

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



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

PROGETTO DEFINITIVO

NODO INTERMODALE DI BRINDISI
INFRASTRUTTURA DI COLLEGAMENTO DELL'AREA INDUSTRIALE
RETRO-PORTUALE DI BRINDISI CON INFRASTRUTTURA FERROVIARIA
NAZIONALE

GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E IDROGEOLOGIA

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA

SCALA:

-

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

I A 7 L 0 1 D 6 9 R G G E 0 0 0 1 0 0 2 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	S. Ferro	Maggio 2020	S. Giugliano	Maggio 2020	T. Paoletti	Maggio 2020	M. Comedini Gennaio 2021
B	Emissione esecutiva	S. Ferro	Gennaio 2021	S. Giugliano	Gennaio 2021	T. Paoletti	Gennaio 2021	

File: IA7L01D69RGGE0001002B.doc

n. Elab.:

INDICE

1	PREMESSA	4
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	6
2.1	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	6
3	INDAGINI GEOGNOSTICHE DI RIFERIMENTO	7
3.1	INDAGINI GEOGNOSTICHE	7
3.2	PROSPEZIONI GEOFISICHE	9
4	INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE	11
5	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO ED IDROGRAFIA	13
6	ASSETTO GEOLOGICO-STRATIGRAFICO	14
7	IDROGEOLOGIA	17
7.1	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO GENERALE	17
7.2	CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA DEI TERRENI E DELLE UNITÀ GEOLOGICHE	18
7.3	COMPLESSI IDROGEOLOGICI	21
7.3.1	<i>Complesso idrogeologico sabbioso limoso argilloso (SLA)</i>	21
7.3.2	<i>Complesso sabbioso limoso e calcarenitico (SLC)</i>	21
7.3.3	<i>Complesso idrogeologico argilloso-marnoso (AGM)</i>	22
7.3.4	<i>Complesso idrogeologico calcarenitico (CAL)</i>	22
7.4	MONITORAGGIO PIEZOMETRICO	22
8	VALUTAZIONE RISCHI	24
8.1	RISCHIO GEOLOGICO	24
8.2	RISCHIO GEOMORFOLOGICO	24
8.3	RISCHIO IDROGEOLOGICO	25
9	MODELLO GEOLOGICO LOCALE	26

10	ELEMENTI DI SISMICITÀ	28
10.1	CLASSIFICAZIONE SISMICA	28
10.2	SISMICITÀ STORICA	29
10.3	PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE	30
10.4	SORGENTI SISMOGENETICHE E FAGLIE CAPACI.....	34
10.5	MAGNITUDO DI RIFERIMENTO	36
10.6	VITA NOMINALE E CLASSE D'USO	37
10.7	DISAGGREGAZIONE DEL TERREMOTO DI PROGETTO	38
11	PARAMETRI PER LA DETERMINAZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI RIFERIMENTO	41
11.1	CATEGORIA DI SUOLO.....	41
11.2	CONDIZIONI TOPOGRAFICHE	41
12	ANALISI DEL RISCHIO DI LIQUEFAZIONE	43
13	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	45

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	NODO INTERMODALE DI BRINDISI INFRASTRUTTURA DI COLLEGAMENTO DELL'AREA INDUSTRIALE RETRO-PORTUALE DI BRINDISI CON INFRASTRUTTURA FERROVIARIA NAZIONALE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA IA7L	LOTTO 01 D 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE0001 002	REV. B

1 PREMESSA

La presente relazione illustra e riassume i risultati dello studio geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico eseguito a supporto della progettazione definitiva per la realizzazione di un nuovo collegamento ferroviario tra l'area industriale retro-portuale di Brindisi e la linea ferroviaria nazionale Brindisi-Lecce. L'area di intervento risulta interamente collocata all'interno del territorio comunale di Brindisi (Figura 1).

La presente relazione e gli elaborati cartografici ad essa allegati contengono la sintesi dello studio effettuato, basato sulle informazioni attualmente disponibili derivanti sia da fonti bibliografiche, sia da studi pregressi, sia dall'esito delle indagini geognostiche e geofisiche appositamente realizzate a supporto della presente fase progettuale.

Di seguito si chiariscono pertanto gli aspetti connessi con lo scenario naturale relativamente alla componente geologica in cui si colloca il settore di studio e si affrontano gli elementi ritenuti critici dal punto di vista geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico, fornendo un quadro d'insieme adeguato all'attuale progetto.

Le informazioni di carattere geologico, geomorfologico ed idrogeologico dell'area indagata sono state sintetizzate negli elaborati riportati nella seguente Tabella 1, che costituiscono parte integrante della presente relazione.

Tabella 1. Elenco degli elaborati dello studio geologico.

Codifica elaborato	Descrizione elaborato	Scala
IA7L01D69NZGE0001002A	Carta geologica-geomorfologica e profilo geologico	1:5000/500
IA7L01D69NZGE0002002A	Carta idrogeologica e profilo idrogeologico	1:5000/500
IA7L01D69NZGE0001003A	Carta geologica-geomorfologica e profilo geologico canale IN11, canale IN12 e vasca IN08	1:2000/200
IA7L01D69NZGE0002003A	Carta idrogeologica e profilo idrogeologico canale IN11, canale IN12 e vasca IN08	1:2000/200



Figura 1. Individuazione delle opere in progetto (in rosso) su foto aerea Google Earth – scala grafica.

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>NODO INTERMODALE DI BRINDISI INFRASTRUTTURA DI COLLEGAMENTO DELL'AREA INDUSTRIALE RETRO-PORTUALE DI BRINDISI CON INFRASTRUTTURA FERROVIARIA NAZIONALE PROGETTO DEFINITIVO</p>												
<p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IA7L</td> <td>01 D 69</td> <td>RG</td> <td>GE0001 002</td> <td>B</td> <td>6 di 45</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IA7L	01 D 69	RG	GE0001 002	B	6 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IA7L	01 D 69	RG	GE0001 002	B	6 di 45								

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

- 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".
- D.G.R. 02/03/2004 n.153 – Individuazione delle zone sismiche del territorio regionale e delle tipologie di edifici ed opere strategici e rilevanti - Approvazione del programma temporale e delle indicazioni per le verifiche tecniche da effettuarsi sugli stessi.
- D.M. 17/01/2018, Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”.
- Circolare 21/01/2019 n.7 - Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”.
- Autorità Interregionale di Bacino della Puglia – Piano di Bacino Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico (PAI), adottato dal Comitato Istituzionale il 15/12/2004 ed approvato dallo stesso con delibera n.39 del 30/11/2005.
- Piano di Tutela delle Acque (PTA) della Regione Puglia, adottato con D.G.R. 19/06/2007 n.883 la Regione Puglia e ss.mm.ii..

2.1 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

- Sondaggi e stratigrafie (cod. elab. IA7L00D69SGGE0005001A);
- Prove MASW ed HVSR (cod. elab. IA7L00D69IGGE0005001A);
- Prove Down-Hole ed HVSR (cod. elab. IA7L00D96IGGE0005002A);
- Prove di laboratorio (cod. elab. IA7L00D69PRGE0005001A).

3 INDAGINI GEOGNOSTICHE DI RIFERIMENTO

3.1 INDAGINI GEOGNOSTICHE

A supporto della corrente fase progettuale sono stati eseguiti n.8 sondaggi stratigrafici a carotaggio continuo spinti a profondità comprese tra 30 m e 50 m dal piano di campagna ed ubicati, rispetto al tracciato in progetto, così come riportato nella successiva Figura 2.

Si rimanda in ogni caso elaborati cartografici prodotti a corredo dello studio per una migliore definizione dell'ubicazione delle indagini geognostiche.



Figura 2. Ubicazione indagini geognostiche su foto aerea Google Earth con localizzazione dell'area di studio – scala grafica.

Nella seguente Tabella 2 si riporta l'elenco di tutti i sondaggi eseguiti nell'ambito della campagna indagini, unitamente alle principali informazioni e caratteristiche di ogni sondaggio ed in particolare:

- codice identificativo del sondaggio;

- coordinate del punto di indagine nel sistema di riferimento Gauss-Boaga;
- quota geoidica del boccaforo;
- profondità del sondaggio;
- eventuale strumentazione di monitoraggio geotecnico installata;
- altre prove in foro (SPT, campioni, prove di permeabilità).

Tabella 2. Elenco dei sondaggi eseguiti nella campagna di PD

Sigla	Est	Nord	Quota geoidica (m)	Profondità (m)	Strumentazione	SPT	Campioni indisturbati	Campioni rimaneggiati	Prove Lefranc
BH_01	2772349,485	4500014,573	9,739	30,0	piezometro Norton 2" a 9m microfessurato tra 1÷7 m	8	4	-	2
BH_02	2772046,237	4498975,264	15,492	30,0	Cella Casagrande a 16,5 m	8	4	-	2
BH_03	2771506,195	4498148,243	20,016	30,0	piezometro Norton 2" a 13m microfessurato tra 2÷10 m	8	4	-	2
BH_04	2771423,185	4497952,237	22,927	50,0	piezometro Norton 2" a 50m microfessurato tra 2÷49 m	8	6	-	2
BH_05	2771026,291	4497783,699	18,398	50,0	piezometro Norton 2" a 50m microfessurato tra 35÷50 m	8	6	-	2
BH_06	2770768,915	4498185,706	25,059	30,0	piezometro Norton 2" a 20m microfessurato tra 2÷18 m	8	4		2
BH_07	2770918,002	4497693,629	18,771	50,0	Tube PVC per Down-Hole 50m	10	1	2	2
BH_08	2771413,020	4497985,431	22,307	50,0	Tube PVC per Down-Hole 45m	12	1	2	2

Per ulteriori dettagli sulle modalità di esecuzione dei sondaggi, le stratigrafie e le prove eseguite in foro si rimanda al documento IA7L00D69SGGE0005001A.

3.2 PROSPEZIONI GEOFISICHE

A supporto della presente fase progettuale, per determinare il profilo di velocità delle onde di taglio e con finalità di classificazione sismica, sono state realizzate le seguenti prospezioni:

- n.2 stendimenti MASW;
- n.2 prove in sismica passiva tipo HVSR;
- n.2 prove sismiche in foro di tipo Down Hole.

Le indagini sono ubicate come nella seguente Figura 3.

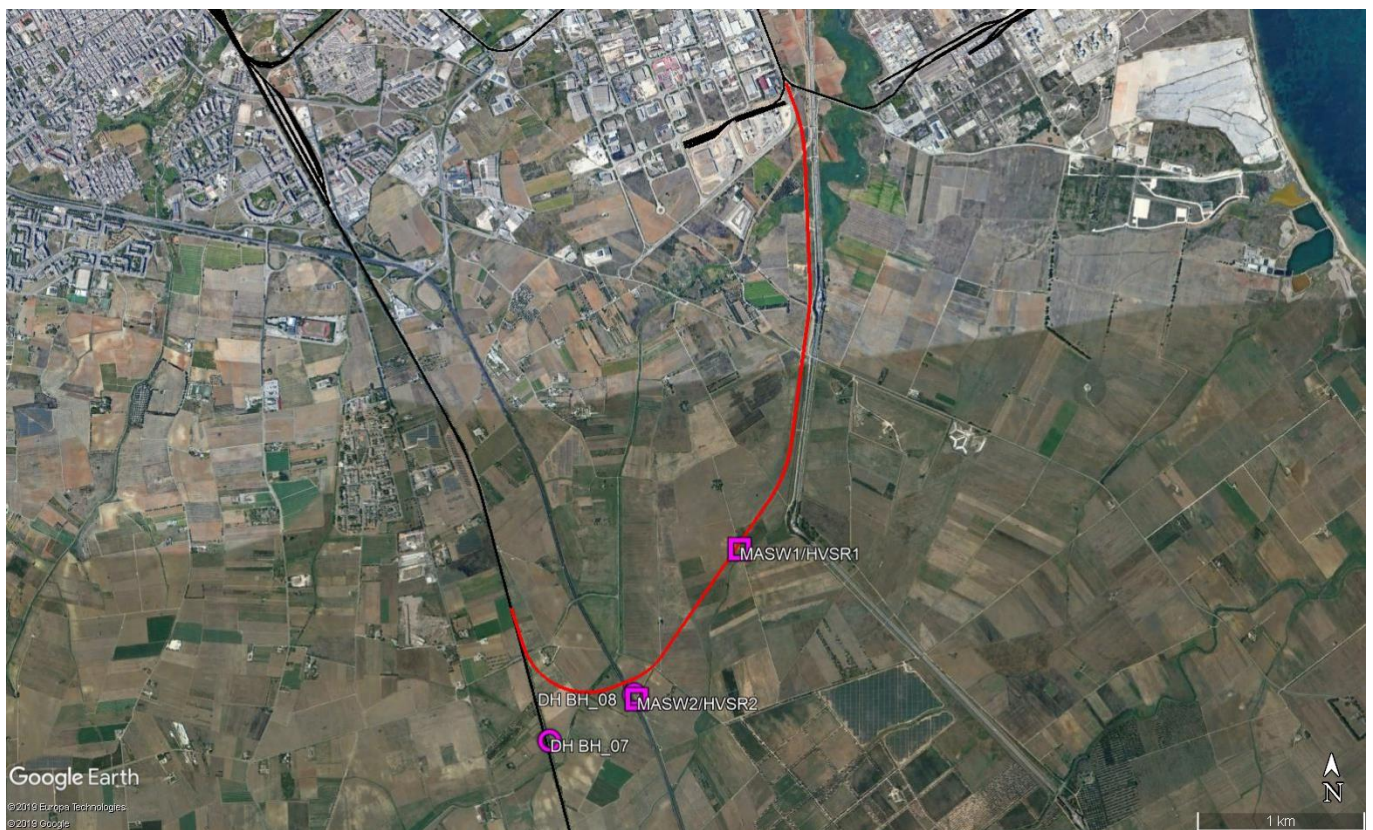


Figura 3. Planimetria ubicazione indagini geofisiche – scala grafica

In particolare, le indagini disponibili evidenziano velocità delle onde di taglio $v_{s,30}$ come da seguente tabella riepilogativa e come indicato dai rapporti di prova di cui ai documenti elencati al paragrafo 2.1.

