETRIA (ASTM)	Argilla	%	8,26	71,30	50,52	54,00	26,13	2,98
	Limo	%	20,82	27,80	48,18	39,20	70,37	5,88
	Sabbia	%	53,37	0,90	1,30	6,80	3,50	64,35
	Ghiaia	%	17,56	0,00	0,00	0,00	0,00	26,79
	Ciottoli	%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EDOMETRICA*	E (12,5+25)	KPa						
	E (25+50)	KPa						
	E (50+100)	KPa				7208		
	E (100+200)	KPa		10130		6313		
	E (200+400)	KPa		10483		8380		
	E (400+800)	KPa		13671		13773		
	E (800+1600)	KPa		21880		23414		
E (1600+3200)	KPa		39336		40560			
TAGLIO DIRETTO	ϕ'	°						
	c'	KPa						
TRIASSIALE UU	Cu	KPa		204				
TRIASSIALE CIU	ϕ'	°				25		
	c'	KPa				57		

* Cv e k alle pg seguenti

I risultati completi delle prove di laboratorio effettuate sono riportate nell'Elaborato IA8E00D69PRGE0005001A – Prove geotecniche di laboratorio.

7.5 Indagini geofisiche

Nell'ambito della presente progettazione definitiva, nel mese di maggio 2021, nell'area di Taranto-Nasisi sono state eseguite le seguenti indagini geofisiche (Figura 7-1):

- n. 1 indagine sismica tipo MASW;
- n. 1 indagine HVSR, al fine di ottenere delle misure dirette delle frequenze di risonanza dei terreni sovrastanti il "bedrock".

Il valore calcolato per $H = 30$ m (H spessore delle terre poste al di sopra del substrato di riferimento rigido 800 m/s) è pari per la MASW1 a $V_{s,(eq)} = 335$ m/s; vista la stratigrafia presente ed il profilo di velocità delle onde di taglio, il sito appartiene alla categoria di sottosuolo di fondazione di riferimento "C".

8 MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO

	PROGETTO DEFINITIVO NUOVA STAZIONE DI TARANTO NASISI – LINEA TARANTO-BRINDISI					
	RELAZIONE GEOLOGICA	COMMESSA IA8E	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV. A

In riferimento alle condizioni geologiche dell'area ed alle indagini geognostiche in sito descritte in precedenza, è stato ricostruito il modello stratigrafico di riferimento, riportato nelle seguenti tavole:

- *IA8E00D69G6GE0001001A- Carta e profilo geologico in scala 1:2000;*
- *IA8E00D69G6GE0002001A Carta e profilo idrogeologico in scala 1:2000.*

8.1 Unità litostratigrafiche

Depositi antropici

Unità Terreni di Riporto (TR): terreno di riporto, di spessore variabile da 0.20 a 0.60 m, granulometricamente assimilabile a limo e sabbia ghiaiosa di colore nero con sparsi frammenti di laterizi.

Depositi Plio-Pleistocenici

- Formazione delle Calcareniti di Monte Castiglione
 - Unità Sabbie-Limose (SL): livello di spessore pari a 1.3-1.4 m di sabbia medio fine limosa giallastra con frammenti conchigliari e sparsi frammenti di natura carbonatica; tali unità sono attribuibili alle Formazione delle Calcareniti di Monte Castiglione;
- Formazione delle Argille di Bradano (Argille Subappennine)
 - Unità Argille-Limose (AL): livello di spessore variabile da 12 a 14 m caratterizzato da una composizione prevalentemente argillosa e in subordine limosa, con quantità di sabbia estremamente ridotta, presenza di lenti di composizione limo-argillosa debolmente sabbiosi (LAS);
 - Unità Sabbie Limose-Argillose (SLA): livello di spessore variabile da 3.5 a 4.0 m caratterizzato da una composizione prevalentemente sabbiosa, medio-fine, di natura carbonatica con buona presenza di limi e argille;
 - Unità Sabbie Ghiaiose-Limose (SGL): livello di spessore variabile da 6.0 a 12.0 m, occupano la porzione stratigrafica inferiore. Sono caratterizzati dalla presenza sabbie medio-grosse, di natura carbonatica, presenza di limi e ghiaie arrotondate/sub-arrotondate con elementi carbonatici di diametro compreso tra 2.5÷5 mm. Presenza di lenti di composizione sempre a prevalenza sabbiosa ma debole presenza di limi e argille e con apprezzabile contenuto di ghiaie (SG).

8.2 Caratteristiche idrogeologiche

Sotto l'aspetto idrogeologico, sono stati individuati i seguenti complessi idrogeologici:

- Complesso idrogeologico delle Calcareniti di Monte Castiglione: caratterizzato da materiali permeabili per porosità classificabili come mediamente permeabili e aventi coefficiente di permeabilità compresi tra 10^{-4} e 10^{-5} m/s (Cotecchia, 2014);
- Complesso idrogeologico della Argille del Bradano (Argille Subappennine): caratterizzato da materiali a bassa permeabilità o praticamente impermeabili e aventi coefficiente di permeabilità compresi tra 10^{-7} e 10^{-9} m/s (valori ricavati dalle prove di permeabilità realizzate nell'ambito della presente progettazione, come sotto riportato).

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO NUOVA STAZIONE DI TARANTO NASISI – LINEA TARANTO-BRINDISI					
	RELAZIONE GEOLOGICA	COMMESSA IA8E	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV. A

All'interno dei fori dei sondaggi S1 e S2, sono state eseguite rispettivamente 4 e 3 prove di permeabilità tipo Lefranc a carico variabile.

Tali prove hanno fornito valori di coefficiente di permeabilità k compresi tra 10^{-7} ÷ 10^{-9} (si veda Tabella 7.III) che caratterizzano terreni a bassa permeabilità; in particolare nel sondaggio S2 in corrispondenza di un livello argillo – limoso posto alla profondità di 4.20 m da p.c. si è registrato assorbimento nullo, mentre, in corrispondenza dei livelli aventi maggiore contenuto di sabbia e ghiaia si sono registrati i valori di k più elevati, dell'ordine di 10^{-7} .

Per quel che riguarda la falda, la sua profondità è stata registrata a piezometro installato per il sondaggio S1 e durante l'esecuzione dei sondaggio S2 e i valori sono riportati in Tabella 8.1.

