



REGIONE BASILICATA

DIREZIONE GENERALE INFRASTRUTTURE E MOBILITA'

Ufficio Trasporti e Mobilità Sostenibile

CUP: G81C19000230001

CIG: 982298252E

Fondi ex art.1, comma 640, della Legge n.208/2015
- Decreto Interministeriale n.517 del 29.11.2018 -

PROGETTO DEFINITIVO

**per la realizzazione del 1° Lotto funzionale prioritario del Tratto Lucano della
Ciclovía della Magna Grecia - versante ionico da Tempio di Hera a Stazione F.S. di
Metaponto nel Comune di Bernalda in Provincia di Matera**

Regione Basilicata
Ufficio Trasporti e Mobilità Sostenibile

Il R.U.P.
ing. Carmen VITIELLO

Il Dirigente
ing. Donato ARCIERI

PROGETTAZIONE

MANDATARIA:



di Andersson Anna Maria Margareta & C. s.a.s.
via S. Visconti n. 190 - 70122 - Bari

MANDANTI:

Responsabile Integrazioni prestazioni specialistiche e Coordinatore della Sicurezza in fase di Progettazione:

Ing. Gianluca CICIRIELLO - Iscritto Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari al n. 8821

Responsabile Geologia:

Geol. Danilo GALLO - Iscritto Ordine dei Geologi della Regione Puglia al n. 588

Responsabile inserimento ambientale e paesaggistico:

Ing. Roberta GENTILE - Iscritta all'Albo degli Ingegneri della Provincia di Taranto al n. 3304 (Giovane Professionista)



Codice Elaborato

Titolo Elaborato

MS RE 01

Relazione di Microzonazione Sismica

Lotto Ciclovía: n. 1

Scala:

N. Rev.	Data	Descrizione	Disegnato	Controllato	Approvato
02	GIU.2024	Emesso per RECEPIMENTO PRESCRIZIONI/OSSERVAZIONI CDS	/	/	/
01	SETT.2023	Emesso per RICHIESTE INTEGRAZIONI A SEGUITO DI CDS	/	/	/
00	AGO.2023	Emesso per PROGETTO DEFINITIVO	/	/	/

Sommario

1	PREMESSA.....	2
2	CENNI SULLO STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA E SULLA RISPOSTA SISMICA LOCALE.....	6
3	INDAGINI GEOGNOSTICHE E MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO.....	9
	3.1 DEFINIZIONE DELLA PROFONDITÀ DEL BEDROCK SISMICO.....	16
4	ZONAZIONE SISMICA E DEFINIZIONE DELL'ACCELERAZIONE MASSIMA ATTESA	17
5	STUDIO DI MICROZONAZIONE DI 2° LIVELLO	18
	5.1 DETERMINAZIONE DEI VALORI DEI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE FA E FV	18

Progettisti:



di Andersson Anna Maria Margareta & C. s.a.s.
via S. Visconti n. 190 - 70122 - Bari
(MANDATARIA)

Ing. Gianluca CICIRIELLO (MANDANTE)

Geol. Danilo GALLO (MANDANTE)

Ing. Roberta GENTILE (MANDANTE – GIOVANE PROFESSIONISTA)

1 PREMESSA

Il presente elaborato riporta lo studio di microzonazione sismica di 2° livello eseguito nell'ambito degli interventi per la realizzazione del "1° LOTTO FUNZIONALE PRIORITARIO DEL TRATTO LUCANO DELLA CICLOVIA DELLA MAGNA GRECIA - VERSANTE IONICO DA TEMPIO DI HERA A STAZIONE F.S. DI METAPONTO NEL COMUNE DI BERNALDA IN PROVINCIA DI MATERA" (Figura 1).

La relazione è stata redatta in conformità alla L.R. 7.6.2011, n. 9 "Disposizioni urgenti in materia di microzonazione sismica", al D.P.R. 6 giugno 2001, n.380, e con riferimento alle NTC 2018. L'elaborato tecnico di riferimento per l'esecuzione degli studi è rappresentato dagli "Indirizzi e criteri per la Microzonazione Sismica (ICMS 2008)".

Come meglio precisato nella relazione geologico-tecnica generale cui si rimanda (elaborato GG RE 01), si evidenzia che lungo il tracciato sono previste essenzialmente tre tipologie di interventi (Figura 2):

- interventi di ripristino della sede stradale esistente (rifacimento di pavimentazioni, segnaletica, staccionate, sostituzione barriere, arginelli);
- interventi di allargamento della sede stradale esistente (demolizioni, allargamento e rifacimento sede, finiture, segnaletica, staccionate);
- interventi di nuova costruzione (demolizioni, tracciamento e realizzazione ex novo sede ciclovia, finiture, segnaletica, aiuole).

Considerando la tipologia dell'opera e degli interventi previsti, caratterizzata da lavori di lieve entità che per gran parte del tracciato: non comportano l'impegno di nuove superfici naturali e pertanto trasformazioni rilevanti del territorio, non impattano sulle condizioni geomorfologiche e geologiche del territorio, e che complessivamente le pavimentazioni ciclabili sono soggette a carichi statici e dinamici di lieve entità (> 4 KN/m²), si è convenuto di eseguire lo studio di microzonazione sul singolo tratto da realizzare ex novo, in quanto tale opera rappresenta una variazione più sostanziale dell'assetto del territorio (Vedi la Figura 2).

Il tratto in esame ha una lunghezza di circa 810 m, che costituisce il 10% dell'intero tracciato di progetto, ha una larghezza di 3.50 m, al netto dei cordoli di delimitazione, e sarà realizzato parallelamente e in adiacenza alla viabilità esistente.

Lo studio in generale consiste nell'acquisizione ed elaborazione di dati geologici, stratigrafici, sismici e cartografici utili per definire un modello geologico complessivo del sottosuolo, che permetta la distinzione di settori del territorio eventualmente caratterizzati da un differente comportamento alle azioni sismiche.

Progettisti:



di Andersson Anna Maria Margareta & C. s.a.s.
via S. Visconti n. 190 - 70122 - Bari
(MANDATARIA)

Ing. Gianluca CICIRIELLO (MANDANTE)

Geol. Danilo GALLO (MANDANTE)

Ing. Roberta GENTILE (MANDANTE – GIOVANE PROFESSIONISTA)

La caratterizzazione geologico-litostratigrafica e geotecnica è stata effettuata analizzando i risultati di differenti tipologie di indagini pregresse reperite per il settore di territorio di interesse, nonché dalle informazioni desunte dal materiale bibliografico scientifico e cartografico noto dalla letteratura geologica (vedi gli elaborati GG QI 01 - QUADERNO INDAGINI PREGRESSE e GG PI 01 - PLANIMETRIA UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE).

Inoltre, per ottenere ulteriori informazioni di carattere sismico e soprattutto per valutare l'andamento delle onde di taglio S nel sottosuolo è stata eseguita una specifica indagine sismica (vedi gli elaborati GG RS 01 – RELAZIONE INDAGINI SISMICHE e GG PI 01 - PLANIMETRIA UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE).

I risultati dello studio qui esposto sono riassunti nella Carta di Microzonazione Sismica di 2° livello in scala 1:2000, riportata nell'elaborato MS CM 01.

Progettisti:



di Andersson Anna Maria Margareta & C. s.a.s.
via S. Visconti n. 190 - 70122 - Bari
(MANDATARIA)

Ing. Gianluca CICIRIELLO (MANDANTE)

Geol. Danilo GALLO (MANDANTE)

Ing. Roberta GENTILE (MANDANTE – GIOVANE PROFESSIONISTA)



Figura 1 - Inquadramento territoriale dell'area di intervento.

Progettisti:



di Andersson Anna Maria Margareta & C. s.a.s.
via S. Visconti n. 190 - 70122 - Bari
(MANDATARIA)

Ing. Gianluca CICIRIELLO (MANDANTE)

Geol. Danilo GALLO (MANDANTE)

Ing. Roberta GENTILE (MANDANTE - GIOVANE PROFESSIONISTA)



Figura 2 - Tracciato di progetto con indicazione della tipologia di interventi, con evidenziato in particolare il tratto di nuova costruzione.