Tabella 3. Risultanze delle indagini geofisiche eseguite nella campagna di PD

Sigla	Tipologia	V_{s30} (m/s)
MASW1/HVSR1	Stendimento tipo MASW accoppiato ad indagine di tipo HVSR	282
MASW2/HVSR2	Stendimento tipo MASW accoppiato ad indagine di tipo HVSR	307
DH BH_07	Down-Hole profondità 50m	334
DH BH_08	Down-Hole profondità 45m	321

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>NODO INTERMODALE DI BRINDISI INFRASTRUTTURA DI COLLEGAMENTO DELL'AREA INDUSTRIALE RETRO-PORTUALE DI BRINDISI CON INFRASTRUTTURA FERROVIARIA NAZIONALE PROGETTO DEFINITIVO</p>												
<p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IA7L</td> <td>01 D 69</td> <td>RG</td> <td>GE0001 002</td> <td>B</td> <td>11 di 45</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IA7L	01 D 69	RG	GE0001 002	B	11 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IA7L	01 D 69	RG	GE0001 002	B	11 di 45								

4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE

Il territorio di Brindisi si colloca nel comprensorio settentrionale della penisola Salentina geologicamente costituita da una successione di rocce calcareo-dolomitiche, calcarenitiche e sabbioso-argillose, la cui messa in posto è avvenuta nell'arco di tempo compreso tra il Mesozoico e il Quaternario.

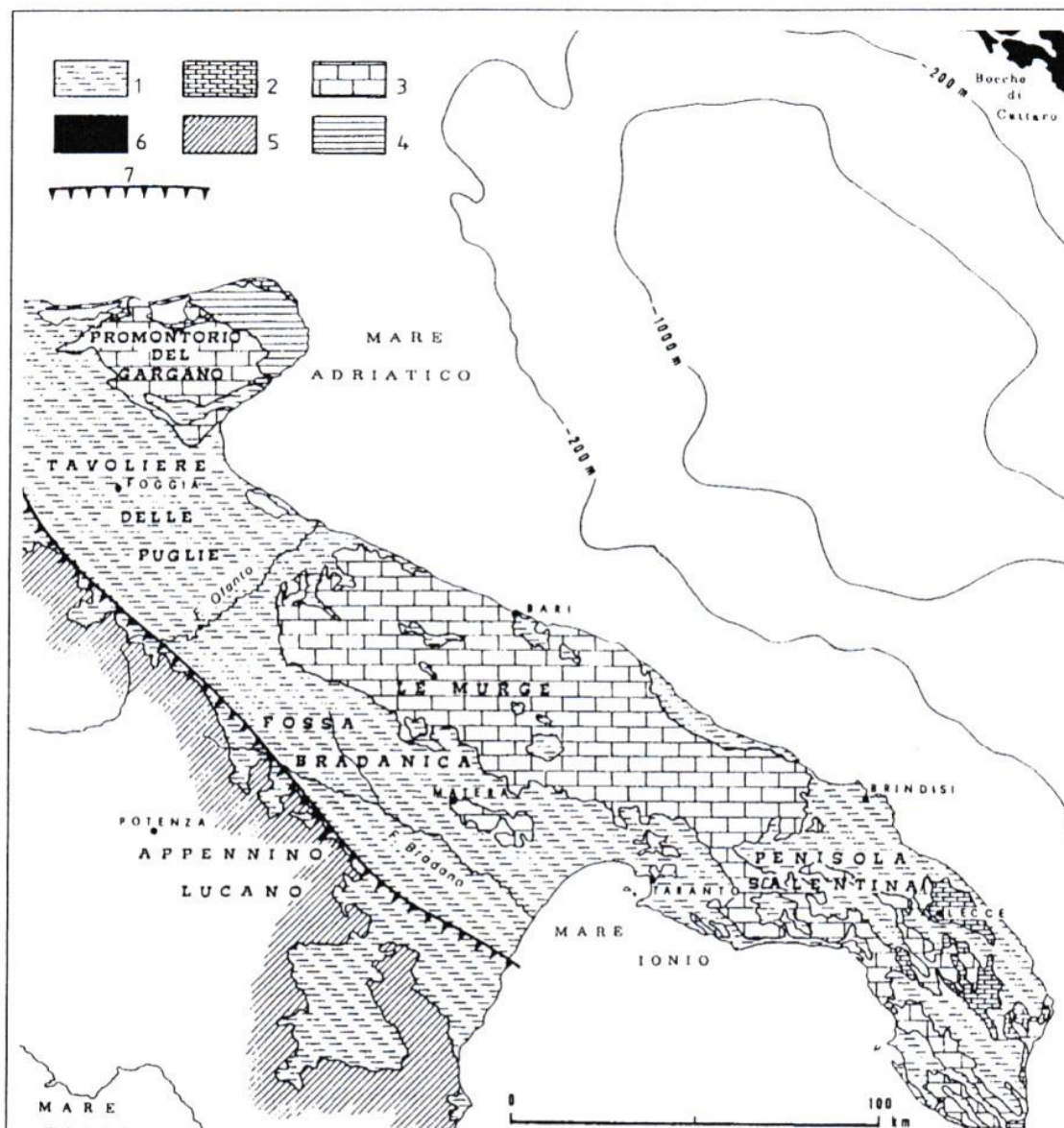
Durante l'orogenesi appenninica, sviluppatasi a partire dall'Olocene Superiore-Miocene Inferiore, con il progressivo accavallamento, da Ovest verso Est, di unità stratigrafico-strutturali mesozoico-paleogeniche e di unità sinorogenetiche di avanfossa, la placca Apula è dapprima stata interessata dalla formazione di blande pieghe, dovute all'innalzamento dell'Appennino e successivamente da una fase distensiva, che ha interessato tali piegamenti con fagliazioni normali e sub-verticali.

L'area in esame è posta al limite tra l'altopiano delle Murge e la penisola salentina ed è caratterizzata da una serie di *horst* e *graben*, di varie dimensioni, generalmente orientati in direzione appenninica (NO-SE) e legati a fenomeni di tettonica distensiva sopra descritta.

La stratigrafia di questa porzione di Puglia consiste, in massima parte, di una serie carbonatico-dolomitica mesozoica, di circa 6000 metri di spessore, poggiante sul basamento paleozoico indisturbato.

Quindi la serie stratigrafica locale comprende, sopra il potente complesso calcareo mesozoico, i depositi del ciclo sedimentario plio-pleistocenico della Fossa Bradanica coperti, in trasgressione, da depositi bioclastici terrazzati di ambiente litorale e continentali, olocenici ed attuali (Figura 5).

In particolare, la Piana di Brindisi corrisponde ad una vasta depressione strutturale (anche detta *graben* della "Conca di Brindisi") affacciantesi sulla costa adriatica e costituitasi a seguito del graduale abbassamento del basamento carbonatico mesozoico, che, a seguito di distinte fasi eustatico-tettoniche, è stato sepolto dai sedimenti del ciclo della Fossa Bradanica e dai Depositi marini terrazzati del Pleistocene medio – superiore.



– Carta geologica sintetica del territorio pugliese e del margine orientale della Catena appenninica (da Ricchetti, 1981).

Legenda: 1) depositi clastici di copertura (PLIO-PLEISTOCENE); 2) formazioni carbonatiche organogene e clastiche, di margine e di pendio-bacino (PALEOGENE-MIOCENE); 3) formazioni carbonatiche di laguna e di margine di piattaforma (GIURASSICO SUPERIORE-CRETACEO); 4) formazioni silico-carbonatiche di pendio e di bacino (GIURASSICO SUPERIORE-CRETACEO); 5) coltri alloctone appenniniche, arenaceo-marnose (CRETACEO-MIOCENE) e depositi sabbioso-argillosi parautoctoni (PLIOCENE); 6) terraferma balcanica; 7) margine sommerso della Piattaforma Apula dedotto da rilievi sismici a riflessione dell'AGIP Mineraria (1968); 8) fronte sepolto delle coltri alloctone appenniniche; 9) traccia di sezione

Figura 4. Carta geologica schematica della Puglia (da: guida geologica Puglia e Monte Vulture, 1999).

	NODO INTERMODALE DI BRINDISI INFRASTRUTTURA DI COLLEGAMENTO DELL'AREA INDUSTRIALE RETRO-PORTUALE DI BRINDISI CON INFRASTRUTTURA FERROVIARIA NAZIONALE PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA IA7L	LOTTO 01 D 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE0001 002	REV. B	FOGLIO 13 di 45

5 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO ED IDROGRAFIA

L'area di studio si colloca in un ambito geomorfologico di piana costiera, digradante dolcemente dall'entroterra in direzione del mare, con quote altimetriche passanti da circa 20÷23 m s.l.m. in prossimità del raccordo con la linea ferroviaria esistente Brindisi-Lecce ai 7÷11 m s.l.m. nella zona retroportuale.

La blanda morfologia del territorio brindisino presenta, nel suo aspetto tabulare, una serie di incisioni erosive (solchi, lame e canali) che nascono in larga misura nella zona collinare e si sviluppano, assecondando la direzione di maggiore acclività della superficie, principalmente in direzione NE-SW perpendicolarmente alla linea di costa. Tali incisioni, di diversa estensione ed andamento, risultano talora occultati sia da azioni antropiche recenti che da pregressi effetti di "spianamento" dell'abrasione marina in conseguenza alle variazioni eustatiche, anch'esse geologicamente recenti.

In generale in tutto il territorio in esame i corsi d'acqua presenti, piuttosto modesti e poco gerarchizzati, evidenziano uno scarso sviluppo della rete idrografica imputabile sia alla dinamica delle acque marine nel corso dei tempi geologici che alla elevata permeabilità delle rocce affioranti nell'area. Infatti, la presenza in affioramento di rocce altamente permeabili per fessurazione e carsismo (calcari) o per porosità interstiziale (calcareniti) favorisce la rapida infiltrazione delle acque meteoriche in profondità impedendo, nel contempo, un prolungato ruscellamento superficiale delle stesse e di conseguenza lo sviluppo di un reticolo idrografico con caratteri permanenti.

	NODO INTERMODALE DI BRINDISI INFRASTRUTTURA DI COLLEGAMENTO DELL'AREA INDUSTRIALE RETRO-PORTUALE DI BRINDISI CON INFRASTRUTTURA FERROVIARIA NAZIONALE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA IA7L	LOTTO 01 D 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE0001 002	REV. B

6 ASSETTO GEOLOGICO-STRATIGRAFICO

Dal punto di vista geologico, la zona di Brindisi è stata interessata, a partire dal Mesozoico ed in particolare dal Giurassico, dalla presenza di un mare epicontinentale sul quale si instaurò un basso fondale, costellato di piccoli bacini evaporitici.

I terreni depositi in questo ambiente sono costituiti da calcari e calcari dolomitici che danno vita all'impalcatura geologica della penisola salentina e sono il risultato dell'evoluzione della piattaforma carbonatica apula.

Durante la sedimentazione vi furono numerose oscillazioni del livello marino con cicli regressivi e trasgressivi e brevi emersioni, testimoniate da lacune stratigrafiche e tipici depositi continentali (terre rosse argillose e bauxiti).

In trasgressione sulle formazioni carbonatiche cretacee, si sovrappongono sedimenti marini pliocenici e quaternari, rappresentati sia da tufi (Calcareni di Gravina e Depositi Marini Terrazzati), sia da materiali fini (Argille subappenniniche). Infine, lungo alcuni tratti di costa, si hanno depositi continentali di natura alluvionale, fluvio lacustri e palustri, composti di sabbie, sabbie argille sabbiose e limi e depositi dunari.

In particolare, l'area di studio è caratterizzata dalla tipica successione di riempimento della "Conca di Brindisi", caratterizzata, dal basso verso l'alto, dai seguenti termini stratigrafici:

- il substrato rigido calcareo-dolomitico, di età cretacea, che rappresenta l'unità geologica più profonda ed antica;
- le calcareniti, meglio note come "tufi calcarei", formatesi dall'erosione e successiva deposizione dello stesso substrato calcareo in seguito al ritiro del mare a causa della prima grande glaciazione;
- le "argille calabriane" di colore grigio-azzurro che rappresentano una fase di sedimentazione marina in seguito a nuove variazioni eustatiche;
- i banchi arenacei e calcarenitici calabriani e post-calabriani, costituenti la cosiddetta unità "panchina";
- i materiali di copertura limo-sabbiosi più recenti (età: olocene).

	NODO INTERMODALE DI BRINDISI INFRASTRUTTURA DI COLLEGAMENTO DELL'AREA INDUSTRIALE RETRO-PORTUALE DI BRINDISI CON INFRASTRUTTURA FERROVIARIA NAZIONALE PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA IA7L	LOTTO 01 D 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE0001 002	REV. B	FOGLIO 15 di 45

Con riferimento allo stralcio della Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000 - Foglio n.204 "Lecce" - di Figura 5 e alla cartografia geologica-geomorfologica di dettaglio in scala 1:5000 prodotta nell'ambito del presente studio, nell'area in esame i termini litologici affioranti sono riconducibili principalmente ai **Depositi marini terrazzati** del Calabriano (*sensu* Ciaranfi et al., 1988), in precedenza descritti come Formazione di Gallipoli (*sensu* Martinis, 1967), unità geologica predominante nel territorio in esame.

Si tratta in particolare di sabbie limose e limi sabbiosi giallastri o grigio-giallastri, talora debolmente cementate, con un certo contenuto di argilla, costituite prevalentemente da frammenti di quarzo a grana da media a fine. Le sabbie sono stratificate, in strati di qualche centimetro di spessore, e talora parzialmente cementate (**Q1s**), che passano gradualmente a sabbie argillose e argille grigio azzurrastre della sottostante formazione delle Argille Subappennine, non affiorante nell'area; spesso l'unità ha intercalati banchi arenacei e calcarenitici ben cementati, costituenti la cosiddetta unità "panchina" (**Q1c**). Le calcareniti sono particolarmente abbondanti ed estese nell'area del foglio Brindisi. (Età: Pleistocene medio-superiore).

