

PIANO INVESTIMENTI 2019

MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER IL MIGLIORAMENTO DEL SERVIZIO IDRICO INTEGRATO

Asset	RETE DI RACCOLTA
Comune	BARLETTA - Prov. di BAT
Ubicazione	Varie vie
Oggetto	INTERVENTI PROPEDEUTICI AL RISANAMENTO DEGLI SCARICHI SUL LUNGOMARE DI PONENTE - BARLETTA

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GEOLOGICA

ELABORATO

ER.02

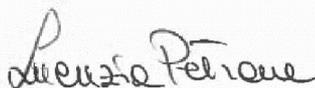
PROTOCOLLO N.

SAP: 21/21117

Bari, li

Progettisti:

Geom. Pasquale Quacquarelli
Ing. Lucrezia Petrone
Ing. Marta Cecca
Geom. Girolamo de Gennaro



Il Responsabile della progettazione
Geom. Pasquale Quacquarelli



Geologa:

Geol. Annamaria Dimundo



Visto: Il Responsabile del Procedimento
Ing. Francesca Fresa

C.S.P.:

Ing. Marta Cecca



Indice

1.0 PREMESSA.....	1
2.0 INQUADRAMENTO GEOLOGICO	6
3.0 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	14
4.0 INQUADRAMENTO TETTONICO LOCALE	19
5.0 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO LOCALE	20
6.0 INDAGINI EFFETTUATE ED ANALISI DEI RISULTATI	26
6.1 PERFORAZIONI MECCANICHE ED ANALISI GEOTECNICHE	28
6.2 INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE	45
6.3 SISMICITA' DELL'AREA	51
6.4 ANALISI AMBIENTALI	55
7.0 CONCLUSIONI.....	56

1.0 PREMESSA

Il presente progetto concerne l'individuazione di soluzioni strutturali adeguate a cui sottoporre l'attuale rete di raccolta dei reflui urbani nella zona del lungomare di Ponente, con l'obiettivo di ottimizzare il sistema stesso e mitigare le criticità connesse ai fenomeni meteorologici straordinari che causano il carico idraulico delle condotte della zona.

Si riporta di seguito uno schema in cui vengono evidenziate le criticità che si manifestano in modo puntuale sulle condotte ed i possibili interventi atti a mitigare suddette criticità:

	CRITICITA'	SOLUZIONE PROGETTUALE
1	Frequenti rotture di condotta premente DN600 in vetroresina a servizio dell'IS Porto	Raddoppio della condotta premente DN600 in PE100 a servizio dell'IS Porto
2	Carico idraulico della rete di fognatura a gravità su Via Cimitero	Estendimento della condotta premente Porto dal pozzetto di disconnessione in Via Vecchia Cimitero fino all'impianto di depurazione
3	Carico idraulico della rete di fognatura a gravità su Via di Cuonzo ang. Via Gelso	Realizzazione di nuova condotta a gravità dall'incrocio Via del Gelso/Via Di Cuonzo fino all'I.S. Mennea
4	Rilanci dei reflui da un impianto di sollevamento all'altro nella zona del Lungomare	Nuova condotta premente indipendente da IS Mennea a Impianto depurazione

Gli interventi in progetto, con l'ubicazione degli impianti di sollevamento esistenti a cui si è fatto riferimento, vengono rappresentati in Fig.1.

Interventi propedeutici al risanamento degli scarichi sul Lungomare di Ponente – Barletta

Relazione Geologica

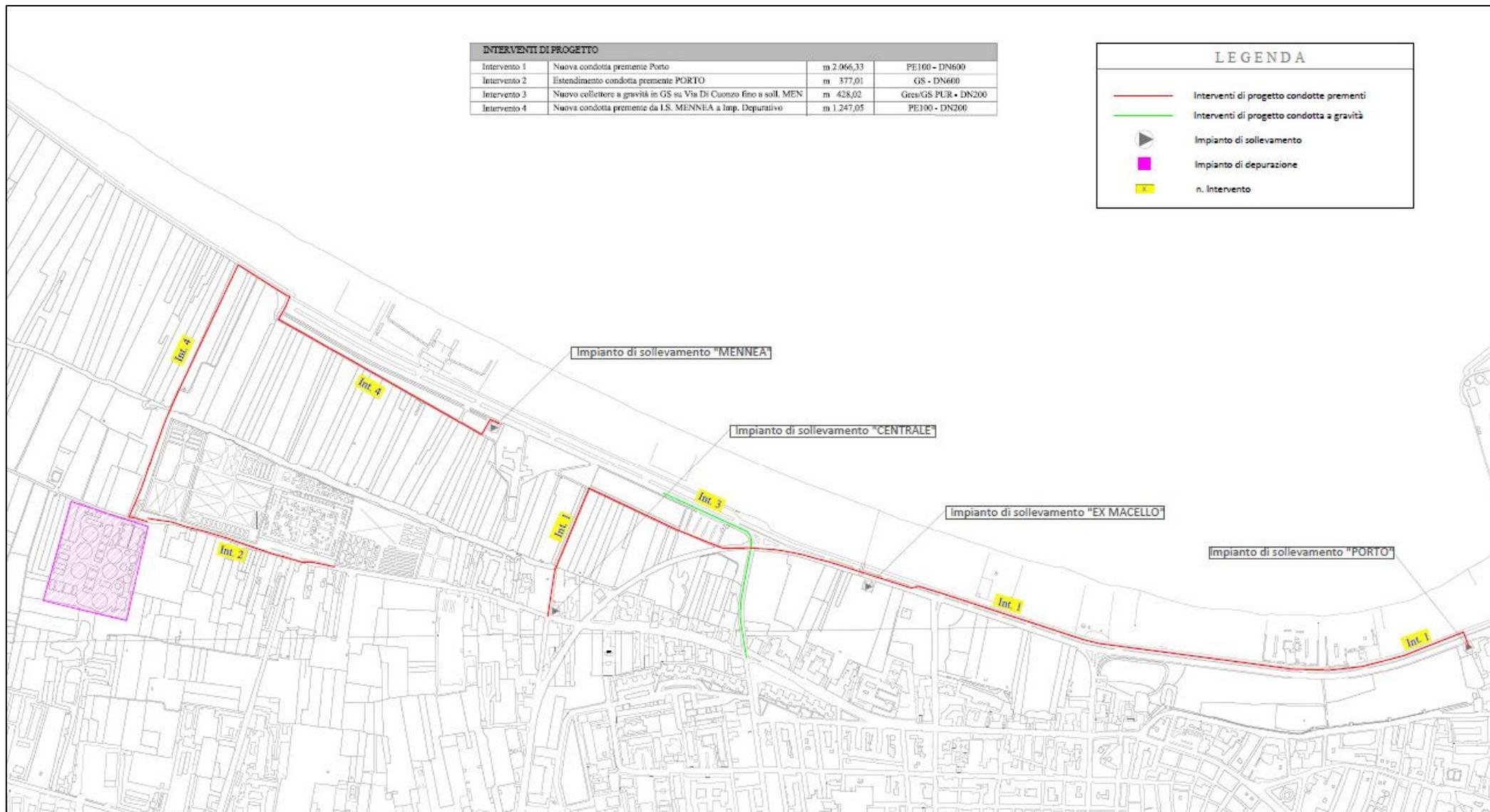


Fig.1: ubicazione degli interventi previsti in progetto

Più in dettaglio, per quel che riguarda l'intervento 1, si prevede il raddoppio della condotta premente che dall'IS Porto conferisce i reflui all'impianto di depurazione, nel tratto compreso tra l'IS Porto e l'incrocio con Via Violante/Via Cimitero, tratto lungo il quale la condotta esistente è in vetroresina. Il nuovo collettore avrà diametro pari a 630 mm, sarà realizzato in PE100 e sarà posato in opera, in parte con scavi a cielo aperto, in parte con tecnologia Trenchless, come si vede in Fig.2:



Fig.2: indicazione dei tratti che saranno realizzati con scavo a cielo aperto e con TOC

Per quel che riguarda l'intervento 2, si prevede la rimozione della condotta a gravità che, dal pozzetto di calma in cui arriva il refluo pompato proveniente dall'IS Porto, su Via Cimitero, adduce lo stesso all'impianto depurativo con problemi di carico idraulico; al posto di tale condotta a gravità sarà realizzato, per circa 400 m, il prolungamento della premente proveniente dall'IS Porto. La nuova condotta manterrà le stesse caratteristiche della premente esistente (D = 600 mm in GS). In tal caso il nuovo tronco di premente sarà posata nello stesso sito in cui attualmente alloggia la condotta a gravità, previa rimozione di quest'ultima.

L'intervento n.3 prevede la realizzazione di una condotta a gravità del DN = 200 mm che, a partire dal pozzetto di confluenza sito su Via Gelso-angolo Via Di Cuonzo, si innesterà alla rete esistente sul Lungomare di Levante, con l'obiettivo di smaltire velocemente le extra portate che interessano questo punto della rete; l'eccesso di portata sarà convogliato, tramite codesta condotta, all'IS Mennea.

Infine, per quel che riguarda l'intervento 4, si prevede la realizzazione di una nuova condotta premente in PE100 del DN = 200 mm per il trasporto dei reflui provenienti dagli stabilimenti balneari, direttamente all'impianto di depurazione; ciò al fine di evitare il trasferimento a cascata dei reflui su altri impianti di sollevamento (da IS Mennea a IS Ex Macello a IS Porto a impianto depurativo); la condotta esistente, in GS, di DN = 200 mm, non sarà dismessa ma resterà in ausilio a quella di progetto.

Al fine di caratterizzare dal punto di vista geolitologico, geomorfologico, idrogeologico e meccanico i terreni sui quali sono previsti gli interventi in progetto, è stata consultata, in prima battuta, la cartografia esistente e relativa alle aree d'interesse (Carta Geologica in scala 1:100.000, F° 176 "Barletta" e relative Note Illustrative, Carta Topografica in scala 1:25.000, Tav. I NO "Barletta", la Carta della pericolosità geomorfologica ed idraulica estratta dal PAI dell'AdB Puglia e la Carta Idrogeomorfologica messa a disposizione sia dall'AdB Puglia che dal SIT Puglia). È stata inoltre consultata la letteratura esistente e limitrofa all'area d'interesse, in particolare: la "Relazione Geologica e Caratterizzazione geotecnica eseguita per un suolo sito nel Cimitero di Barletta" dal Geologo Maddalena Corvasce e la pubblicazione "Tra Geologia e archeologia: Barletta, il mistero di Ariscianne" del Geologo Alfredo De Giovanni sulla rivista "Geologi e Territorio".

Alla luce dei documenti consultati e dei sopralluoghi esperiti nell'area d'interesse, è stata pianificata e successivamente eseguita una campagna di indagini geognostiche i cui risultati sono stati analizzati più avanti nella presente relazione.

2.0 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il territorio comunale di Barletta, contenuto in gran parte nella Tavoletta 176 I N.O. "Barletta", ricade nella zona di transizione tra L'Avampaese Apulo Murgiano a SSE e l'Avanfossa SudAppenninica a NNO e SSE. A più grande scala, Il comprensorio comunale è esteso nel settore centro settentrionale del F° 176 "Barletta" della "Carta geologica d'Italia" alla scala 1:100.000. In relazione all'area d'interesse, si riporta di seguito uno stralcio dalla Carta Geologica, F°176 "Barletta", della Carta Topografica IGM, Tav.176 I NO "Barletta", la Carta Geologica schematica dell'entroterra di Barletta e la planimetria geologica della Tav. 176, I NO "Barletta".

Interventi propedeutici al risanamento degli scarichi sul Lungomare di Ponente – Barletta
Relazione Geologica

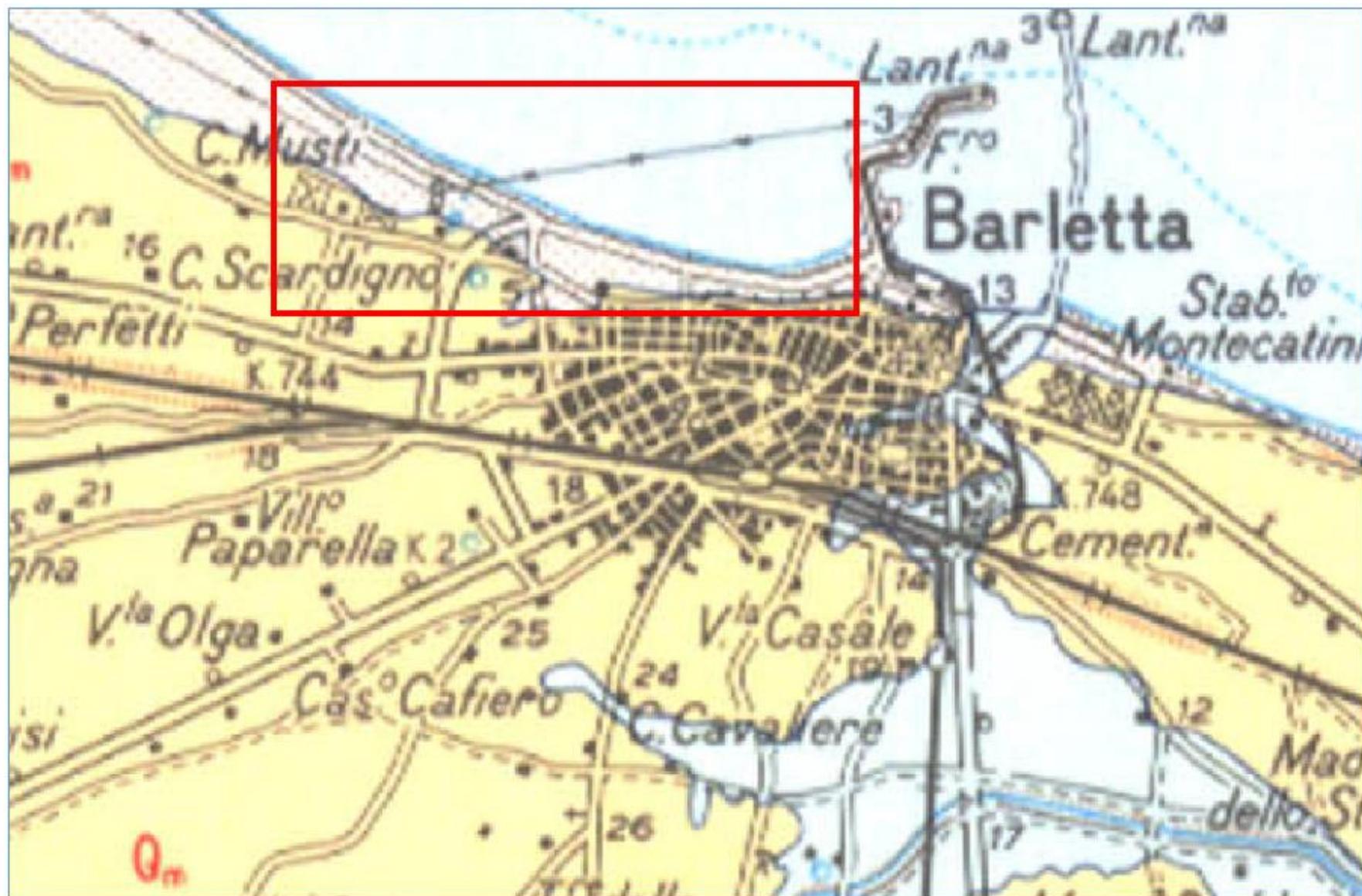
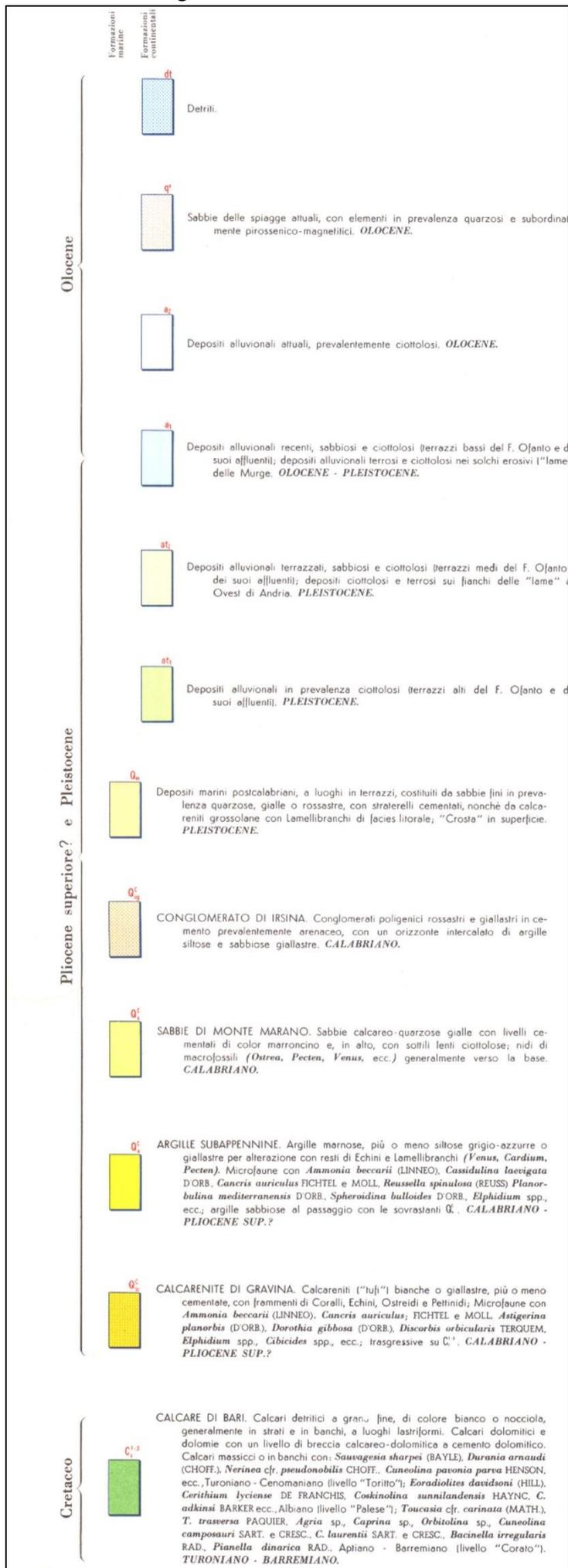


Fig.3: stralcio dell'area d'interesse dalla Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000

 Area d'intervento

Interventi propedeutici al risanamento degli scarichi sul Lungomare di Ponente – Barletta

Relazione Geologica



Interventi propedeutici al risanamento degli scarichi sul Lungomare di Ponente – Barletta
Relazione Geologica