Progettisti:



di Andersson Anna Maria Margareta & C. s.a.s.
via S. Visconti n. 190 - 70122 - Bari
(MANDATARIA)

Ing. Gianluca CICIRIELLO (MANDANTE)

Geol. Danilo GALLO (MANDANTE)

Ing. Roberta GENTILE (MANDANTE - GIOVANE PROFESSIONISTA)

2 CENNI SULLO STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA E SULLA RISPOSTA SISMICA LOCALE

Per microzonazione sismica (MS) si intende la valutazione della pericolosità sismica locale attraverso l'individuazione di zone del territorio caratterizzate da comportamento sismico omogeneo.

La microzonazione sismica ha pertanto lo scopo di riconoscere le condizioni geologiche locali che possono modificare sensibilmente le caratteristiche del moto sismico atteso o possono produrre deformazioni permanenti rilevanti per le costruzioni e le infrastrutture (Figura 3).

Lo studio di MS fornisce una base conoscitiva della pericolosità sismica locale del territorio suddividendolo in diverse zone e consente di stabilire gerarchie di pericolosità utili per la programmazione di interventi di riduzione del rischio sismico.

Difatti, è ormai noto che un terremoto può produrre danni di diversa entità nello stesso ambito territoriale, dimostrando che le azioni sismiche possono assumere, anche a brevi distanze, caratteristiche differenti in funzione delle diverse condizioni geologiche e geomorfologiche. Pertanto, la microzonazione sismica si propone di studiare e valutare quantitativamente l'influenza che le condizioni geologiche locali hanno sui movimenti del suolo durante un evento sismico. Il risultato di questo studio si traduce in una carta di dettaglio (carta della microzonazione sismica) in cui sostanzialmente sono individuate e caratterizzate *le zone stabili, le zone suscettibili di amplificazione e le zone suscettibili di instabilità*. La caratterizzazione di tali zone è definita in ultima analisi dalla determinazione per alcune delle zone suddette dei *Fattori di Amplificazione Sismica (FA e FV)*, che contraddistinguono la *Risposta Sismica Locale (RSL)*. I fattori di amplificazione consistono nei valori di FA, fattore di amplificazione a basso periodo, e di FV, fattore di amplificazione a periodo proprio. Il primo corrisponde al fattore di amplificazione determinato intorno al periodo proprio per il quale si ha il massimo della risposta in accelerazione. Il secondo corrisponde al fattore di amplificazione a periodo proprio per il quale si ha la massima risposta in pseudovelocità.

Per risposta sismica locale, quindi, s'intende l'insieme delle modifiche in intensità, ampiezza e frequenza, che un moto sismico relativo ad una formazione rocciosa di base (*bedrock*), posta ad una certa profondità nel sottosuolo, subisce attraverso gli strati di terreno sovrastanti fino alla superficie. Tali risultati pongono limitazioni di natura urbanistica e forniscono prescrizioni di progetto per le costruzioni che, in alcuni casi, possono anche risultare più gravose di quelle contemplate dalle normative vigenti.

La microzonazione sismica prevede tre livelli di approfondimento:

- **livello I:** serve per delineare gli scenari di pericolosità sismica ed identificare le parti del territorio suscettibili di effetti sismici locali: amplificazioni del moto sismico, cedimenti, instabilità dei versanti, ecc. È un livello propedeutico ai veri e propri studi di MS, in quanto consiste in una raccolta di dati

Progettisti:



di Andersson Anna Maria Margareta & C. s.a.s.
via S. Visconti n. 190 - 70122 - Bari
(MANDATARIA)

Ing. Gianluca CICIRIELLO (MANDANTE)

Geol. Danilo GALLO (MANDANTE)

Ing. Roberta GENTILE (MANDANTE – GIOVANE PROFESSIONISTA)

preesistenti, elaborati per suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee rispetto alle fenomenologie sopra descritte;

- **livello II:** introduce l'elemento quantitativo associato alle zone omogenee, utilizzando allo scopo ulteriori e mirate indagini, ove necessarie, e definisce la carta di microzonazione sismica. Si applica su territori suscettibili di amplificazione sismica;
- **livello III:** restituisce una carta di microzonazione sismica con approfondimenti su tematiche o aree particolari. Difatti si applica alle aree con particolari criticità geologiche, geomorfologiche e geotecniche o alle aree in cui è prevista la realizzazione di opere di rilevante interesse pubblico.

Sulla base di quanto esposto finora e delle caratteristiche geologiche e litostratigrafiche, come meglio descritto nei paragrafi successivi, del settore di territorio interessato dallo studio, si è scelto di eseguire uno studio di microzonazione di 2° livello. Esso prevede la determinazione dei fattori di amplificazione che quantificano la variazione del moto sismico in superficie attraverso metodi semplificati, come suggerito dall'O.P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003 e dal D.M. 14/09/2005, al fine di valutare la risposta sismica locale. Nello specifico, si utilizzano gli abachi per gli effetti litostratigrafici secondo la procedura indicata dagli "Indirizzi e criteri per la Microzonazione Sismica (ICMS 2008)". Essi sono stati realizzati sintetizzando i risultati di specifiche analisi numeriche mono-dimensionali di propagazione delle onde sismiche di taglio, condotte su un modello di sottosuolo costituito da un deposito stratificato orizzontalmente di terreni omogenei deformabili, sovrastante un terreno più rigido avente valori delle velocità sismiche $V_s = 800$ m/s (*bedrock sismico*). È bene precisare che più l'assetto geologico locale si discosta dalle condizioni mono-dimensionali e minore sarà l'affidabilità delle stime di valore di FA e FV.

Per poter utilizzare gli abachi è necessario la definizione di diversi parametri di ingresso, che sono:

- lo spessore totale del deposito superficiale costituito da materiali soffici (H) e quindi la profondità a cui si attesta il bedrock sismico;
- la velocità media delle onde di taglio S del deposito superficiale poggiante sul bedrock sismico (V_{sH}) e l'andamento del profilo di velocità nel sottosuolo;
- il valore della massima accelerazione attesa indotta dal terremoto (PGA);
- il tipo di terreno che costituisce il deposito superficiale soffice (argille, sabbie, ghiaie).

Progettisti:



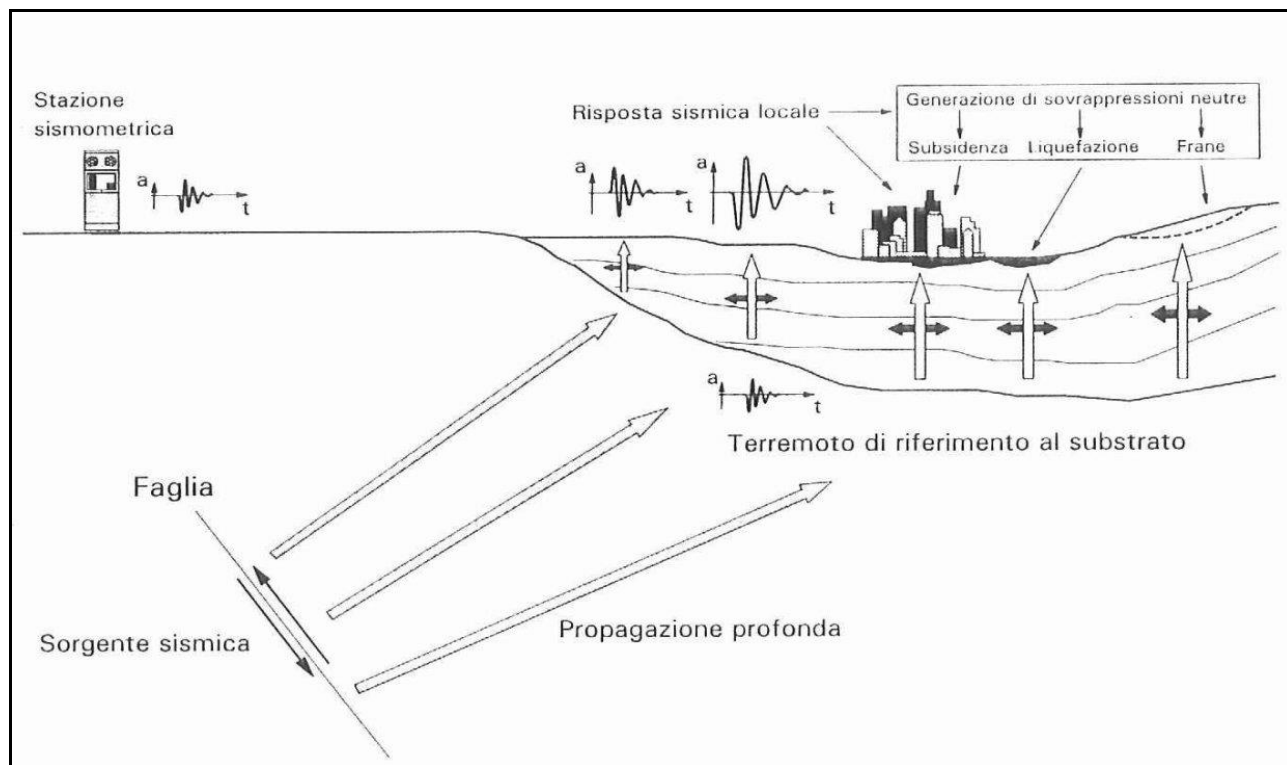


Figura 3 - Schema della propagazione delle onde sismiche dalla sorgente al sito con mostrate le eventuali variazioni del moto sismico per effetto delle condizioni geologiche e geomorfologiche locali.

Progettisti:



di Andersson Anna Maria Margareta & C. s.a.s.
 via S. Visconti n. 190 - 70122 - Bari
 (MANDATARIA)

Ing. Gianluca CICIRIELLO (MANDANTE)

Geol. Danilo GALLO (MANDANTE)

Ing. Roberta GENTILE (MANDANTE – GIOVANE PROFESSIONISTA)

3 INDAGINI GEOGNOSTICHE E MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO

Il modello geologico-litostratigrafico definito per il settore di interesse ai fini della valutazione quantitativa numerica della risposta sismica locale è stato ricostruito attraverso un rilevamento di superficie, dallo studio della cartografia ufficiale più aggiornata (Carta Geologica d'Italia in scala 1:50000, Foglio n. 508 "Policoro") e dall'analisi dei dati e delle informazioni ottenute dalle indagini geognostiche pregresse e da quelle di nuova esecuzione.

Le indagini pregresse sono state reperite dal progetto relativo al "PIANO PARTICOLAREGGIATO ESECUTIVO D'AMBITO A DI METAPONTO" eseguito dal Dott. Geol. Leonardo Disummo. Si tratta della campagna di investigazioni geognostiche (Figura 4; vedi gli elaborati GG QI 01 - QUADERNO INDAGINI PREGRESSE e GG PI 01 - PLANIMETRIA UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE), così articolata:

- n. 3 sondaggi geognostici a carotaggio continuo con prelievo di campioni e prove SPT in foro (Standard Penetration Test), corredate da specifiche analisi geotecniche di laboratorio;
- n. 5 prove penetrometriche dinamiche continue (DPSH);
- n. 5 prospezioni sismiche a rifrazione in onde P.

È bene precisare che non sono stati considerati i risultati della prova penetrometrica denominata P5 e della prospezione sismica SISM5 perché distanti dal sito in esame.

Inoltre, al fine di ottenere ulteriori informazioni sull'assetto geologico e litostratigrafico profondo sono stati considerati tre sondaggi indicati nel Foglio 508 "Policoro" della nuova Carta Geologica d'Italia in scala 1:50000 (Figura 5), nonché gli schemi e modelli geologico-stratigrafici e le sezioni geologiche riportati nello stesso foglio geologico.

Relativamente alle nuove indagini sono state eseguite prospezioni sismiche al fine di ottenere ulteriori informazioni sull'andamento delle onde sismiche nel sottosuolo e per valutare la profondità del bedrock sismico (Figura 6; vedi gli elaborati GG RS 01 - RELAZIONE INDAGINI SISMICHE e GG PI 01 - PLANIMETRIA UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE). L'investigazione è consistita in:

- esecuzione di n. 1 prospezione sismica a rifrazione in onde P (RIFRA1), per ottenere informazioni sulle caratteristiche geologiche, geometriche ed elastomeccaniche del sottosuolo;
- esecuzione di n. 1 acquisizione MASW (M1) lungo lo stesso allineamento della sismica a rifrazione per definire l'andamento delle onde S in profondità e calcolare il parametro V_{Seq} ;

Progettisti:



di Andersson Anna Maria Margareta & C. s.a.s.
via S. Visconti n. 190 - 70122 - Bari
(MANDATARIA)

Ing. Gianluca CICIRIELLO (MANDANTE)

Geol. Danilo GALLO (MANDANTE)

Ing. Roberta GENTILE (MANDANTE – GIOVANE PROFESSIONISTA)