Al tetto di tale unità poggiano i terreni di copertura recenti, costituiti da:

- **Depositi continentali eluviali (de)**, presenti praticamente ovunque e generalmente distribuiti in lembi ridotti e poco potenti. Nella carta geologica sono riportati solo quei depositi relativamente più estesi e più potenti (oltre i 2-3 metri di spessore), che occupano depressioni in prossimità della costa, i fondi di alcune lame e le aree circostanti i corsi e gli specchi d'acqua principali. (Età: Olocene – Attuale);
- **Sabbie, argille sabbiose e limi grigi lagunari - palustri recenti (s)**, costituiti da ripetute intercalazioni di sabbie prevalentemente calcaree, sabbie argillose, argille sabbiose e limi, con tinta variabile attorno ai toni di grigio. Rappresentano il riempimento, generalmente parziale, di depressioni in prossimità della costa, talora completamente separate dal mare, talvolta in comunicazione periodica con lo stesso. La potenza non è rilevabile direttamente, causa l'assenza di sezioni adatte allo scopo; non dovrebbe tuttavia superare i pochi metri. (Età: Olocene – Attuale).

5° 30'

Longitudine dal meridiano di Roma (Monte Mario: 12° 27' 08", 40 da Greenwich).

40° 40'

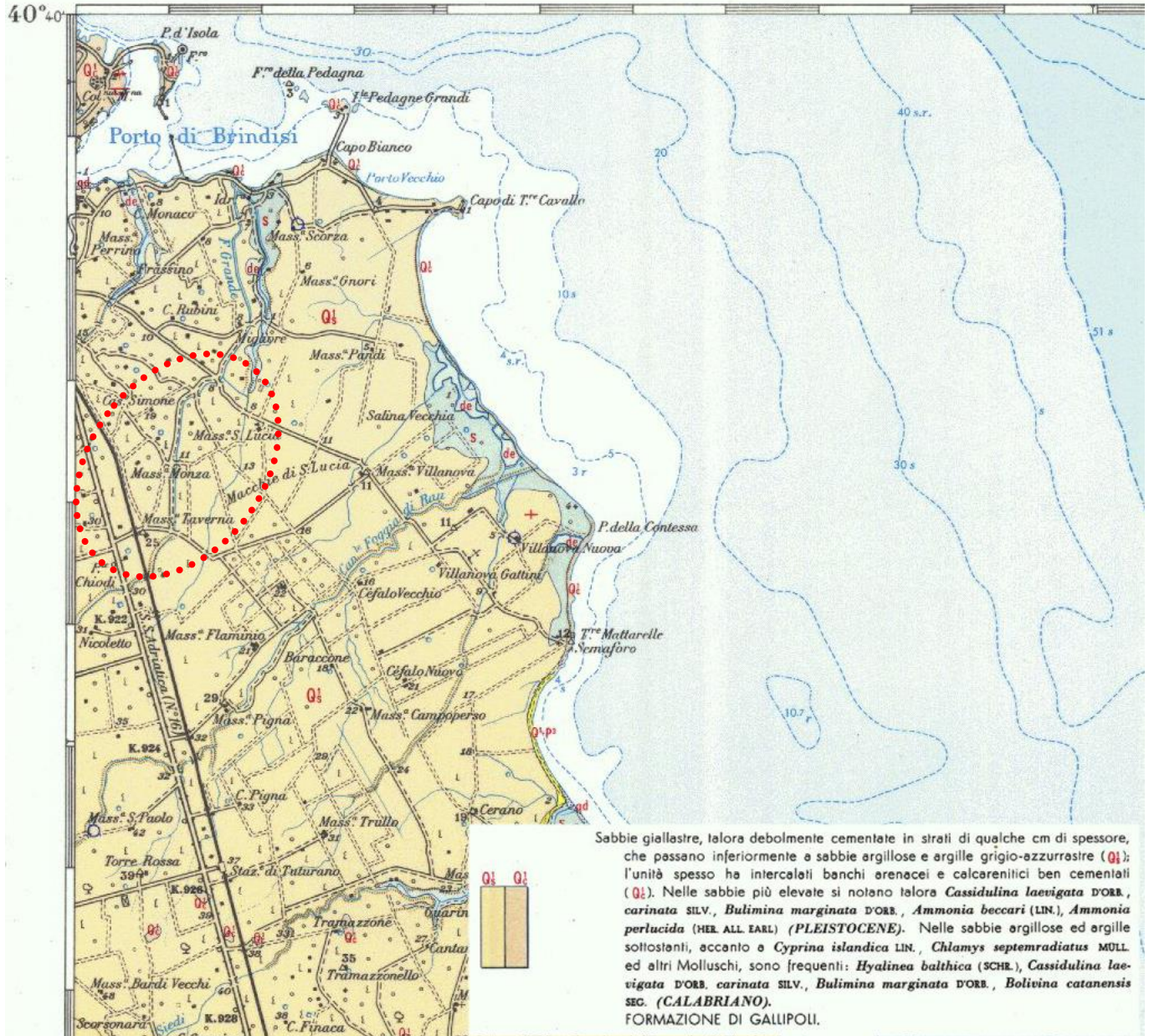


Figura 5. Stralcio della Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000, foglio n.204 – Lecce.

	<p align="center">NODO INTERMODALE DI BRINDISI INFRASTRUTTURA DI COLLEGAMENTO DELL'AREA INDUSTRIALE RETRO-PORTUALE DI BRINDISI CON INFRASTRUTTURA FERROVIARIA NAZIONALE PROGETTO DEFINITIVO</p>												
<p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IA7L</td> <td>01 D 69</td> <td>RG</td> <td>GE0001 002</td> <td>B</td> <td>17 di 45</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IA7L	01 D 69	RG	GE0001 002	B	17 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IA7L	01 D 69	RG	GE0001 002	B	17 di 45								

7 IDROGEOLOGIA

7.1 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO GENERALE

L'assetto geologico-strutturale della Piana di Brindisi determina la geometria e le caratteristiche dei corpi idrici sotterranei, influenzando sia sulle modalità di circolazione e di efflusso a mare, sia sulle caratteristiche quantitative e qualitative delle acque sotterranee.

Per il territorio brindisino è possibile distinguere un acquifero profondo, avente sede nell'ammasso carbonatico fessurato e carsificato e sostenuto alla base dall'acqua marina di invasione continentale; segue quindi al tetto un acquifero superficiale, avente sede nella formazione sabbioso-calcarenitica del Pleistocene medio-superiore (Depositi marini terrazzati) e sostenuto alla base dalla Formazione delle Argille subappennine.

Va evidenziato che in alcune aree, la formazione calcarenitica plio-pleistocenica a diretto contatto con i calcari del cretaceo, concorre a formare l'acquifero della falda profonda. Detta circostanza si verifica allorché la formazione sabbioso-calcarenitica presenta una permeabilità per porosità, fratturazione e carsismo, non trascurabile.

Falda superficiale e falda profonda, tranne alcune eccezioni, risultano tra loro idraulicamente separate dal banco di Argille subappennine, considerabile ai fini idrogeologici praticamente impermeabile. L'acquifero superficiale presenta in genere modeste potenzialità idriche, sicché le portate da esso emungibili con i pozzi sono modeste.

In base alle informazioni bibliografiche disponibili, la falda profonda trova direttamente recapito nel Mare Adriatico, verso cui defluisce con pendenze piezometriche piuttosto modeste. Secondo la carta della distribuzione media dei carichi piezometrici dell'acquifero carsico del Salento, la falda profonda, in corrispondenza di tutta la zona in esame, si rinviene ad una profondità di 1÷2 m rispetto al livello del mare.

L'acquifero superficiale assume spesso carattere di acquifero multistrato, con una serie di falde superficiali, che si rinvencono a profondità molto variabili dal piano campagna (comprese fra pochi metri fino a 10 e 30 m), ovunque la presenza di livelli impermeabili vada a costituire uno sbarramento; quest'ultime sono delimitate verso il basso da livelli impermeabili costituiti a luoghi dalle terre rosse a luoghi da successioni limoso-argillose basali delle stesse formazioni.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	NODO INTERMODALE DI BRINDISI INFRASTRUTTURA DI COLLEGAMENTO DELL'AREA INDUSTRIALE RETRO-PORTUALE DI BRINDISI CON INFRASTRUTTURA FERROVIARIA NAZIONALE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA IA7L	LOTTO 01 D 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE0001 002	REV. B

In particolare, i rilievi piezometrici eseguiti nell'ambito delle attività di indagine geognostica indicano una falda freatica piuttosto superficiale posta a quote variabili tra 2,9÷5,5 m da p.c.

A livello più generale, le informazioni bibliografiche disponibili indicano per l'area una falda freatica posta al tetto delle argille calabriane. La falda superficiale viene alimentata direttamente dagli eventi pluviali, ha ciclo stagionale e ha valenza economica locale; in funzione della morfologia del terreno che la ospita e del tetto dello strato argilloso delle Argille subappennine varia i suoi carichi idraulici pur mantenendo modeste le portate e ben definite le direttrici di deflusso preferenziale.

Per la bassa permeabilità dei terreni costituenti l'acquifero superficiale, la mobilità della falda è molto limitata; inoltre la bassa porosità determina durante gli eventi piovosi di notevole intensità, ma di breve durata, ampie zone di allagamento.

7.2 CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA DEI TERRENI E DELLE UNITÀ GEOLOGICHE

Per la caratterizzazione idrogeologica dei terreni interessati dalle opere in progetto sono disponibili i dati delle prove di permeabilità, di tipo Lefranc a carico variabile, eseguite in foro di sondaggio nel corso della campagna indagini a supporto della presente fase progettuale.

L'insieme dei risultati delle prove realizzate, elencate nella seguente Tabella 4, ha fornito valori di permeabilità comprese tra $2,23 \cdot 10^{-7}$ m/s e $4,79 \cdot 10^{-4}$ m/s, con un valore medio di $1,09 \cdot 10^{-5}$ m/s. In generale, si tratta di valori di permeabilità medio-bassi.

Tabella 4. Risultati delle prove Lefranc realizzate nel corso delle indagini di PD.

ID sondaggio	ID prova	Prof media (m da p.c.)	k (m/s)	Tipo di prova	Formazione geologica
BH_01	<i>Lefranc 1</i>	4,85	4,79E-04	a carico variabile	Depositi marini terrazzati
BH_02	<i>Lefranc 1</i>	3,75	3,41E-06	a carico variabile	Depositi marini terrazzati
BH_03	<i>Lefranc 1</i>	3,75	4,12E-07	a carico variabile	Depositi marini terrazzati
BH_03	<i>Lefranc 2</i>	14,00	6,24E-05	a carico variabile	Depositi marini terrazzati
BH_04	<i>Lefranc 1</i>	3,80	2,23E-07	a carico variabile	Depositi marini terrazzati
BH_04	<i>Lefranc 2</i>	10,40	1,22E-06	a carico variabile	Depositi marini terrazzati
BH_05	<i>Lefranc 1</i>	6,75	2,92E-04	a carico variabile	Depositi marini terrazzati
BH_06	<i>Lefranc 1</i>	4,25	5,89E-06	a carico variabile	Depositi marini terrazzati
BH_06	<i>Lefranc 2</i>	10,00	9,93E-06	a carico variabile	Depositi marini terrazzati
BH_07	<i>Lefranc 1</i>	4,00	5,00E-06	a carico variabile	Depositi marini terrazzati

ID sondaggio	ID prova	Prof media (m da p.c.)	k (m/s)	Tipo di prova	Formazione geologica
<i>BH_07</i>	<i>Lefranc 2</i>	7,25	9,33E-05	a carico variabile	Depositi marini terrazzati
<i>BH_08</i>	<i>Lefranc 1</i>	4,00	8,50E-05	a carico variabile	Depositi marini terrazzati
<i>BH_08</i>	<i>Lefranc 2</i>	7,00	2,98E-05	a carico variabile	Depositi marini terrazzati
<i>BH_01</i>	<i>Lefranc 2</i>	10,55	1,50E-06	a carico variabile	Argille subappennine
<i>BH_02</i>	<i>Lefranc 1</i>	11,50	5,97E-06	a carico variabile	Argille subappennine
<i>BH_05</i>	<i>Lefranc 2</i>	11,00	1,83E-05	a carico variabile	Argille subappennine

Nella seguente Figura 6 si riportano in forma grafica i risultati della sovrastante Tabella 4, plottati in funzione della profondità media di esecuzione delle prove di permeabilità.