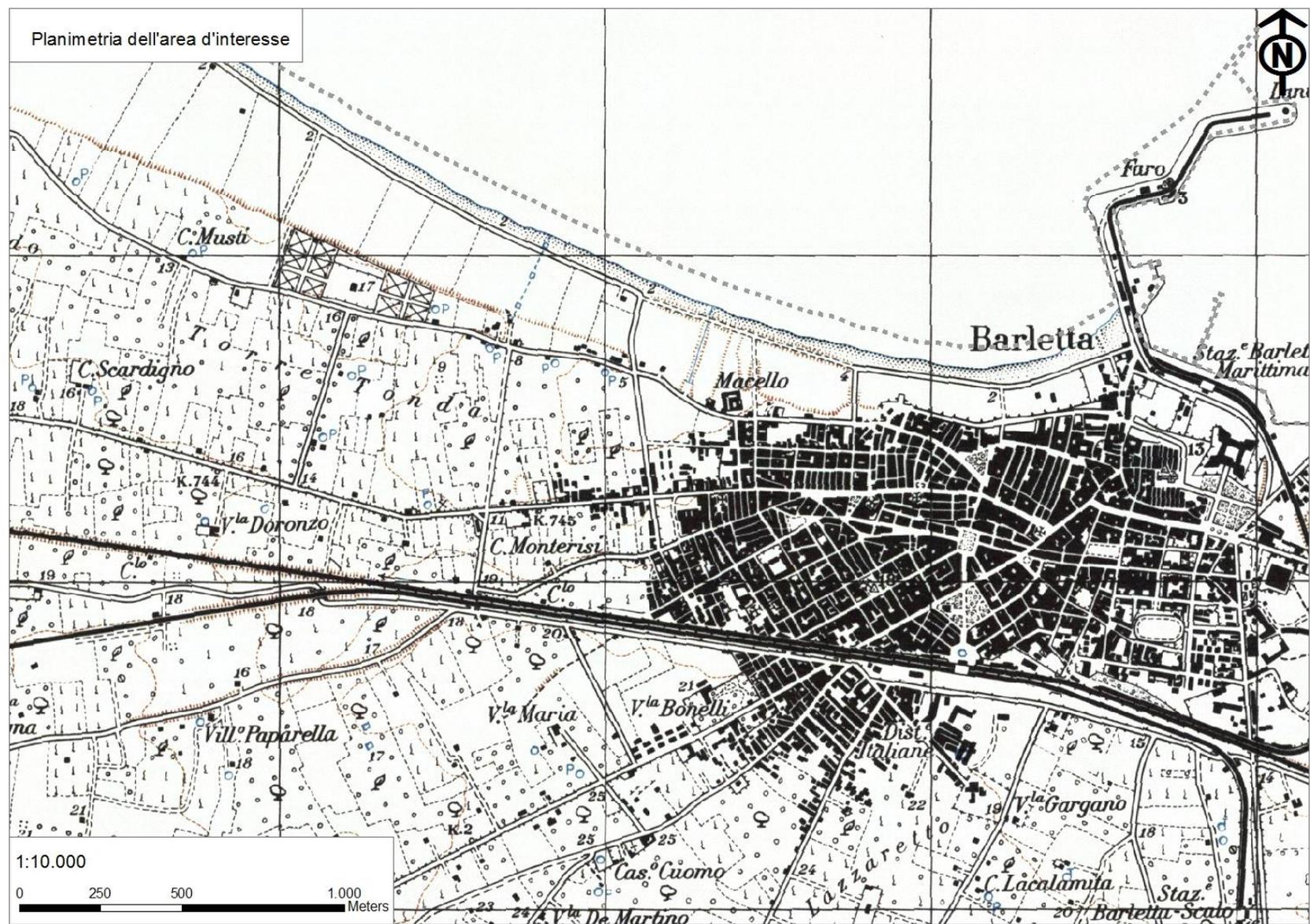


Fig.4: stralcio planimetrico dell'area d'interesse in scala 1:10.000

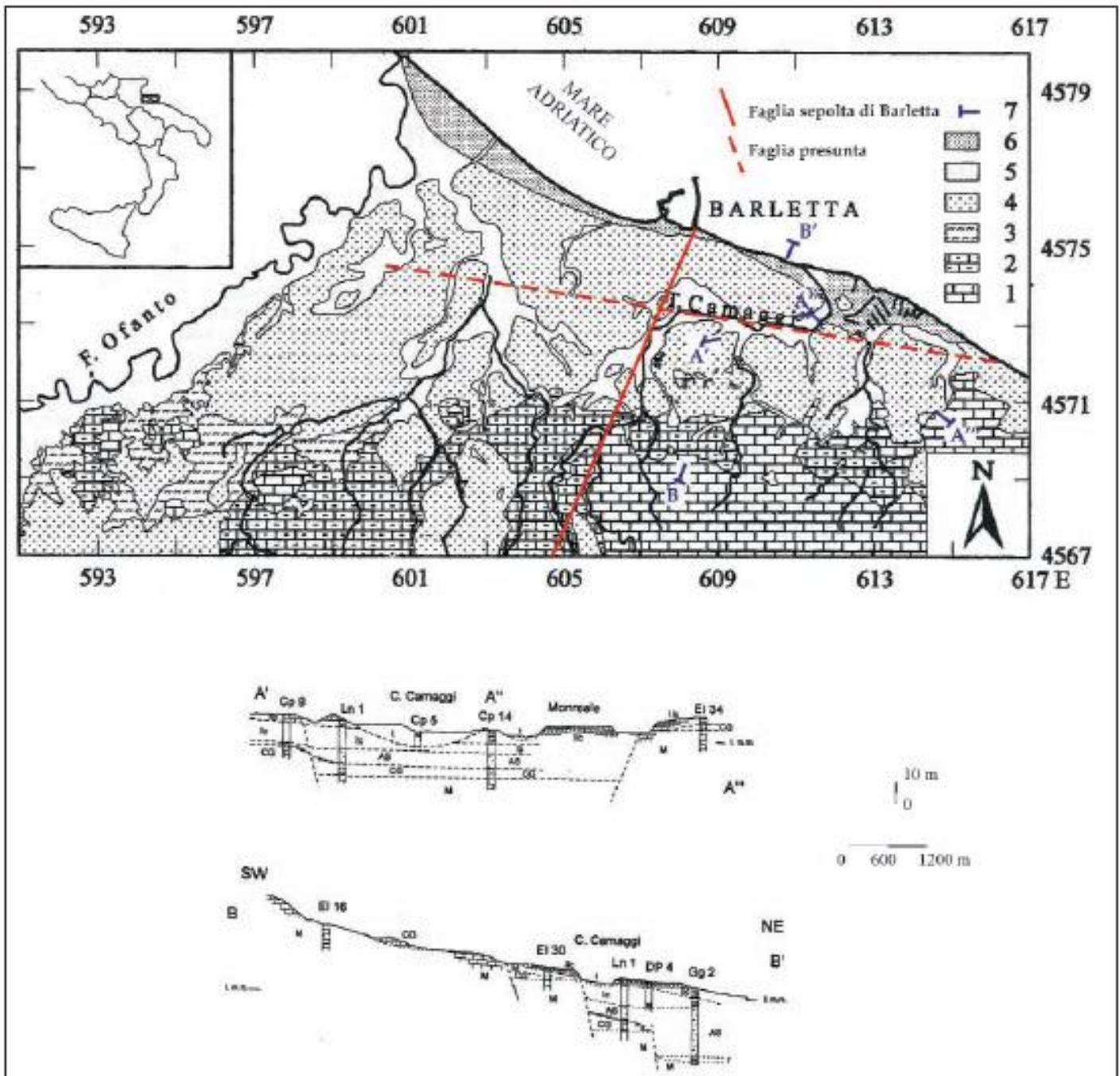


Fig.5: A) Carta Geologica schematica dell'entroterra di Barletta. Legenda: 1) Substrato mesozoico; 2) Calcarenite di Gravina; 3) Argille Subappennine; 4) Depositi marini terrazzati; 5) Depositi alluvionali recenti; 6) Sabbie delle spiagge attuali; 7) tracce delle sezioni geologiche; 8) Faglie principali. B) Sezioni geologiche A-A' parallela alla costa e B-B' ad essa perpendicolare. Legenda: M = substrato mesozoico; r = terre rosse residuali; CG = Calcarenite di Gravina; AS = Argille Subappennine; Ic = I° ciclo postbradanico; Ilc = II° ciclo postbradanico; t = depositi alluvionali (da Caldara, et al., 1996 – modificata)

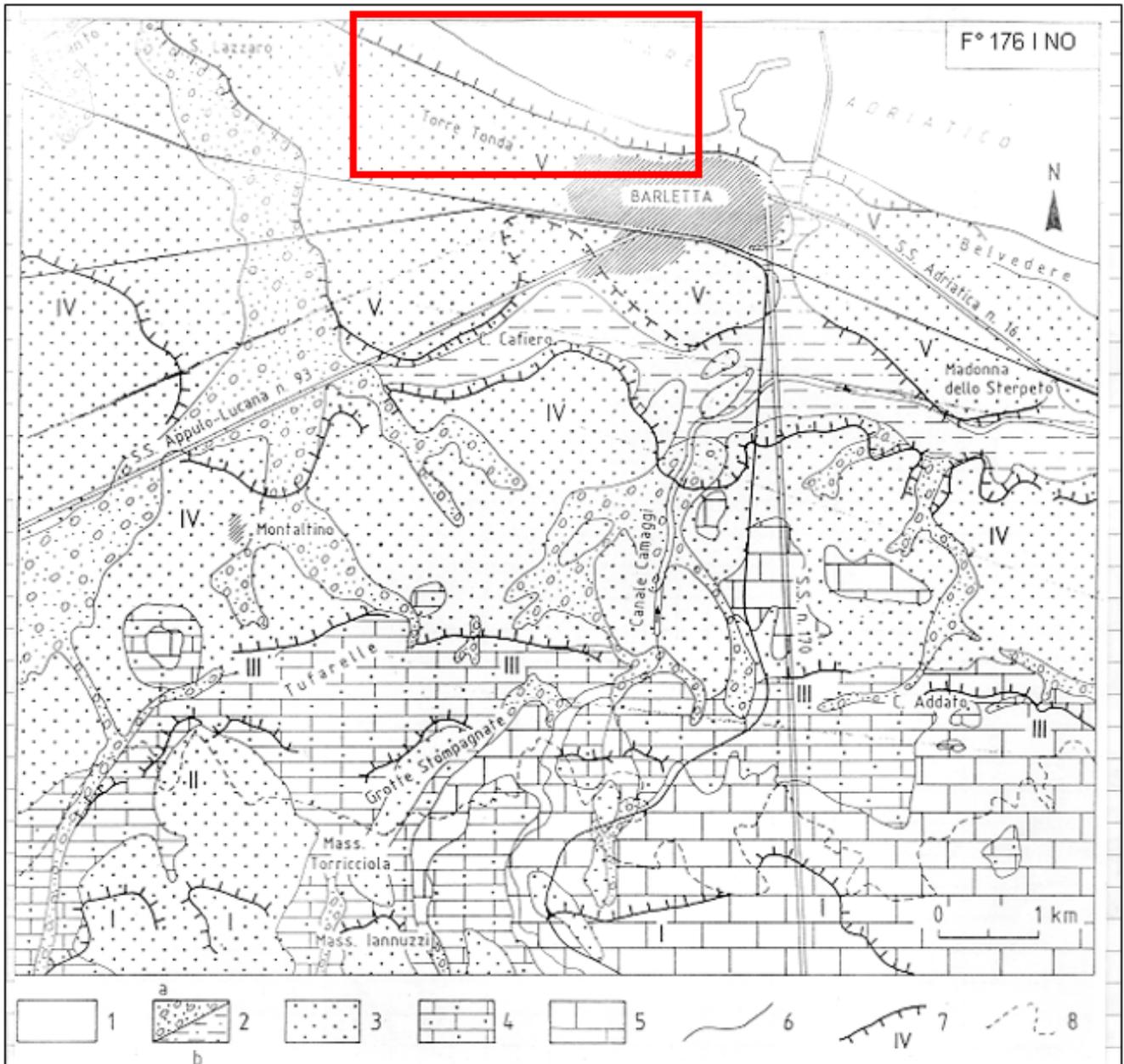


Fig.6: Planimetria geologica della Tav. Barletta: 1) sabbie di spiagge attuali; 2a) depositi fluvio-lacustri tardo olocenici; 2b) depositi alluvionali, antichi e recenti del Fiume Ofanto e delle "lame" delle Murge; 3) Depositi marini terrazzati (Pleistocene medio-Olocene); 4) Calcarenite di Gravina (Pliocene medio-Pleistocene inf.); 5) Calcare di Bari (Valanginiano-Turoniano inf.); 6) Limite formazionale; 7) orlo di terrazzo e suo numero d'ordine; 8) limite amministrativo comunale

 Area d'interesse

La lettura di tale Foglio Geologico fornisce per l'area individuata dalla tavoletta citata un assetto geologico e litostratigrafico di tipo semplice, costituito da un basamento calcareo-dolomitico di età cretacea riferibile al Calcarea di Bari, non affiorante nell'area d'interesse, sul quale si rinvengono in discordanza angolare, calcareniti trasgressive ("Calcarenite di Gravina") riferibili al Pliocene Superiore-Pleistocene Inferiore. La Calcarenite di Gravina, localmente detta "tufo", si presenta come una roccia a granulometria variabile; si va da microruditi calcaree clinostratificate a calcareniti bianco-giallastre a tratti rossastre, più o meno cementate senza evidente stratificazione, in banchi di spessore variabile. *Nelle aree d'interesse tale unità non è però presente in affioramento.*

Sui depositi calcarenitici poggia, generalmente in continuità di sedimentazione, la formazione delle Argille Subappennine (Pleistocene inf. e medio), che si rinvengono nelle aree d'interesse, a circa 30-35 m dal piano campagna e rappresentano il termine distale e più profondo del Ciclo della Fossa Bradanica. L'unità è costituita da argille plastiche di colore dal grigio chiaro al grigio scuro, localmente sabbiose, con ricco contenuto di fossili.

Al di sopra delle unità appena descritte, sono cartografati indistinti "depositi marini terrazzati (Q_m) di età pleistocenica che affiorano nella parte più interna dell'area d'interesse". La peculiarità di tali depositi, predominante su scala regionale, è quella di affiorare in corrispondenza di superfici terrazzate che rappresentano il risultato della regressione polifasica marina iniziata alla fine del Pleistocene. Il tardo Pleistocene (Tirreniano) è stato contrassegnato da un forte e rapido ritiro (o regressione) glacio-eustatico del mare, il cui livello si abbassava di ben 100 m in soli 6-7000 anni, con un abbassamento medio di ben 15 mm per millennio; il massimo regressivo si trovava alla profondità di circa 100 m sotto il livello marino attuale intorno a 13-14000 anni fa. Per ripetuti innalzamenti della costa e ritiro polifasico del mare Adriatico si sono formati nel territorio di Barletta ben 5 ordini di *lidi* innalzati, cioè una successione di **5 terrazzi marini** simili a 5 gigantesche gradinate lungo le pendici che si succedono da quota 100 m s.l.m. fino all'attuale linea di costa. Nella tavoletta "Barletta" I N.O. F° 176, i "depositi marini terrazzati" sono disposti su 5 ordini di gradinate che degradano verso il litorale adriatico e verso la Bassa Valle del Fiume Ofanto. Il terrazzo più elevato (primo ordine relativo) si rinviene a m 115-100 s.l.m., quello più basso (quint'ordine relativo), si rinviene a m 15-5 s.l.m. circa.

Tali depositi sono costituiti da litologie sabbiose e arenacee, calcarenitico-siltose, subordinatamente argillose e siltose; l'ambiente di sedimentazione, in base ai resti organogeni ritrovati, è quello di spiaggia o di mare poco profondo o, per i termini argilloso-siltosi, di ambiente palustre e lagunare talvolta associati a paleosuoli.

Seguono i "depositi alluvionali antichi e recenti" di natura argilloso-sabbioso-ghiaiosa spesso terrazzati del Fiume Ofanto e del Torrente Camaggi, *non presenti nelle aree d'interesse*.

Infine, soprattutto nell'area di piana costiera, sono presenti i "*Depositi sabbiosi*" delle spiagge attuali del litorale adriatico, costituiti essenzialmente da sabbie con elementi in prevalenza quarzosi e subordinatamente pirossenico-magnetitici dell'Olocene. Tali depositi, come già detto, interessano l'intera fascia costiera e quindi affiorano su tutto il Lungomare di Ponente, lungo il quale, come si può vedere da Fig.1, è prevista la maggior parte degli interventi in progetto.

Le sabbie delle spiagge attuali rappresentano i depositi più recenti e caratterizzano gli ampi ed estesi arenili che si osservano alla base della falesia, ossia quel salto di quota ben visibile in prossimità del cimitero. La cartografia storica mette in evidenza che le spiagge antistanti la città di Barletta sono state prodotte da una regressione della linea di costa. La citata falesia è incisa quindi nei depositi del terrazzo marino altimetricamente più basso.

Per quel che riguarda più in dettaglio la caratterizzazione geolitologica del sito d'interesse, quindi, si può confermare che, al di sotto di un esiguo spessore di riporto, affiorano le seguenti due formazioni:

- depositi marini terrazzati del Pleistocene, presenti essenzialmente nella zona più interna delle aree d'intervento, sul terrazzo del V° ordine relativo (5-15 m s.l.m.), di cui è possibile osservare la successione litologica lungo il piano affiorante della falesia che delimita l'area cimiteriale e che costituisce il limite del terrazzo di ordine V°.
- sabbie delle spiagge attuali dell'Olocene (più recenti), presenti essenzialmente nella zona di costa.

La caratterizzazione dei litotipi affioranti nell'area d'interesse è stata possibile attraverso la terebrazione di 6 fori di sondaggio e sarà trattata in dettaglio nel paragrafo 6 della presente relazione.

3.0 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Più in generale, l'area d'interesse ricade nella Piana della bassa valle dell'Ofanto. Fanno parte di quest'area le spianate occupate dai sedimenti marini recenti (Q_m), la fascia costiera e le pianure alluvionali del fiume Ofanto.

La zona in cui affiorano le sabbie dei depositi marini terrazzati (Q_m) è debolmente inclinata verso nord, con lievi ondulazioni.

Gli studi geomorfologici eseguiti nel 1984 (Salvemini Andrea) sui "depositi quaternari terrazzati" della tavoletta topografica I.G.M. Barletta (F° 176 I NO) e studi geologici recenti (Ricchetti et alii., 1988; Ciaranfi et al. 1988; Caldara & Pennetta, 1989; Mastronuzzi et al., 1989) compiuti sugli stessi depositi hanno evidenziato, per l'area in esame, la presenza di cinque ordini di terrazzi marini, con relativi depositi collegati ad oscillazioni positive del livello mare.

Successivamente alla loro deposizione, i terrazzi marini sono stati interessati da attività erosiva di tipo lineare ad opera di corsi d'acqua effimeri provenienti dalle aree interne; tali impluvi naturali, cui si deve la morfologia blandamente ondulata di alcune aree, trovano recapito nel fiume Ofanto o direttamente nel mare Adriatico.

In particolare, parte dell'area oggetto d'intervento ricade su un'estesa piattaforma di abrasione, associata a depositi di ambiente litorale, corrispondente al terrazzo marino più recente tra quelli cartografati nel territorio di Barletta (Salvemini, 1984; Caldara et al., 1996), cioè quello di V° ordine, compreso tra 5 e 15 m s.l.m. Tale piattaforma è delimitata verso nord da una scarpata-falesia di circa 6 m che raccorda il citato terrazzo più recente con la sottostante piattaforma di abrasione degli arenili che si sono depositati in tempi relativamente recenti (Dal'Olocene ad oggi).