*Tabella 8.1. Tabella riassuntiva delle misure relative al livello della falda. * lettura piezometrica a piezometro installato.*

<i>Sondaggio</i>	<i>Profondità [m]</i>	<i>Profondità falda [m da p.c.]</i>
S1	30	13.80*
S2	30	13.10

9 INQUADRAMENTO SISMICO

9.1 Sorgenti sismogenetiche

La zonazione sismogenetica ZS9 del territorio italiano (Ordinanza PCM 20.03.03 n. 3274) ha definito n.36 zone sismogenetiche, a ciascuna delle quali è stata associata una sorgente sismica rappresentativa del quadro tettonico locale, dimensionandone la magnitudo M_w del terremoto atteso. Sulla base di tale zonazione è stata quindi redatta la pericolosità sismica di base di riferimento per la pianificazione urbanistica e la progettazione. Le zone indicate con una lettera non sono state utilizzate per la classificazione della pericolosità sismica.

L'area di progetto si trova a ridosso della zona n. 926 "Basento" (Figura 9-1), caratterizzata da una Magnitudo di riferimento M_w di 6.14.

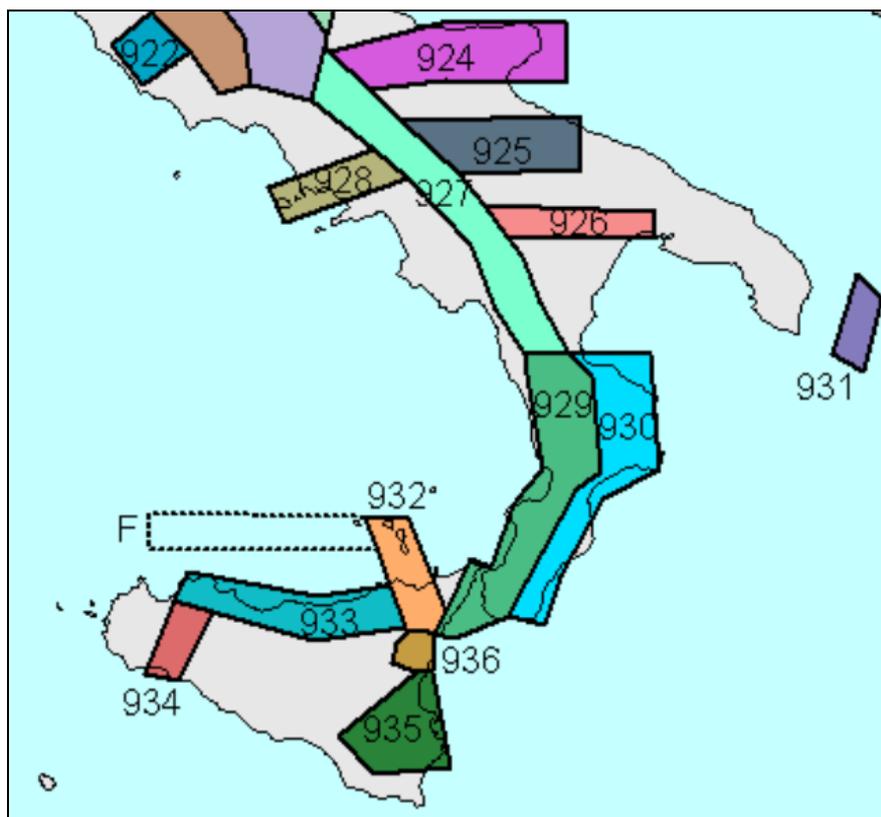


Figura 9-1 Zonazione sismogenetica ZS9 del centro-Sud Italia. Le zone indicate con una lettera non sono state utilizzate per la classificazione della pericolosità sismica

Dall'esame del Database of Individual Seismogenic Sources (DISS version 3 <http://diss.rm.ingv.it/dissmap/dissmap.phtml>), in prossimità della città di Taranto è presente la sorgente sismogenetica composta ITCS005 Baragiano-Palagianello (Figura 9-2), le cui principali informazioni di riferimento sono riportate in Figura 9-3.