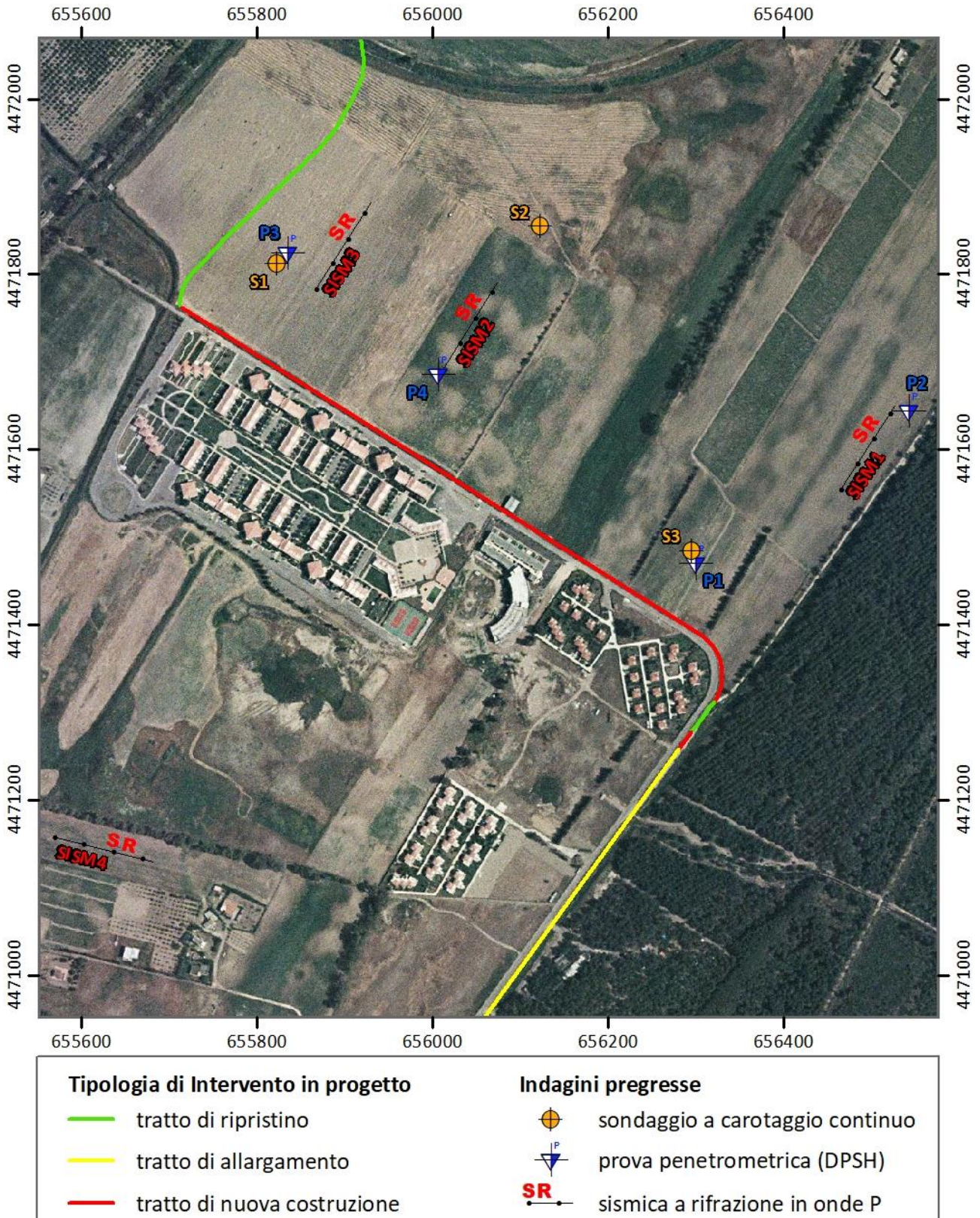


Figura 4 - Ubicazione indagini geognostiche relative al "Piano particolareggiato esecutivo d'ambito A di Metaponto".

Progettisti:



di Andersson Anna Maria Margareta & C. s.a.s.
via S. Visconti n. 190 - 70122 - Bari
(MANDATARIA)

Ing. Gianluca CICIRIELLO (MANDANTE)

Geol. Danilo GALLO (MANDANTE)

Ing. Roberta GENTILE (MANDANTE - GIOVANE PROFESSIONISTA)

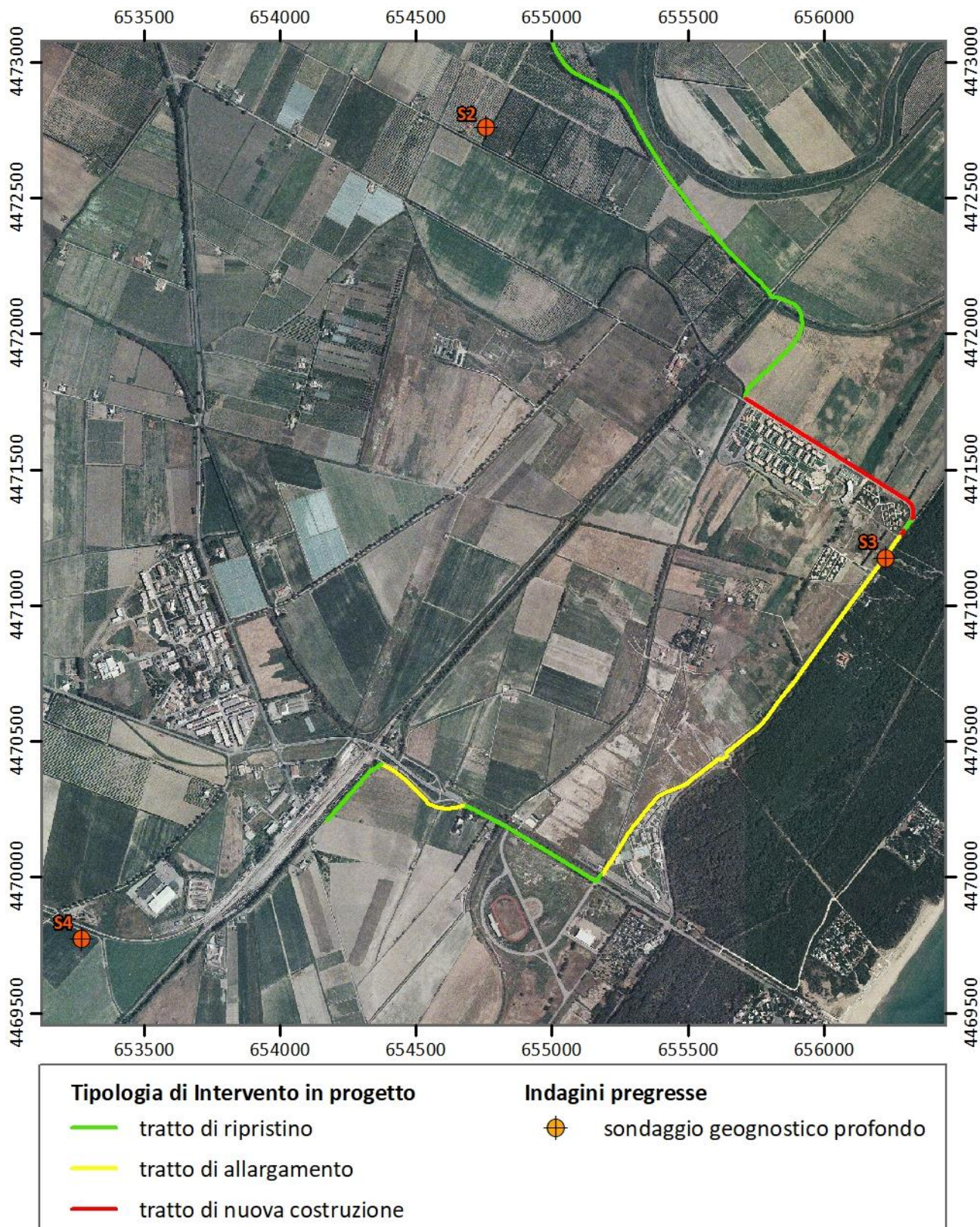


Figura 5 - Ubicazione sondaggi geognostici del Foglio 508 "Policoro" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50000.

Progettisti:

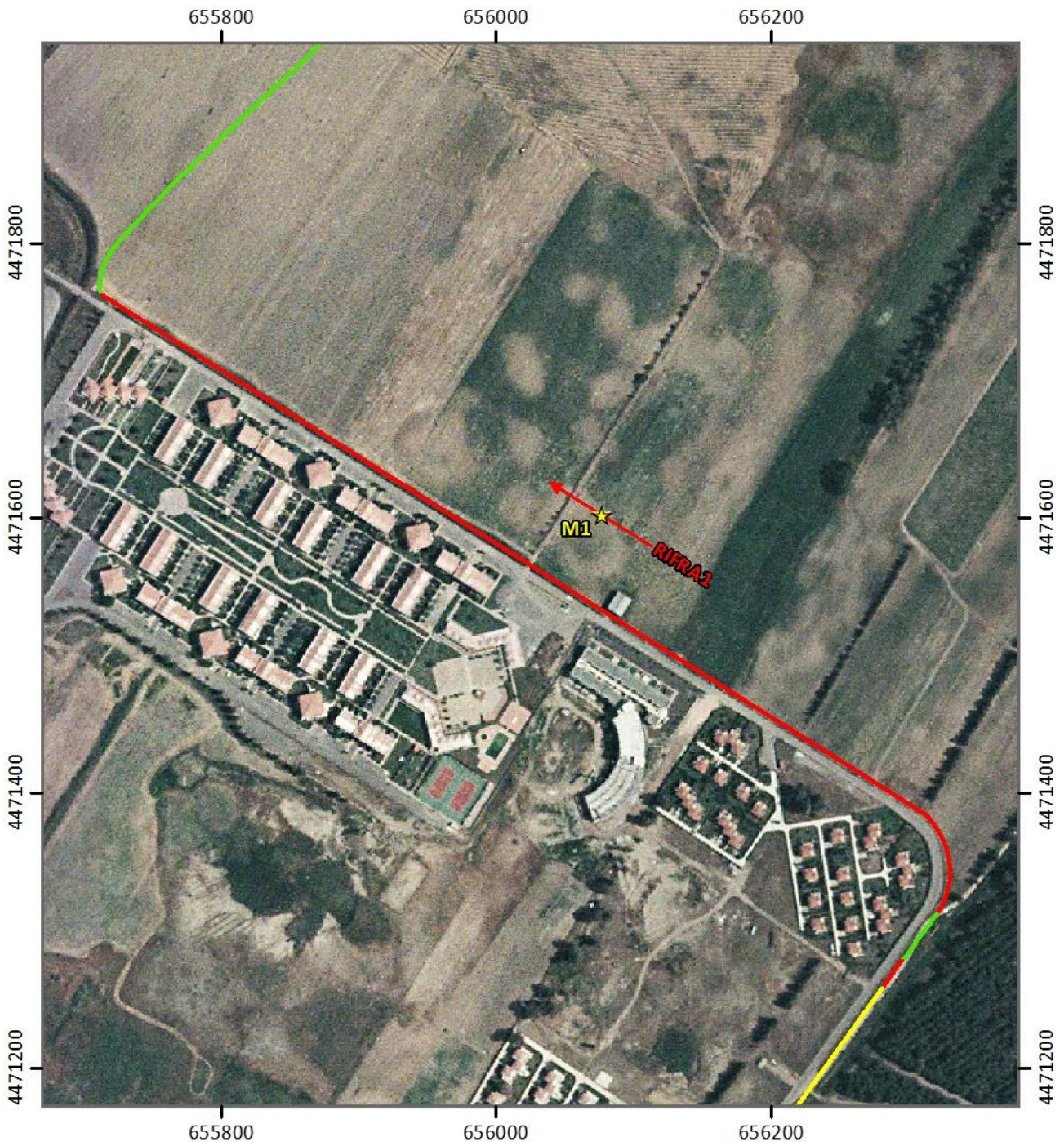


di Andersson Anna Maria Margareta & C. s.a.s.
via S. Visconti n. 190 - 70122 - Bari
(MANDATARIA)

Ing. Gianluca CICIRIELLO (MANDANTE)

Geol. Danilo GALLO (MANDANTE)

Ing. Roberta GENTILE (MANDANTE - GIOVANE PROFESSIONISTA)



Tipologia di Intervento in progetto		Nuove indagini eseguite	
	tratto di ripristino		acquisizione MASW
	tratto di allargamento		sismica a rifrazione in onde P
	tratto di nuova costruzione		

Figura 6 - Ubicazione prospezione sismica di nuova esecuzione.

Progettisti:



di Andersson Anna Maria Margareta & C. s.a.s.
 via S. Visconti n. 190 - 70122 - Bari
 (MANDATARIA)

Ing. Gianluca CICIRIELLO (MANDANTE)

Geol. Danilo GALLO (MANDANTE)

Ing. Roberta GENTILE (MANDANTE - GIOVANE PROFESSIONISTA)

L'assetto geologico dell'area di Piana metapontina, su cui ricade il tratto di ciclovia in esame, è caratterizzato dal prisma costiero metapontino che poggia in discordanza sui depositi della unità basale della successione di avanfossa (Fossa Bradanica), rappresentata dalla Formazione delle Argille Subappennine (sigla ASP nella cartografia geologica ufficiale del Foglio 508 "Policoro"; Figura 7). Quest'ultima unità, che può essere considerata come il substrato geologico, è costituita come noto da depositi prevalentemente argillosi ed argilloso-marnoso-siltosi, compatti e sovraconsolidati, con più rari intervalli argilloso-sabbioso.

Il limite che separa questi due elementi geologici si attesta a profondità variabili. Tendenzialmente essa dovrebbe aumentare progressivamente spostandosi dall'entroterra verso la linea di costa, dove raggiunge profondità molto elevate. Inoltre, studi recenti di carattere sia stratigrafico-sedimentologico che geofisico hanno evidenziato la presenza di un andamento abbastanza articolato anche nella direzione parallela alla linea di costa, con presenza di settori più depressi in cui il prisma costiero si approfondisce, come mostrano gli schemi e i modelli riportati nel Foglio 508 "Policoro" (Figura 7). Essi sono attribuiti a incisioni vallive legate all'evoluzione dei corsi d'acqua quando tale settore era emerso a causa di una fase di stazionamento basso del livello del mare.

Dal punto di vista litologico e litostratigrafico, il prisma costiero metapontino è costituito principalmente da depositi a granulometria sabbiosa e sabbioso-limosa, a cui si intercalano meno diffusi intervalli stratigrafici di sedimenti più fini (limi e argille) e più grossolani (ghiaie). La distribuzione areale e stratigrafica di tali intervalli è abbastanza caotica, variando sensibilmente sia in senso verticale che laterale (vedi sezione geologica schematica in Figura 7).

Superficialmente i terreni che affiorano nell'area di piana sono rappresentati da due principali unità litologiche: deposito alluvionale terrazzato della piana metapontina e depositi principalmente eolici della fascia costiera (rispettivamente sigle *bn* e *MEP* nel Foglio 508 "Policoro"), entrambe presenti anche nel settore di interesse (vedi gli elaborati GG RE 01 - RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA e GG CG 01→03 - CARTA GEOLOGICA). I sedimenti che costituiscono tali unità sono prevalentemente sabbiosi con alternati livelli limosi e più raramente argillosi, come dimostrano le stratigrafie dei sondaggi geognostici eseguiti nei dintorni del tratto di ciclovia in studio, spinti fino alla profondità di 20 m dal piano campagna (p.c.). Le analisi granulometriche eseguite sui diversi campioni prelevati in tali sondaggi confermano la predominanza della componente sabbiosa rispetto a quelle più fini (silt e argille), come anche i risultati delle prove eseguite per valutare i parametri geotecnici (prove geotecniche di laboratorio e prove penetrometriche). Difatti, escludendo il livello di terreno superficiale tali prove permettono di indicare come prevalentemente incoerenti i depositi analizzati e di ricavare valori medi dell'angolo di attrito di circa 27°; mentre risultano

Progettisti:



di Andersson Anna Maria Margareta & C. s.a.s.
via S. Visconti n. 190 - 70122 - Bari
(MANDATARIA)

Ing. Gianluca CICIRIELLO (MANDANTE)

Geol. Danilo GALLO (MANDANTE)

Ing. Roberta GENTILE (MANDANTE - GIOVANE PROFESSIONISTA)

molto bassi o nulli i valori di coesione, in quanto anche nei livelli leggermente coesivi risulta abbastanza elevata la componente sabbiosa incoerente.

Anche le investigazioni sismiche a rifrazioni confermano l'omogeneità litologica e litostratigrafica dei depositi del sottosuolo. Difatti risultano caratterizzati da un progressivo e sostanzialmente costante aumento dei valori di velocità con la profondità e da rarissime e poco significative variazioni laterali, queste ultime dovute a lievi variazioni granulometriche e del grado di addensamento dei depositi prevalentemente sabbiosi.

Relativamente alla profondità del tetto del substrato geologico rappresentato dall'unità basale delle Argille Subappennine (ASP), su cui poggia il prisma costiero, come riportato in precedenza risulta molto variabile in funzione della distanza dalla linea di costa e della posizione rispetto alle aree più depresse delle incisioni vallive sepolte. L'area in esame è situata in particolare nelle vicinanze del sondaggio profondo S3 (vedi le Figure 5 e 7), che, nonostante abbia raggiunto la profondità di oltre 60 m, non intercetta direttamente l'unità basale (ASP). Pertanto, secondo quanto indicato nei modelli e sezioni riportati nella carta geologica al 50000, il limite tra i due elementi geologici (prisma costiero e bedrock geologico) dovrebbe attestarsi a più di 70-80 m.

È bene precisare che sebbene il modello (vedi la Figura 7) sembra illustrare una incisione stretta e profonda in realtà, dal momento che è uno schema con differente rapporto tra distanze orizzontali e verticali, il sito in studio costituisce un settore relativamente piccolo rispetto all'ampiezza della struttura profonda. Pertanto, si può escludere un eventuale effetto di alterazione del comportamento sismico dei materiali di copertura causato dalla geometria articolata del substrato, e considerare valido il modello semplificato con strati piano-paralleli del materiale di copertura su un substrato sismico con andamento suborizzontale.