Si riporta di seguito uno stralcio della Carta Idrogeomorfologica estrapolata dal SIT Puglia:

Interventi propedeutici al risanamento degli scarichi sul Lungomare di Ponente – Barletta
Relazione Geologica

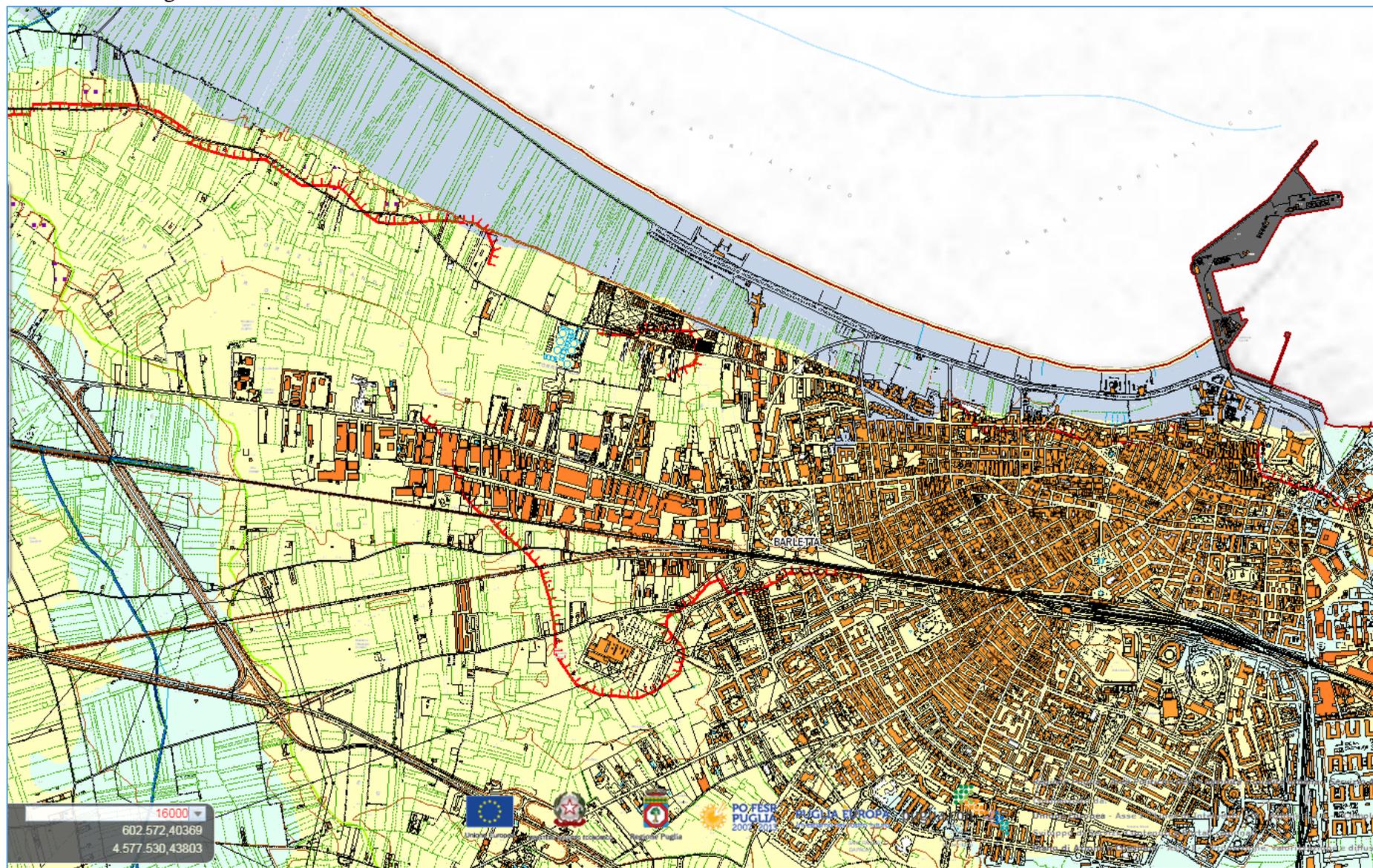
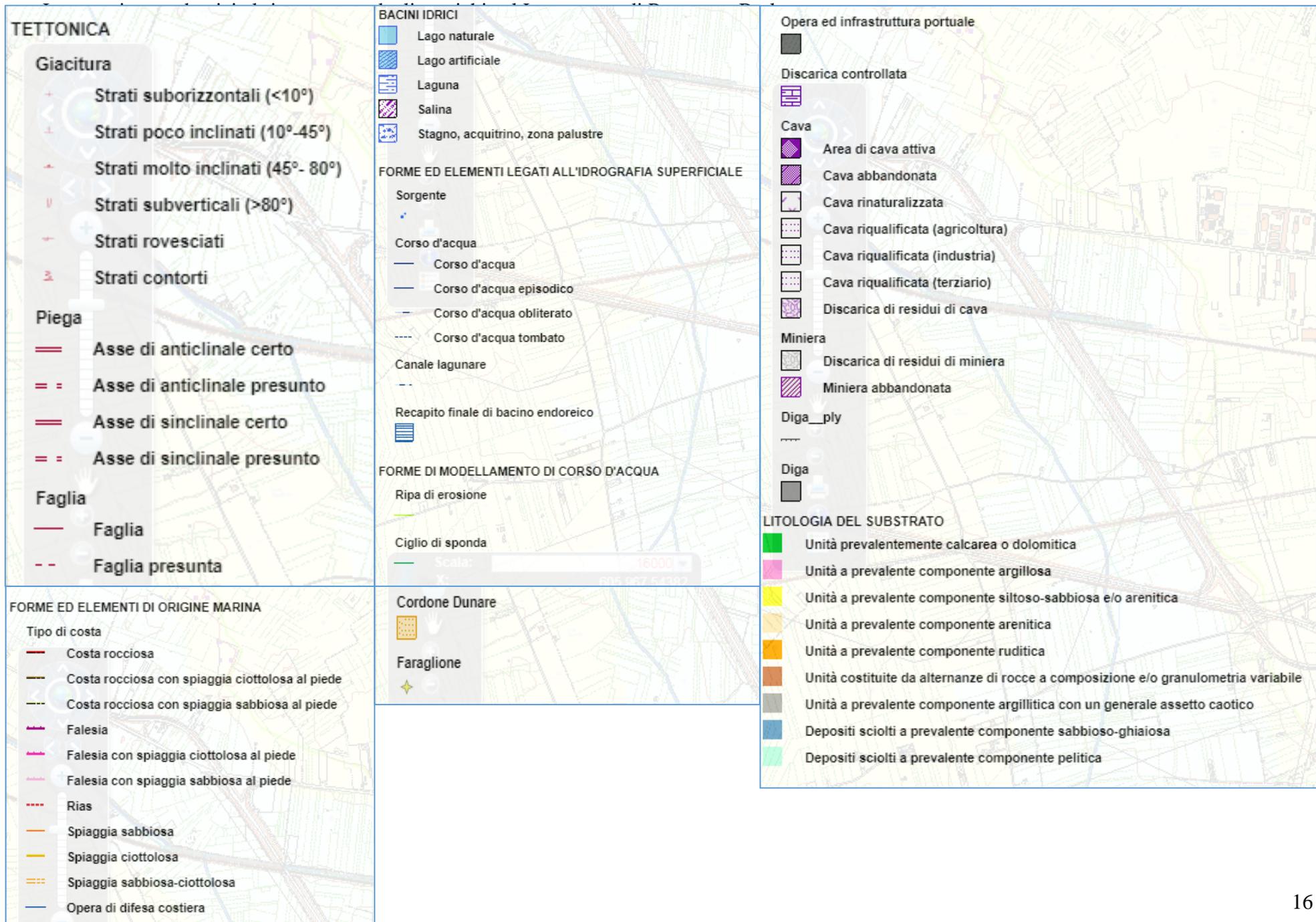


Fig.7: stralcio relativo all'area d'interesse dalla Carta Idrogeomorfologica pubblicata dal SIT Puglia, in scala 1:16.000



Come si può constatare, l'area si presenta abbastanza semplice e lineare dal punto di vista geomorfologico; è visibile, nello stralcio della Carta Idrogeomorfologica, la scarpata relativa ai terrazzi di V° ordine che, come già detto, si sviluppa tra 5 e 15 m s.l.m. In particolare, l'area d'interesse, si sviluppa ad una quota compresa tra circa 1 e 13 m dal p.c.

Ad ovest dell'abitato sono presenti i depositi alluvionali del fiume Ofanto, mentre ad est dello stesso, si intravedono i depositi alluvionali del torrente Ciappetta-Camaggio.

Infine, per quel che riguarda la pericolosità geomorfologica ed idraulica dell'area d'interesse, l'osservazione della Cartografia estrapolata dal sito dell'AdB Puglia ha confermato che gli interventi in progetto non ricadono in aree perimetrate dall'AdB Puglia come aree a rischio geomorfologico o idraulico.

Interventi propedeutici al risanamento degli scarichi sul Lungomare di Ponente – Barletta

Relazione Geologica

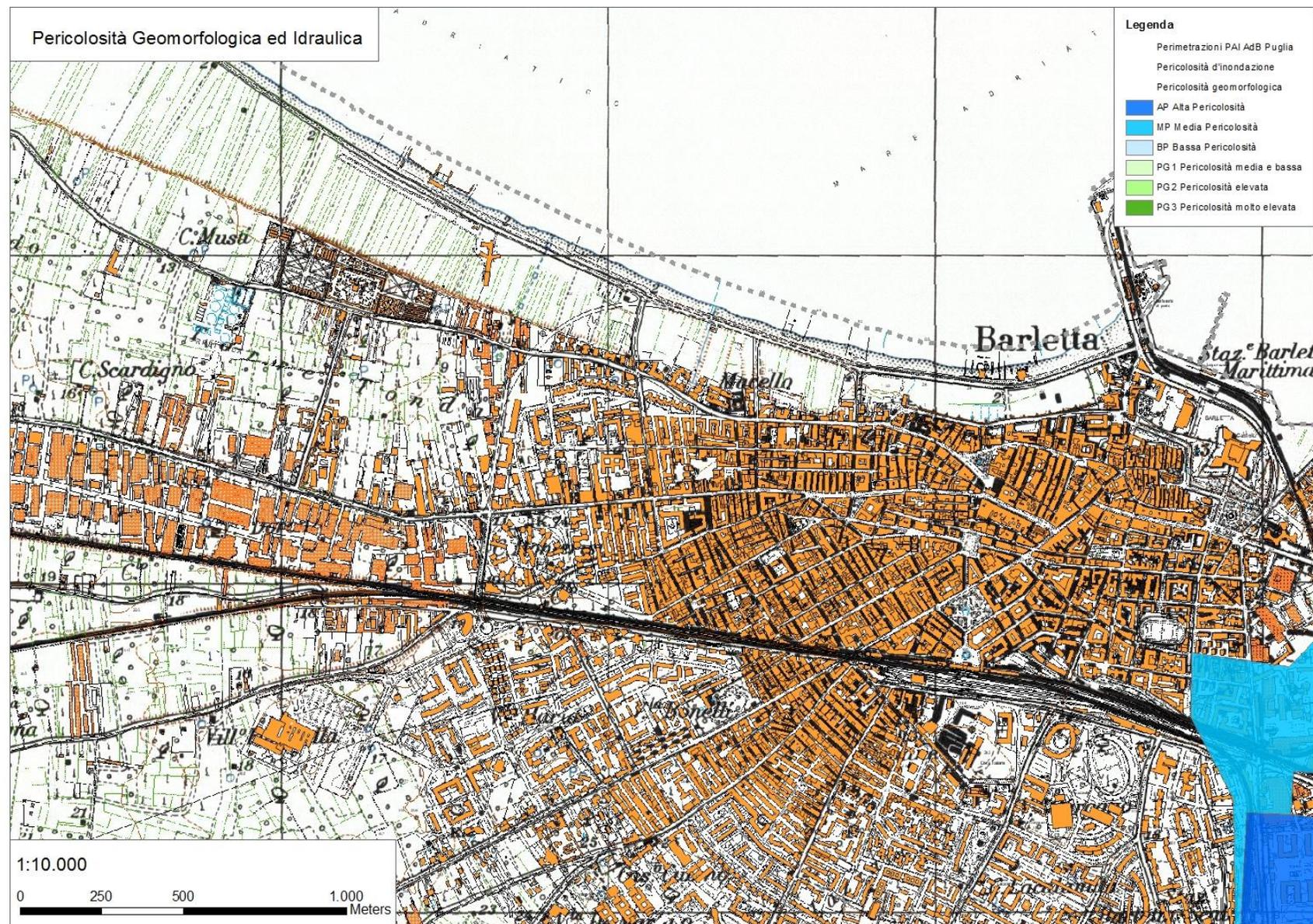


Fig.8: stralcio dell'area d'interesse in relazione alla pericolosità geomorfologica ed idraulica (AdB Puglia)

4.0 INQUADRAMENTO TETTONICO LOCALE

Nella tavoletta “Barletta” si riconoscono due zone con caratteri strutturali tra loro ben distinti. Una di queste mostra in affioramento il “Calcarea di Bari” superficialmente caratterizzato da una tettonica di tipo plicativo cui si associa un doppio sistema di fratture e che non affiora direttamente nell’area d’interesse, per cui si omette la descrizione della stessa.

L’altra zona, occupata dai depositi pleistocenici-olocenici, mostra un assetto (o stile) tabulare-orizzontale monoclinale attribuibile ad un sollevamento in blocco, cioè ad una ripresa di faglie che già in passato avevano interessato il substrato calcareo. Si va di seguito a descrivere quest’ultima zona, che verrà direttamente interessata dagli interventi in progetto.

Zona degli affioramenti pleistocenici

I depositi pleistocenici mostrano un assetto tabulare monoclinale con leggera immersione verso Nord, prodotta da un sollevamento della regione bradanica più intenso e precoce a Sud.

Vi si riconoscono 2 serie di faglie a gradinata (fig.9): una, in gran parte orientata ONO-ESE (direttrice appenninica) con rigetto di qualche metro; l’altra con andamento SSO-NNE (direttrice tirrenica).

Recentemente è stata ipotizzata (Salvemini, 1994) l’esistenza di una struttura tettonica composta ad *HORST* e *GRABEN* che, con top strutturale (*HALBHORST*) nel settore sud orientale della tavoletta “Barletta” degrada verso la Bassa Valle del F. Ofanto (da SE a NO) e verso il litorale adriatico (da Sud a Nord) con zolle relativamente abbassate.

La parte più elevata di tale struttura (*HALBHORST*), rimasta in posto, è confinata dal locale Canale Camaggi il quale sarebbe la proiezione in superficie di due discontinuità lineari sepolte delle Basse Murge Andriesi, normali fra loro: l’una ad andamento SSO-NNE (direttrice tirrenica da taluni indicata come “faglia sepolta di Barletta”) e l’altra ESE-ONO (Fig.5-9).

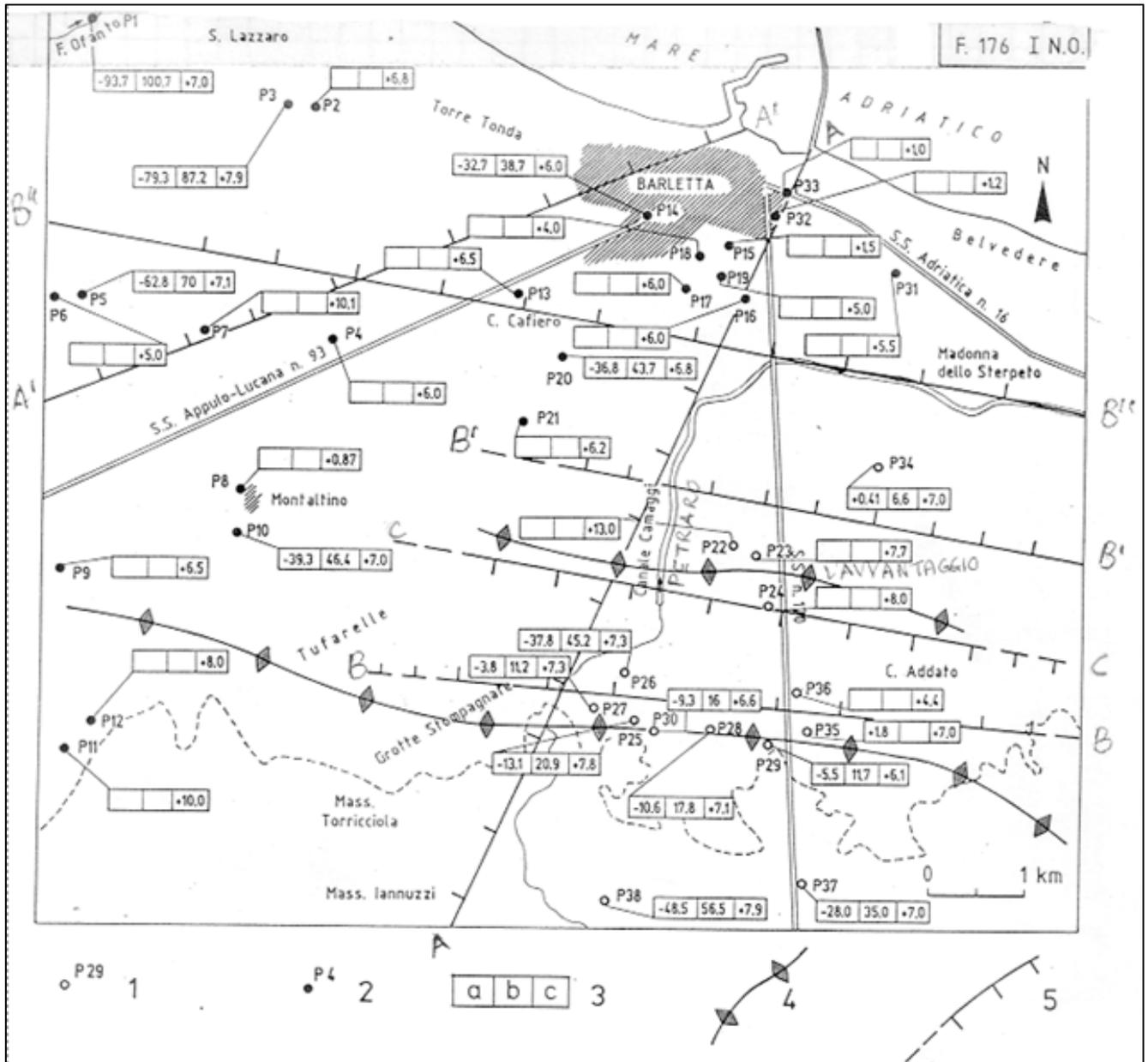


Fig.9: Relazione tra due raggruppamenti di pozzi regolarmente censiti e le principali strutture tettoniche della Tavoleta "Barletta". 1) pozzi del primo gruppo; pozzi del secondo gruppo; 3a) quota di rinvenimento falda profonda (m s.l.m.) 3b) risalita del rinvenimento (m); 3c) livello statico (m s.l.m.); 4) assi anticlinali; 5) faghi e loro probabili allungamenti (Geol Alfredo De Giovanni).

5.0 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO LOCALE

L'agro di BARLETTA ricade in un'area di **"transizione geologica"** fra la piattaforma carbonatica murgiana e i depositi di Avanfossa presenti sul suo bordo nord-orientale.

In particolare la **Murgia** rappresenta una grande unità idrogeologica contenente un bacino sotterraneo, alimentato dalle cospicue precipitazioni delle aree interne.

Il notevole tasso di infiltrazione efficace realizzato dallo stato di fratturazione e carsismo che caratterizza i calcari stessi, concorre al movimento delle stesse acque sotterranee verso i punti di emergenza lungo la costa.

La distribuzione dei caratteri di permeabilità delle rocce carbonatiche murgiane è dunque fortemente legata alla distribuzione ed all'evoluzione del carsismo e, conseguentemente, la circolazione idrica sotterranea possiede parametri idrodinamici estremamente variabili da punto a punto in funzione della distribuzione dei vincoli al contorno.

La presenza nei calcari mesozoici di una cospicua falda carsica denominata "**profonda**", generalmente circolante in pressione al di sotto del livello del mare e caratterizzata da discreti carichi piezometrici anche a breve distanza dalla costa adriatica, è ormai definita e certificata.

Da indagini idrogeologiche condotte nell'area urbana, si è constatato che tale falda si colloca, in corrispondenza dell'abitato di Barletta, a profondità variabili **tra 50 e 60 m** dal p.c. Oltre alla presenza di una falda profonda, si è constatata anche l'esistenza di una falda "**superficiale**" circolante nei depositi pleistocenici ed olocenici. La presenza di tale falda nell'abitato di Barletta, è documentata innanzitutto dalla presenza di antichi pozzi scavati a mano, concentrati essenzialmente in prossimità del centro storico e degli arenili del litorale, questi ultimi spesso attraversati da rigagnoli che rappresentano l'affioramento della falda in superficie.

A titolo rappresentativo, si riporta una foto in cui è visibile l'affioramento dell'acqua di falda in superficie poco a monte rispetto all'area del Lungomare di Ponente:



Foto 1: emergenze della falda superficiale in corrispondenza del piano campagna

La presenza della falda superficiale è stata accertata in modo diretto attraverso la terebrazione di fori di sondaggio eseguiti nelle aree oggetto d'intervento.

Si riporta in figura 10 l'ubicazione dei fori di sondaggio, la tabella con i dati relativi a ciascuna perforazione ed un'ulteriore tabella che sintetizza la misura del livello di falda riscontrato per ciascun sondaggio meccanico; il livello statico della falda viene riferito sia al piano campagna che al livello del mare.



Fig.10: ubicazione dei fori di sondaggio eseguiti con la campagna geognostica del luglio 2018 nell'abitato

SIGLA SONDAGGIO	COORDINATE UTM 33T (WGS84)	QUOTA m s.l.m.	PROFONDITA' RAGGIUNTA (m)	DATA
S1	607401.7812 E - 4575469.3222 N	1,799	5.0	16/07/2018
S2	606266.2000 E - 4575594.3200 N	2,152	5.0	18/07/2018
S3	604996.4562 E - 4576234.4661 N	1,272	5.0	18/07/2018
S4	604820.9298 E - 4575723.6954 N	12,659	10.0	16/07/2018
S5	605628.6662 E - 4575616.7619 N	8,175	10.0	17/07/2018
S6	606010.5508 E - 4575478.4392 N	5,131	5.0	17/07/2018

Tab.1: coordinate relative a ciascun foro di sondaggio

SIGLA SONDAGGIO	QUOTA FORO (m s.l.m.)	LIVELLO FALDA (m dal p.c.)	LIVELLO FALDA (m s.l.m.)
S1	1.799	-1.25	0.549
S2	2.152	-1.60	0.552
S3	1.272	-0.60	0.672
S4	12.659	-6.30	6.359
S5	8.175	-5.30	2.875
S6	5.131	-0.85	4.281

Tab.2: misure freatimetriche relative a ciascun foro di sondaggio

Come si può constatare dalle misure eseguite, il livello della falda idrica superficiale è abbastanza costante in corrispondenza della costa; infatti, per i tre fori di sondaggio eseguita in corrispondenza del Lungomare di Ponente (S1-S2-S3), si è ottenuto che il livello di falda è compreso all'incirca tra 0.55 e 0.65 m s.l.m.