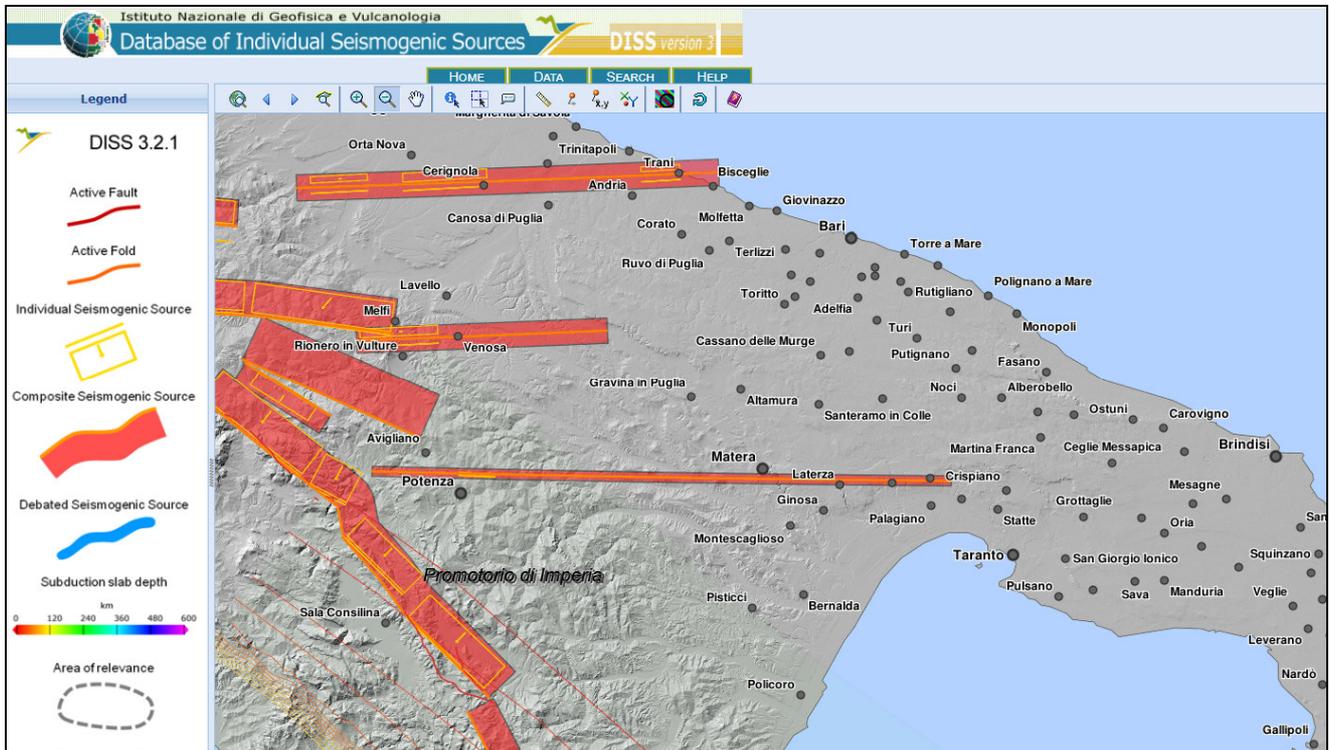


Figura 9-2 Estratto del database delle sorgenti sismiche italiane DISS per la zona in esame DISS version 3 (fonte INGV)

PARAMETRIC INFORMATION

PARAMETER	QUALITY	EVIDENCE	
Min depth [km]	13.0	OD	Derived from seismological data.
Max depth [km]	22.0	OD	Derived from seismological data.
Strike [deg] min... max	80...100	LD	Based on focal mechanisms.
Dip [deg] min... max	80...90	LD	Based on focal mechanisms.
Rake [deg] min... max	170...190	LD	Based on focal mechanisms.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.1...0.5	EJ	Unknown, values assumed from geodynamic constraints.
Max Magnitude [Mw]	5.8	OD	Derived from maximum magnitude of associated individual source(s).

LD=LITERATURE DATA; OD=ORIGINAL DATA; ER=EMPIRICAL RELATIONSHIP; AR=ANALYTICAL RELATIONSHIP; EJ=EXPERT JUDGEMENT;

Figura 9-3 Quadro riassuntivo della sorgente sismogenetica composta ITCS005 Baragiano-Palagianello.

9.2 Sismicità storica

La storia sismica del comune di Taranto è illustrata in Figura 9-4 in termini di intensità MCS, dove sono riportati i dati del database CPTI15 – DBMI15 (Rovida A. et alii, 2019).

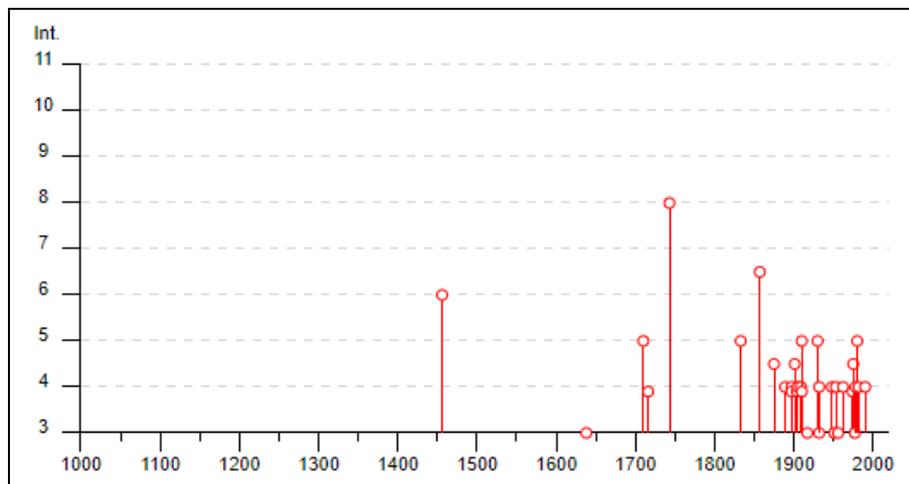
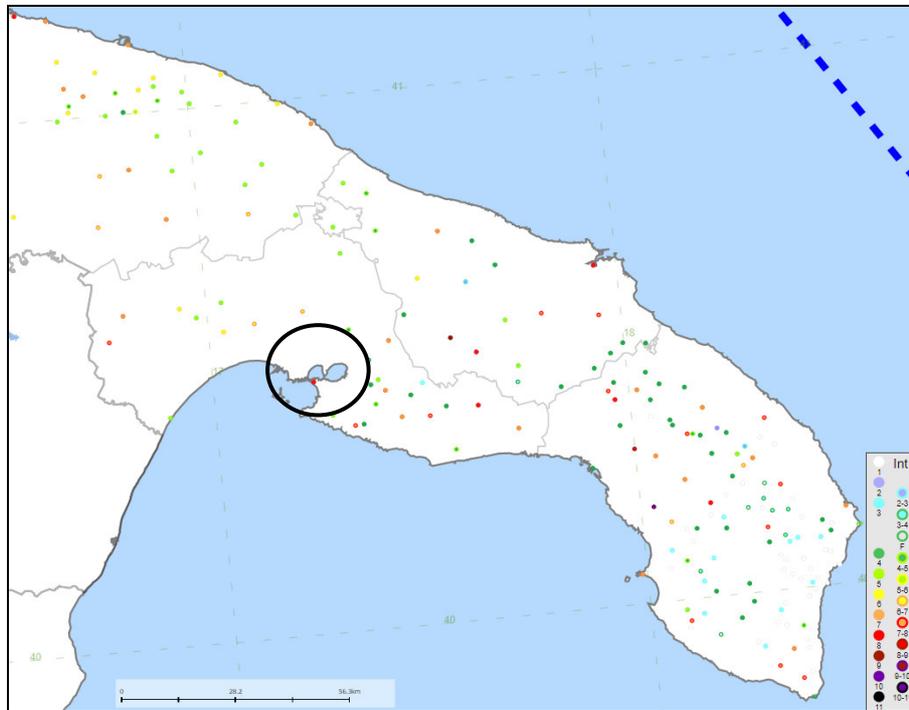


Figura 9-4 Mappa sismicità storica del Comune di Taranto

9.3 Pericolosità sismica di base ai sensi del DM 17.01.2018

La Figura 9-5 riporta la mappa della pericolosità sismica di base in condizione di campo libero (senza manufatti) per substrato rigido (categoria tipo A) e piano campagna orizzontale (categoria T1), tratta dal sito <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>) dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia INGV.