Sulla base di tutte le informazioni finora descritte è possibile definire il settore di territorio in esame come una zona suscettibile di amplificazione, caratterizzata da un intervallo di copertura di materiali soffici (depositi prevalentemente sabbiosi del prisma costiero metapontino) che poggia su un substrato più rigido rappresentato dall'unità basale delle Argille Subappennine (ASP).

Progettisti:



di Andersson Anna Maria Margareta & C. s.a.s.
via S. Visconti n. 190 - 70122 - Bari
(MANDATARIA)

Ing. Gianluca CICIRIELLO (MANDANTE)

Geol. Danilo GALLO (MANDANTE)

Ing. Roberta GENTILE (MANDANTE – GIOVANE PROFESSIONISTA)

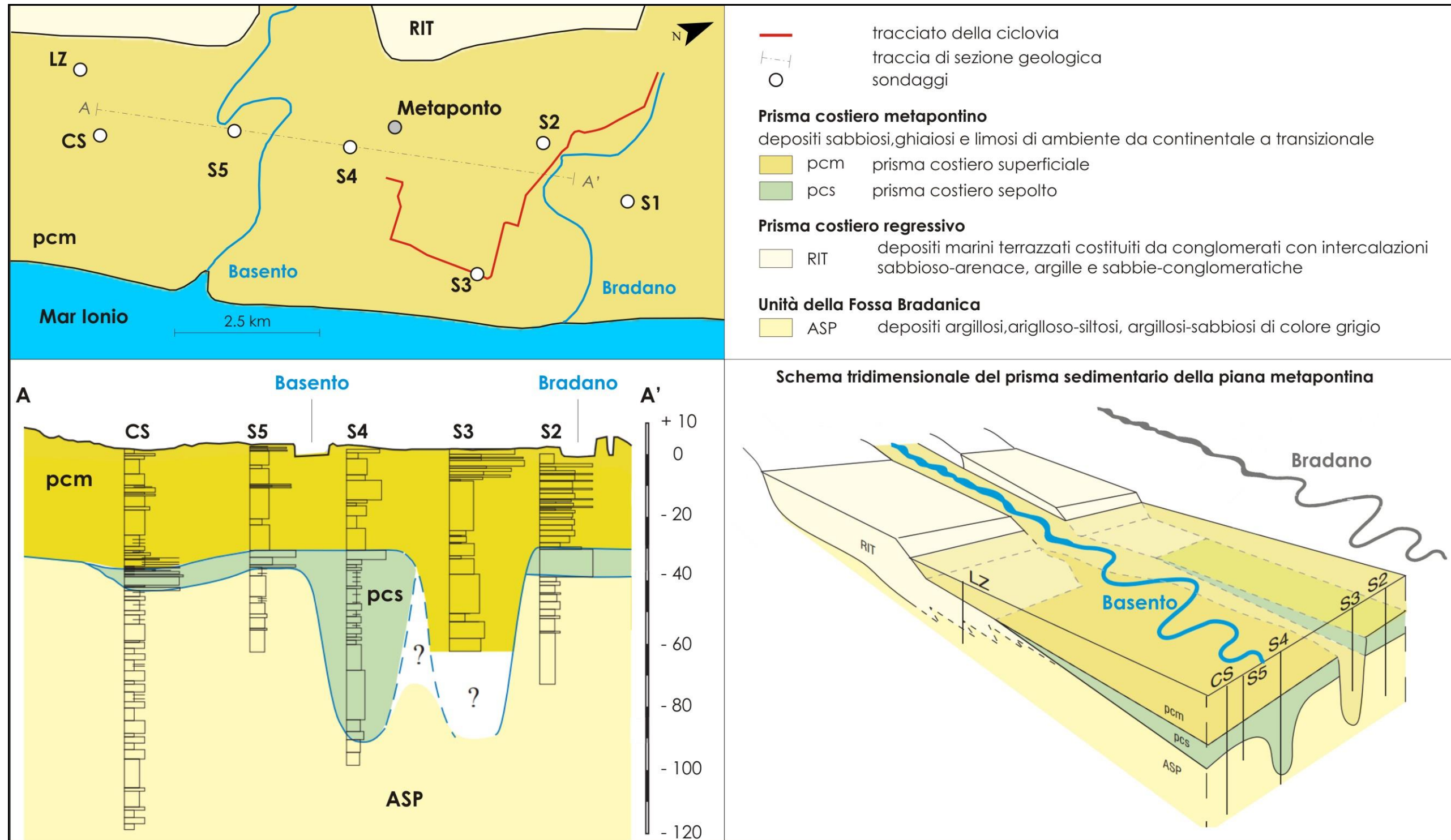


Figura 7 - Schemi e modelli geologici estratti e modificati dal Foglio 508 "Policoro" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50000.

3.1 DEFINIZIONE DELLA PROFONDITÀ DEL BEDROCK SISMICO

Al fine di valutare con maggiore precisione la profondità del substrato sismico (bedrock) contraddistinto da valori delle onde di taglio S di 800 m/s è stata eseguita una specifica indagine di tipo geofisico indiretta che ha permesso di definire anche il profilo delle velocità Vs nel sottosuolo all'interno dei materiali di copertura. Si tratta nello specifico dell'acquisizione di tipo MASW. Il modello sismostratigrafico ottenuto, caratterizzato da un generale e progressivo aumento delle velocità nel sottosuolo, ha raggiunto la profondità di circa 40 m dalla superficie topografica (Figura 8), dove si misurano valori delle Vs pari a 595 m/s. Considerando l'andamento abbastanza regolare con cui la velocità delle onde S aumenta in profondità per gli ultimi sismostrati, è stato possibile stimare la profondità del bedrock mantenendo costante la linea ottenuta dall'interpolazione dei punti di ginocchio dei sismostrati più profondi (Figura 8).

Sulla base dell'interpolazione effettuata il bedrock sismico si dovrebbe attestare alla profondità di circa 70 m dal piano campagna. Considerando la sismostratigrafia ottenuta il valore della V_{s30} è pari a 324 m/s, mentre dalla ricostruzione sopra indicata dell'andamento delle velocità più in profondità si ottiene una V_{s70} , stimata fino al bedrock sismico, pari a **437 m/s**.

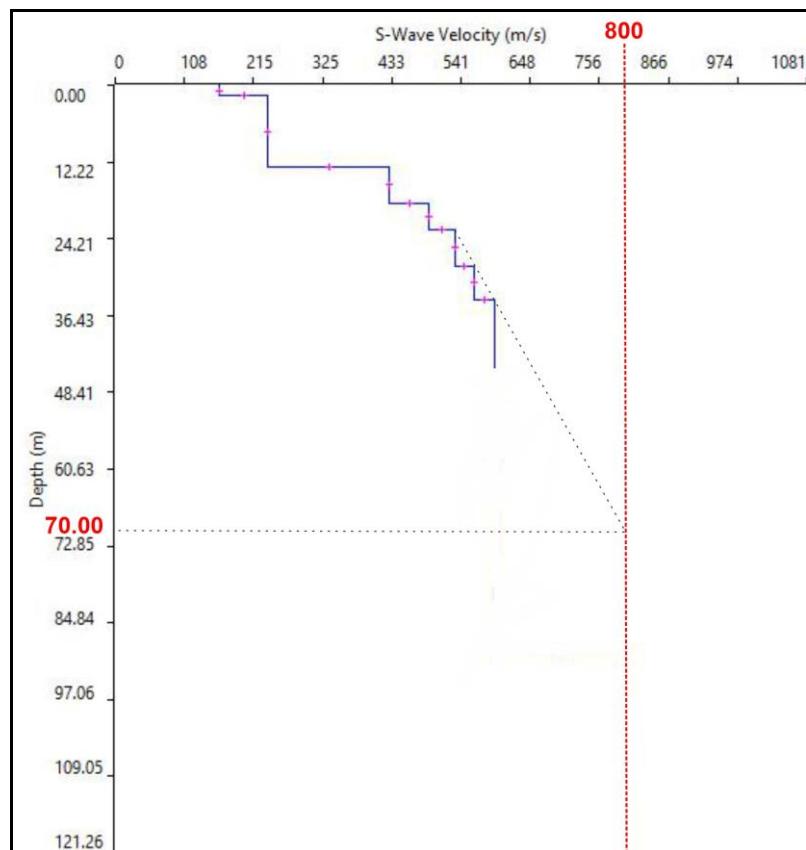


Figura 8 - Rappresentazione grafica del profilo delle Vs nel sottosuolo e stima della profondità del bedrock sismico.