Per l'area più interna, che interessa all'incirca la strada compresa tra il depuratore ("zona cimiteriale") e Via Di Cuonzo, i valori del livello di falda, riscontrati attraverso i fori S4-S5-S6, risultano un po' differenti se riferiti al livello del mare; molto probabilmente, per i fori S4 ed S5, ciò è dovuto alla eterogeneità compositiva e tessitura dei depositi marini terrazzati, costituiti da alternanze di litotipi sabbioso-limosi, litotipi argilloso-limosi poco permeabili, litotipi calcarenitici o di crosta superficiale, caratterizzati quindi da un differente grado di permeabilità e da una differente capacità di assorbimento delle acque

d'infiltrazione; ciò rende difficile, per tale area, l'individuazione una morfologia piezometrica definita e regolare; per ciò che riguarda il foro S6, esso ricade nei depositi olocenici (fig.7) diversamente dai fori S4 ed S5 che ricadono nei depositi marini terrazzati, per cui l'attestazione del livello statico della falda a -0.85 m dal p.c., può essere legata ad una maggiore permeabilità di tali depositi rispetto a quelli pleistocenici.

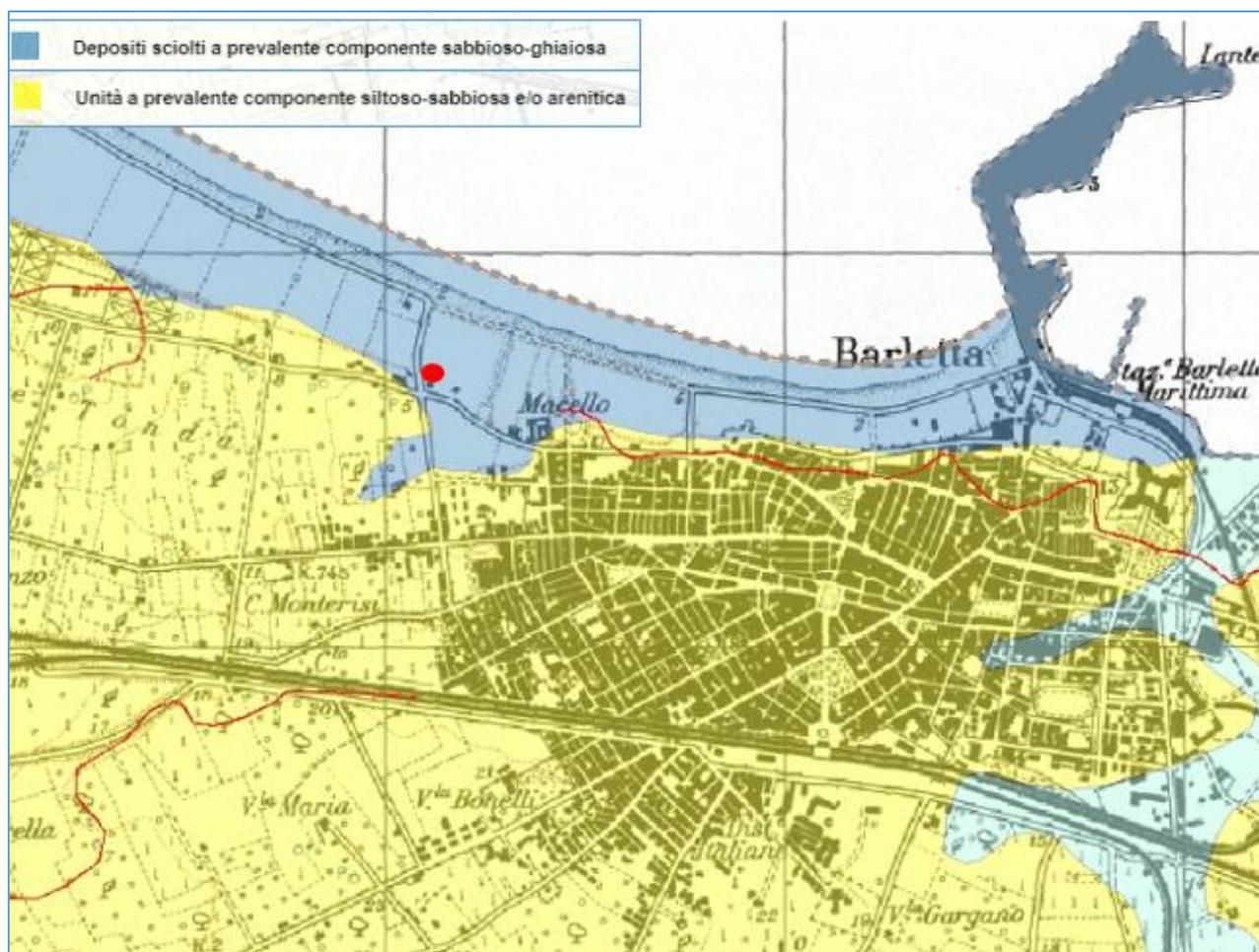


Fig.11: dettaglio fig.7

● Ubicazione foro 6 all'interno dei depositi olocenici

In ogni caso, il livello di falda lungo la strada compresa tra il Cimitero e via Di Cuonzo, risulta variabile tra 0.85 e 6 m dal p.c.

Come osservato, il livello della falda risulta più profondo in corrispondenza dell'impianto depurativo e dell'area cimiteriale, dove raggiunge all'incirca 6 m dal p.c., per cui è poco probabile che in tale area nella fase di scavo venga intercettata la falda; il livello diventa via via più superficiale con lo spostamento verso via Di Cuonzo, dove, all'interno del foro 6 terebrato sulla stessa via, ha raggiunto la quota di -0.85 m dal p.c.

Infine, nei fori di sondaggio S1, S2 ed S3 più vicini al mare, sono state condotte prove di permeabilità per la determinazione di un valore medio del parametro k, al fine di stimare le portate d'acqua da aggotare.

In tutti e tre i fori sono state eseguite prove con metodo Lefranc a carico variabile; in particolare, la prova nel foro S1 è stata eseguita in abbassamento, mentre le prove nei fori S2 ed S3 sono state effettuate in risalita. Le modalità di prova sono descritte in dettaglio nell'elaborato "Indagini Geognostiche".

I risultati ottenuti vengono sintetizzati nella tabella seguente:

SIGLA SONDAGGIO	RIFERIMENTO PROVA	PROFONDITA' TRATTO DI PROVA (m. dal p.c.)	MODALITA' PROVA DI PERMEABILITA'	COEFFICIENTE DI PERMEABILITA' (K)	DATA
S1	PROVA 1	0.55-1.25	ABBASSAMENTO	$2.53 \cdot 10^{-4}$ cm/sec	16/07/2018
S2	PROVA 3	1.60-1.92	RISALITA	$2.47 \cdot 10^{-3}$ cm/sec	18/07/2018
S3	PROVA 2	0.60-3.0	RISALITA	$8.99 \cdot 10^{-4}$ cm/sec	18/07/2018

Tab.3: risultati delle prove di permeabilità eseguite nei fori S1-S2-S3

Come si può constatare, i valori di permeabilità k risultano compresi tra $2.53 \cdot 10^{-6}$ e $2.47 \cdot 10^{-5}$ m/s; in via cautelativa si consiglia di prendere in considerazione il valore più elevato di permeabilità, ossia **k= $2.47 \cdot 10^{-5}$ m/s** per poter dimensionare un idoneo sistema di smaltimento del tipo "well point". Si fa presente che il valore di permeabilità indicato è un valore medio, per cui è possibile individuare zone, a seconda della natura composizionale e tessiturale dei terreni, in cui tale valore potrà essere più o meno elevato di quello di riferimento.

6.0 INDAGINI EFFETTUATE ED ANALISI DEI RISULTATI

Al fine di caratterizzare in dettaglio i terreni interessati dagli interventi in progetto è stata condotta, nel Luglio 2018 dalla Ditta “GEOPROVE s.r.l.”, una campagna di indagini geognostiche così articolata:

- esecuzione di n.6 sondaggi meccanici a rotazione con carotaggio continuo, con diametro 101 mm e profondità variabili da 5 a 10 m;
- prelievo di n.4 campioni indisturbati ed esecuzione sugli stessi di prove geotecniche di laboratorio;
- esecuzione di n.8 prove SPT nel corso delle perforazioni;
- rilievo della falda all’interno di ciascun foro di sondaggio;
- esecuzione di n.3 prove di permeabilità per la determinazione del coefficiente k medio
- prelievo di 12 campioni rimaneggiati e di n.3 campioni d’acqua sui quali sono state eseguite analisi per la caratterizzazione ambientale ai sensi del D.P.R. 120/2017;
- n.4 profili sismici a rifrazione in onde p ed s per la conoscenza della risposta del sottosuolo alle sollecitazioni sismiche;

Si riporta di seguito la planimetria generale con l’ubicazione delle indagini eseguite in sito:

Interventi propedeutici al risanamento degli scarichi sul Lungomare di Ponente – Barletta
Relazione Geologica

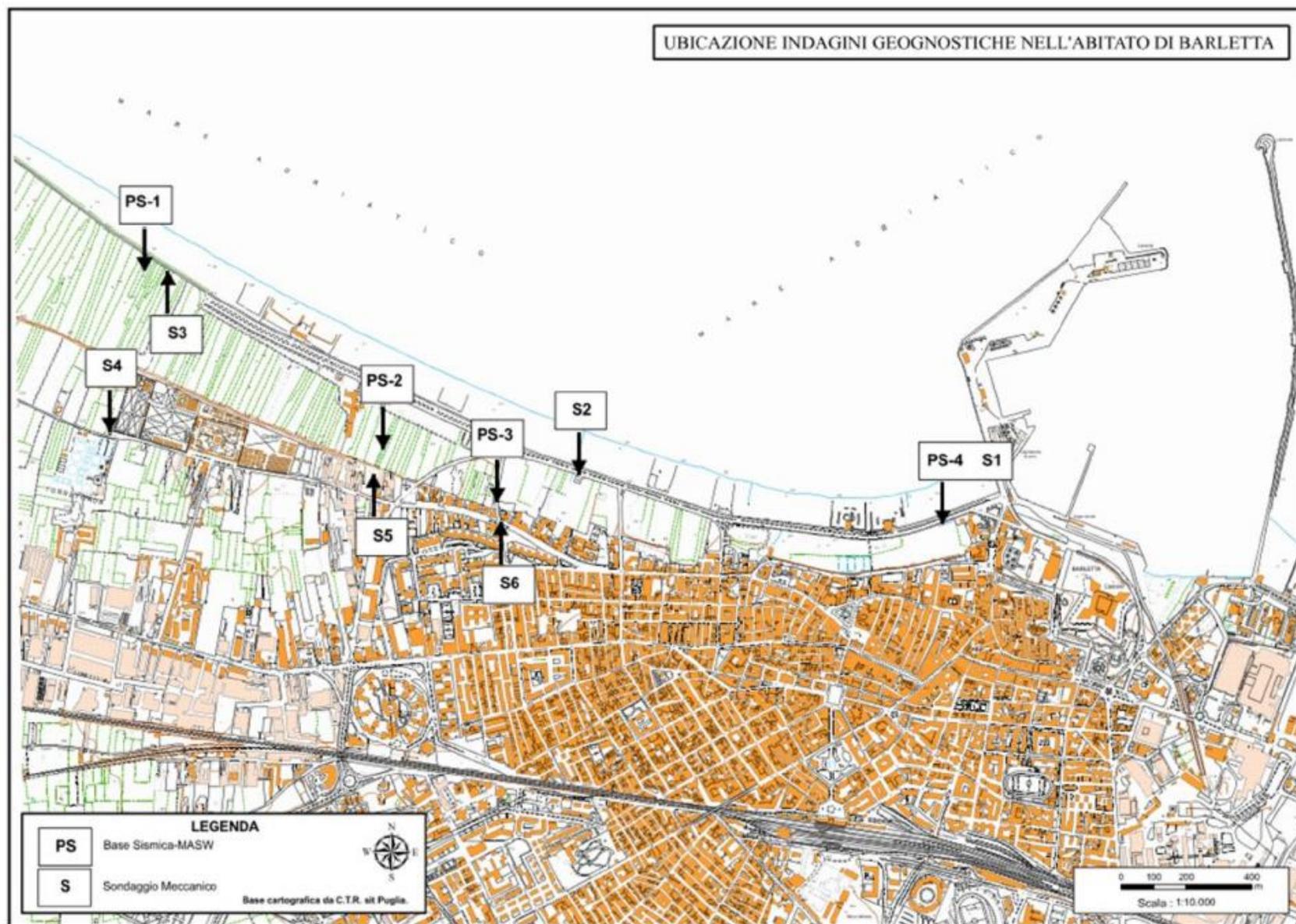


Fig.12: ubicazione delle indagini eseguite in situ

6.1 PERFORAZIONI MECCANICHE ED ANALISI GEOTECNICHE

Come già anticipato, lungo le strade dell'abitato lungo le quali sono previsti gli interventi in progetto, sono state eseguite 6 perforazioni a carotaggio continuo, con diametro 101 mm e con profondità variabile tra 5 e 10 m. L'ubicazione di dettaglio, le modalità di perforazione e le foto relative a ciascun sondaggio meccanico sono riportati nell'elaborato "Indagini Geognostiche".

Foro di sondaggio S1

Il foro di sondaggio S1 è stato terebrato in uno spiazzo presente sul Lungomare di Ponente, in prossimità dell'Impianto di Sollevamento "Porto" ed ha raggiunto la profondità di 5.5 m dal p.c.

Si riporta di seguito la scheda stratigrafica ad esso relativa:

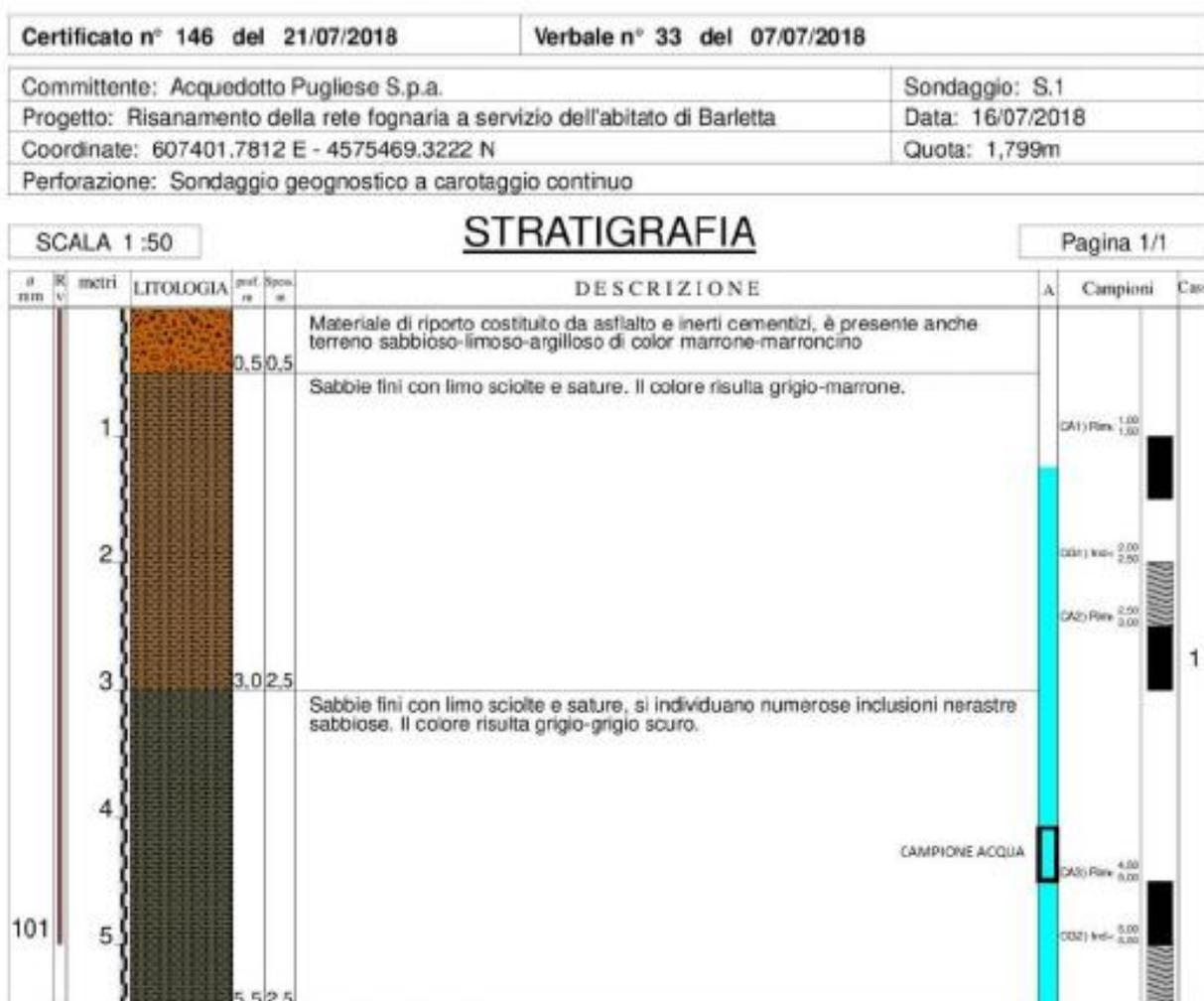


Fig.13: scheda di sondaggio relativa alla perforazione meccanica S1

Come si può constatare, al di sotto di uno strato iniziale di riporto frammisto a terreno sabbioso- limoso-argilloso dello spessore di 0.5 m è presente uno strato di sabbie fini con limo grigio-marroni, sciolte e sature, fino alla profondità di 3 m dal p.c.; seguono sabbie fini con limo, sciolte e sature, con inclusioni, grigio scuro fino a fondo foro.

All'interno del foro di sondaggio è stata individuata presenza di acqua ed il livello statico si è stabilizzato ad una quota di 1.25 m al di sotto del p.c.

Inoltre, ad una profondità compresa tra 2 e 2.5 m dal p.c., è stato prelevato un primo campione indisturbato, S1CG1, poi sottoposto ad analisi geotecniche di laboratorio.

I parametri geotecnici ottenuti sulla base delle analisi eseguite sono di seguito sintetizzati ed i certificati delle prove sono riportati nell'elaborato "Indagini Geognostiche" allegato alla presente relazione.

Come si può constatare dall'osservazione dei certificati dell'analisi granulometrica, il terreno campionato risulta *"una sabbia limosa debolmente argillosa di colore marrone olivastro"*.

Contenuto d'acqua = 26.2%

Grado di saturazione = 88.3%

$\gamma_v = 18.3 \text{ kN/m}^3$

$\varphi = 27.3^\circ$

$c = 7.8 \text{ kPa}$

Limiti di Atterberg:

LL = 30.5%

LP = 22.4%

LR = 20.8%

Coefficiente di ritiro = 2.31

I_p (indice di plasticità) = 8.1%

I_c (indice di consistenza) = 0.53

In base all'Abaco di Plasticità di Casagrande, il campione prelevato rientra nella classe delle: Argille inorganiche al limite tra bassa e media compressibilità.

In base all'Indice di consistenza il campione è classificato come "plastico".

In relazione alla classifica basata sull'"Attività", il campione risulta "normale".

In base alla classifica basata sulla "Preconsolidazione", il terreno campionato risulta "debolmente sovraconsolidato".

Dalla prova edometrica si può constatare che per carichi di 98.1 kPa ossia circa 1 kg/cm² si verificano cedimenti dell'ordine di 19 mm/100, ossia 0.19 mm. Per la determinazione dei cedimenti in relazione a differenti carichi di sollecitazione è possibile consultare i certificati

della prova edometrica per il campione S1CG1 riportati nell'elaborato "Indagini Geognostiche".

Un ulteriore campione indisturbato, S1CG2, è stato prelevato sempre nel foro di sondaggio S1, ad una profondità compresa tra 5 e 5.5 m dal p.c.