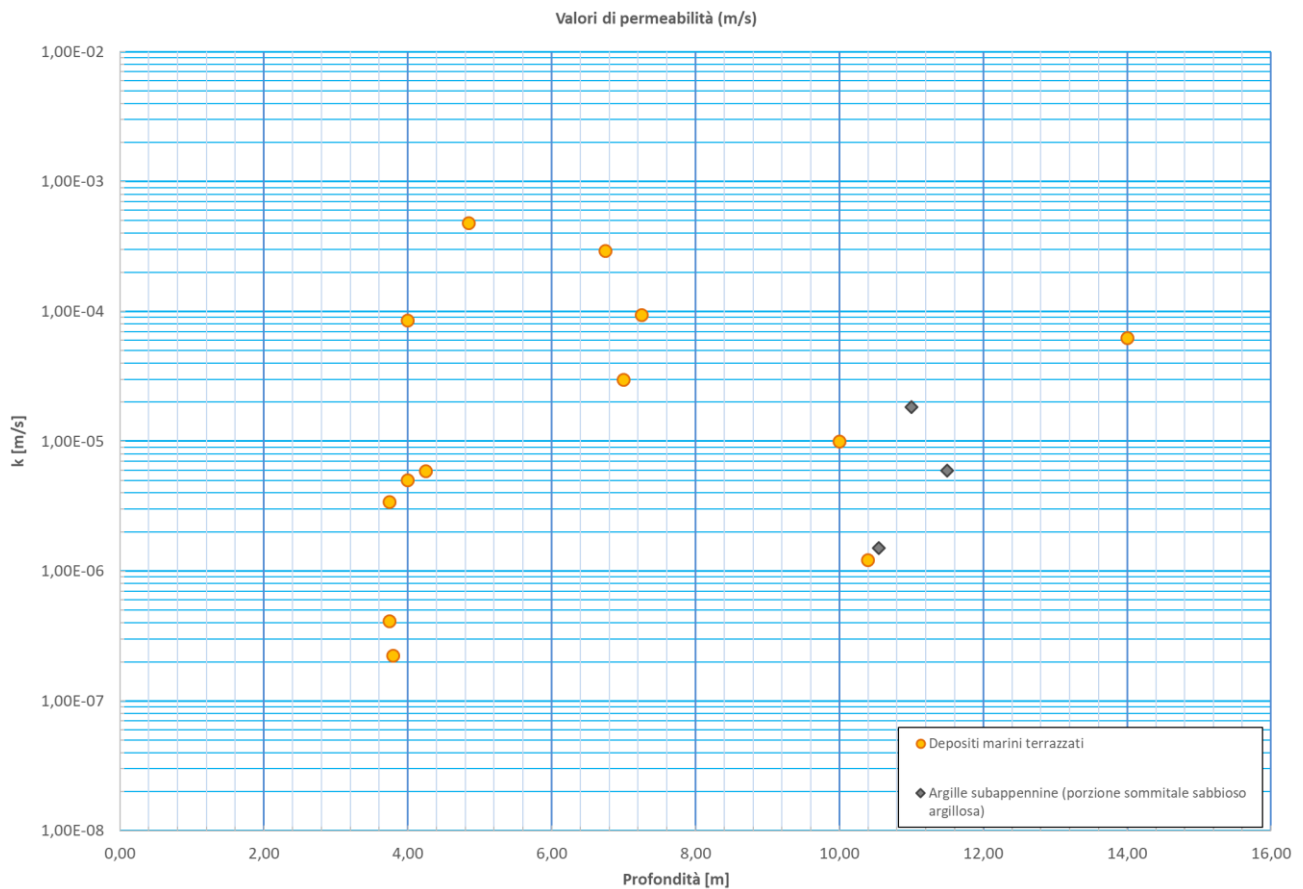


Figura 6. Grafico relativo ai valori di permeabilità determinati da prove Lefranc.

In Figura 7 gli stessi dati vengono rappresentati in serie in funzione dell'unità geologica di appartenenza, indicando inoltre, per ciascuna unità geologica, il valore medio di permeabilità ottenuto eseguendo la media geometrica dei valori disponibili.

Si segnala che la quasi totalità delle prove realizzate interessano i depositi quaternari ascrivibili ai Depositi marini terrazzati, che rappresentano l'unità geologica affiorante nell'area, mentre n.3 prove sono state eseguite al tetto della sottostante formazione delle Argille subappennine.

Pertanto, per i terreni più recenti di copertura e le unità geologiche di substrato, non caratterizzabili direttamente attraverso i risultati delle prove di permeabilità in sito, l'attribuzione dei valori di permeabilità è stata effettuata su base litologica ed in riferimento ai valori disponibili da bibliografia e da studi pregressi (cfr. paragrafi 7.3.1 e 7.3.4).

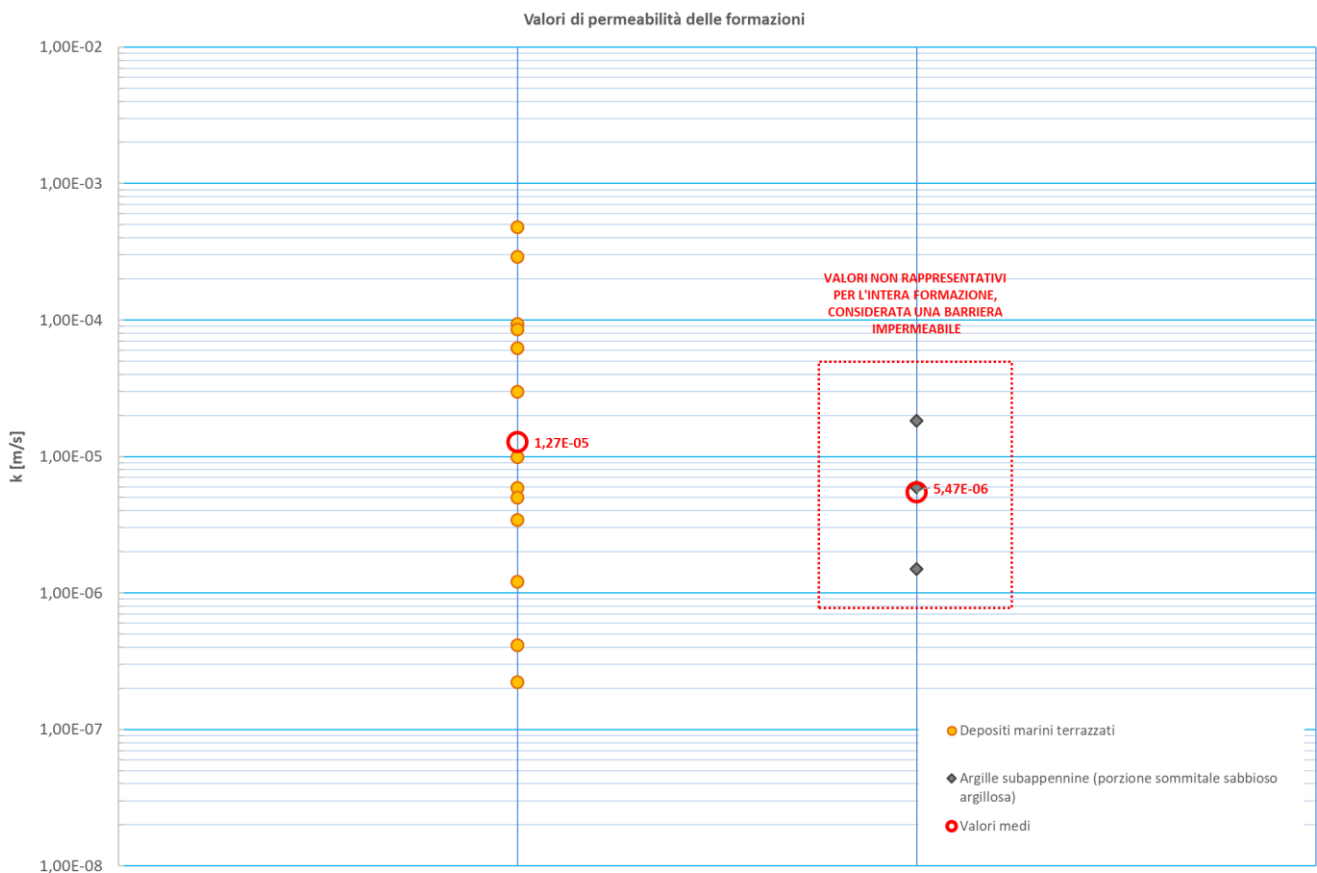


Figura 7. Grafico relativo ai valori di permeabilità determinati da prove Lefranc.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	NODO INTERMODALE DI BRINDISI INFRASTRUTTURA DI COLLEGAMENTO DELL'AREA INDUSTRIALE RETRO-PORTUALE DI BRINDISI CON INFRASTRUTTURA FERROVIARIA NAZIONALE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA IA7L	LOTTO 01 D 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE0001 002	REV. B

7.3 COMPLESSI IDROGEOLOGICI

In funzione delle prove di permeabilità e delle caratteristiche litologiche delle formazioni, nell'area sono stati individuati quattro complessi idrogeologici, intesi come corpi litologici simili caratterizzati da un prevalente tipo di circolazione idrica ed un grado di permeabilità relativa che si mantiene in un campo di variazione generalmente ristretto.

Di seguito, vengono descritti i caratteri peculiari dei diversi complessi individuati, seguendo uno schema basato sull'assetto geologico e litostratigrafico dell'area di intervento.

Nello specifico, la definizione delle caratteristiche idrogeologiche dei vari complessi presenti nell'area è stata compiuta principalmente in considerazione delle prove di permeabilità (Lefranc) realizzate nei fori di sondaggio nel corso delle campagne di indagine. Come già accennato, laddove non disponibili tali dati, l'attribuzione dei valori di permeabilità è stata effettuata su base litologica ed in riferimento a valori da bibliografia e/o da studi pregressi.

Si sottolinea che la stima del range di variazione del coefficiente di permeabilità relativo ad ogni complesso idrogeologico è stata effettuata in funzione delle caratteristiche sedimentologiche e litologiche dei terreni, nonché del grado di alterazione, fessurazione e/o carsismo dei singoli ammassi rocciosi.

In particolare, sono stati individuati i complessi idrogeologici di seguito descritti, sulla base dei quali sono state prodotte le cartografie ed i profili idrogeologici a corredo del presente studio.

7.3.1 **Complesso idrogeologico sabbioso limoso argilloso (SLA)**

Tale complesso è costituito dai terreni di copertura rappresentati dai depositi continentali eluviali (**de**) e dai depositi lagunari – palustri recenti (**s**). Si tratta in particolare di ripetute intercalazioni di sabbie, sabbie argillose, argille sabbiose e limi. All'interno di tale complesso vengono ricompresi anche i riporti di origine antropica (**r**). La permeabilità di tali depositi è per porosità e risulta variabile da bassa a molto bassa. A questo complesso è stato attribuito un coefficiente di permeabilità k compreso tra $1 \cdot 10^{-8}$ e $1 \cdot 10^{-6}$ m/s.

7.3.2 **Complesso sabbioso limoso e calcarenitico (SLC)**

Appartengono a tale complesso i depositi marini terrazzati del calabriano (**Q1s, Q1c**). Si tratta di sabbie limose e limi sabbiosi, debolmente argillosi, con intercalazioni di banchi arenacei e calcarenitici

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>NODO INTERMODALE DI BRINDISI INFRASTRUTTURA DI COLLEGAMENTO DELL'AREA INDUSTRIALE RETRO-PORTUALE DI BRINDISI CON INFRASTRUTTURA FERROVIARIA NAZIONALE PROGETTO DEFINITIVO</p>												
<p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IA7L</td> <td>01 D 69</td> <td>RG</td> <td>GE0001 002</td> <td>B</td> <td>22 di 45</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IA7L	01 D 69	RG	GE0001 002	B	22 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IA7L	01 D 69	RG	GE0001 002	B	22 di 45								

ben cementati. Sono sede di un acquifero multistrato, con una serie di falde superficiali, che si rinvencono a profondità molto variabili dal piano di campagna. La permeabilità, per porosità, è in generale bassa. Sulla base delle numerose prove Lefranc disponibili, al complesso in questione è stato attribuito un coefficiente di permeabilità k compreso tra $1 \cdot 10^{-6}$ e $1 \cdot 10^{-4}$ m/s.

7.3.3 **Complesso idrogeologico argilloso-marnoso (AGM)**

Questo complesso è formato dai termini litologici dell'unità delle Argille subappennine (**ASP**). Si tratta di argille limose, argille sabbiose ed argille marnose, con orizzonti e lenti sabbiose, in strati da sottili a molto spessi; la porzione al tetto dell'unità presenta una discreta quantità di sabbia e limo. Costituiscono limiti di permeabilità per gli acquiferi giustapposti verticalmente e/o lateralmente e, nello specifico contesto idrogeologico di riferimento, rappresentano un *acquicluda* di notevole importanza che sostiene l'acquifero freatico, ospitato entro i depositi marini terrazzati, che caratterizza la piana di Brindisi. La permeabilità, per porosità, è variabile da molto bassa a bassa. A tale complesso si può attribuire un coefficiente di permeabilità k compreso tra $3 \cdot 10^{-9}$ e $3 \cdot 10^{-6}$ m/s.

7.3.4 **Complesso idrogeologico calcarenitico (CAL)**

Questo complesso è formato dai termini litologici delle Calcareniti di Gravina (**GRA**). Si tratta di calcareniti e calciruditi bioclastiche, passanti a materiali sabbiosi con inclusi ciottoli che si rinvencono in spessori molto esigui. La permeabilità è essenzialmente per porosità ed è variabile da media a bassa. Solo in corrispondenza dei livelli macrofossiliferi la permeabilità diventa medio-alta a causa delle numerose vie preferenziali che l'acqua incontra tra i macrofossili. A tale complesso è stato attribuito un coefficiente di permeabilità k compreso tra $1 \cdot 10^{-6}$ e $1 \cdot 10^{-4}$ m/s.

7.4 **MONITORAGGIO PIEZOMETRICO**

Nella seguente tabella si riportano le risultanze delle letture piezometriche disponibili al momento della stesura della presente relazione, relativamente alla strumentazione installata in ambito della campagna indagini di Progetto Definitivo (i valori dei livelli di falda sono espressi come quota piezometrica assoluta in metri sul livello del mare). Esse coprono un periodo di monitoraggio che va da Gennaio 2020 a Dicembre 2020.

Le oscillazioni della falda sono contenute (mediamente intorno al mezzo metro), ad eccezione del piezometro BH6 che mostra una oscillazione massima dell'ordine di circa 90 centimetri.

Tabella 5. Quadro riassuntivo delle letture piezometriche disponibili (quota piezometrica assoluta in m s.l.m.)

PD Porto di Brindisi

<i>Data Lettura</i>	30/1/20	24/2/20	23/3/20	23/6/20	27/7/20	28/8/20	18/9/20	19/10/20	25/11/20	22/12/20
BH1	6,50	6,52	6,54	6,45	6,39	6,23	6,14	6,23	6,33	6,38
BH2	8,14	8,11	8,12	8,00	8,01	7,97	8,01	8,02	8,01	8,05
BH3	14,55	14,51	14,47	14,31	14,21	14,14	13,97	14,05	14,32	14,41
BH4	Negato permesso	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BH5	1,78	1,70	1,67	1,39	1,69	1,65	1,68	1,68	1,67	1,67
BH6	22,16	22,09	22,10	22,01	21,80	21,55	21,27	21,28	21,29	21,29

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>NODO INTERMODALE DI BRINDISI INFRASTRUTTURA DI COLLEGAMENTO DELL'AREA INDUSTRIALE RETRO-PORTUALE DI BRINDISI CON INFRASTRUTTURA FERROVIARIA NAZIONALE PROGETTO DEFINITIVO</p>												
<p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IA7L</td> <td>01 D 69</td> <td>RG</td> <td>GE0001 002</td> <td>B</td> <td>24 di 45</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IA7L	01 D 69	RG	GE0001 002	B	24 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IA7L	01 D 69	RG	GE0001 002	B	24 di 45								

8 VALUTAZIONE RISCHI

Di seguito si analizzano le potenziali interferenze dell'opera con gli elementi geologici, geomorfologici ed idrogeologici caratterizzanti il territorio, al fine di segnalare i potenziali rischi connessi alla realizzazione degli interventi in progetto.