	PROGETTO DEFINITIVO NUOVA STAZIONE DI TARANTO NASISI – LINEA TARANTO-BRINDISI					
	RELAZIONE GEOLOGICA	COMMESSA IA8E	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV. A

Il valore della accelerazione di riferimento è $a_g = 0.75 - 0.100$ (g) ed è stimata al 50° percentile per un evento sismico con probabilità di accadimento del 10 % in 50 anni.



Modello di pericolosità sismica MPS04-S1

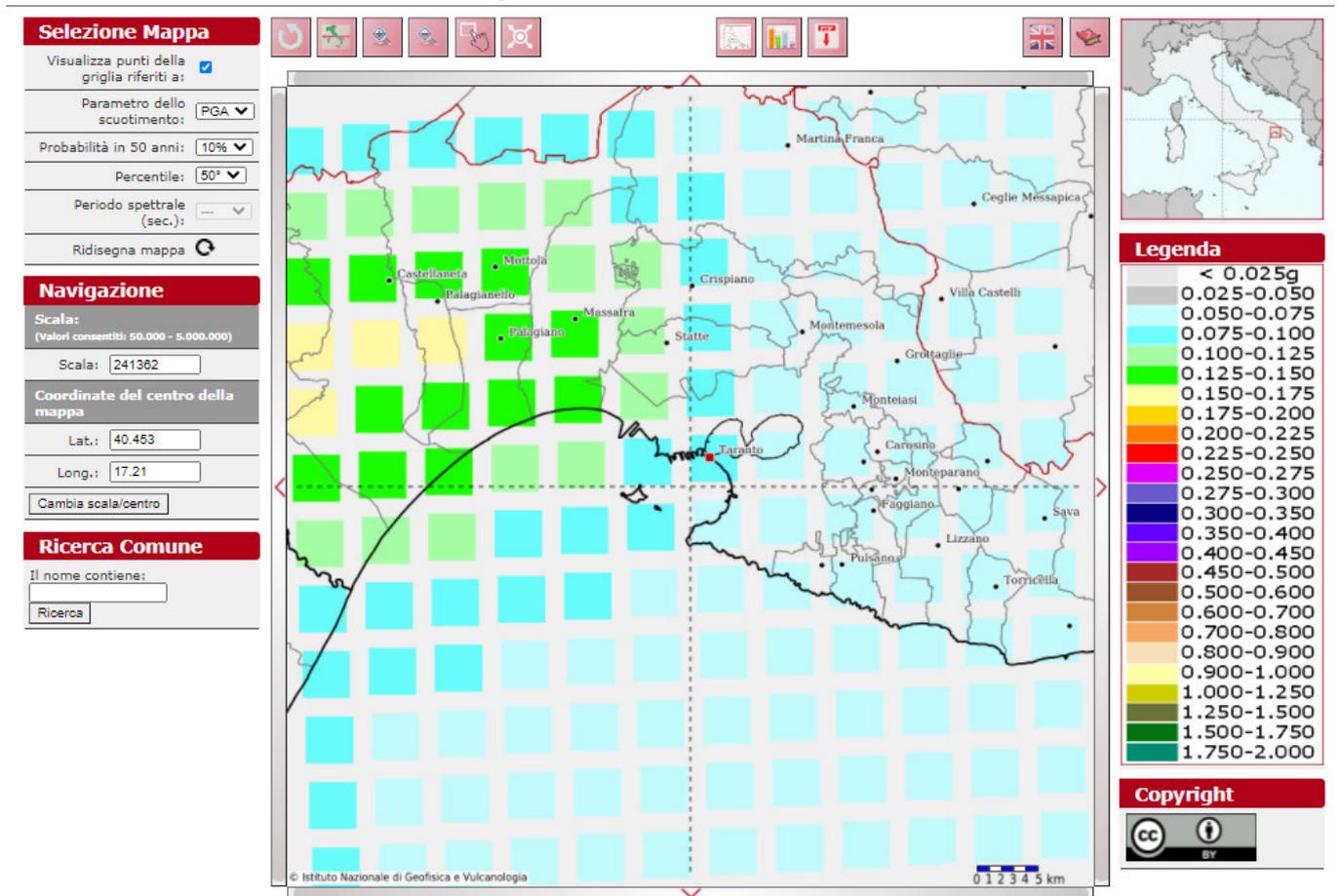


Figura 9-5 Mappa della pericolosità sismica dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia INGV (fonte <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>)

In Tabella 9.1 vengono forniti, per periodi di ritorno TR di 30 anni, 50 anni, 72 anni, 101 anni, 140 anni, 201 anni, 475 anni, 975 anni, 2475 anni, i valori dei parametri a_g , F_0 e T_C^* da utilizzare per definire l'azione sismica nei diversi stati limite considerati secondo la normativa vigente (NTC2018).

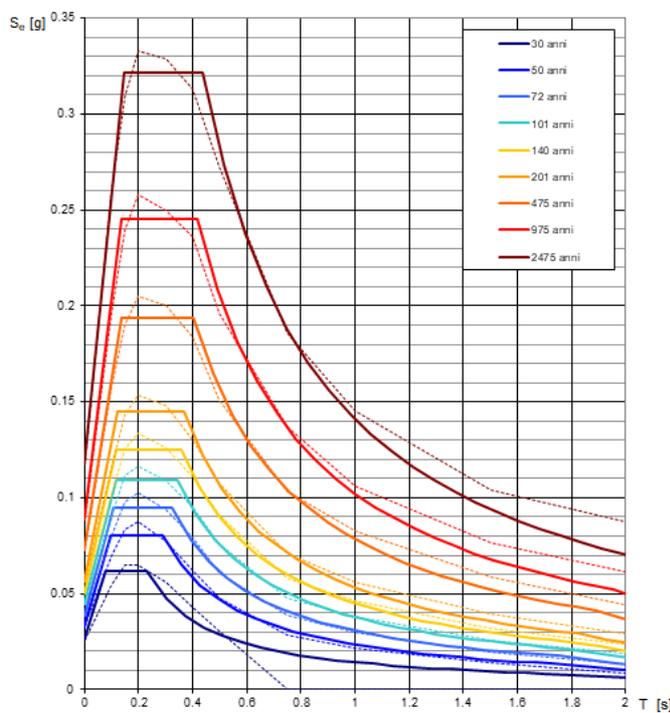
Nel dettaglio:

- a_g = accelerazione orizzontale massima al sito su suolo tipo A;
- 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.