I parametri geotecnici ottenuti sulla base delle analisi eseguite su quest'ultimo, sono di seguito sintetizzati ed i certificati delle prove sono riportati nell'elaborato "Indagini Geognostiche" allegato alla presente relazione.

Come si può constatare dall'osservazione dei certificati dell'analisi granulometrica, il terreno campionato risulta *"una sabbia debolmente limosa e argillosa di colore marrone-olivastro"*.

Contenuto d'acqua = 30.6%

Grado di saturazione = 86.5%

$\gamma_v = 17.8 \text{ kN/m}^3$

$\varphi = 31.8^\circ$

$c = 1.7 \text{ kPa}$

Limiti di Atterberg:

LL = 33.9%

LP = 29.9%

LR = 19.5%

Coefficiente di ritiro = 2.46

I_p (indice di plasticità) = 4.0%

I_c (indice di consistenza) = 0.83

In base all'Abaco di Plasticità di Casagrande, il campione prelevato rientra nella classe dei: Limi inorganici o Argille e limi inorganici a media compressibilità.

In base all'Indice di consistenza il campione è classificato come "solido-plastico".

In relazione alla classifica basata sull'"Attività", il campione risulta "non attivo".

In base alla classifica basata sulla "Preconsolidazione", il terreno campionato risulta "debolmente sovraconsolidato".

Dalla prova edometrica si può constatare che per carichi di 98.1 kPa ossia circa 1 kg/cm² si verificano cedimenti dell'ordine di 15 mm/100, ossia 0.15 mm. Per la determinazione dei cedimenti in relazione a differenti carichi di sollecitazione è possibile consultare i certificati della prova edometrica per il campione S1CG2 riportati nell'elaborato "Indagini Geognostiche".

Foro di sondaggio S2

Il foro di sondaggio S2 è stato terebrato sul Lungomare di Ponente, nello slargo antistante l’Impianto di Sollevamento “Ex Macello” ed ha raggiunto la profondità di 6 m dal p.c.

Si riporta di seguito la scheda stratigrafica ad esso relativa:

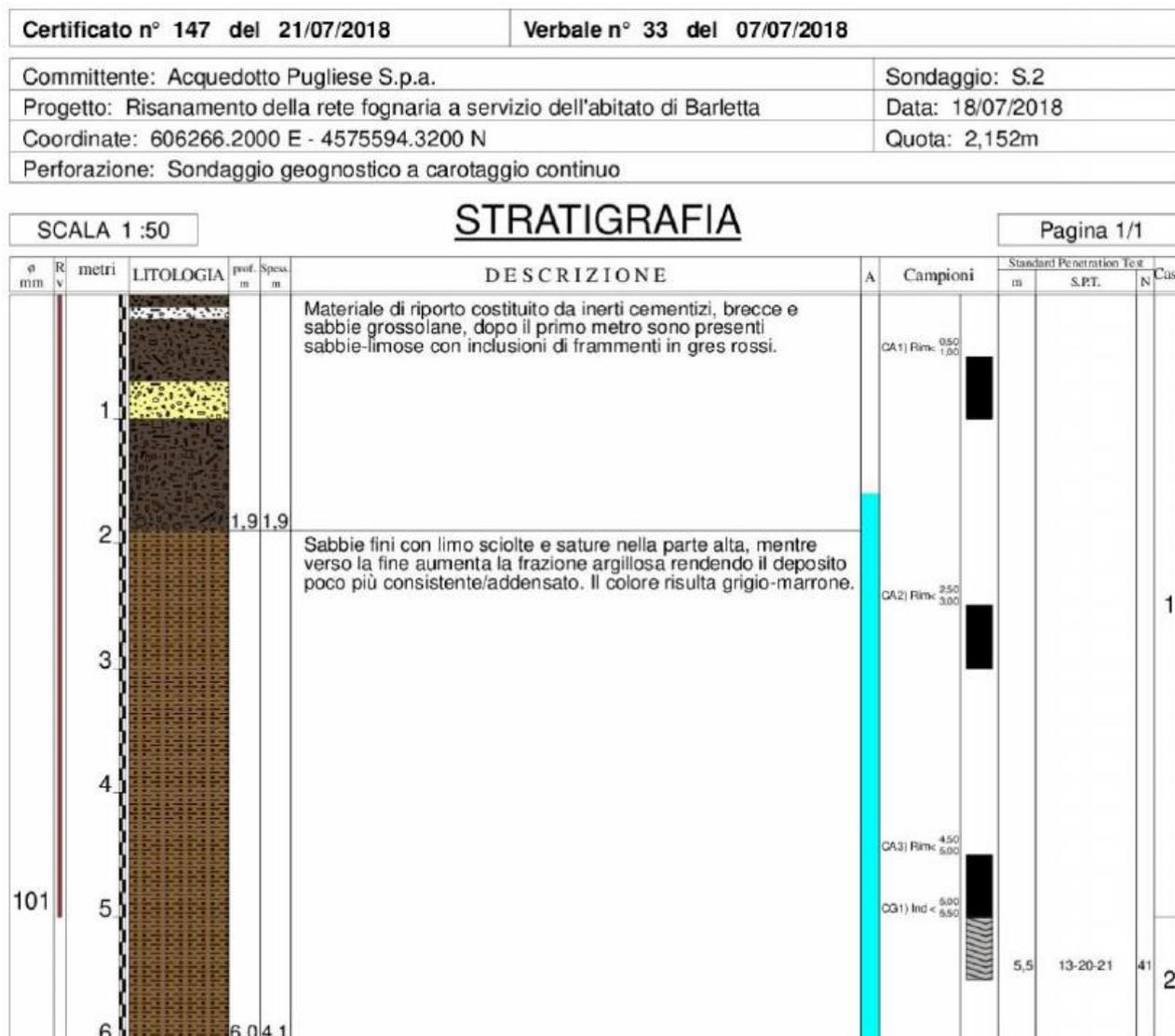


Fig.14: scheda di sondaggio relativa alla perforazione meccanica S2

La scheda di sondaggio mette in rilievo la presenza di uno strato superficiale di riporto dello spessore di circa 2 m; nel primo metro il materiale di riporto è costituito da inerti cementizi, brecce e sabbie grossolane; al di sotto del primo metro, da sabbie limose con inclusioni di frammenti in gres. Seguono, fino alla profondità di indagine, sabbie fini con limo di colore grigio-marrone, sciolte e sature, tendenti ad arricchirsi nella frazione argillosa con la profondità.

All'interno del foro di sondaggio S2 è stata individuata presenza di acqua ed il livello statico si è stabilizzato ad una quota di -1.60 m al di sotto del p.c.

Inoltre, ad una profondità compresa tra 5 e 5.5 m dal p.c., è stato prelevato un campione indisturbato, S2CG1, poi sottoposto ad analisi geotecniche di laboratorio.

I parametri geotecnici ottenuti sulla base delle analisi eseguite sono di seguito sintetizzati ed i certificati delle prove sono riportati nell'elaborato "Indagini Geognostiche" allegato alla presente relazione.

Come si può constatare dall'osservazione dei certificati dell'analisi granulometrica, il terreno campionato risulta *"una sabbia argillosa e limosa di colore marrone olivastro"*.

Contenuto d'acqua = 18.7%

Grado di saturazione = 78.8%

$\gamma_v = 19.1 \text{ kN/m}^3$

$\varphi = 27.2^\circ$

$c = 4.6 \text{ kPa}$

Limiti di Atterberg:

LL = 28.3%

LP = 20.6%

LR = 18.7%

Coefficiente di ritiro = 2.41

I_p (indice di plasticità) = 7.7%

I_c (indice di consistenza) = 1.25

In base all'Abaco di Plasticità di Casagrande, il campione prelevato rientra nella classe delle: Argille inorganiche a bassa compressibilità.

In base all'Indice di consistenza il campione è classificato come "semisolido-solido".

In relazione alla classifica basata sull'"Attività", il campione risulta "non attivo".

In base alla classifica basata sulla "Preconsolidazione", il terreno campionato risulta "debolmente sovraconsolidato".

Dalla prova edometrica si può constatare che per carichi di 98.1 kPa ossia circa 1 kg/cm² si verificano cedimenti dell'ordine di 65 mm/100, ossia 0.65 mm. Per la determinazione dei cedimenti in relazione a differenti carichi di sollecitazione è possibile consultare i certificati della prova edometrica per il campione CG2 riportati nell'elaborato "Indagini Geognostiche". Subito dopo il prelievo del campione, ossia a 5.5 m dal p.c., è stata eseguita una prova SPT (Standard Penetration Test), che ha dato il seguente risultato:

SIGLA SONDAGGIO	SIGLA PROVA	PROFONDITA' INIZIO PROVA (m dal p.c.)	NUMERO COLPI/15 (N ₁ -N ₂ -N ₃)	N _{spt}	DATA
S2	SPT1	5.5	13-20-21	41	18/07/2018

Come si sa, i valori di N_{spt} possono essere utilizzati per stimare la densità relativa (Dr)e, di conseguenza, i parametri geotecnici principali attraverso l'impiego di correlazioni empiriche esistenti in letteratura. Si riporta di seguito la tabella tra N_{spt} e grado di addensamento del terreno:

N _{spt}	Densità relativa Terzaghi-Peck (1948)	Densità relativa Gibbs-Holtz (1957)
0-4	Molto sciolta	0-15%
4-10	Sciolta	15-35%
10-30	Media	35-65%
30-50	Densa	65-85%
Oltre 50	Molto densa	85-100%

Tab.4: relazione tra N_{spt} e Densità relativa dei terreni

Nel presente caso, i terreni risultano consistenti (densi).

Foro di sondaggio S3

Il foro di sondaggio S3 è stato terebrato verso la periferia nord del Lungomare di Ponente, subito dopo gli stabilimenti balneari, laddove la strada costiera si restringe ad una corsia; il foro ha raggiunto la profondità di 5 m dal p.c.

Si riporta di seguito la scheda stratigrafica ad esso relativa:

Certificato n° 148 del 21/07/2018	Verbale n° 33 del 07/07/2018
Committente: Acquedotto Pugliese S.p.a.	Sondaggio: S.3
Progetto: Risanamento della rete fognaria a servizio dell'abitato di Barletta	Data: 18/07/2018
Coordinate: 604996.4562 E - 4576234.4661 N	Quota: 1,272m
Perforazione: Sondaggio geognostico a carotaggio continuo	



Fig.15: scheda di sondaggio relativa alla perforazione meccanica S3

La scheda di sondaggio mette in rilievo la presenza di uno strato superficiale di riporto dello spessore di circa 0.5 m costituito da inerti di varia origine e sabbie grossolane di colore variabile dal giallo al marrone. Al di sotto di tale livello, sono presenti, fino a fondo foro, sabbie fini con limo debolmente argillose, via via più sciolte con la profondità.

All'interno del foro di sondaggio S3 è stata individuata presenza di acqua ed il livello statico si è stabilizzato ad una quota di -0.60 m al di sotto del p.c.

Inoltre, alle profondità di 1.5 m dal p.c. e 3 m dal p.c., sono state eseguite due prove SPT che hanno dato i seguenti risultati:

SIGLA SONDAGGIO	SIGLA PROVA	PROFONDITA' INIZIO PROVA (m dal p.c.)	NUMERO COLPI/15 (N ₁ -N ₂ -N ₃)	N _{spt}	DATA
S3	SPT1	1.5	7-8-10	18	18/07/2018
	SPT2	3.0	6-9-10	19	

Come si può vedere, dalla prima prova SPT, eseguita alla profondità di 1.5 m dal p.c., si ottiene un valore N_{spt} = 18, per cui il terreno può essere indicato come "terreno a media consistenza".

Nella seconda prova SPT si ottiene un valore di $N_{spt} = 19$, per cui il terreno in profondità mantiene le stesse caratteristiche che aveva in superficie, può essere quindi qualificato come “terreno a media consistenza”.

Foro di sondaggio S4

Il foro di sondaggio S4 è stato terebrato in prossimità dell’impianto depurativo di Barletta, su Via Via Gelso ed ha raggiunto la profondità di 10 m dal p.c.

Si riporta di seguito la scheda stratigrafica ad esso relativa:

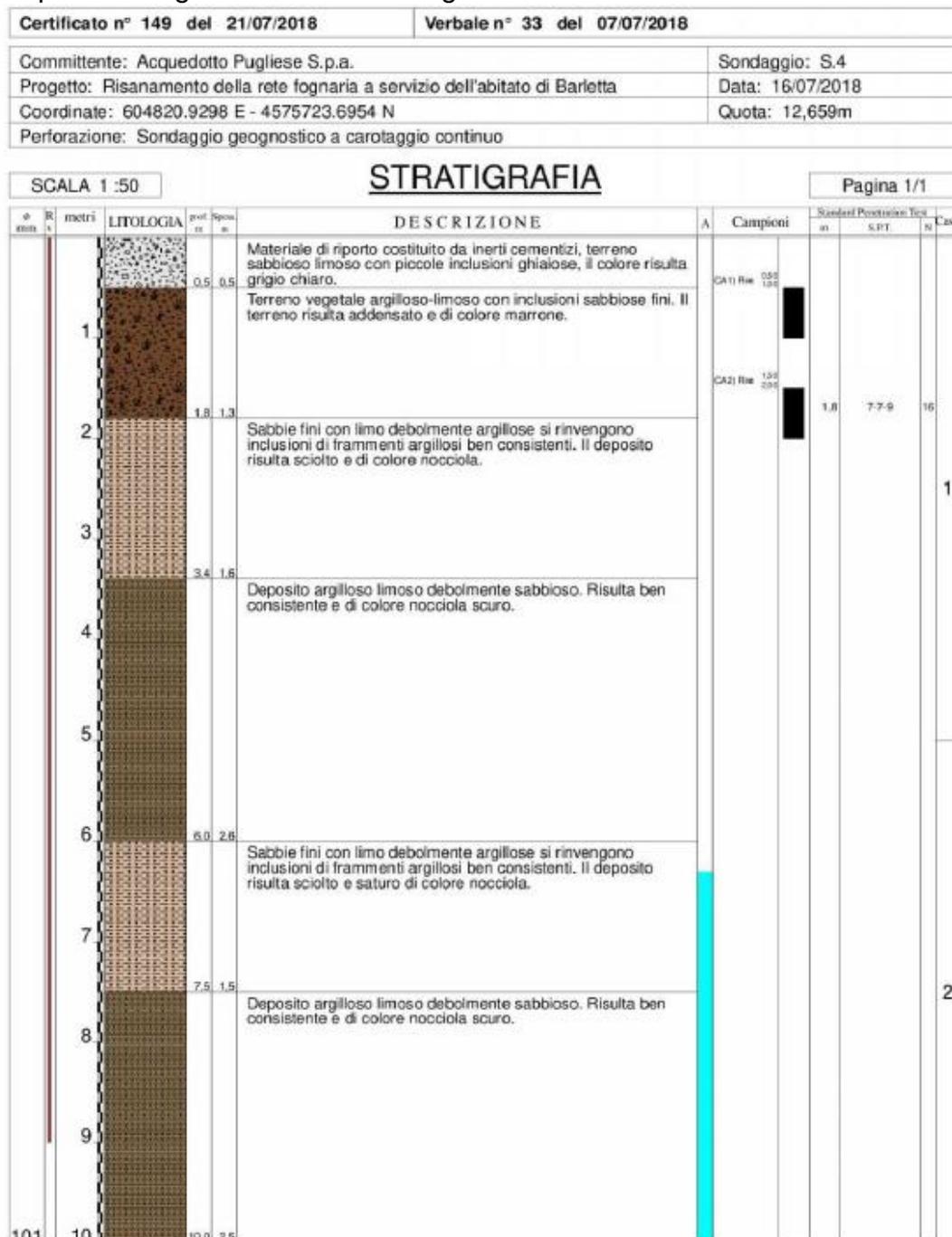


Fig.16: scheda di sondaggio relativa alla perforazione meccanica S4

Come si può constatare, al di sotto di uno strato di materiale di riporto costituito da inerti cementizi, terreno sabbioso limoso con piccole inclusioni di ciottoli, è presente terreno vegetale limoso-argilloso con inclusioni sabbiose, addensato, fino a circa 1.8 m dal p.c.; seguono sabbie fini con limo, debolmente argillose con inclusioni di frammenti argillosi consistenti, fino a circa 3.4 m dal p.c. Al di sotto di tale quota è presente un deposito argilloso limoso, debolmente sabbioso consistente, fino a 10 m; tale deposito è intervallato, tra 6 e 7.5 m da un livello di sabbie fini debolmente argillose con inclusioni di frammenti argillosi ben consistenti; tale livello risulta sciolto e saturo.

All'interno del foro di sondaggio S4 è stata individuata presenza di acqua ed il livello statico si è stabilizzato ad una quota di -6.30 m al di sotto del p.c.

Inoltre, alle profondità di 1.8 m dal p.c. è stata eseguita una prova SPT che ha dato i seguenti risultati:

SIGLA SONDAGGIO	SIGLA PROVA	PROFONDITA' INIZIO PROVA (m dal p.c.)	NUMERO COLPI/15 ($N_1-N_2-N_3$)	N_{spt}	DATA
S4	SPT1	1.8	7-7-9	16	16/07/2018

Come si può vedere, dal risultato della prova SPT, eseguita alla profondità di 1.8 m dal p.c., si ottiene un valore $N_{spt} = 16$, per cui il terreno può essere indicato come “terreno a media consistenza”.

Foro di sondaggio S5

Il foro di sondaggio S5 è stato terebrato sul prolungamento di Via Antonio Violante, in corrispondenza dell'incrocio tra via Violante e Via Gelso; il foro ha raggiunto la profondità di 10 m dal p.c.

Si riporta di seguito la scheda stratigrafica ad esso relativa:

Certificato n° 150 del 21/07/2018	Verbale n° 33 del 07/07/2018
Committente: Acquedotto Pugliese S.p.a.	Sondaggio: S.5
Progetto: Risanamento della rete fognaria a servizio dell'abitato di Barletta	Data: 17/07/2018
Coordinate: 605628.6662 E - 4575616.7619 N	Quota: 8,175m
Perforazione: Sondaggio geognostico a carotaggio continuo	

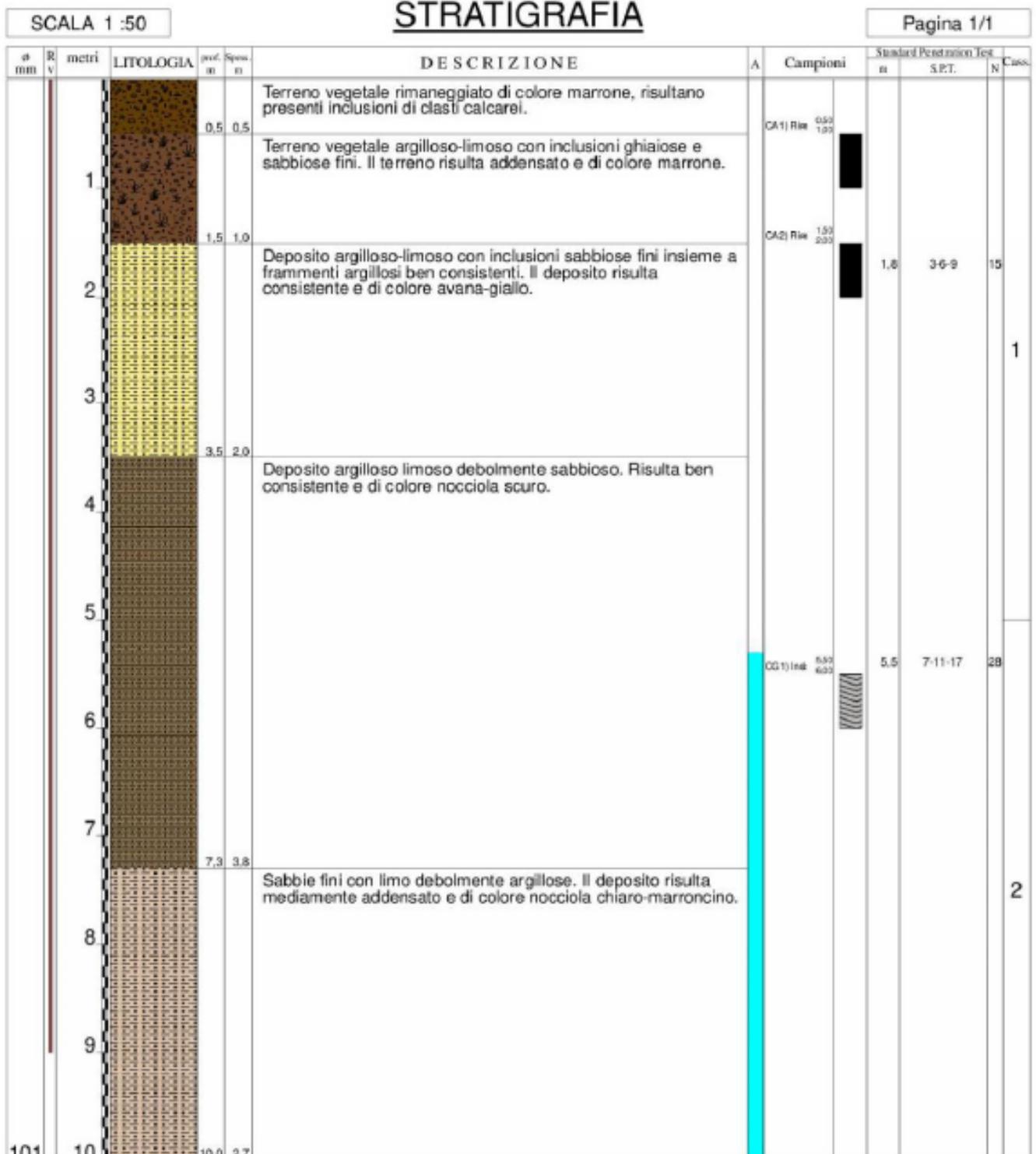


Fig.17: scheda di sondaggio relativa alla perforazione meccanica S5

La scheda di sondaggio mette in rilievo la presenza di uno strato superficiale di terreno vegetale rimaneggiato con inclusioni di clasti calcarei dello spessore di circa 0.5 m, sotto il quale è presente uno strato di 1 m di spessore, costituito da terreno vegetale argilloso-limoso addensato, con inclusioni ghiaiose e sabbiose fini; segue, fino alla profondità di 7.3 m dal p.c., un deposito argilloso-limoso con inclusioni sabbiose fini e frammenti argillosi consistenti, di colore giallo avana negli strati più superficiali, nocciola in profondità. Da 7.3 m a 10 m dal p.c. è presente uno strato di sabbie fini con limo, debolmente argillose, mediamente addensate, di color nocciola chiaro.