8.1 RISCHIO GEOLOGICO

Per quanto concerne gli elementi di carattere geologico, non si ravvisano particolari criticità da questo punto di vista. Gli interventi si collocano infatti su depositi sabbioso limosi e limoso sabbiosi, talora debolmente cementati, che passano gradualmente a sabbie argillose e argille, le cui caratteristiche appaiono certamente compatibili con le opere in progetto.

8.2 RISCHIO GEOMORFOLOGICO

Relativamente agli aspetti geomorfologici, il tracciato si sviluppa in caratterizzata da topografia sub-pianeggiante ed esente pertanto da potenziali rischi connessi alle dinamiche di versante, con particolare riferimento alle fenomenologie di tipo gravitativo.

A conferma di ciò, ai fini della verifica delle condizioni di assetto geomorfologico locale è stata eseguita la verifica della pericolosità geomorfologica dell'area in esame attraverso la consultazione della "Carta della pericolosità geomorfologica" del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico" dell'Autorità di Bacino della Puglia, disponibile online mediante piattaforma WebGIS all'indirizzo http://93.51.158.165/gis/map_default.phtml.

Dalla consultazione di tale cartografia, con perimetrazioni aggiornate al 19.11.2019, è stato verificato che le opere in progetto non interferiscono con aree perimetrare a pericolosità geomorfologica, come evidenziato anche nello stralcio cartografico riportato nella seguente Figura 8.

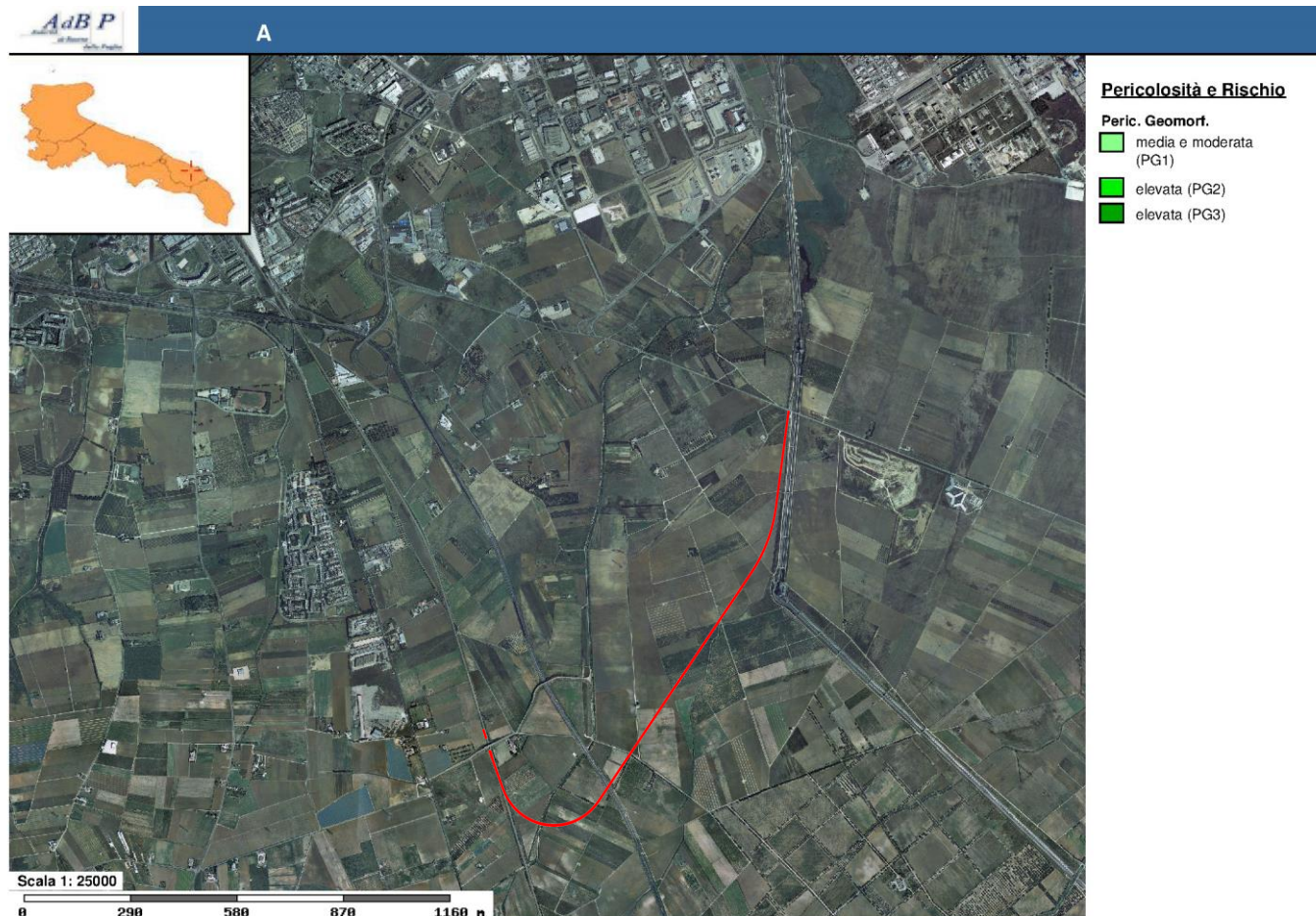


Figura 8. P.A.I. Puglia - stralcio della carta della pericolosità geomorfologica con individuazione (linea rossa) del tracciato in progetto.

8.3 RISCHIO IDROGEOLOGICO

In merito agli aspetti idrogeologici, non essendo previste opere in sottterraneo di particolare rilevanza, non si segnalano particolari criticità e/o interferenze tra le opere in progetto ed i flussi idrici sotterranei. Tuttavia, come già accennato al capitolo 7, i terreni costituenti l'acquifero superficiale sono caratterizzati da una bassa permeabilità, e, unitamente ai blandi gradienti della superfice topografica e del reticolo scolante, potrebbero causare la formazione di zone di allagamento durante gli eventi piovosi di breve durata e notevole intensità.

Infine, con particolare riferimento agli elaborati relativi alla carta idrogeologica, le opere in progetto non interferiscono con la fascia di rispetto di pozzi ad uso idropotabile.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	NODO INTERMODALE DI BRINDISI INFRASTRUTTURA DI COLLEGAMENTO DELL'AREA INDUSTRIALE RETRO-PORTUALE DI BRINDISI CON INFRASTRUTTURA FERROVIARIA NAZIONALE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA IA7L	LOTTO 01 D 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE0001 002	REV. B

9 MODELLO GEOLOGICO LOCALE

Con riferimento agli elaborati della carta geologica e del profilo geologico in asse al tracciato a corredo del presente studio (vedasi Tabella 1), le stratigrafie dei sondaggi disponibili confermano la presenza di terreni di copertura essenzialmente limoso-sabbiosi, di colore generalmente marroncino-giallastro, poggianti sulle argille calabriane. In particolare, le verticali di sondaggio realizzate individuano il tetto di queste ultime a partire da profondità variabili tra 7÷16 m circa, con terreni di colore grigio, talora a forte componente sabbiosa, che rappresentano il pacco lenticolare che è andato a ricolmare, congiuntamente alle sottostanti calcareniti, la nota "Conca di Brindisi" generata per immersione dei calcari di base.

In sostanza, da un punto di vista geologico e relativamente alle profondità investigate, lungo l'opera in progetto i terreni in sito, dall'alto verso il basso, possono essere così identificati:

- **Terreno di riporto** (da p.c. fino a 1,2÷2,3 m circa di profondità da p.c.): terreno di riporto eterogeneo ed eterometrico. Può essere costituito da ghiaia centimetrica, poligenica, angolare e/o arrotondata, in matrice sabbiosa, avana scura-grigiastra. Tali terreni sono stati individuati solamente nelle stratigrafie di sondaggio BH01 e BH02.
- **Depositi continentali eluviali** (da p.c. fino a qualche metro di profondità): depositi eluviali a granulometria mista, presenti in corrispondenza dell'attraversamento dell'alveo del Fiume Grande;
- **Depositi marini terrazzati** (da p.c. fino a 7÷16 m circa di profondità da p.c.): si tratta di sabbie limose e limi sabbiosi, debolmente argillosi, di colore giallastro, talora debolmente cementate, in strati di qualche centimetro di spessore (**Q1s**), che passano gradualmente a sabbie argillose e argille grigio azzurrastre della sottostante formazione delle Argille Subappennine; spesso l'unità ha intercalati banchi arenacei e calcarenitici ben cementati (**Q1c**), costituenti la cosiddetta unità "panchina". (*Età: Pleistocene medio-superiore*);
- **F.ne delle Argille subappennine (ASP)** (da 7÷16 m circa di profondità sino 32-37 m circa di profondità da p.c.): depositi marini di piattaforma e scarpata superiore, costituiti da argille limose, argille sabbiose ed argille marnose di color grigio-azzurro, talora giallastre, con orizzonti e lenti sabbiose, in strati da sottili a molto spessi, generalmente poco evidenti e a

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>NODO INTERMODALE DI BRINDISI INFRASTRUTTURA DI COLLEGAMENTO DELL'AREA INDUSTRIALE RETRO-PORTUALE DI BRINDISI CON INFRASTRUTTURA FERROVIARIA NAZIONALE PROGETTO DEFINITIVO</p>												
<p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IA7L</td> <td>01 D 69</td> <td>RG</td> <td>GE0001 002</td> <td>B</td> <td>27 di 45</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IA7L	01 D 69	RG	GE0001 002	B	27 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IA7L	01 D 69	RG	GE0001 002	B	27 di 45								

laminazione piano-parallela; la porzione al tetto di tale unità ha una colorazione grigio chiara per la presenza di una discreta quantità di sabbia e limo, che a volte si rinviene in livelletti e liste millimetriche ben individuabili e totalmente incoerenti. Tale porzione sommitale presenta uno spessore di circa 2÷6 m. Questi depositi non affiorano nell'area in esame, ma occupano vaste aree nel sottosuolo, costituendo il substrato impermeabile che sostiene l'acquifero superficiale della Piana di Brindisi. In tale area, le Argille subappennine presentano spessori alquanto variabili, che aumentano procedendo sia da Ovest verso Est che da Sud verso Nord. Lungo la costa, ad esempio, lo spessore passa da circa 20 m a 45 m, muovendosi dall'area di Cerano fino al Porto di Brindisi. (*Età: Pleistocene inferiore*);

- **Calcareniti di Gravina (GRA)** (a partire dai 32÷37 m circa ed oltre di profondità da p.c.): si tratta di depositi calcarenitici e calciruditici bioclastici di ambiente litorale. La formazione è direttamente trasgressiva sui calcari cretaci. Sono localmente rappresentate da calcareniti e calciruditi passanti a materiali sabbiosi con inclusi ciottoli che si rinvencono in spessori molto esigui. Al contatto con i calcari spesso si trovano abbondanti affioramenti di materiali residuali rossastri (terre rosse), testimoni di una lunga fase di emersione che ha preceduto la trasgressione marina quaternaria. Nell'area tale formazione risulta non affiorante e costituisce la formazione al letto delle Argille Subappennine. (*Età: Pliocene superiore - Pleistocene inferiore*).

Per una rappresentazione più dettagliata ed una corretta interpretazione della stratigrafia lungo l'infrastruttura in progetto si rimanda ai profili geologici realizzati a corredo del presente studio (vedasi Tabella 1).

	NODO INTERMODALE DI BRINDISI INFRASTRUTTURA DI COLLEGAMENTO DELL'AREA INDUSTRIALE RETRO-PORTUALE DI BRINDISI CON INFRASTRUTTURA FERROVIARIA NAZIONALE PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA IA7L	LOTTO 01 D 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE0001 002	REV. B	FOGLIO 28 di 45

10 ELEMENTI DI SISMICITÀ

10.1 CLASSIFICAZIONE SISMICA

La classificazione sismica del territorio nazionale è stata elaborata e rivista in seguito ai principali terremoti; tra questi, in particolare, quelli verificatisi in Irpinia nel 1980 ed in Molise nel 2002.

Fino al 2003 il territorio nazionale era classificato in tre categorie sismiche a diversa severità. I Decreti Ministeriali emanati dal Ministero dei Lavori Pubblici tra il 1981 ed il 1984 avevano classificato complessivamente 2.965 comuni italiani su di un totale di 8.102, che corrispondono al 45% della superficie del territorio nazionale, nel quale risiede il 40% della popolazione; la sismicità era definita attraverso il grado di sismicità S.

Nel 2003 sono stati emanati i criteri di nuova classificazione sismica, basati sugli studi e le elaborazioni più recenti relative alla pericolosità sismica del territorio, ossia sull'analisi della probabilità che il territorio venga interessato, in un certo intervallo di tempo (generalmente 50 anni), da un evento che superi una determinata soglia di intensità o magnitudo. A tal fine è stata pubblicata l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, sulla Gazzetta Ufficiale n. 105 dell'8 maggio 2003. Il provvedimento detta i principi generali sulla base dei quali le Regioni, a cui lo Stato ha delegato l'adozione della classificazione sismica del territorio (Decreto Legislativo n. 112 del 1998 e Decreto del Presidente della Repubblica n. 380 del 2001 - "Testo Unico delle Norme per l'Edilizia"), hanno compilato l'elenco dei comuni con la relativa attribuzione ad una delle quattro zone (da 1 a 4), a pericolosità decrescente, nelle quali è stato riclassificato il territorio nazionale.

