

Firmato digitalmente da **F**

di ~~capita~~aiti sergio maria

PAOLO ALLEGRI

GRUPPO
Grafato il 14/05/2022 15:55

e da

Sei il Certificato: 751777

CN = PAOLO ALIENGO

$$C = IT$$

Nato dal 22/09/2021 al 22/09/2024

$$C_{\text{InfoCam}} = IT$$

InfoCamere Qualified Electronic Signature CA

0		rilascio concessione edilizia	A.P.	O.A.
rev	data	descrizione	redatto	approvato

 fago s.r.l. Via Risorgimento, 70 98057 - Milazzo (ME)		PROGETTO LOTTIZZAZIONE DENOMINATA "SAN GIOVANNI C.DA PORTICATO", UBICATA NEL COMUNE DI MILAZZO, COMPRESA TRA LA VIA TEN. MINNITI, LA VIA MAG. GASPARRO, L'EX TRACCIATO FERROVIARIO ED IL VIALE SICILIA.							
		ELABORATI: - STUDIO GEOMORFOLOGICO							
COMMITTENTE fago s.r.l. ed altri									
IDENTIFICATIVO / documento n.								I GEOLOGI Dott. Vincenzo SCHIAVONE Dott. Sergio Maria TRAINITI	
commessa	tipo doc	elaborato	rev	formato	pagina	scale	tavola		
0 3 8	r t c	0 0 1	0 0				16/a		
AUTOCAD 2008			plt scale:						
files:			dir:						
Questo documento è di proprietà della FAGO srl che tutelerà i propri diritti a norma di legge									

PREMESSA

Il presente studio geomorfologico è stato redatto al fine di verificare la compatibilità tra le opere in progetto e le condizioni morfologiche, geologiche, sismiche ed idrogeologiche dei terreni presenti nell'area dell'intervento, interessati dal *Progetto di lottizzazione denominata "San Giovanni C.da Porticato", ubicata nel Comune di Milazzo, compresa tra la Via Ten. Minniti, la Via Mag. Gasparro, l'ex tracciato ferroviario ed il Viale Sicilia.*

Lo studio volto ad esaminare le condizioni morfologiche, litologiche, idrogeologiche e di stabilità dell'area su cui graviteranno gli insediamenti progettuali è stato condotto mediante ricognizione di superficie estese alle aree ad essa adiacenti. Questo, è stato sviluppato in conformità all'ex art.13 della Legge n. 64 del 2 Febbraio 1974b ed alla Circ. A.R. T.A. n. 3 del 20 Giugno 2014 pubblicato sulla GURS n.28 del 11/07/2014, secondo la "Procedura A e B" della citata circolare, suddivisa in un prima *Fase preliminare "A1"* ed una seconda *Fase di dettaglio "A2+B2"*.

In particolare, lo studio è stato eseguito tenendo conto di quanto dettato dalle norme prima riportate, con lo scopo di:

- Individuare i lineamenti geomorfologici dell'area e i processi di dinamica geomorfologia, indicando dissesti in atto o potenziali e la loro tendenza evolutiva;
- Individuare la pericolosità geologica e sismica, così da definire la suscettività all'edificazione;
- Ricostruire la successione litostratigrafica locale definendo in particolare la genesi petrografica e la distribuzione spaziale delle rocce;
- Fornire le caratteristiche idrogeologiche dei litotipi e lo schema dell'eventuale circolazione idrica.

Allo scopo di sviluppare esaurientemente gli aspetti prima descritti, anche a seguito di rilievi di superficie e da indagini sismiche effettuate all'interno dell'area da edificare, la presente relazione è stata articolata nei seguenti paragrafi:

Progetto di lottizzazione denominata "San Giovanni C.da Porticato", ubicata nel Comune di Milazzo, compresa tra la Via Ten. Mimmi, la Via Mag. Gasparro, l'ex tracciato ferroviario ed il Viale Sicilia.