Tabella 9.1. Valori dei parametri a_g , F_0 e T_c^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento.

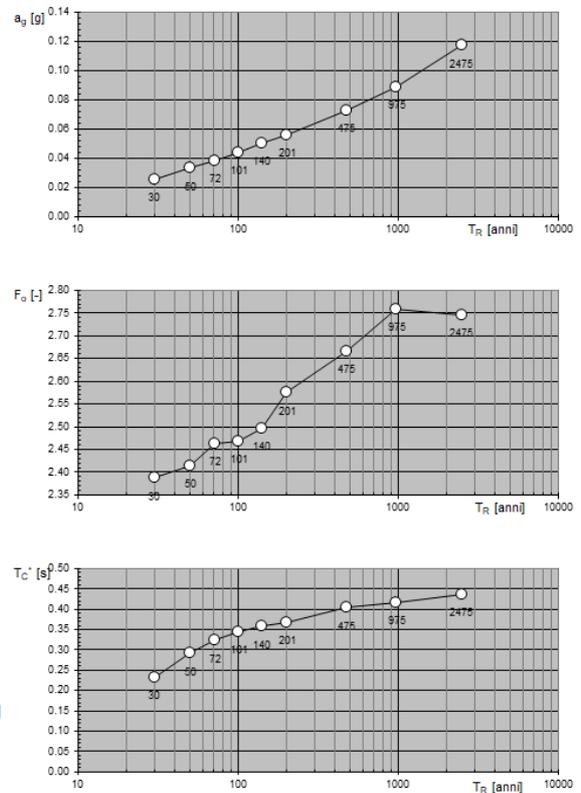
TR [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [s]
30	0.026	2.387	0.233
50	0.033	2.414	0.292
72	0.038	2.464	0.323
101	0.044	2.468	0.346
140	0.050	2.497	0.358
201	0.056	2.575	0.369
475	0.073	2.667	0.404
975	0.089	2.759	0.417
2475	0.117	2.747	0.438

Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento



NOTA:
Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

Valori dei parametri a_g , F_0 , T_c^* : variabilità col periodo di ritorno T_R



Per quel che riguarda gli edifici oggetto della presente progettazione la loro vita nominale (V_n), la loro classe d'uso (e relativo coefficiente C_u) ed il loro periodo di riferimento per la costruzione (V_r) sono di seguito riassunti:

- fabbricato tecnologico: $V_n = 50$, $C_u = 2$ (classe d'uso IV), $V_r = 100$ anni.
- altre strutture: $V_n = 50$, $C_u = 1.5$ (classe d'uso III), $V_r = 75$ anni.

In base a tali valori sono stati determinati i valori dei periodi di ritorno corrispondenti alle probabilità di superamento per i quattro stati limite previsti dalle NTC18. I dati in uscita in questa fase rappresentano una selezione effettuata sui dati ottenuti nella fase precedente in corrispondenza dei valori previsti per il periodo di ritorno dei quattro stati limite considerati e sono riportati in Tabella 9.2 (Fabbricato tecnologico) e in Tabella 9.3 (Altre strutture).

Tabella 9.2. Fabbricato tecnologico: valori dei parametri a_g , F_0 e T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento associati a ciascun Stato Limite

STATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
SLO	60	0.036	2.439	0.307
SLD	101	0.044	2.468	0.345
SLV	949	0.088	2.756	0.417
SLC	1950	0.109	2.750	0.433