A seguito dell'emanazione dei criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche da parte dello Stato, inseriti prima nell'allegato 1 dell'OPCM 3274/03 e in seguito aggiornati con l'OPCM 3519/06, la Regione Puglia ha individuato le zone sismiche e ha stilato un elenco regionale dei comuni in zona sismica (DGR n.153 del 02/03/2004).

In base a tale classificazione, il Comune di Brindisi risulta classificato in zona "4", risultando pertanto a bassa sismicità.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	NODO INTERMODALE DI BRINDISI INFRASTRUTTURA DI COLLEGAMENTO DELL'AREA INDUSTRIALE RETRO-PORTUALE DI BRINDISI CON INFRASTRUTTURA FERROVIARIA NAZIONALE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA IA7L	LOTTO 01 D 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE0001 002	REV. B

10.2 SISMICITÀ STORICA

Al fine di inquadrare dal punto di vista della sismicità storica l'area in esame, si riporta di seguito un riepilogo delle osservazioni macrosismiche di terremoti al di sopra della soglia del danno che hanno interessato storicamente il Comune di Brindisi. Nello specifico, le informazioni riportate di seguito derivano dalla consultazione del DBMI15 (Locati et al., 2016), il database macrosismico utilizzato per la compilazione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI15 (Rovida et al., 2016, consultabile on-line al sito <http://doi.org/10.6092/INGV.IT-CPTI15>).

Nella successiva tabella sono indicati con i seguenti simboli:

- Is = intensità in sito (MCS);
- Anno = anno Me = mese Gi = giorno Or = ora Mi = minuto Se = secondo;
- NMDP = numero di osservazioni macrosismiche del terremoto;
- Io = intensità massima (MCS);
- Mw = magnitudo momento.

Tabella 6. Storia sismica del Comune di Brindisi [40.637, 17.945].

Is	Anno Me Gi Or Mi Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
6	1456 12 05	Appennino centro-meridionale	199	11	7,19
5	1694 09 08 11 40	Irpinia-Basilicata	251	10	6,73
6-7	1731 03 20 03	Tavoliere delle Puglie	49	9	6,33
8	1743 02 20	Ionio settentrionale	84	9	6,68
5	1777 06 06 16 15	Tirreno meridionale	9		
2-3	1857 12 16 21 15	Basilicata	340	11	7,12
5	1875 12 06	Gargano	97	8	5,86
4	1889 12 08	Gargano	122	7	5,47
5	1897 05 28 22 40 02.00	Ionio	132	6	5,46
3	1905 09 08 01 43	Calabria centrale	895	10-11	6,95
4	1909 01 20 19 58	Salento	32	5	4,51
NF	1910 06 07 02 04	Irpinia-Basilicata	376	8	5,76
NF	1913 06 28 08 53 02.00	Calabria settentrionale	151	8	5,64
NF	1915 01 13 06 52 43.00	Marsica	1041	11	7,08
F	1930 07 23 00 08	Irpinia	547	10	6,67

Is	Anno Me Gi Or Mi Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
NF	1947 05 11 06 32 15.00	Calabria centrale	254	8	5,7
NF	1951 01 16 01 11	Gargano	73	7	5,22
2	1978 09 24 08 07 44.00	Materano	121	6	4,75
5	1980 11 23 18 34 52.00	Irpinia-Basilicata	1394	10	6,81
NF	1984 04 29 05 02 59.00	Umbria settentrionale	709	7	5,62
NF	1990 02 18 20 10 48.71	Adriatico centrale	46		4,24
3-4	1990 05 05 07 21 29.61	Potentino	1375		5,77

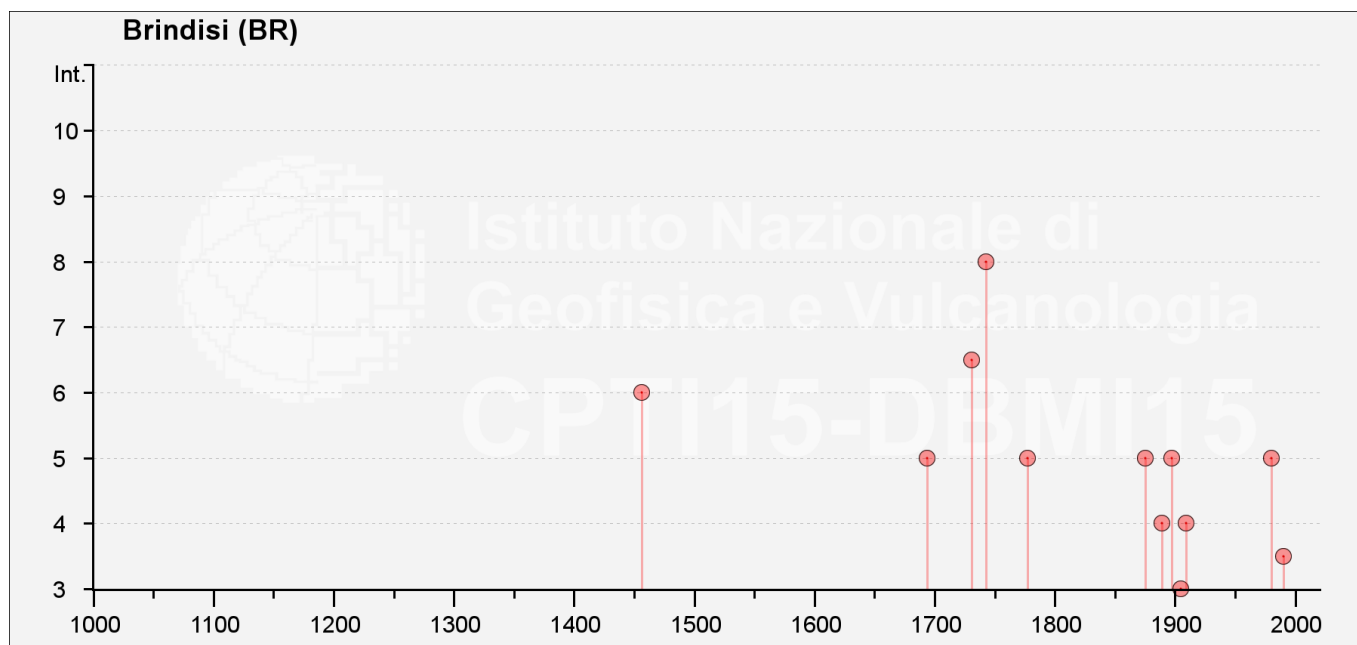



Figura 9. Storia sismica del Comune di Brindisi [40.637, 17.945].

10.3 PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Le novità introdotte con l'ordinanza sono state pienamente recepite e ulteriormente affinate, grazie anche agli studi svolti dai centri di competenza (INGV, Reluis, Eucentre). Un aggiornamento dello studio di pericolosità di riferimento nazionale (Gruppo di Lavoro, 2004), previsto dall'OPCM 3274/03, è stato adottato con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006.

Il nuovo studio di pericolosità, allegato all'OPCM n. 3519, ha fornito alle Regioni uno strumento aggiornato per la classificazione del proprio territorio, introducendo degli intervalli di accelerazione (a_g),

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	NODO INTERMODALE DI BRINDISI INFRASTRUTTURA DI COLLEGAMENTO DELL'AREA INDUSTRIALE RETRO-PORTUALE DI BRINDISI CON INFRASTRUTTURA FERROVIARIA NAZIONALE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA IA7L	LOTTO 01 D 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE0001 002	REV. B

con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, da attribuire alle 4 zone sismiche (Tabella 7). Le Norme Tecniche per le Costruzioni del 14 gennaio 2008 hanno modificato il ruolo che la classificazione sismica aveva ai fini progettuali: per ciascuna zona, e quindi per ciascun comune, precedentemente veniva fornito un valore di accelerazione di picco e quindi di spettro di risposta elastico da utilizzare per il calcolo delle azioni sismiche.

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g/g)	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche, a_g/g)
1	>0.25	0.35
2	0.15 ÷ 0.25	0.25
3	0.05 ÷ 0.15	0.15
4	<0.05	0.05

Tabella 7. Valori di accelerazione massima del suolo a_g con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, riferito a suoli rigidi caratterizzati da $V_{s,30}>800$ m/s

Con l'entrata in vigore delle Norme Tecniche per le Costruzioni, per ogni costruzione ci si deve riferire ad una accelerazione di riferimento "propria" individuata sulla base delle coordinate geografiche dell'area di progetto e in funzione della vita nominale dell'opera. Un valore di pericolosità di base, dunque, definito per ogni punto del territorio nazionale, su una maglia quadrata di 5 km di lato, indipendentemente dai confini amministrativi comunali.

L'azione sismica viene valutata in condizioni di campo libero (cioè in assenza di manufatti), su sito di riferimento rigido (di categoria A), a superficie orizzontale (superficie topografica di categoria T1), riferendosi alla definizione di "pericolosità sismica di base", fornita dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) (Figura 10).

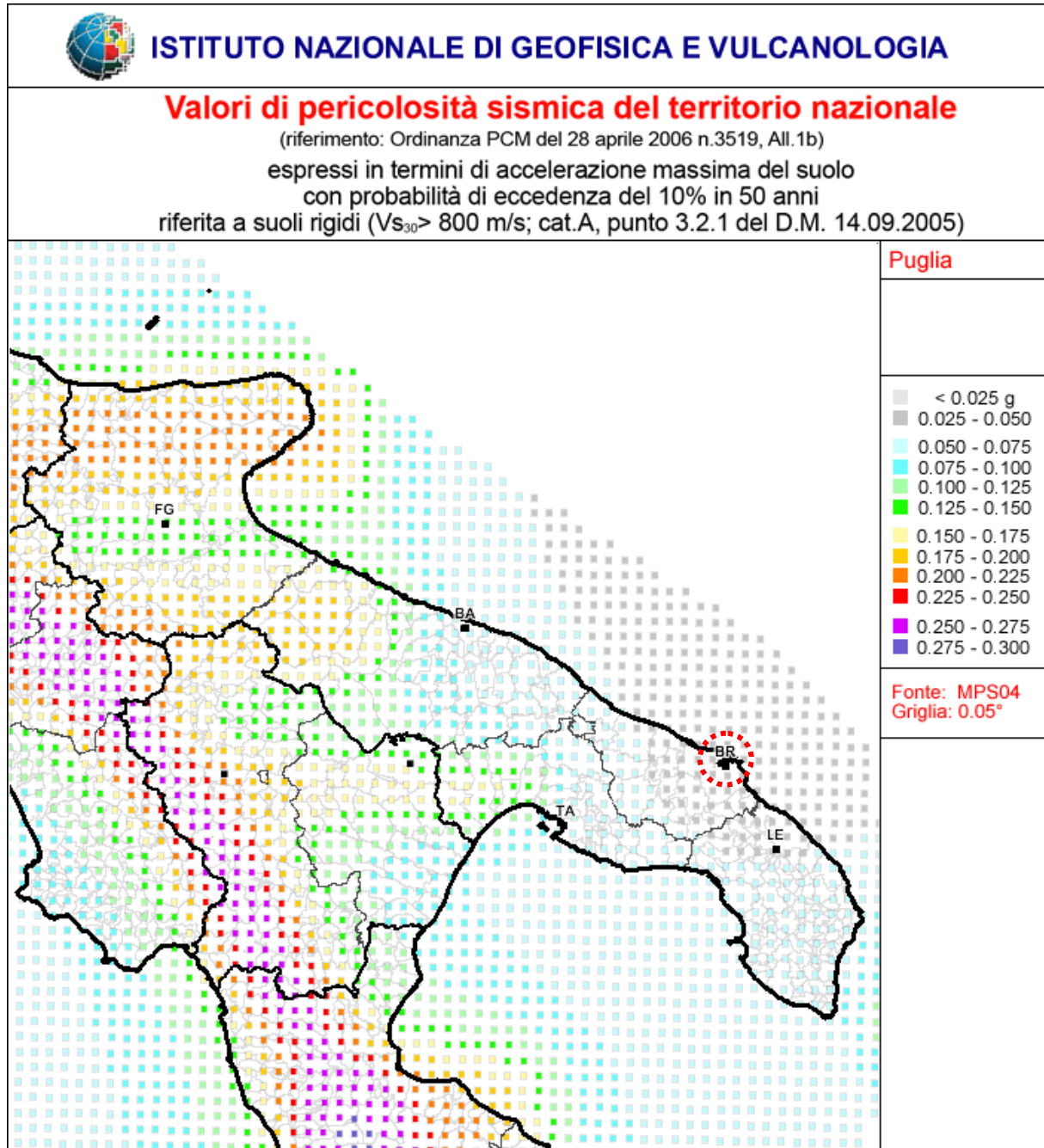


Figura 10. Mappa di pericolosità sismica espressa in termini di accelerazione massima del suolo (a_{max}) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli molto rigidi ($v_{s,30} > 800$ m/s) – da INGV. In rosso l'area di studio

In particolare, i caratteri del moto sismico su sito di riferimento rigido orizzontale sono descritti dalla distribuzione sul territorio nazionale delle seguenti grandezze, sulla base delle quali sono

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	NODO INTERMODALE DI BRINDISI INFRASTRUTTURA DI COLLEGAMENTO DELL'AREA INDUSTRIALE RETRO-PORTUALE DI BRINDISI CON INFRASTRUTTURA FERROVIARIA NAZIONALE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA IA7L	LOTTO 01 D 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE0001 002	REV. B

compiutamente definite le forme spettrali per la generica "probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} ":

a_g : accelerazione massima su suolo tipo A;

F_0 : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_{C^*} : periodo di riferimento che consente di calcolare il periodo T_C corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro.

La classificazione sismica (zona sismica di appartenenza del Comune) rimane utile solo per la gestione della pianificazione e per il controllo del territorio da parte degli enti preposti (Regione, Genio civile, ecc.).

Relativamente alla pericolosità sismica di base, in riferimento alla mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (O.P.C.M. 28/04/2006 n.3519), con particolare riferimento al territorio della Regione Puglia (Figura 10), il range di accelerazione massima del suolo, con probabile eccedenza del 10% in 50 anni, nell'area in studio è minore di 0.125 g.