1.0 - CARATTERISTICHE GEOLOGICHE GENERALI

- 1.1 - Inquadramento geografico morfologico
- 1.2 - Inquadramento geomorfologico, geologico, stratigrafico ed idrogeologico
- 1.3 - Pericolosità geologica e sismica
- 1.4 - Suscettività all'edificazione

2.0 - PROBLEMATICHE GEOLOGICO-TECNICHE

- 2.1 - Caratteristiche del piano di lottizzazione in progetto
- 2.2 - Caratteristiche litologiche, idrogeologiche e litotecniche dei terreni
- 2.3 - Indagini sismiche

3.0 - CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Così come disciplinato dalla Circ. A.R.T.A. n. 3 del 20/06/2014, sono stati allegati allo studio in oggetto le seguenti tavole cartografiche:

INDICE ALLEGATI

TAVOLA 1 - Corografia	
TAVOLA 2 - Carta geologica	
TAVOLA 3 - Carta geomorfologica	
TAVOLA 4 - Carta idrogeologica	
TAVOLA 5 - Carta pericolosità geologica	
TAVOLA 6 - Carta pericolosità sismica	
TAVOLA 7 - Carta della suscettività all'edificazione	(Scala 1:10.000)

TAVOLA 8 - Carta delle indagini	
TAVOLA 9 - Carta litologica	
TAVOLA 10 - Carta litotecnica	
TAVOLA 11 - Carta geomorfologica	
TAVOLA 12 - Carta idrogeologica	
TAVOLA 13 - Planimetria generale di progetto	
TAVOLA 14 - Sezioni geologiche schematiche	(Scala 1:2.000)

1.0 - CARATTERISTICHE GEOLOGICHE GENERALI

1.1 - Inquadramento geografico morfologico

L'area in studio rientra nella parte della Sicilia nord-orientale, e da un punto di vista geografico trova sede nel dominio nord-occidentale dei Monti Peloritani. Essa, si inserisce nel contesto della pianura retro-costiera del territorio comunale di Milazzo. Da un punto di vista cartografico, ricade nella Sezione n. 587150 denominata "Milazzo" della Carta Tecnica Regionale (vedi TAVOLA 1 di seguito riportata).

Il contesto morfologico di un ampio intorno dell'area in studio è quello pianeggiante, con quote comprese tra 2.0 ed gli 8.0 metri sul livello del mare, caratterizzato dalla presenza di termini alluvionali di origine fluvio-marina, sino al promontorio di Capo Milazzo, quest'ultimo bordato da costoni rocciosi aggettanti sul mare dell'altezza mediamente intorno ai 50 metri con punte di 70-80 metri impostati sulle metamorfiti dell'Unità dell'Aspromonte.

1.2 - Inquadramento geomorfologico, geologico, stratigrafico ed idrogeologico

A grande scala, le differenze litologiche tra le formazioni affioranti in un vasto intorno dell'area d'interesse, influiscono in maniera determinante sull'aspetto morfologico, laddove i cambiamenti di litologia si traducono in un differente grado di erodibilità. Ciò è particolarmente evidente nelle aree di affioramento i depositi alluvionali, caratterizzate da una diminuzione dei gradienti topografici e da salti morfologici netti che marcano i contatti con le litologie più competenti rappresentate dalle rocce cristalline del basamento.

Le osservazioni ed i rilievi a carattere geomorfologico non hanno evidenziato processi di dinamica geomorfologica attualmente "attivi" che possano evolvere in dissesti idrogeologici e geomorfologici; in base a queste considerazioni e a quanto in precedenza indicato, l'area interessata dal progetto risulta morfologicamente stabile. Viceversa, in corrispondenza dei bordi del promontorio di Capo Milazzo, in cui sono evidenti fenomeni di dissesto dovuti alla gravità. Questi, connessi a d aree soggette a crolli e/o ribaltamenti di porzioni di roccia strapiombanti lungo le scarpate che cingolo il promontorio stesso. Ad essi, si associa ai piedi della scarpata, una cospicua coltre di versante originatasi dagli accumuli da crollo (vedi TAVOLA 3 di seguito allegata).