All'interno del foro di sondaggio S5 è stata individuata presenza di acqua ed il livello statico si è stabilizzato ad una quota di -5.30 m al di sotto del p.c.

Inoltre, alle profondità di 1.8 m dal p.c. e 5.5 m dal p.c., sono state eseguite due prove SPT che hanno dato i seguenti risultati:

SIGLA SONDAGGIO	SIGLA PROVA	PROFONDITA' INIZIO PROVA (m dal p.c.)	NUMERO COLPI/15 ($N_1-N_2-N_3$)	N_{spt}	DATA
S5	SPT1	1.80	3-6-9	15	17/07/2018
	SPT2	5.5	7-11-17	28	

Come si può vedere, dalla prima prova SPT, eseguita alla profondità di 1.8 m dal p.c., si ottiene un valore $N_{spt} = 15$, per cui il terreno può essere indicato come “terreno a media consistenza”.

Nella seconda prova SPT si ottiene un valore di $N_{spt} = 28$, per cui il terreno può essere quindi qualificato sempre come “terreno a media consistenza”, ma con caratteristiche geotecniche migliori rispetto a quello esaminato mediante la SPT1.

Subito dopo l'esecuzione della prova SPT2 all'interno del foro S5, è stato prelevato un campione indisturbato, S5CG1, sottoposto ad analisi geotecniche di laboratorio.

I parametri geotecnici ottenuti sulla base delle analisi eseguite sono di seguito sintetizzati ed i certificati delle prove sono riportati nell'elaborato “Indagini Geognostiche” allegato alla presente relazione.

Come si può constatare dall'osservazione dei certificati dell'analisi granulometrica, il terreno campionato risulta “*un'argilla limosa e sabbiosa di colore verde*”.

Contenuto d'acqua = 34.7%
Grado di saturazione = 92.7%
 $\gamma_v = 17.7 \text{ kN/m}^3$
 $\varphi = 22.3^\circ$
 $c = 72.1 \text{ kPa}$
 $c_u = 163 \text{ kPa}$

Limiti di Atterberg:

LL = 60.3%
LP = 39.5%
LR = 16.4%
Coefficiente di ritiro = 2.54
I_p (indice di plasticità) = 20.8%
I_c (indice di consistenza) = 1.23

In base all'Abaco di Plasticità di Casagrande, il campione prelevato rientra nella classe delle:
Limi inorganici o Argille e limi organici ad alta compressibilità.

In base all'Indice di consistenza il campione è classificato come "semisolido-solido".

In relazione alla classifica basata sull'"Attività", il campione risulta "non attivo".

In base alla classifica basata sulla "Preconsolidazione", il terreno campionato risulta "debolmente sovraconsolidato".

Dalla prova edometrica si può constatare che per carichi di 98.1 kPa ossia circa 1 kg/cm² si verificano cedimenti dell'ordine di 39.6 mm/100, ossia 0.396 mm. Per la determinazione dei cedimenti in relazione a differenti carichi di sollecitazione è possibile consultare i certificati della prova edometrica per il campione S5CG1 riportati nell'elaborato "Indagini Geognostiche".

Foro di sondaggio S6

Il foro di sondaggio S6 è stato terebrato su Via Di Cuonzo, un po' prima dell'incrocio con il Lungomare di Ponente, ed ha raggiunto una profondità di 5 m dal p.c.

Di seguito si riporta la scheda di sondaggio relativa al foro S6:



Fig.18: scheda di sondaggio relativa alla perforazione meccanica S6

La scheda di sondaggio mette in rilievo la presenza di uno strato superficiale di materiale di riporto costituito da asfalto, inerti cementizi e sabbie grossolane per circa 0.5 m; al di sotto del materiale di riporto è presente uno strato di sabbie fini debolmente argillose, mediamente addensate di colore marrone chiaro, fino alla profondità di 2.5 m dal p.c.; segue, fino a fondo foro, un deposito argilloso-limoso con inclusioni sabbiose fini e, localmente, di frammenti argillosi consistenti; il colore di tale deposito varia dall'avana giallo più in superficie, al grigio nella parte media, al grigio rossastro nella parte più bassa.

All'interno del foro di sondaggio S6 è stata individuata presenza di acqua ed il livello statico si è stabilizzato ad una quota di -0.85 m al di sotto del p.c.

Inoltre, alle profondità di 2.5 m dal p.c. e 3.5 m dal p.c., sono state eseguite due prove SPT che hanno dato i seguenti risultati:

SIGLA SONDAGGIO	SIGLA PROVA	PROFONDITA' INIZIO PROVA (m dal p.c.)	NUMERO COLPI/15 (N ₁ -N ₂ -N ₃)	N _{spt}	DATA
S6	SPT1	2.5	7-11-12	23	17/07/2018
	SPT2	3.5	5-6-6	12	

Come si può vedere, dalla prima prova SPT, eseguita alla profondità di 2.5 m dal p.c., si ottiene un valore $N_{spt} = 23$, per cui il terreno può essere indicato come “terreno a media consistenza”.

Nella seconda prova SPT si ottiene un valore di $N_{spt} = 12$, per cui il terreno può essere quindi qualificato sempre come “terreno a media consistenza”, ma con caratteristiche geotecniche più scadenti rispetto al deposito sabbioso superficiale, caratterizzato mediante la SPT1.

Tenendo conto delle schede di sondaggio associate ai sei fori eseguiti nell’area d’interesse, è stato possibile sintetizzare l’andamento del sottosuolo con due sezioni litologiche (figure 20 e 21), la cui traccia è riportata nella fig.19.

La ricostruzione geolitologica del sottosuolo è stata eseguita fino a 5 m di profondità.

Interventi propedeutici al risanamento degli scarichi sul Lungomare di Ponente – Barletta
Relazione Geologica

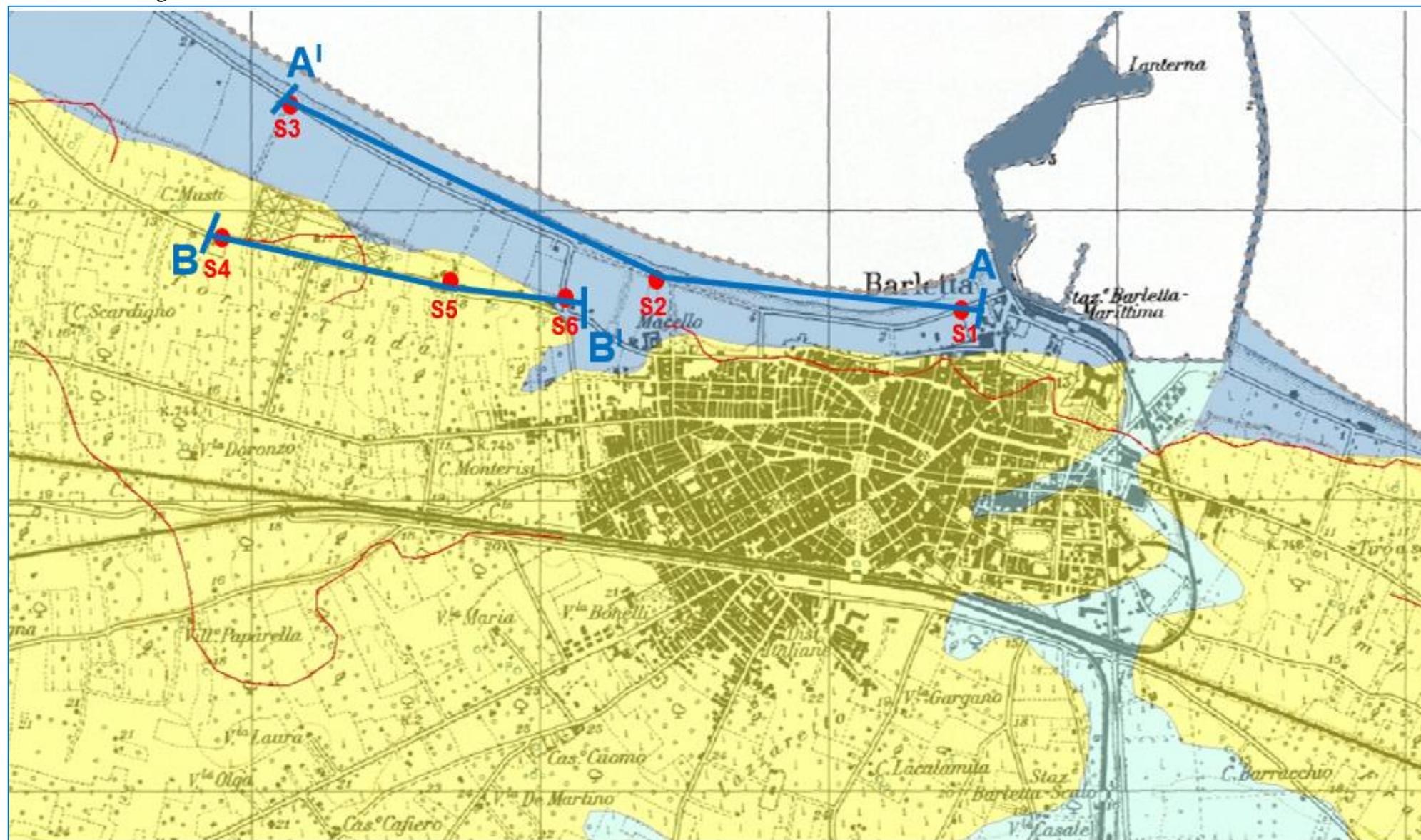


Fig.19: ubicazione delle due sezioni litologiche A-A' e B-B', costruite sulla base delle schede di sondaggio relative ai fori S1-S2-S3-S4-S5-S6

Interventi propedeutici al risanamento degli scarichi sul Lungomare di Ponente – Barletta
Relazione Geologica

SEZIONE A-A'

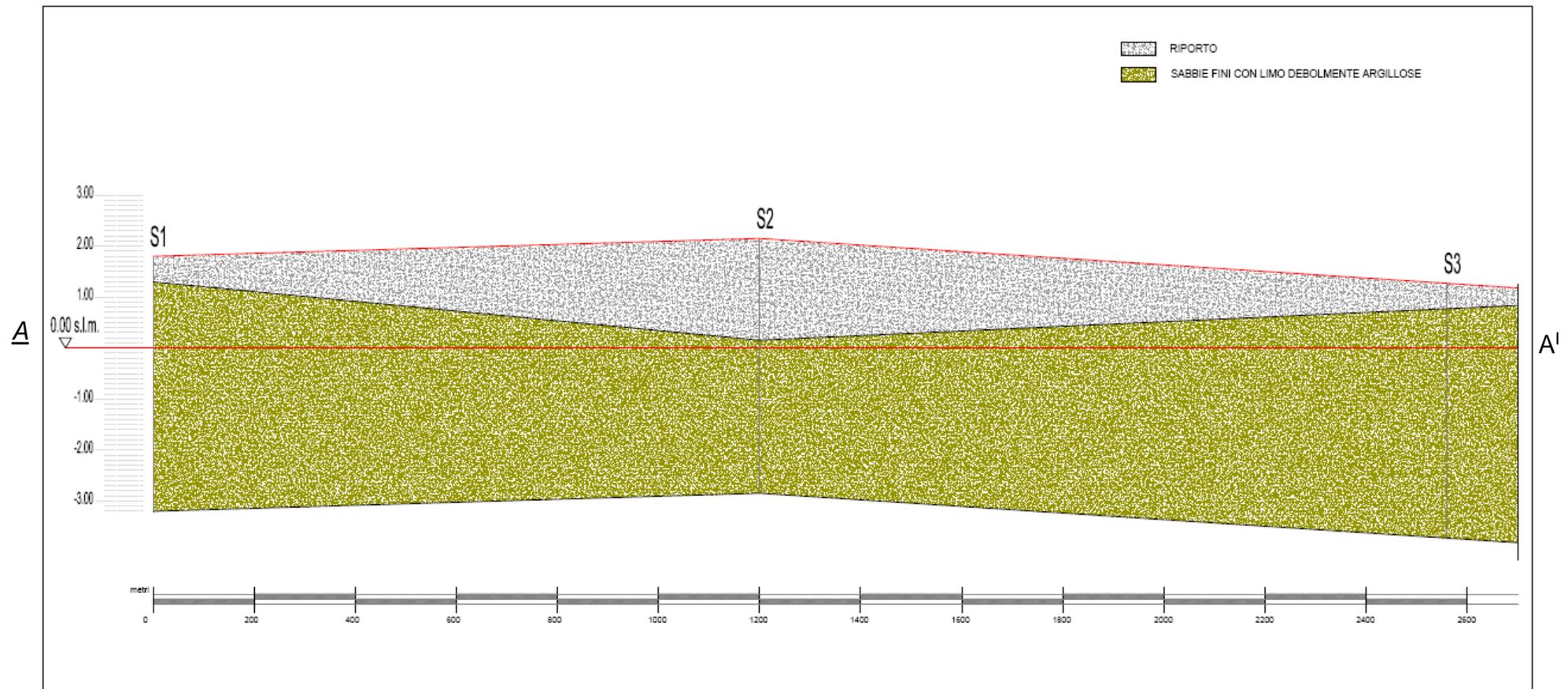


Fig.20: sezione litologia A-A' passante per i fori di sondaggio S1-S2-S3

SEZIONE B-B'

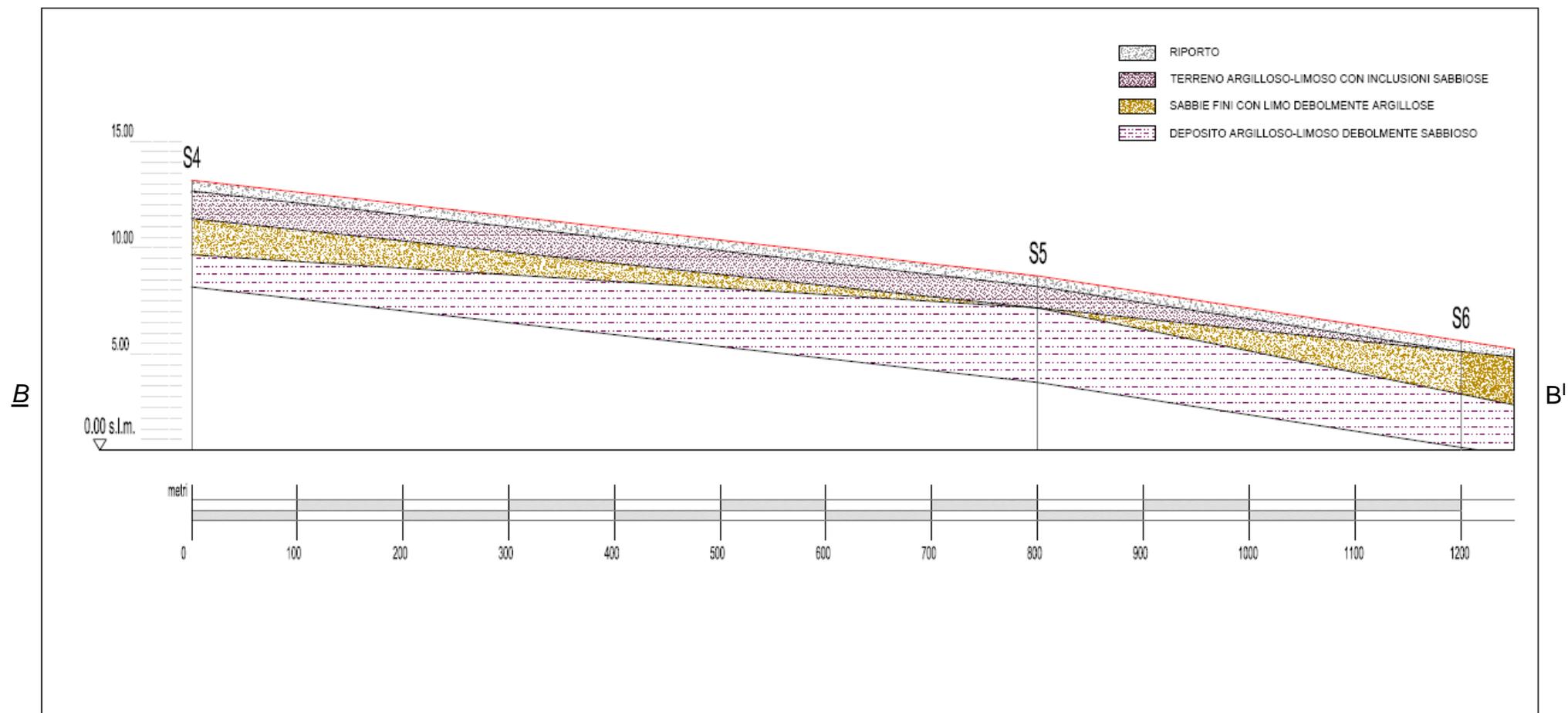


Fig.21: sezione litologia B-B' passante per i fori di sondaggio S4-S5-S6

Quindi, in definitiva, dai sondaggi terebrati lungo la costa (S1-S2-S3), si evince che la litologia predominante in questa zona è costituita da miscele di sabbie fini e limose, debolmente argillose (depositi olocenici), mentre dai sondaggi terebrati un po' più verso l'interno (soprattutto S4-S5 che hanno raggiunto profondità di 10 m dal p.c.), è emerso che la litologia predominante è costituita da alternanze di sabbie limose ed argille (depositi marini terrazzati pleistocenici).

6.2 INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE

Ad integrazione delle indagini dirette precedentemente descritte, è stata condotta una campagna di indagini geofisiche mirata alla definizione delle caratteristiche fisico meccaniche dei terreni ed alla classificazione del sottosuolo secondo le recenti Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 e l'OPCM del 20 marzo 2003 n.3274.

Nel corso della campagna geognostica sono stati eseguiti 4 profili sismici a rifrazione e 4 profili del tipo MASW, la cui ubicazione è mostrata in fig.12.

Per quanto possibile, si è cercato di eseguire alcuni dei profili sismici in corrispondenza dei fori di sondaggio, in modo da effettuare una taratura della prospezione indiretta, utile all'interpretazione corretta dei dati ottenuti.