In Tabella 8 vengono forniti, per periodi di ritorno T_R 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.

T_R [anni]	a_g [g]	F_0	T_{C^*}
30	0,013	2,339	0,150
50	0,018	2,275	0,195
72	0,021	2,321	0,242
101	0,025	2,298	0,312
140	0,029	2,372	0,341
201	0,033	2,429	0,370
475	0,044	2,511	0,450
975	0,055	2,582	0,518
2475	0,070	2,744	0,540

Tabella 8. Valori dei parametri di a_g , F_0 , T_{C^*} per i periodi di ritorno T_R di riferimento

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	NODO INTERMODALE DI BRINDISI INFRASTRUTTURA DI COLLEGAMENTO DELL'AREA INDUSTRIALE RETRO-PORTUALE DI BRINDISI CON INFRASTRUTTURA FERROVIARIA NAZIONALE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA IA7L	LOTTO 01 D 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE0001 002	REV. B

10.4 SORGENTI SISMOGENETICHE E FAGLIE CAPACI

Recentemente è stata presentata la nuova versione (vers. 3.2.1) del database “*A compilation of Potential Sources for Earthquakes larger than M 5.5 in Italy and surrounding areas*”, inizialmente divulgato in forma preliminare nel luglio 2000 come versione 1.0 e quindi pubblicato nel 2001 come versione 2.0 (Valensise & Pantosti, 2001).

Il Database contiene sorgenti sismogenetiche individuali e composite ritenute in grado di generare grandi terremoti. La nuova versione del Database contiene oltre 100 sorgenti sismogenetiche identificate attraverso studi geologico-geofisici (70% in più rispetto alla precedente versione). Tali sorgenti ricadono sull'intero territorio italiano e su alcune regioni confinanti.

L'assetto di queste sorgenti fornisce informazioni sull'andamento dei maggiori sistemi di faglie attive, consentendo in alcuni casi di individuare aree di potenziale gap sismico.

Obiettivo del Database è quello di rendere quanto più possibile completa l'informazione sulle sorgenti sismogenetiche potenziali del territorio nazionale; per questa ragione, oltre ad un numero maggiore di sorgenti individuali, viene proposta una forma di rappresentazione e caratterizzazione di tutte le aree che, pur essendo certamente in grado di generare forti terremoti, sono ancora poco comprese.

È stata pertanto istituita una nuova categoria di aree sismogenetiche per le quali, in analogia con quanto proposto dalla nuova zonazione sismogenetica ZS9 (Meletti & Valensise, 2004), viene fornita la localizzazione geografica, la stima del meccanismo di fagliazione, la profondità efficace e la magnitudo massima attesa.

Dall'esame del Database, nei pressi dei siti di studio non sono presenti sorgenti sismogenetiche (Figura 11).

Infine, la consultazione del database del progetto ITHACA (ITaly HAZard from CAPable faults) ha permesso di verificare l'eventuale presenza di faglie capaci, definite come lineamenti tettonici attivi che possono potenzialmente creare deformazioni in superficie e produrre fenomeni dagli effetti distruttivi per le opere antropiche. In riferimento allo stralcio cartografico riportato in Figura 12, nell'area si può escludere la presenza di faglie capaci.



Figura 11. Sorgenti sismogenetiche contenute nel “Database of Potential Sources for Earthquakes larger than M 5.5 in Italy” (v. 3.2.1) per l’area in oggetto.

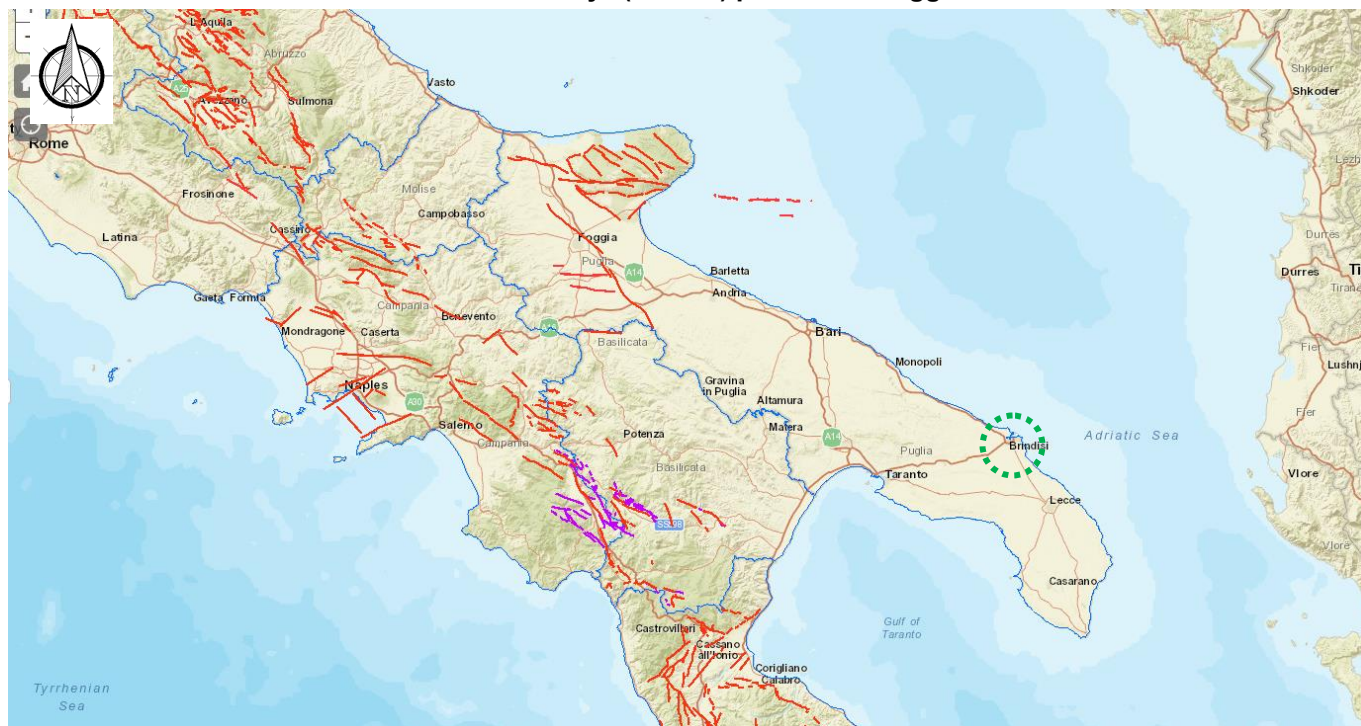


Figura 12. Stralcio cartografico dell’area di interesse con indicazione delle faglie capaci (in rosso) (da <http://sgi.isprambiente.it/ArcGIS/rest/services/servizi/ithaca/MapServer>). In verde l’area di studio.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	NODO INTERMODALE DI BRINDISI INFRASTRUTTURA DI COLLEGAMENTO DELL'AREA INDUSTRIALE RETRO-PORTUALE DI BRINDISI CON INFRASTRUTTURA FERROVIARIA NAZIONALE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA IA7L	LOTTO 01 D 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE0001 002	REV. B

10.5 MAGNITUDO DI RIFERIMENTO

Sulla base delle originali elaborazioni relative alla definizione delle sorgenti sismogenetiche (DISS2.0-2001) è stato elaborato un modello sintetico che descrive la localizzazione delle sorgenti di futuri terremoti, la magnitudo massima che questi potranno raggiungere ed i *rates* di sismicità attesa zona per zona. Questo modello, che si pone come base per la redazione della carta di pericolosità sismica, è rappresentato dalla mappa delle zone sismogenetiche ZS9 (Meletti & Valensise, 2004).

In base alla zonazione sismogenetica ZS9 del territorio nazionale, la sismicità in Italia può essere distribuita in 36 zone, a ciascuna delle quali è associata una legge di ricorrenza della magnitudo, espressa in termini di magnitudo momento Mw.

Nel caso di siti che ricadono al di fuori di tali zone, come nel caso del territorio di Brindisi, si dovrà eseguire un'analisi accoppiata magnitudo-distanza, secondo le indicazioni contenute nella ZS9, per il calcolo del valore di magnitudo in relazione alla distanza minima di ogni sito dalle zone sismogenetiche circostanti (Figura 14).

Nome ZS	Numero ZS	M _{wmax}
Colli Albani, Etna	922, 936	5.45
Ischia-Vesuvio	928	5.91
Altre zone	901, 902, 903, 904, 907, 908, 909, 911, 912, 913, 914, 915, 917, 920, 921, 926, 932, 933, 934	6.14
Medio-Marchigiana/Abruzzese, Appennino Umbro, Nizza Sarremo	918, 919, 910	6.37
Friuli-Veneto Orientale, Garda-Veronese, Garfagnana Mugello, Calabria Jonica	905, 906, 915, 930	6.60
Molise-Gargano, Ofanto, Canale d'Otranto	924, 925, 931	6.83
Appennino Abruzzese, Sannio - Irpinia-Basilicata	923, 927	7.06
Calabria Tirrenica, Iblei	929, 935	7.29

Figura 13. Valori di M_{wmax} per le zone sismogenetiche di ZS9.




Figura 14. Zonazione sismogenetica ZS9

10.6 VITA NOMINALE E CLASSE D'USO

Di seguito si riepilogano gli input progettuali relativamente alla "Vita Nominale" (V_N) delle opere, il "Coefficiente d'Uso" (C_U), definito in base alla classe d'uso, e alla "Vita di Riferimento" (V_R):

- VI02 (Viadotto su Fiume Grande), sottovia, tombini, scatolari, corpo ferroviario tutto:
 - $V_N = 75$ anni
 - Classe d'uso III ($C_U = 1.5$)
 - $V_R = 112.5$ anni
- VI01 (Viadotto su SS613), fabbricati tecnologici:
 - $V_N = 75$ anni

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>NODO INTERMODALE DI BRINDISI INFRASTRUTTURA DI COLLEGAMENTO DELL'AREA INDUSTRIALE RETRO-PORTUALE DI BRINDISI CON INFRASTRUTTURA FERROVIARIA NAZIONALE PROGETTO DEFINITIVO</p>												
<p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IA7L</td> <td>01 D 69</td> <td>RG</td> <td>GE0001 002</td> <td>B</td> <td>38 di 45</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IA7L	01 D 69	RG	GE0001 002	B	38 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IA7L	01 D 69	RG	GE0001 002	B	38 di 45								

- Classe d'uso IV ($C_U = 2.0$)
- $V_R = 150$ anni

10.7 DISAGGREGAZIONE DEL TERREMOTO DI PROGETTO

Al fine di definire la Magnitudo (M) di riferimento, ci si può riferire alla disaggregazione sismica del terremoto di progetto.

La disaggregazione della pericolosità sismica consente di valutare i contributi di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità di un sito. La forma più comune di disaggregazione è quella bidimensionale in magnitudo e distanza (M-R) che permette di definire il contributo di sorgenti sismogenetiche a distanza R capaci di generare terremoti di magnitudo M.

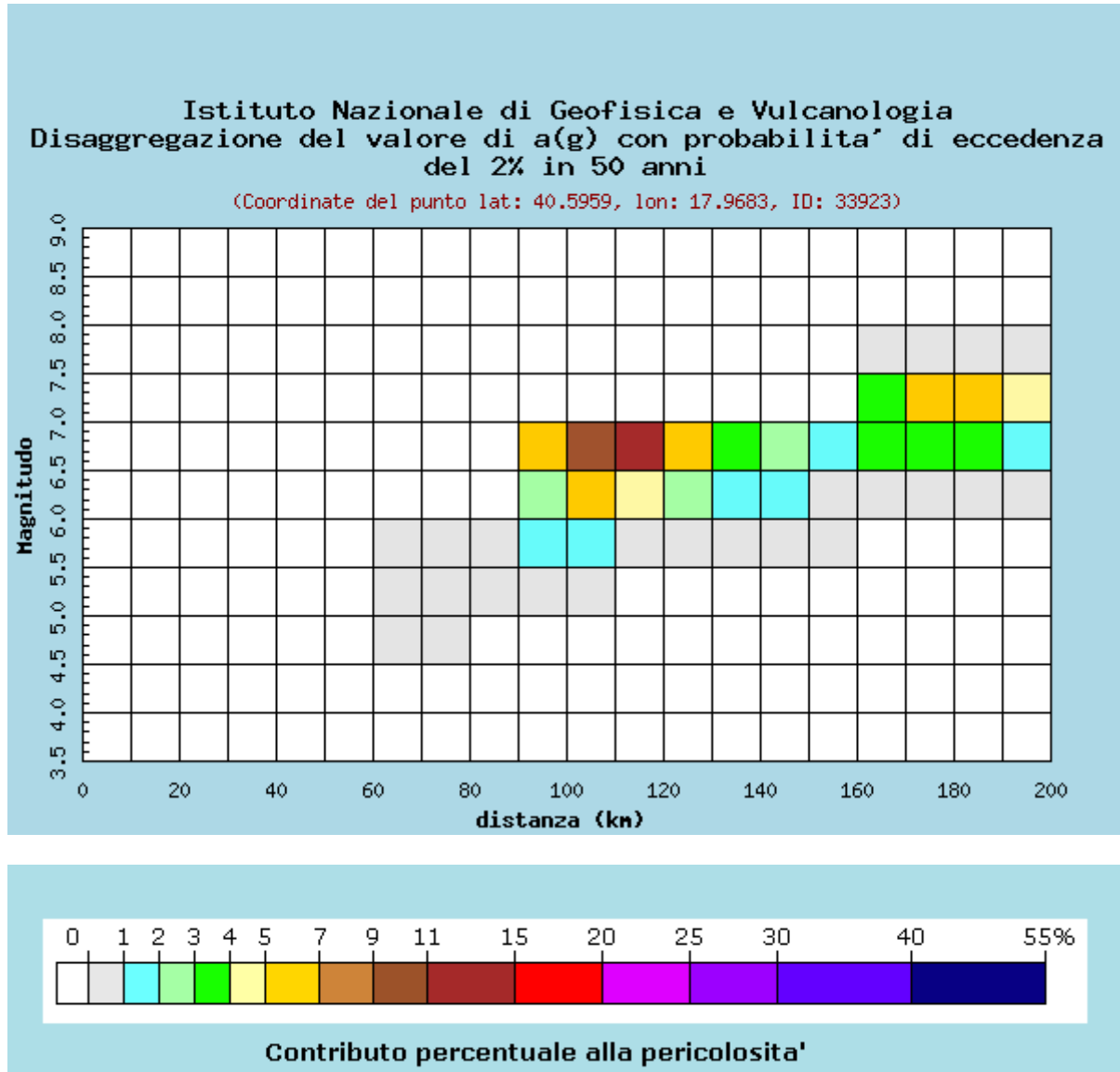
Espresso in altri termini, il processo di disaggregazione in M-R fornisce il terremoto che domina lo scenario di pericolosità (terremoto di scenario) inteso come l'evento, di magnitudo M a distanza R dal sito oggetto di studio, che contribuisce maggiormente alla pericolosità sismica del sito stesso.