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite

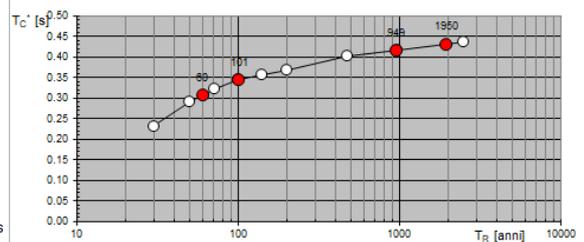
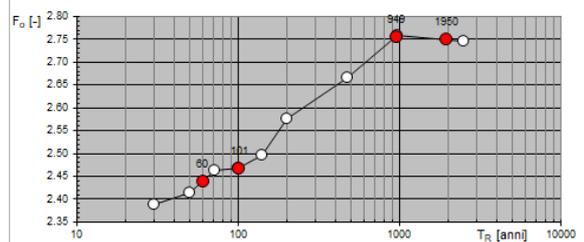
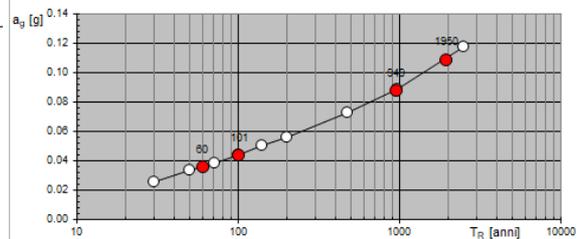
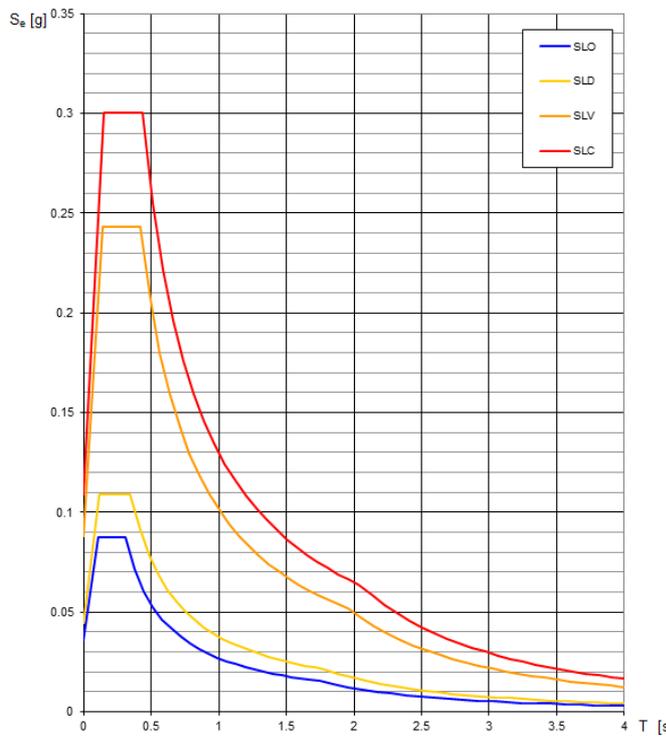
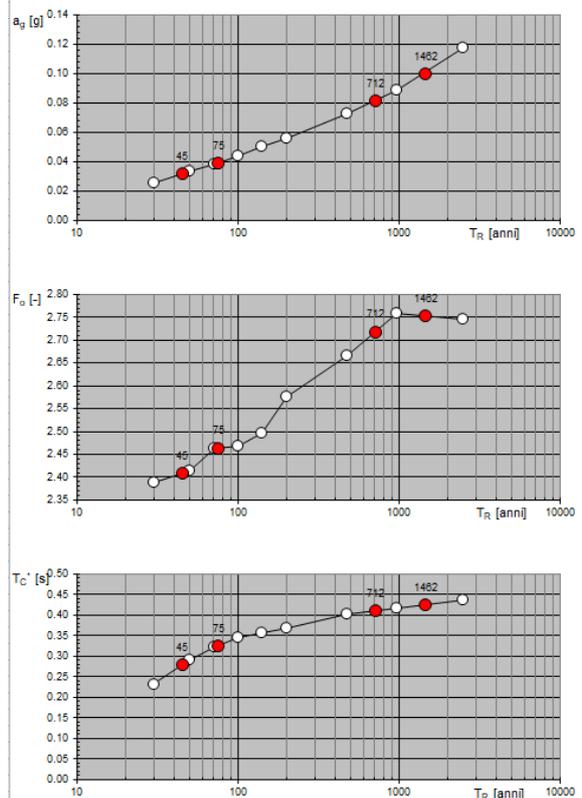
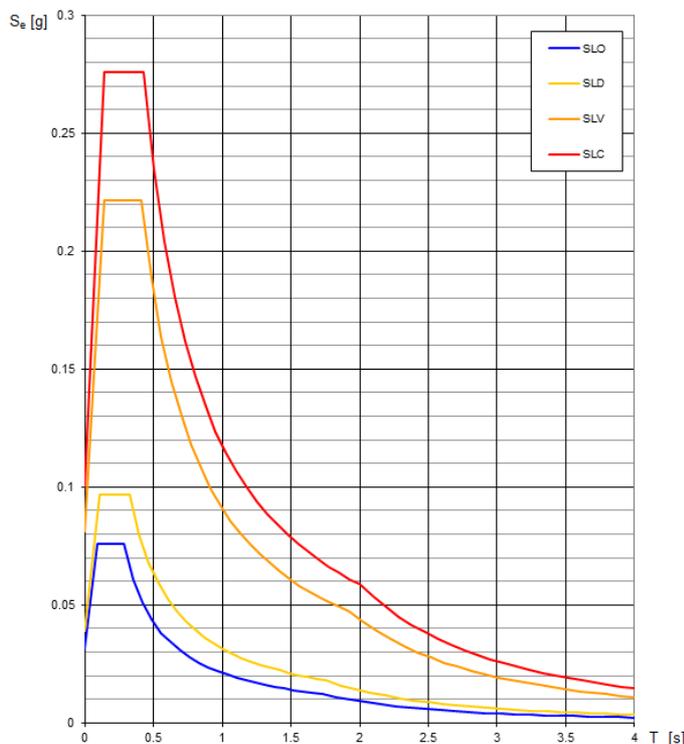


Tabella 9.3. Altre strutture: valori dei parametri a_g , F_0 e T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento associati a ciascun Stato Limite

STATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
SLO	45	0.032	2.408	0.279
SLD	75	0.039	2.464	0.326
SLV	712	0.081	2.719	0.411
SLC	1462	0.100	2.754	0.426

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



Per quel che attiene la Risposta Sismica Locale essa deriva dalla pericolosità sismica di base e tiene conto delle amplificazioni di origine stratigrafica e topografica. In particolare, per il sito in esame i terreni appartengono alla categoria di suolo C (vedi Paragrafo 9.4), mentre per la categoria di sottosuolo il sito in oggetto può essere classificato di categoria T1, caratterizzata da un coefficiente di amplificazione topografica $ST = 1,0$ (vedi Paragrafo 9.5).

I parametri sismici - ottenuti con l'impiego del software Spettri-NTCver.1.0.3.xls, CSLLPP (2009) -, legati alle caratteristiche stratigrafiche e topografiche del sito, nonché della vita nominale delle opere e della loro classe d'uso, relativi sia agli Stati Limite di esercizio che sia agli Stati Limiti ultimi, sono riportati, per il fabbricato tecnologico in Tabella 9.4, per gli altri fabbricati in Tabella 9.5.

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO NUOVA STAZIONE DI TARANTO NASISI – LINEA TARANTO-BRINDISI					
	RELAZIONE GEOLOGICA	COMMESSA IA8E	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV. A

Tabella 9.4. *Fabbricato tecnologico.: valori di a_g (accelerazione orizzontale massima su sito rigido e superficie topografica orizzontale), dei coefficienti di sito S ($ST=1$) e accelerazione di progetto a_{max} per gli stati limite di riferimento.*

STATO LIMITE	TR [anni]	a_g [g]	Categoria di suolo C	
			S [-]	a_{max} [g]
SLO	60	0.036	1.50	0.05
SLD	101	0.044	1.50	0.07
SLV	949	0.088	1.50	0.13
SLC	1950	0.109	1.50	0.16

Tabella 9.5. *Altre strutture: valori di a_g (accelerazione orizzontale massima su sito rigido e superficie topografica orizzontale), dei coefficienti di sito S ($ST=1$) e accelerazione di progetto a_{max} per gli stati limite di riferimento.*

STATO LIMITE	TR [anni]	a_g [g]	Categoria di suolo C	
			S [-]	a_{max} [g]
SLO	45	0.032	1.50	0.05
SLD	75	0.039	1.50	0.06
SLV	712	0.081	1.50	0.12
SLC	1462	0.100	1.50	0.15

9.4 Categoria di sottosuolo

Il D.M. 17/01/2018 (Norme Tecniche per le Costruzioni) disciplina la progettazione e la costruzione di nuovi edifici soggetti ad azioni sismiche, oltre alla valutazione della sicurezza e degli interventi di adeguamento su edifici esistenti soggetti al medesimo tipo di azioni.