Metodologie e tecniche utilizzate sono meglio spiegate nell'elaborato "Indagini Geognostiche", allegato alla presente relazione.

Nello stesso elaborato sono riportati i sismogrammi, le dromocrone e le sezioni sismostratigrafiche relative a ciascun profilo.

In linea di massima, per tutti i siti investigati si possono riconoscere 2 o 3 sismostrati sovrapposti, caratterizzati da intervalli crescenti della velocità di propagazione con la profondità. Solo nei primi due metri di terreno, in corrispondenza dei profili MASW P1-P2-P4, è presente una piccola inversione di velocità legata alla eterogeneità tessiturale dei litotipi presenti.

In particolare, per i profili sismici P1 e P3 sono stati individuati tre sismostrati, mentre per i profili 2 e 4 sono stati riconosciuti solo due sismostrati; si fa presente che, in ogni caso il terzo sismostrato si rileva a partire da 7-9 m dal p.c., per cui non sarà interessato dalle opere in progetto.

Si riportano di seguito le sezioni relative ai profili eseguiti ed il modello medio di sottosuolo, che è possibile delineare attraverso l'interpretazione delle sezioni.

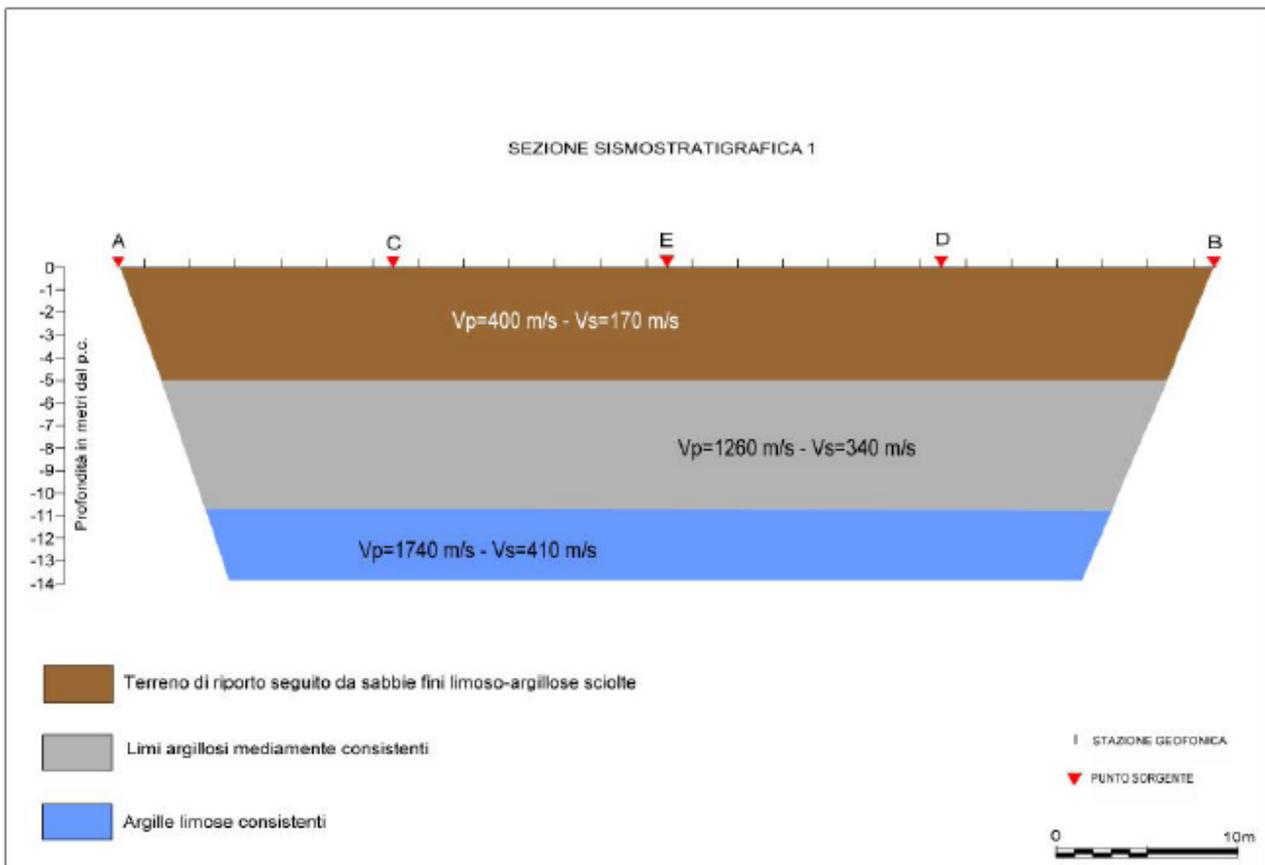


Fig.22: sezione sismostratigrafica relativa al profilo PS1

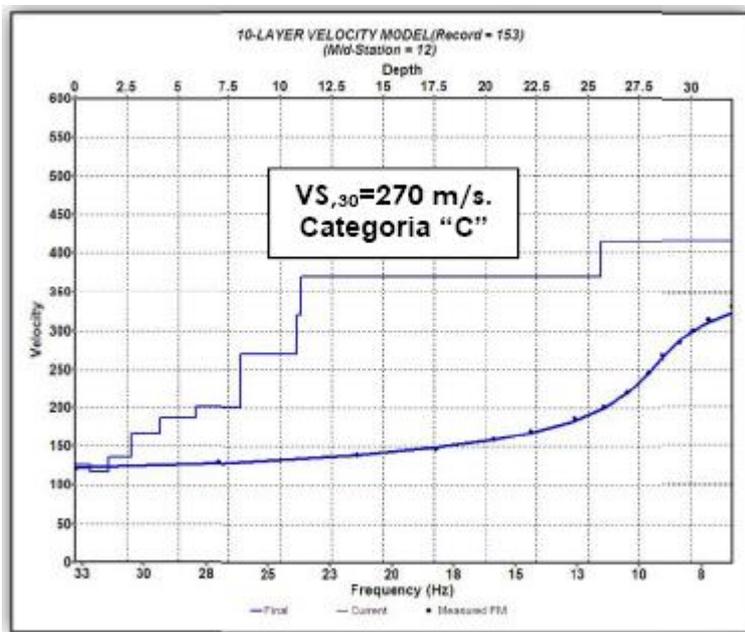


Fig.23: sezione relativa al profilo MASW PS1

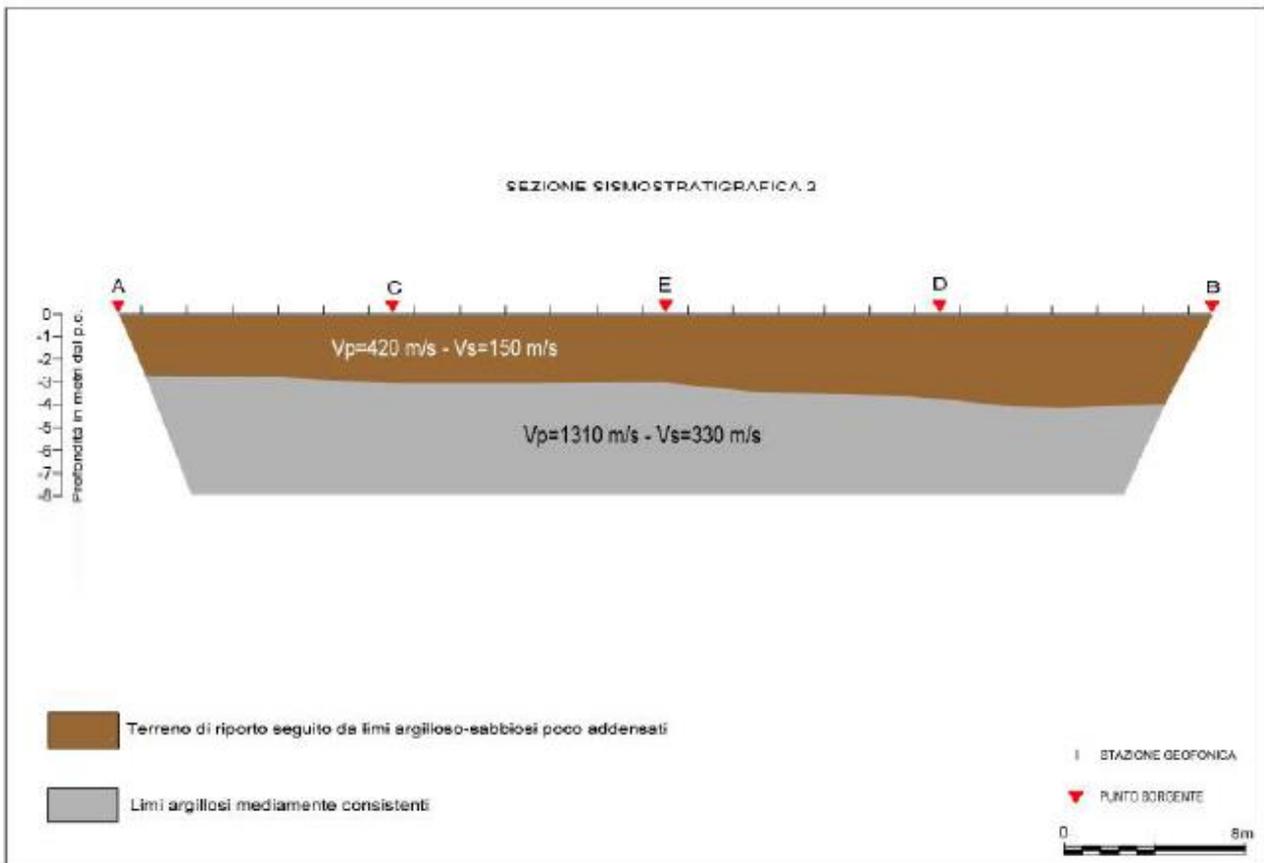


Fig.24: sezione sismostratigrafica relativa al profilo 2

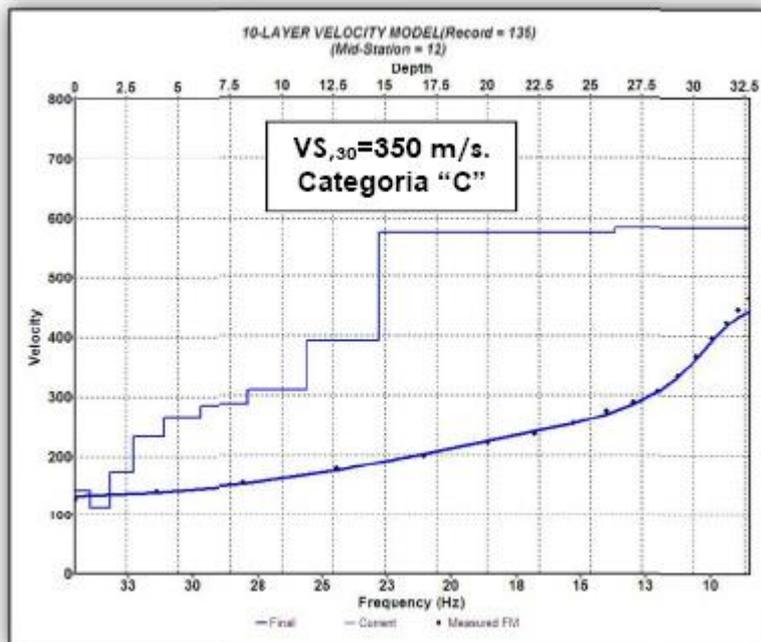


Fig.25: sezione relativa al profilo MASW PS2

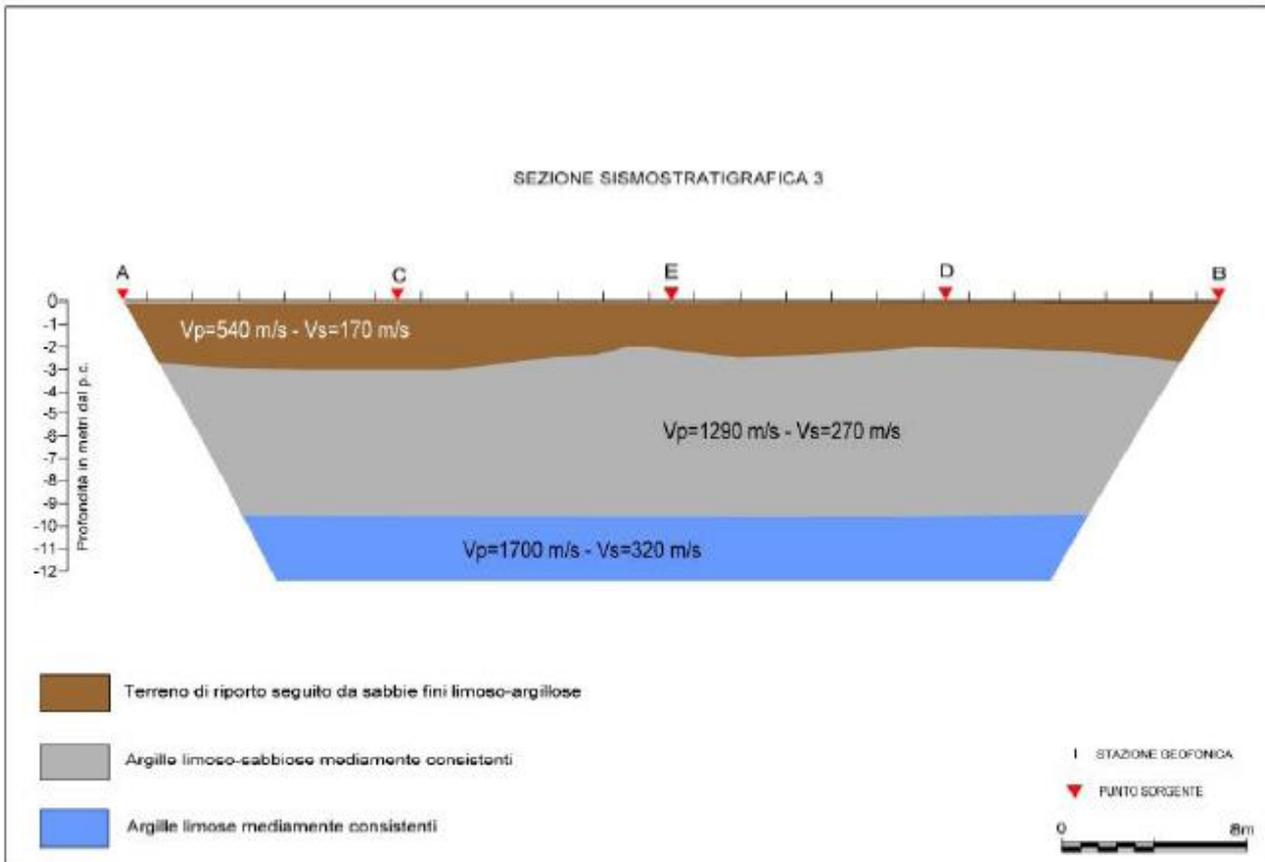


Fig.26: sezione sismostratigrafica relativa al profilo 3

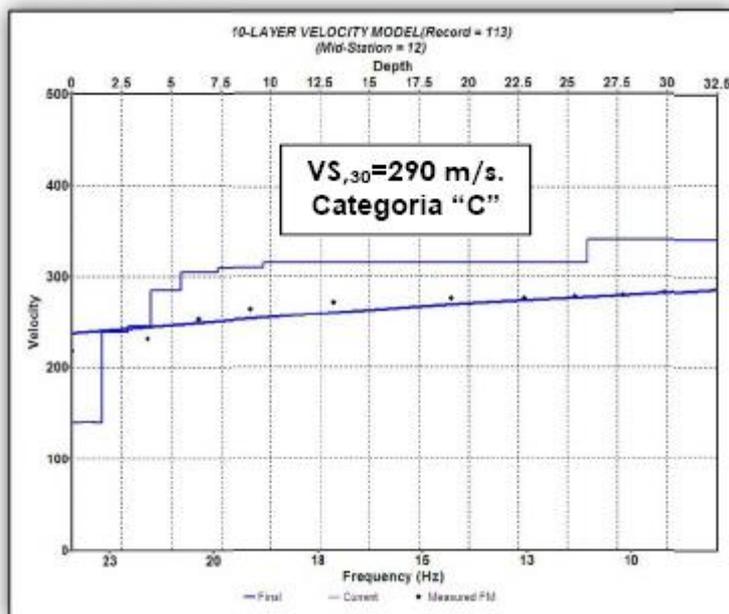


Fig.27: sezione relativa al profilo MASW PS3

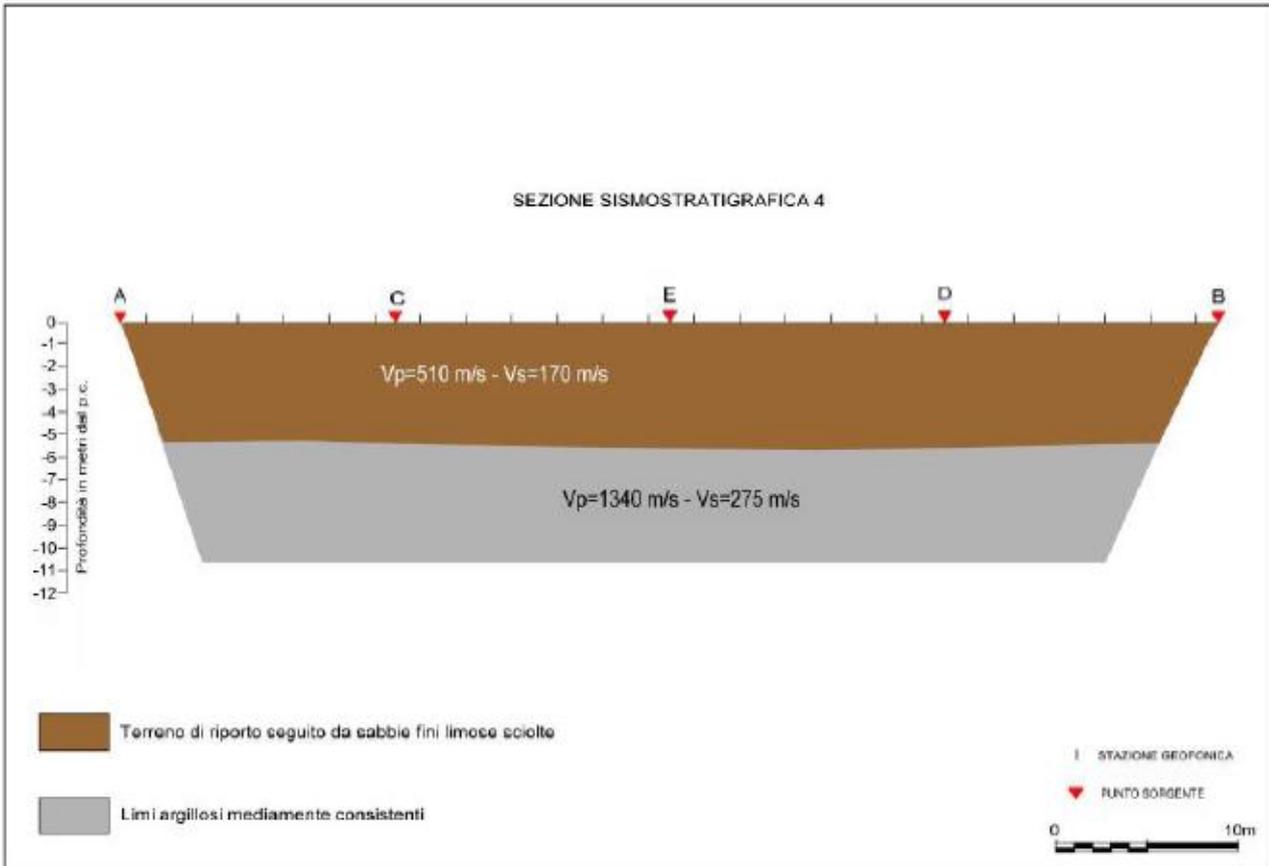


Fig.28: sezione sismostratigrafica relativa al profilo 4

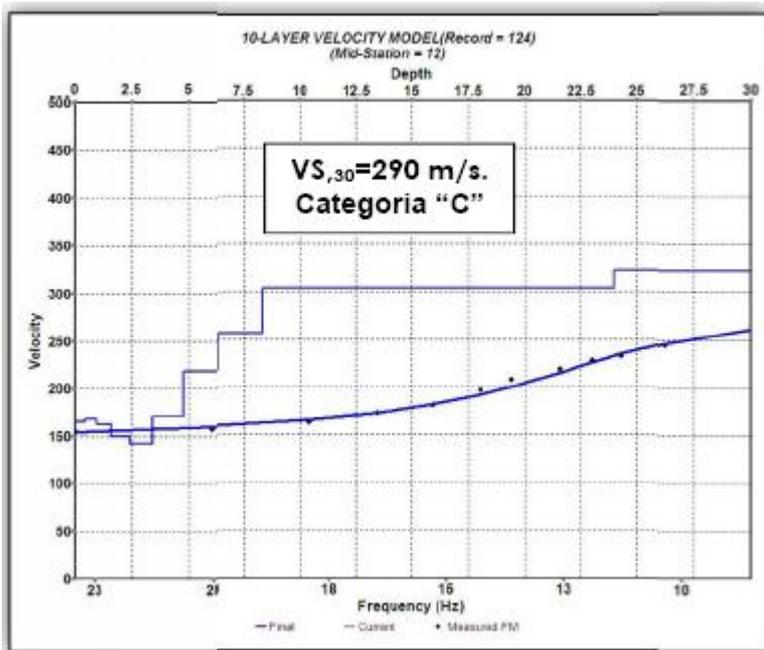


Fig.29: sezione relativa al profilo MASW PS3

Come si può constatare, nelle sezioni analizzate, ad eccezione della sezione 2 e 4, sono presenti tre sismostrati che, messi a confronto con le schede di sondaggio, individuano il seguente modello medio di sottosuolo:

Sismostrato 1: con spessore variabile tra 2 e 5 m, presenta velocità delle onde p compresa tra 400 m/s e 540 m/s e velocità delle onde s compresa tra 150 e 170 m/s; esso è associabile a *terreno di riporto superficiale passante verso il basso a sabbie fini limoso-argillose*.