Progettisti:



di Andersson Anna Maria Margareta & C. s.a.s.
via S. Visconti n. 190 - 70122 - Bari
(MANDATARIA)

Ing. Gianluca CICIRIELLO (MANDANTE)

Geol. Danilo GALLO (MANDANTE)

Ing. Roberta GENTILE (MANDANTE – GIOVANE PROFESSIONISTA)

4 ZONAZIONE SISMICA E DEFINIZIONE DELL'ACCELERAZIONE MASSIMA ATTESA

La nuova zonazione sismica definita dalla Regione Basilicata con la L.R. n. 9 del 7.6.2011, "Disposizioni urgenti in materia di microzonazione sismica", nella quale sono stati stabiliti i parametri di accelerazione di picco e la coppia magnitudo-distanza relativa ai singoli comuni della regione (Allegato 1 della stessa Legge Regionale), annovera il Comune di Bernalda, che comprende l'area di Metaponto dove saranno eseguiti i lavori in progetto, nella subzona **3a** con un valore di PGA pari a **0.150 g**.

Nella tabella che segue sono riportate per il Comune di Bernalda tutte le informazioni indicate nel citato Allegato 1 della Legge Regionale.

Zona sismica secondo L'OPCM 3274	Zonazione sismica secondo la L.R. n. 9 del 7.6.2011	PGA subzona (g)	Magnitudo	Distanza (km)
3	3a	0.150	5.2	80

Progettisti:



di Andersson Anna Maria Margareta & C. s.a.s.
via S. Visconti n. 190 - 70122 - Bari
(MANDATARIA)

Ing. Gianluca CICIRIELLO (MANDANTE)

Geol. Danilo GALLO (MANDANTE)

Ing. Roberta GENTILE (MANDANTE – GIOVANE PROFESSIONISTA)

5 STUDIO DI MICROZONAZIONE DI 2° LIVELLO

Come indicato in precedenza lo studio di microzonazione di 2° livello si applica alle porzioni di territorio suscettibili di amplificazione. Il risultato finale è la redazione di una Carta di Microzonazione Sismica ottenuta associando la quantificazione numerica degli effetti di carattere sismico alle eventuali differenti porzioni o zone individuate nel territorio in esame. I valori numerici sono definiti dalla determinazione dei fattori di amplificazione FA ed FV utilizzando gli abachi secondo la procedura indicata dagli "indirizzi e criteri di microzonazione sismica".

Sulla base di tutte le informazioni raccolte ed esposte in precedenza, per il settore immediatamente circostante il tratto di ciclovia da realizzare ex-novo in studio è stata individuata un'unica zona suscettibile di amplificazione, come riportato nell'elaborato MS CM 01 - CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA DI 2° LIVELLO (Figura 9).

5.1 DETERMINAZIONE DEI VALORI DEI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE FA E FV

Il fine dell'approfondimento di 2° livello è fornire una stima della risposta sismica locale in termini di fattori di amplificazione litostratigrafica. La procedura semplificata è pertanto valida per le modificazioni del moto sismico indotte dalle specifiche caratteristiche litostratigrafiche locali e non tiene conto degli effetti topografici, degli effetti 2D e di eventuali aggravii dovuti a deformazioni permanenti. Si rammenta che gli abachi possono essere impiegati solo in presenza di un'architettura geologica e geotecnica assimilabile ad un modello fisico mono-dimensionale, cioè a n strati, piani, orizzontali, paralleli, continui, di estensione infinita, omogenei, a comportamento viscoelastico, che giacciono sul basamento sismico (bedrock sismico). Nel caso in esame, nonostante i depositi del prisma costiero metapontino siano caratterizzati da alcune variazioni litologiche leggermente irregolari, la maggiore abbondanza della componente sabbiosa, l'assetto litostratigrafico suborizzontale e quello morfologico pianeggiante, permette di riconoscere un contesto geologico alquanto regolare. Pertanto si può ragionevolmente applicare la procedura semplificata.

Riassumendo quindi tutte le informazioni e i parametri di input necessari per la scelta del giusto abaco:

- lo spessore totale (**H**) del deposito superficiale e di conseguenza la profondità a cui si attesta il bedrock sismico, ottenuta dall'analisi dei dati dell'acquisizione MASW, è di **70 m**;
- considerando l'andamento del profilo di velocità Vs nel sottosuolo, ricavato dall'acquisizione MASW, la velocità media delle onde di taglio S (**V_{sH}**) del deposito superficiale poggiante sul bedrock sismico **V_{s70}** è pari a **437 m/s**;

Progettisti:



di Andersson Anna Maria Margareta & C. s.a.s.
via S. Visconti n. 190 - 70122 - Bari
(MANDATARIA)

Ing. Gianluca CICIRIELLO (MANDANTE)

Geol. Danilo GALLO (MANDANTE)

Ing. Roberta GENTILE (MANDANTE – GIOVANE PROFESSIONISTA)

- sulla base dell'andamento sismostratigrafico ottenuto dal MASW si può considerare un **profilo delle Vs lineare con pendenza intermedia**;
- il valore della massima accelerazione attesa indotta dal terremoto (**PGA**), secondo quanto indicato dall'Allegato 1 della L.R. n. 9 del 7.6.2011, è pari a **0.150 g** e pertanto è stato utilizzato l'abaco con valori di a_g di **0.18 g**;
- il tipo di terreno che costituisce il deposito superficiale sulla base delle considerazioni stratigrafiche e granulometriche è riferibile alle **sabbie**;

i valori dei fattori di amplificazione che si ottengono per l'unica zona suscettibile di amplificazione individuata nel settore in studio (Figura 9) sono riportati nella seguente tabella:

FA	FV
1.17	1.61

Nella Figura 10 sono riportati gli abachi estratti dagli "Indirizzi e criteri per la Microzonazione Sismica (ICMS 2008)", utilizzati per la determinazione dei parametri, con evidenziati i valori ottenuti.

Progettisti:



di Andersson Anna Maria Margareta & C. s.a.s.
via S. Visconti n. 190 - 70122 - Bari
(MANDATARIA)

Ing. Gianluca CICIRIELLO (MANDANTE)

Geol. Danilo GALLO (MANDANTE)

Ing. Roberta GENTILE (MANDANTE – GIOVANE PROFESSIONISTA)