La definizione dell'azione sismica a cui gli edifici sono soggetti è legata alla determinazione di alcuni fattori importanti per l'edificio stesso, tra i quali la classificazione del suolo di fondazione su cui l'edificio verrà costruito.

$V_{s,eq}$ è la velocità media di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio e viene calcolata con la seguente espressione:

$$V_{s,eq} = \frac{h}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_i}}$$

- h_i = spessore (in m);
- V_i = velocità delle onde di taglio dello strato "i-esimo", per un totale di N strati presenti nei 30 m superiori;
- N = numero di strati.

La normativa, al capitolo 3.2.2, cita: "Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO NUOVA STAZIONE DI TARANTO NASISI – LINEA TARANTO-BRINDISI					
	RELAZIONE GEOLOGICA	COMMESSA IA8E	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV. A

categorie definite nella **Tab. 3.2.II**, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s .”

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l’utilizzo dell’approccio semplificato.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Le prove MASW eseguite nell’area di Taranto-Nasisi hanno permesso di classificare secondo il D.M. 17/01/2018 e successive modifiche i terreni interessati dalle indagini.

Per quanto riguarda la zona indagata i terreni appartengono alla categoria di suolo C.

9.5 Condizioni topografiche

Per quanto concerne le caratteristiche della superficie topografica, essendo le aree in oggetto localizzate in ambito di pianura e non essendovi particolari emergenze topografiche che possano dar luogo ad effetti di amplificazione sismica locale, le morfologie possono essere ricondotte ad una delle configurazioni superficiali semplici previste nel D.M. 17/01/2018 in Tabella 3.2.III.

Tab. 3.2.III – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	<i>Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$</i>
T2	<i>Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$</i>
T3	<i>Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$</i>
T4	<i>Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$</i>

In particolare, il sito in oggetto può essere classificato di categoria T1, “Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ ”, caratterizzata da un coefficiente di amplificazione topografica $ST = 1,0$.

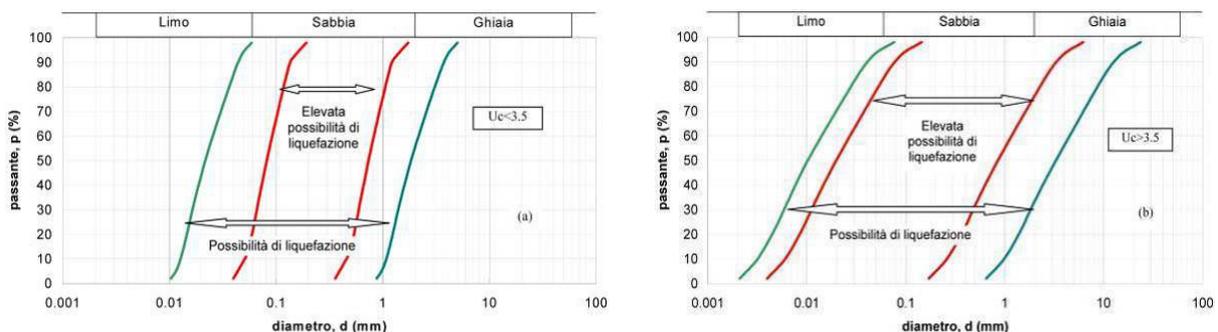
10 ANALISI RISCHIO LIQUEFAZIONE

La liquefazione è un particolare processo che causa la temporanea perdita di resistenza di un sedimento che si trova al di sotto del livello di falda, portandolo a comportarsi come un fluido viscoso a causa di un aumento della pressione neutra e di una riduzione della pressione efficace (Riga 2007). Tale fenomeno avviene, cioè, quando la pressione dei pori aumenta fino ad eguagliare la pressione inter-granulare.

L'incremento di pressione neutra è causato, principalmente, dalla progressiva diminuzione di volume che si registra in un materiale granulare poco addensato soggetto alle azioni cicliche di un sisma. Ovviamente, per quanto detto in precedenza, sono suscettibili di liquefazione terreni granulari, da poco a mediamente addensati, aventi granulometria compresa tra le sabbie ed i limi, con contenuto in fine piuttosto basso. Tali terreni devono essere altresì posti al di sotto del livello di falda e a profondità relativamente basse, generalmente inferiori ai 15 m dal p.c..

L'attuale normativa vigente in materia di costruzioni edilizie (NTC2018 - par. 7.11.3.4.2) prevede che la verifica alla liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti condizioni:

- 1) accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0.1 g;
- 2) profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal p.c., per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- 3) depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$, dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- 4) distribuzione granulometrica esterna ai fusi granulometrici indicati da normativa, distinti in funzione del coefficiente di uniformità U_c



Pertanto, in relazione a quanto previsto dall'NTC 2018, sono state condotte una serie di analisi puntuali volte a verificare tutte le condizioni predisponenti elencate in precedenza, al fine di determinare la possibile suscettività a liquefazione dei terreni interessati dalle opere in progetto.

Le accelerazioni massime attese al piano campagna, in condizioni di campo libero, risultano comprese tra 0.075 e 0.100 g (cfr. Figura 9-5).

	PROGETTO DEFINITIVO NUOVA STAZIONE DI TARANTO NASISI – LINEA TARANTO-BRINDISI					
RELAZIONE GEOLOGICA	COMMESSA IA8E	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV. A	FOGLIO 36 di 38

Per quanto concerne il livello di falda, ci si basa sui dati disponibili riportati in Tabella 8.1. Tali dati hanno evidenziato la presenza di una falda freatica, posta a quota 13.8 m dal p.c.