Per la definizione del terremoto di progetto, l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV – sito: <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>) fornisce:

- i contributi, espressi in termine di percentuale alla pericolosità, delle sorgenti sismogenetiche a distanza R capaci di generare terremoti di magnitudo M;
- il valore medio, corrispondente al terremoto di scenario.

Nelle seguenti figure si riporta il grafico di disaggregazione di magnitudo-distanza calcolato per:

- VI02 (Viadotto su Fiume Grande), sottovia, tombini, scatolari, corpo ferroviario tutto, in riferimento ad una probabilità di superamento pari al 5% in 50 anni ($T_R = 975$ anni);
- VI01 (Viadotto su SS613), fabbricati tecnologici, in riferimento ad una probabilità di superamento pari al 2% in 50 anni ($T_R = 2475$ anni);

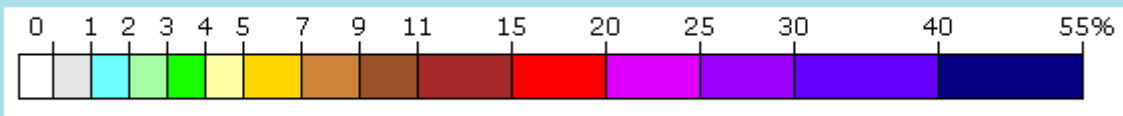
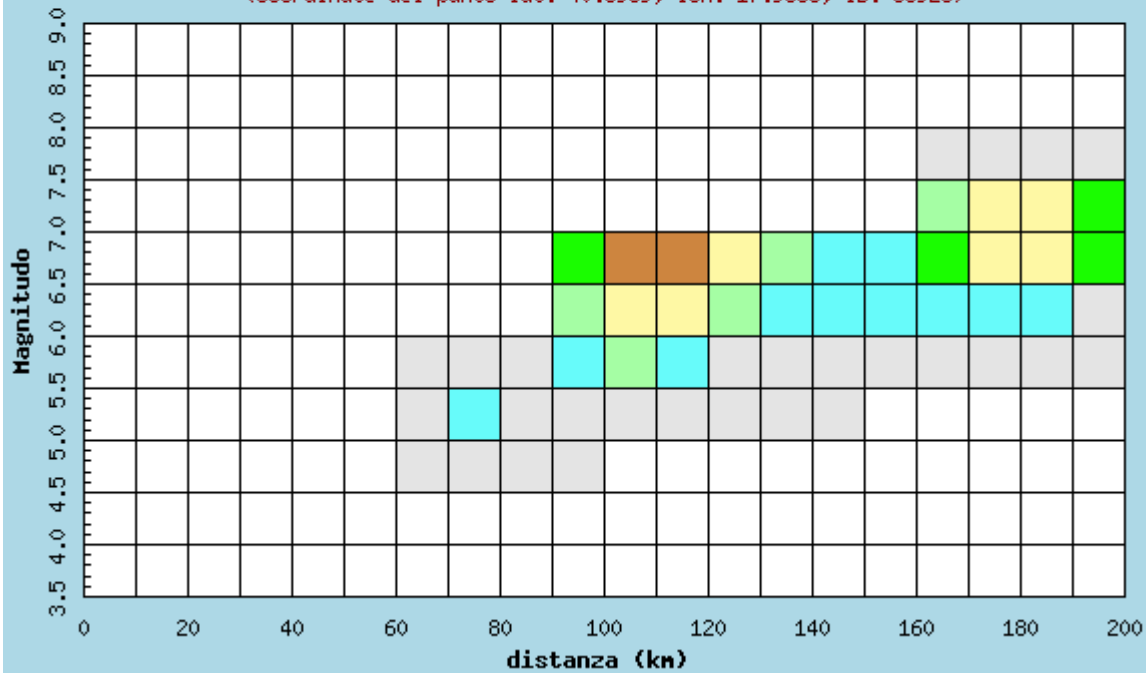


Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
6.590	140.000	1.880

Figura 15. Grafico di disagregazione M-R ($T_R = 975$ anni)

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza
del 5% in 50 anni

(Coordinate del punto lat: 40.5959, lon: 17.9683, ID: 33923)



Contributo percentuale alla pericolosita'

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
6.720	137.000	2.130

Figura 16. Grafico di disagregazione M-R ($T_R = 2475$ anni)

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	NODO INTERMODALE DI BRINDISI INFRASTRUTTURA DI COLLEGAMENTO DELL'AREA INDUSTRIALE RETRO-PORTUALE DI BRINDISI CON INFRASTRUTTURA FERROVIARIA NAZIONALE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA IA7L	LOTTO 01 D 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE0001 002	REV. B

11 PARAMETRI PER LA DETERMINAZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI RIFERIMENTO

Ai sensi del D.M. 14/01/2008, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto deve essere valutata l'influenza delle condizioni litologiche e geomorfologiche locali, determinando quindi la corrispondente categoria (o tipo) di sottosuolo nonché le condizioni topografiche del sito di interesse.

11.1 CATEGORIA DI SUOLO

Per la determinazione del tipo di suolo secondo normativa, 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, vs.

Allo scopo, l'elaborazione delle indagini geofisiche effettuate in sito in termini di profilo di velocità di propagazione delle onde di taglio vs, indica valori medi di propagazione delle onde di taglio vs,30 pari a circa 311 m/sec (Tabella 9).

Tabella 9. Categoria di suolo da valori di V_{s30} (m/s).

ID PROVA	V_{s30} (m/s)	Categoria di suolo
MASW1/HVSR1	$V_{s30} = 282$	C
MASW2/HVSR2	$V_{s30} = 307$	C
DH BH_07	$V_{s30} = 334$	C
DH BH_08	$V_{s30} = 321$	C

Sulla base dei dati disponibili, si ritiene, pertanto, di poter classificare, secondo Normativa, tutti i terreni lungo il tracciato come sottosuolo di categoria C, ovvero "*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti 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*".

11.2 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.IV.



NODO INTERMODALE DI BRINDISI
INFRASTRUTTURA DI COLLEGAMENTO DELL'AREA
INDUSTRIALE RETRO-PORTUALE DI BRINDISI CON
INFRASTRUTTURA FERROVIARIA NAZIONALE
PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA,
IDROGEOLOGICA E SISMICA

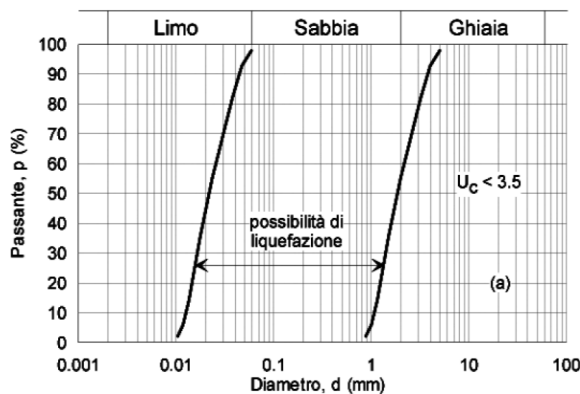
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	01 D 69	RG	GE0001 002	B	42 di 45

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 $S_T = 1,0$.

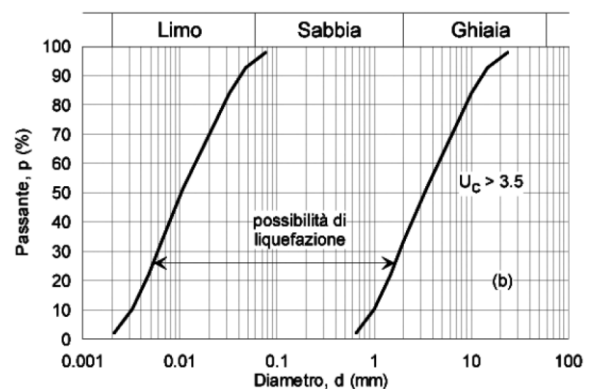
12 ANALISI DEL RISCHIO DI LIQUEFAZIONE

In terreni saturi sabbiosi sollecitati, in condizioni non drenate, da azioni cicliche dinamiche, il termine liquefazione comprende una serie di fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche. L'avvenuta liquefazione si manifesta, in presenza di manufatti, attraverso la perdita di capacità portante e/o lo sviluppo di elevati cedimenti e rotazioni. In base ad D.M. 17/01/2018, la verifica di liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanza:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0.1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite, con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$, dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza, determinata in prove penetrometriche dinamiche (SPT), normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa, e q_{c1N} è il valore della resistenza, determinata in prove penetrometriche statiche (CPT), normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nel grafico a), nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3.5$ e nel grafico b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3.5$.



a)



b)

Come si evince dalla Tabella 8 i valori di accelerazione al piano campagna su suolo rigido di riferimento ed in assenza di manufatti (condizioni di campo libero), sono sempre minori di 0.1g.

In relazione ai parametri di riferimento di Vita nominale, Classe d'uso e Periodo di riferimento, ai sensi delle NTC2018, ovvero ai parametri Coefficiente di suolo S_s e Coefficiente topografico S_T , il progettista specialista potrà valutare l'accelerazione massima al piano campagna del sito e di conseguenza valutare la possibile esclusione o meno il rischio di liquefazione per l'area in cui insiste l'opera.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	NODO INTERMODALE DI BRINDISI INFRASTRUTTURA DI COLLEGAMENTO DELL'AREA INDUSTRIALE RETRO-PORTUALE DI BRINDISI CON INFRASTRUTTURA FERROVIARIA NAZIONALE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA IA7L	LOTTO 01 D 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE0001 002	REV. B

13 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- AA.VV. (1999) – “*Guide Geologiche Regionali – Puglia e Monte Vulture*”, Società Geologica Italiana.
- ANNONE A. & PIERI P. (1979) - *Considerazioni critiche sui tufi calcarei delle Murge. Nuovi dati litostratigrafici e paleoambientali*. Geogr. Fis. e Din. Quat., 2, 173-186.
- AZZAROLI A. (1968) - *Calcarenite di Gravina. Studi illustrativi della Carta Geologica d'Italia - Formazioni geologiche*. Servizio Geologico d'Italia, I, 183- 185.
- CIARANFI N. et al. (1983) - “*Carta Neotettonica dell'Italia Meridionale*”, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Progetto finalizzato Geodinamica, Pubbl. n. 515 del P.F. Geodinamica, Bari.
- CIARANFI N., PIERI P. & RICCHETTI G. (1988) - *Note alla carta geologica delle Murge e del Salento (Puglia centromeridionale)*. Mem. Soc. Geol. It., 41, 449- 460.
- CIARANFI N., PIERI P., RICCHETTI G. (1988) – *Note illustrative alla carta geologica delle Murge e del Salento (Puglia centromeridionale)*. Mem. Soc. Geol. It., 41, 449-460.
- D'ERASMO G. (1934) - *Il Mare Pliocenico della Puglia*. Memorie Geologiche e Geografiche di Giotto Dainelli, 4, 307-396
- DELLE ROSE M. (2007) - *Sedimentological features of the Plio-Quaternary Aquifers of Salento (Puglia)*. Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia, vol. 76, Workshop “Development in aquifer sedimentology and groundwater flow studies in Italy”, Parma 2004, 137-145.
- DELLE ROSE M. (2008a) - *The Chattian-Messinian Salento super-sequence and its relation with tectonic and paleoclimate*. Riassunti GEOSD 2008, Bari 23- 27 settembre, 44-46.
- DELLE ROSE M. (2008b) - *Eustatic-climate versus tectonic control of Pliocene-lower Pleistocene sequence stratigraphic surfaces (Salento, south Italy)*. Riassunti GEOSD 2008, Bari 23-27 settembre, 47-49.
- RICCHETTI E., POLEMIO M. (1996) – *L'acquifero superficiale del territorio di Brindisi: dati geoidrologici diretti e immagini radar da satellite*. Mem. Soc. Geol. It., 51, 1059-1074.
- RICCHETTI G. (1972) – *Osservazioni geologiche e morfologiche preliminari sui depositi quaternari affioranti nel F°203 Brindisi*. Boll. Soc. Nat. Napoli, 81, 543-566.
- RICCHETTI G., CIARANFI N., LUPERTO SINNI E., MONGELLI F. & PIERI P. (1988) - *Geodinamica ed evoluzione sedimentaria e tettonica dell'avampaese apulo*. Mem. Soc. Geol. It., 41, 57-82.
- ROSSI D. (1969) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1: 100.000 - Fogli 203 - 204 213, Brindisi, Lecce e Maruggio*. Serv. Geol. d'Italia, ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato – Direzione Generale delle Miniere, Ercolano.
- SPIZZICO M., LOPEZ N., SCIANNAMBLO D., TINELLI R. - *La Piana di Brindisi: fenomeni di interazione fra le falde idriche sotterranee presenti nell'area*, Giornale di Geologia Applicata 3 (2006) 17-24.
- TROPEANO M. & SABATO L. (2000) - *Response of PlioPleistocene mixed bioclastic-lithoclastic temperate-water carbonate systems to forced regression: the Calcarenite di Gravina Formation, Puglia, SE Italy*. In: HUNT D., and GAWTHORPE R.L. (eds.) - *Sedimentary response to forced regression*. Geological Society, Spec. Publ., 172, 217-243.