Sismostrato 2 (substrato rifrattore per i profili 2 e 4; secondo sismostrato per i profili 1 e 3): è presente subito al di sotto del sismostrato 1, con velocità delle onde p compresa tra 1260 m/s e 1340 m/s e velocità delle onde s compresa tra 270 m/s e 340 m/s; esso può essere associabile a *litotipi limoso-argillosi di media consistenza con grado di addensamento che aumenta con la profondità*.

Sismostrato 3 (substrato rifrattore per i profili 1 e 3): è presente al di sotto del sismostrato 2 a partire da 7-9 m dal p.c.; la velocità delle onde p è compresa tra 1700 m/s e 1740 m/s e velocità delle onde s compresa tra 320 m/s e 410 m/s; esso può essere associabile a *litotipi argilloso-limosi consistenti*.

Al fine di desumere i parametri elasto-meccanici dei terreni oggetto d'indagine si riporta di seguito una tabella riepilogativa con i valori degli stessi calcolati per ciascun profilo sismico:

Profilo1

Spessore medio in mt	Vp	Vsh	σ	γ	E	G	K
0.0÷5.0	400	170	0.39	1.6	1311	472	1983
5.0÷11	1260	340	0.46	1.75	6031	2064	25598
>11	1740	410	0.47	1.8	9081	3088	51492

Profilo2

Spessore medio in mt	Vp	Vsh	σ	γ	E	G	K
0.0÷3.5	420	150	0.43	1.6	1048	367	2390
>3.5	1310	330	0.47	1.75	5702	1945	28052

Profilo3

Spessore medio in mt	Vp	Vsh	σ	γ	E	G	K
0.0÷2.5	540	170	0.44	1.6	1364	472	4132
2.5÷9.5	1290	270	0.48	1.75	3846	1302	27980
>9.5	1700	320	0.48	1.8	5573	1881	50574

Profilo4

Spessore medio in mt	Vp	Vsh	σ	γ	E	G	K
0.0÷5.5	510	170	0.44	1.6	1357	472	3617
>5.5	1340	275	0.48	1.75	3992	1350	30264

V_p = velocità onde longitudinali in m/s

V_s = velocità onde trasversali in m/s

σ = coefficiente di Poisson

γ = peso di volume in g/cm³

E = modulo dinamico di Young in Kg/cm²

G = modulo dinamico di taglio in Kg/cm²

K = modulo dinamico di compressibilità in Kg/cm²

6.3 SISMICITA' DELL'AREA

Il presente progetto prevede l'esecuzione di interventi per il risanamento degli scarichi sul lungomare di Barletta. A tale abitato è stato attribuito grado di sismicità 2, secondo quanto indicato dall'Ordinanza PCM 3274/2003.

Poiché trattasi di opere con funzioni pubbliche, sulla scorta del nuovo D.M.17/01/2018 (Norme Tecniche sulle Costruzioni) la Classe d'Uso relativa a tale comune è la Classe IV.

Si riporta la tabella ove ciascuna zona è individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo a_g , con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

Zona sismica	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni(a_g/g)	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (a_g/g)
1	$a_g > 0,25$	0,35 g
2	$0,15 < a_g \leq 0,25$ g	0,25 g
3	$0,05 < a_g \leq 0,15$ g	0,15 g
4	$\leq 0,05$ g	0,05 g

La stima preliminare dell'azione sismica può essere effettuata sulla scorta delle "categorie di sottosuolo" e della definizione di una "pericolosità di base" fondata su un reticolo di punti di riferimento, costruito per l'intero territorio nazionale. Ai punti del reticolo sono attribuiti, per nove differenti periodi di ritorno del terremoto atteso, i valori di a_g e dei principali "parametri spettrali" riferiti all'accelerazione orizzontale, da utilizzare per il calcolo dell'azione sismica (fattore di amplificazione massima F_0 e periodo di inizio del tratto a velocità costante T_c^*). Il reticolo di riferimento ed i dati di pericolosità sismica vengono forniti dall'INGV e pubblicati nel sito <http://esse1.mi.ingv.it/>.

Secondo le NTC l'area in questione è caratterizzata essenzialmente da un'accelerazione

compresa tra 0.125 -0.150 g, come appare in figura 30, in cui è riportata la mappa di pericolosità sismica per il sito in questione, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita ai suoli rigidi.

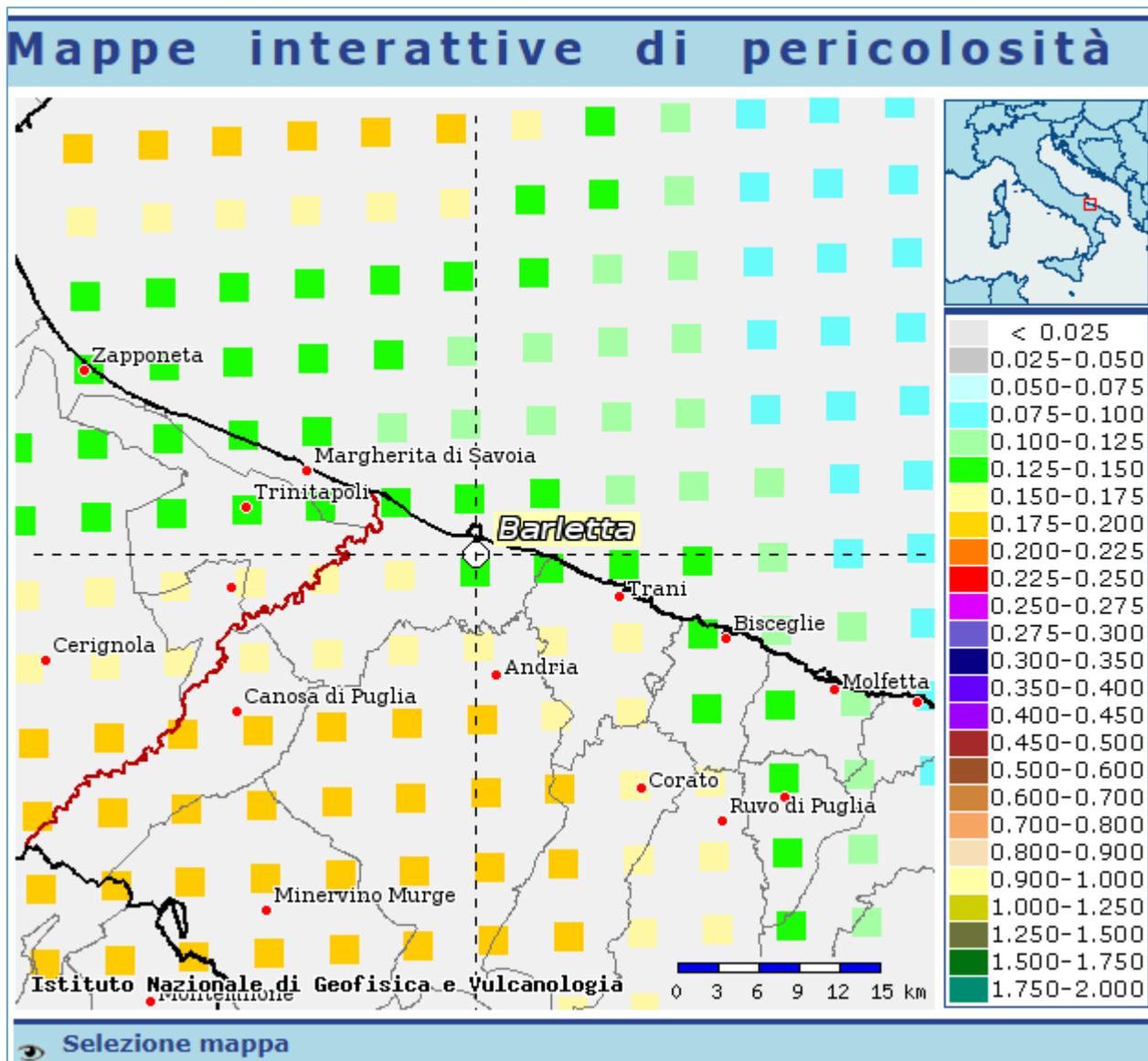


Fig.30: mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita ai suoli rigidi (Ordinanza 3519/2006)

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

Le più recenti Norme Tecniche per le Costruzioni (17/01/2018) e l'OPCM del 28 aprile 2006 n. 3519 impongono che, ai fini della definizione dell'azione sismica in progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuti mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel par.7.11.3 delle stesse NTC. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento ad un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s . I valori di V_s sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche. La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio $V_{s,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

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

Con:

h_i = spessore dell'i-esimo strato

$V_{s,i}$ = velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato

N = numero di strati

H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore ad 800 m/s

Per i depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro V_{s30} , ottenuto ponendo $H = 30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite in Tab. 3.2.II, di seguito riportata.

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 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.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, 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.</i>
C	<i>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.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente 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 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Tabella 3.2.II NTC 2018 – Categorie di sottosuolo

Nel presente caso, le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni consentono il ricorso all'approccio semplificato, che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori di velocità delle onde di taglio V_s .

A tal riguardo, quindi nell'abitato di Barletta, è stata condotta, lungo ciascun profilo sismico (Fig.12), un'indagine sismica specifica per la determinazione, mediante metodologia MASW del valore medio di $V_{s,30}$.

Si sintetizzano di seguito risultati ottenuti dall'indagine MASW e le conseguenti categorie di sottosuolo associabili a ciascun profilo sismico.

Masw 1 → $V_{s,30} = 270$ m/s - Categoria C

Masw 2 → $V_{s,30} = 350$ m/s - Categoria C

Masw 3 → $V_{s,30} = 290$ m/s - Categoria C

Masw 4 → $V_{s,30} = 260$ m/s - Categoria C

Come si può osservare, tutta l'area investigata nell'abitato di Barletta ricade in categoria C.

6.4 ANALISI AMBIENTALI

Al fine di caratterizzare dal punto di vista ambientale i terreni dell'abitato lungo le strade interessate dagli interventi in progetto, sono stati prelevati entro ciascun foro di sondaggio, la cui ubicazione è riportata in fig.10 ed in fig.12, dei campioni rimaneggiati a differenti profondità, per un totale di 12 campioni. Su questi ultimi è stata condotta la ricerca di un set di parametri analitici (set minimale) in ottemperanza alla tab. 4.1 del al D.P.R.120/2017, recante la “disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo”; i risultati ottenuti sono stati confrontati con le Concentrazioni Soglia di Contaminazione di cui alle colonne A e B della Tab.1, All.5, parte IV, Titolo V, del D. Lgs. 152/2006.

Inoltre, su sei campioni, ossia quelli più superficiali, prelevati essenzialmente in terreni di riporto, è stato effettuato, oltre che il calcolo della frazione antropica, anche il test di cessione, secondo quanto prescrive il D.P.R.120/2017. Per la determinazione del test di cessione è stata applicata l'appendice A alla norma UNI10802 secondo la metodica prevista dalla norma UNI EN 12457-2. I valori ottenuti sono stati confrontati con i Valori Limite riportati nella Tab.2 (Acque Sotterranee), All.5, parte IV, Titolo V, del D. Lgs. 152/2006.

Infine, sono stati prelevati anche n.3 campioni d'acqua con l'obiettivo di valutare lo stato chimico-fisico della falda; anche in quest'ultimo caso i valori ottenuti sono stati comparati con i Valori Limite riportati nella Tab.2 (Acque Sotterranee), All.5, parte IV, Titolo V, del D. Lgs. 152/2006.

Si riporta di seguito una tabella che sintetizza il numero di campioni prelevati per ciascun foro e le relative profondità di campionamento:

SIGLA SONDAGGIO	SIGLA CAMPIONE	PROFONDITA' CAMPIONE	PROFONITA' RAGGIUNTA	DATA
S1	CA1	1.0m	5.0m	16/07/2018
	CA2	2.5m		
	CA3	5.0m		
	CAMPIONE ACQUA S1			
S2	CA1	1.0m	5.0m	18/07/2018
	CA2	2.5m		
	CA3	4.5m		
S3	CA1	1.0m	5.0m	18/07/2018
	CA2	2.0m		
	CAMPIONE ACQUA S3			
S4	CA1	1.0m	10.0m	16/07/2018
	CA2	2.0m		
S5	CA1	1.0m	10.0m	17/07/2018
	CA2	2.0m		
S6	CAMPIONE ACQUA S6		5.0m	17/07/2018

I certificati delle analisi ambientali eseguite sui campioni prelevati, sono riportati nel Rapporto “Caratterizzazione Ambientale” allegato alla presente relazione.

La comparazione tra i risultati ottenuti per i campioni esaminati e i valori Soglia di Contaminazione (Tab.1 e 2 All.5, parte IV, Titolo V, del D. Lgs. 152/2006) ha confermato il rispetto dei limiti di concentrazione per tutti i parametri analitici indagati relativamente a ciascun campione, per cui si può sostenere che il terreno analizzato non costituisce rifiuto e pertanto può essere riutilizzato senza alcun trattamento per rinterri in sito.

7.0 CONCLUSIONI

Alla luce di quanto illustrato nella presente relazione si conferma la fattibilità tecnica degli interventi in progetto.

I risultati acquisiti nel corso della campagna geognostica insieme alla consultazione della cartografia geologica esistente, hanno consentito di ricostruire a grandi linee l'andamento del sottosuolo, data la variabilità composizionale e tessiturale dei terreni, sia orizzontalmente che verticalmente.

In relazione agli interventi da realizzare, quindi, è possibile individuare uno strato superficiale di spessore variabile all'incirca tra 2 e 5 m, costituito da riporto passante gradualmente verso il basso a sabbie fini limoso argillose; al di sotto di tale strato superficiale si rinvencono essenzialmente sabbie limoso-argillose; tali depositi, con la profondità tendono ad arricchirsi sempre di più della frazione argillosa.

Per quanto riguarda le operazioni di scavo, per quello che è emerso dalle schede di sondaggio relative alle perforazioni meccaniche eseguite e dai valori di velocità delle onde p rilevate nel corso delle prospezioni sismiche a rifrazione, si deduce che esse potranno essere condotte essenzialmente con l'impiego di mezzi meccanici. È consigliabile comunque prevedere l'utilizzo del martellone nell'eventualità in cui, nella parte più a monte che ricade nei depositi marini terrazzati, dovesse essere intercettato qualche livello calcarenitico più compatto o di “crosta”, difficile da scavare con l'ausilio dei mezzi meccanici.

Data la natura dei terreni, su tutti gli interventi per i quali è previsto lo scavo aperto, è necessario prevedere l'armatura delle sezioni di scavo, a maggior ragione in presenza di acqua.

Dal punto di vista idrogeologico, la misura del livello statico della falda nei fori di sondaggio eseguiti in corrispondenza del Lungomare (fori S1-S2-S3), ha confermato la presenza della

falda a circa 0.5-0.6 m s.l.m., per cui, con tutta probabilità gli scavi per i collettori previsti lungo la costa, intercetteranno l'acqua di falda. Anche lungo Via Di Cuonzo, all'interno del foro S6, la falda è stata rinvenuta a circa 0.85 m sotto il p.c. (4.28 m s.l.m.), per cui su tale via è molto probabile che lo scavo intercetti il livello di falda. È necessario quindi, per tali aree, prevedere l'aggottamento degli scavi mediante "**sistema well points**" che ben si adatta a questo tipo di terreno e consente il consolidamento dello stesso durante l'aggottamento; ovviamente si dovrà fare attenzione a prevedere una distanza delle punte filtranti dalle abitazioni circostanti per evitare problemi di cedimenti dei terreni al di sotto delle strutture.

Per il dimensionamento del sistema well point, si consiglia di prendere in considerazione il valore di permeabilità $k= 2.47 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$.

In corrispondenza del foro S5, la falda è stata rinvenuta a circa 5.30 m dal p.c. ma, poiché l'ipotesi di progetto prevede, per la parte terminale dell'Intervento 1, l'approfondimento del collettore da realizzare per poterlo connettere all'impianto di sollevamento, è possibile, in caso di scavo aperto, l'intercettazione della falda; in tale circostanza si dovrà procedere con le stesse modalità su descritte (armatura degli scavi e utilizzo sistema well points); non dovrebbero esserci problemi invece in caso di posa in opera con il sistema TOC.

Infine nel foro S4 terebrato in prossimità dell'area cimiteriale, la falda è stata rinvenuta a circa 6.30 m sotto il p.c.; tale falda, quindi potrà essere intercettata dallo scavo per la posa della premente prevista nell'intervento 2, solo se dovesse essere raggiunta tale profondità di scavo.

Conviene, in via cautelativa, considerare il livello di falda ad un'altezza di almeno 30-40 cm al di sopra di quello rilevato rispetto al p.c., sia per le oscillazioni legate agli effetti delle maree, che per gli innalzamenti dello stesso conseguenti alle precipitazioni. La falda superficiale, infatti è alimentata dalle acque meteoriche che si infiltrano nell'immediato entroterra di Barletta e risente quindi fortemente della variabilità stagionale delle precipitazioni, per cui il livello della stessa potrebbe innalzarsi in concomitanza di periodi fortemente piovosi. In particolare, nel presente caso la misura del livello statico della falda è stato eseguita nel mese di Luglio, in pieno periodo estivo e in assenza di piogge.

Dal punto di vista morfologico, l'area d'intervento ricade tra l'ultimo terrazzo marino (5 e 15 m s.l.m), delimitato da una falesia ben visibile in corrispondenza dell'area cimiteriale, e la piana costiera, per cui l'area tende a degradare dolcemente verso il mare Adriatico.

Non sono presenti aree individuate dall'AdB Puglia come "Aree a media ed alta pericolosità geomorfologica o idraulica".

La caratterizzazione geotecnica ed elasto-meccanica dei terreni interessati dalle opere in progetto è stata eseguita rispettivamente attraverso l'analisi di laboratorio su campioni prelevati in più zone dell'abitato e la prospezione sismica; i dati ottenuti sono riportati nei paragrafi 6.1 e 6.2 della presente relazione.

Per ciò che riguarda la stima dell'azione sismica, l'indagine per la determinazione del valore medio di Vs30 ha univocamente individuato per le aree d'interesse, la categoria C.

Per quel che riguarda la caratterizzazione ambientale, eseguita su 12 campioni di terra e tre campioni di acqua prelevati all'interno dei sei fori di sondaggio, i risultati ottenuti hanno confermato il rispetto dei limiti di concentrazione per tutti i parametri analitici indagati relativamente a ciascun campione, per cui si può sostenere che sia il terreno analizzato non costituisce rifiuto e pertanto può essere riutilizzato senza alcun trattamento per rinterri in sito.

Bari, 11/10/2018

Il Geologo

Annamaria Dimundo