Le curve granulometriche dei campioni prelevati ad una profondità max di 15-20 m, evidenziano la presenza di litologie prevalentemente argilloso limose con un passante al setaccio ASTM n. 200 (0.074 mm) superiore al 60%. La frazione sabbiosa (ASTM 0.075 mm÷4.75 mm), risulta compresa fra l'1% e il 7%.

Il fenomeno della liquefazione, connesso alla presenza nel sottosuolo di sabbie monogranulari sature, può dunque essere ritenuto trascurabile.

	PROGETTO DEFINITIVO NUOVA STAZIONE DI TARANTO NASISI – LINEA TARANTO-BRINDISI					
RELAZIONE GEOLOGICA	COMMESSA IA8E	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV. A	FOGLIO 37 di 38

11 CONCLUSIONI

La presente relazione illustra e riassume i risultati dello studio geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico eseguito a supporto della progettazione definitiva delle opere relative alla realizzazione di una nuova stazione, con relativo nuovo PRG e ACC, nell'ambito dell'attuale impianto di Nasisi, in comune di Taranto, che è collocato sulla linea ferroviaria RFI Taranto – Brindisi.

L'area di studio si colloca nell'ambito dei depositi Plio-Pleistocenici dell'avanfossa adriatica meridionale (Fossa Bradanica), costituita da una vasta depressione interposta tra la dorsale appenninica ed i rilievi dell'avampaese apulo ove affiorano rocce clastiche di potenza apprezzabile.

Per quanto riguarda gli aspetti idrogeologici, nell'area di interesse è presente un acquifero di pianura che si attesta all'interno delle porzioni più permeabili dei depositi plio-pleistocenici.

L'area di studio, e il suo intorno significativo, non è inserita nelle fasce a “rischio frana” e “rischio alluvioni” definite negli elaborati del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) vigente, mentre la porzione a sud di tale area ricade nell'ambito del vincolo idrogeologico (R.D.L. 3267/23).

A partire dalle indagini disponibili, dalle osservazioni svolte e dalla cartografia tecnica di riferimento, è stato ricostruito il modello del sottosuolo nei primi 30 m che prevede, al di sotto di uno spessore di circa 60 cm di terreni di riporto, la presenza di uno strato dello spessore di circa 1.4 m di sabbie limose a cui fa seguito un potente strato di materiali prevalentemente limo-argillosi dello spessore variabile da 12 a 14 m. Completa il quadro uno strato di Sabbie aventi composizione variabile di Limo e Ghiaia e dello spessore variabile da 3.5 a 4.0 m, il primo (limoso), e da 6.0 a 12.0 m, il secondo (ghiaioso).

Sotto l'aspetto idrogeologico, sono stati individuati due complessi idrogeologici; il primo, caratterizzato da materiali permeabili per porosità classificabili come mediamente permeabili e aventi coefficiente di permeabilità compresi tra 10^{-4} e 10^{-5} m/s, il secondo, caratterizzato da materiali a bassa permeabilità o praticamente impermeabili e aventi coefficiente di permeabilità compresi tra 10^{-7} e 10^{-9} m/s.

Per quanto concerne la classificazione sismica, in riferimento al D.M. 17/01/2018, sulla base delle prove sismiche effettuate, l'area studio è caratterizzata da una categoria di sottosuolo “C”.

Il fenomeno della liquefazione è connesso alla presenza nel sottosuolo di sabbie monogranulari sature che, in caso di sisma, si comportano in pratica come un fluido piuttosto che come un solido. La presenza di litologie argilloso limose con una componente sabbiosa mai superiore al 21% entro i primi 20 m da p.c., porta ad escludere tale fenomeno.

Sulla base delle valutazioni preliminari condotte, in relazioni ai luoghi esaminati, non si ipotizzano particolari criticità e problematiche di tipo geologico in riferimento alle opere a progetto da eseguire, inoltre le opere in progetto non comporteranno significative variazioni alle attuali condizioni geomorfologiche ed idrogeologiche dell'area in esame.

	PROGETTO DEFINITIVO NUOVA STAZIONE DI TARANTO NASISI – LINEA TARANTO-BRINDISI					
	RELAZIONE GEOLOGICA	COMMESSA IA8E	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV. A

12 BIBLIOGRAFIA

Bosellini A., Morsilli M. (2001) - Il Promontorio del Gargano: cenni di geologia e itinerari geologici. Quaderni del Parco Nazionale del Gargano Ed. Claudio Grenzi.

Ciaranfi N., Pieri P., Ricchetti G. (1988) - Note alla carta Geologica delle Murge e del Salento (Puglia centromeridionale). Mem. Soc. Geol. It., 41

Ciaranfi N., Marino M., Sabato L., D'alessandro A., De Rosa R. (1996) - Studio geologico stratigrafico di una successione infra e mesopleistocenica nella parte sudoccidentale della Fossa Bradanica (Montalbano Ionico, Basilicata). Boll. Soc. Geol. It., 115.

Cotecchia V. (2014): Le Acque Sotterranee e l'intrusione marina in Puglia. Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia. Vol. 92/2014

Lazzari M. (2008) - Il comportamento tettonico e sedimentario del bacino d'avanfossa Bradanica durante il Pleistocene inferiore. Mem. Descr. Carta Geol. d'It. LXXVII (2008), pp. 61 – 76, figg. 13

Martinis B., Robba E. (1971) – Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000. Foglio 2020 – Taranto. Servizio Geologico d'Italia.

Pieri P., Festa V., Moretti M., Tropeano M. (1997) - Quaternary tectonic activity of the Murge area (Apulian foreland-Southern Italy) Annali di Geofisica, Vol. XL, n°5.

Reina A., Buttiglione L. (2005) - Tecniche geologiche tradizionali nella ricerca di nuovi giacimenti di pietre ornamentali in Puglia. Geologi e Territorio – Ordine dei Geologi della Regione Puglia n° 1/2 - pagg. 29-40.

Ricchetti G. (1980) - Contributo alla conoscenza strutturale della Fossa Bradanica e delle Murge. Boll. Soc. Geol. It., 99.

Tropeano M. (1994) - Caratteri deposizionali della Calcarenite di gravina (Pliocene superiore - Pleistocene inferiore) sul bordo orientale della Fossa Bradanica nell'area di Matera. In: Guida alle escursioni del 77° Congresso della Soc. Geol. It., Bari, Quaderni della Biblioteca Provinciale di Matera, 15