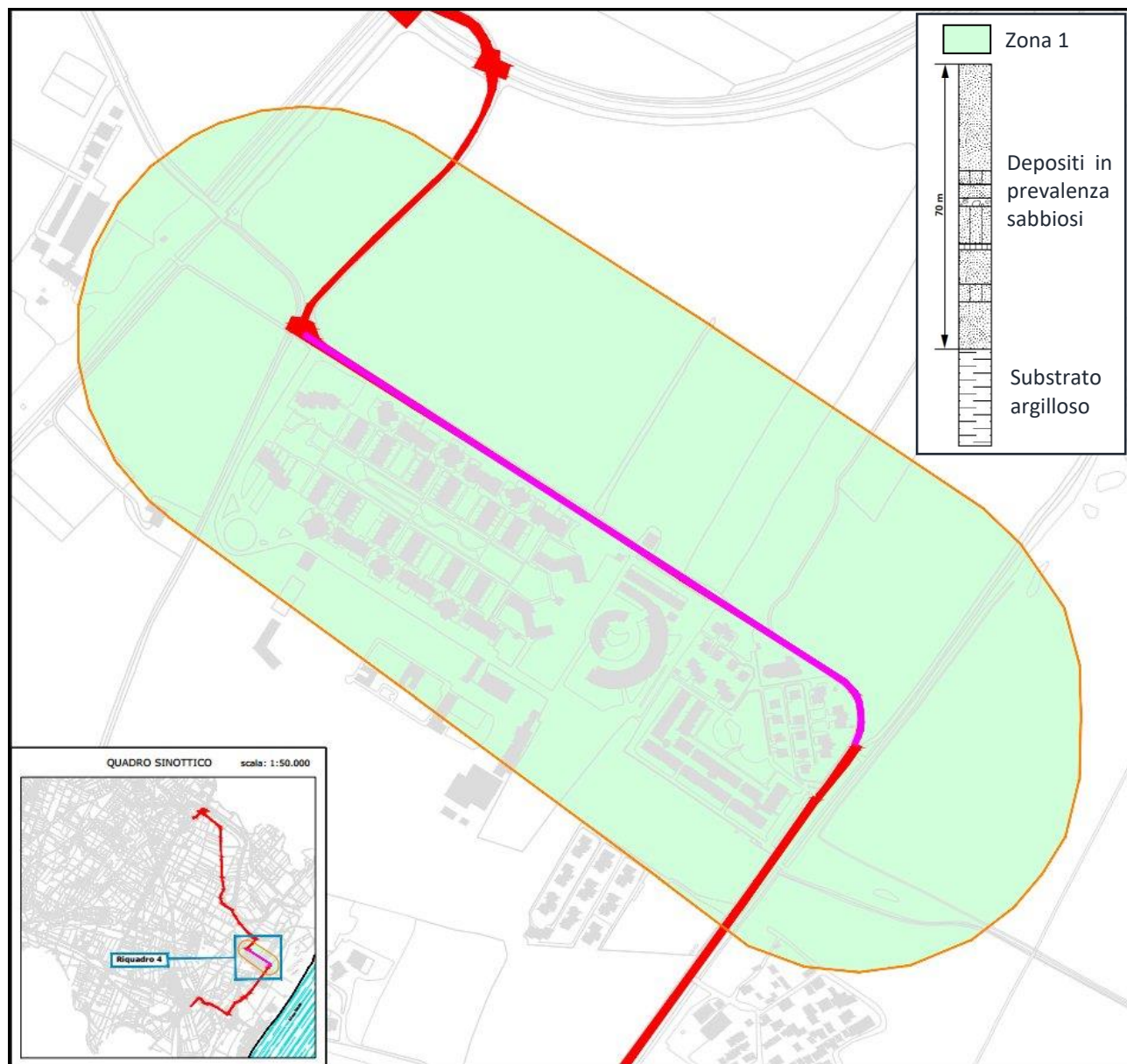


Figura 9 - Stralcio della carta di microzonazione sismica

Progettisti:



di Andersson Anna Maria Margareta & C. s.a.s.
via S. Visconti n. 190 - 70122 - Bari
(MANDATARIA)

Ing. Gianluca CICIRIELLO (MANDANTE)

Geol. Danilo GALLO (MANDANTE)

Ing. Roberta GENTILE (MANDANTE – GIOVANE PROFESSIONISTA)

Fattore di amplificazione		Tipo di terreno		a_g (g)		Profilo di velocità					
FA		Sabbia		0.18g		Lineare pendenza intermedia					
		V_{SH} (m/s)									
		150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
H	5	-	1.97	1.67	1.53	1.32	1.18	1.10	1.06	1.02	1.01
	10	-	2.24	2.13	1.85	1.59	1.40	1.28	1.19	1.08	1.03
	15	-	1.93	2.09	1.97	1.78	1.61	1.45	1.32	1.16	1.06
	20	-	1.64	1.88	1.92	1.80	1.65	1.52	1.40	1.21	1.08
	25	-	1.42	1.69	1.75	1.73	1.63	1.52	1.41	1.24	1.11
	30	-	-	1.48	1.64	1.60	1.58	1.49	1.40	1.24	1.11
	35	-	-	1.43	1.46	1.51	1.47	1.45	1.36	1.23	1.10
	40	-	-	1.37	1.41	1.38	1.38	1.35	1.32	1.20	1.09
	50	-	-	1.23	1.34	1.33	1.29	1.25	1.20	1.14	1.06
	60	-	-	1.10	1.23	1.27	1.25	1.20	1.16	1.09	1.02
	70	-	-	0.97	1.13	1.18	1.20	1.17	1.13	1.05	0.98
	80	-	-	0.89	1.04	1.11	1.14	1.14	1.11	1.03	0.97
	90	-	-	0.82	0.95	1.04	1.08	1.10	1.08	1.02	0.95
	100	-	-	0.76	0.91	0.98	1.02	1.04	1.06	1.00	0.94
	110	-	-	0.71	0.84	0.91	0.97	1.00	1.01	0.98	0.92
120	-	-	0.67	0.80	0.89	0.92	0.96	0.98	0.96	0.91	
130	-	-	0.62	0.76	0.85	0.90	0.92	0.95	0.94	0.90	
140	-	-	0.58	0.72	0.81	0.87	0.90	0.91	0.91	0.88	
150	-	-	0.54	0.69	0.76	0.84	0.87	0.89	0.89	0.86	

Fattore di amplificazione		Tipo di terreno		a_g (g)		Profilo di velocità					
FV		Sabbia		0.18g		Lineare pendenza intermedia					
		V_{SH} (m/s)									
		150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
H	5	-	1.11	1.06	1.03	1.02	1.01	1.01	1.01	1.00	1.00
	10	-	1.80	1.31	1.14	1.09	1.06	1.04	1.03	1.01	1.00
	15	-	2.34	1.83	1.45	1.22	1.14	1.09	1.06	1.03	1.01
	20	-	2.55	2.18	1.76	1.46	1.27	1.17	1.12	1.05	1.02
	25	-	2.46	2.37	2.00	1.68	1.44	1.28	1.18	1.08	1.03
	30	-	-	2.39	2.11	1.79	1.57	1.39	1.26	1.11	1.05
	35	-	-	2.32	2.20	1.91	1.64	1.47	1.33	1.15	1.06
	40	-	-	2.29	2.17	1.97	1.74	1.53	1.37	1.18	1.08
	50	-	-	2.10	2.10	1.95	1.78	1.63	1.48	1.23	1.10
	60	-	-	2.05	1.99	1.89	1.77	1.62	1.49	1.27	1.11
	70	-	-	1.89	1.90	1.81	1.71	1.61	1.49	1.28	1.13
	80	-	-	1.75	1.82	1.73	1.63	1.55	1.47	1.28	1.13
	90	-	-	1.71	1.74	1.69	1.58	1.50	1.43	1.27	1.13
	100	-	-	1.69	1.62	1.64	1.55	1.46	1.39	1.25	1.12
	110	-	-	1.67	1.59	1.58	1.52	1.43	1.35	1.22	1.11
120	-	-	1.63	1.58	1.49	1.48	1.41	1.32	1.20	1.07	
130	-	-	1.60	1.57	1.46	1.42	1.38	1.31	1.17	1.06	
140	-	-	1.55	1.53	1.44	1.37	1.35	1.28	1.15	1.05	
150	-	-	1.45	1.50	1.45	1.35	1.31	1.26	1.13	1.04	

Figura 10 - Abachi estratti dalle ICMS 2008 utilizzati per la determinazione di FA ed FV.

Progettisti:



di Andersson Anna Maria Margareta & C. s.a.s.
via S. Visconti n. 190 - 70122 - Bari
(MANDATARIA)

Ing. Gianluca CICIRIELLO (MANDANTE)

Geol. Danilo GALLO (MANDANTE)

Ing. Roberta GENTILE (MANDANTE - GIOVANE PROFESSIONISTA)