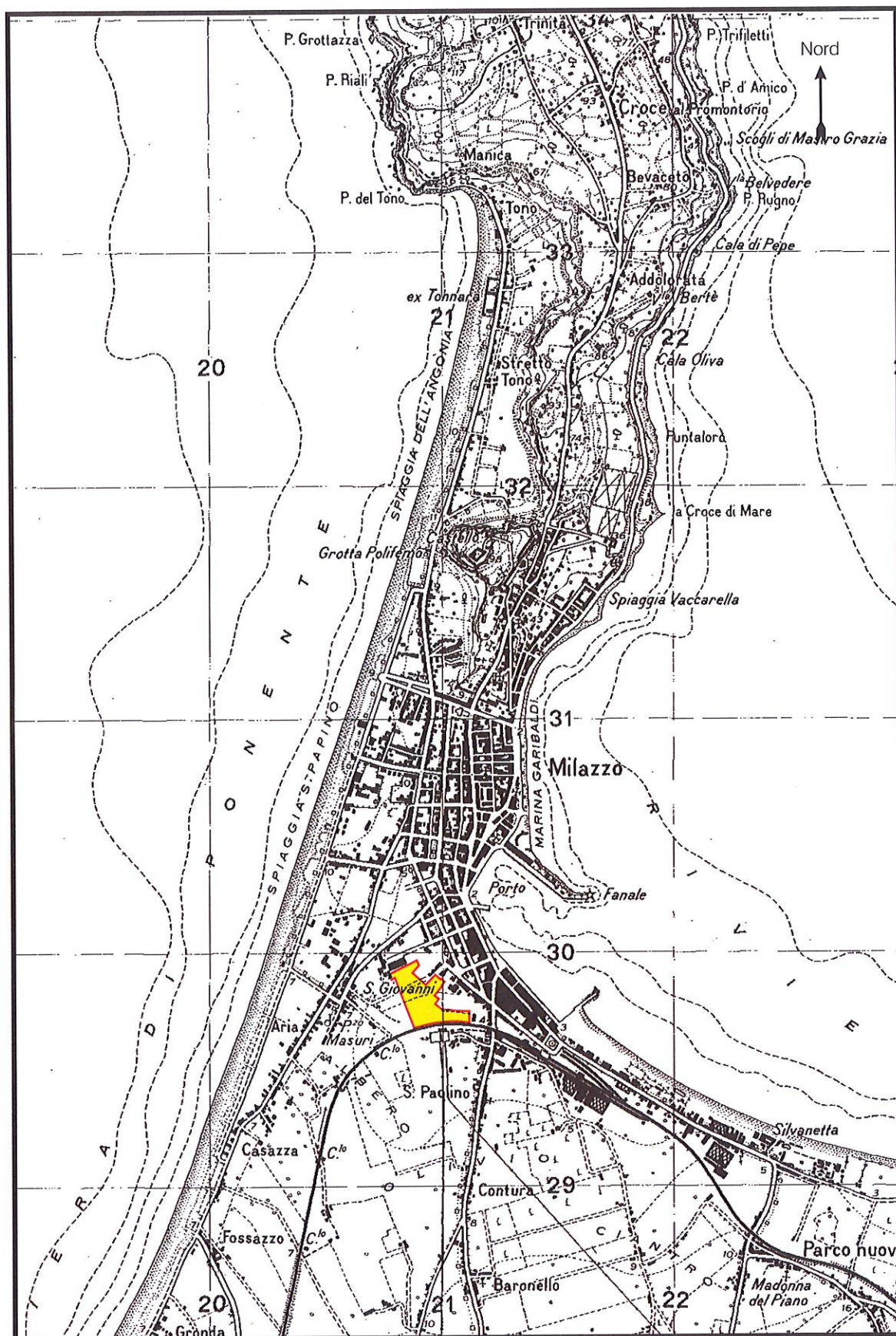
Ad avvalorare quanto precedentemente descritto, l'area d'intervento non è interessata da vincoli legati a rischi geomorfologici ed idraulici così come evidenziato dal *Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico* (P.A.I. - Bacino N. 006 "Bacino idrografico del Torrente Corriolo") pubblicato nel 2006 dall'Assessorato Territorio e Ambiente della Regione Siciliana (ai sensi dell'Art.1 DL 180/98 convertito con modifiche con la L. 267/98 e SS.MM.II.).

Nello specifico gli elaborati del P.A.I. esaminati sono stati:

- Carta dei dissesti: 006_D_600030_04;
- Carta della pericolosità e del rischio geomorfologico: 006_R_P_600030_04;

Di seguito viene riportati lo stralcio della cartografia 006_R_P_587150_02 pubblicata dal P.A.I.

COROGRAFIA



Estratta dalla Tavoleta "Milazzo" (I S.O.) appartenente al Foglio N. 253 della Carta d'Italia edita dallo I.G.M.I. In scala 1:25.000



Area d'intervento

Progetto di lottizzazione denominata "San Giovanni C.da Porticato", ubicata nel Comune di Milazzo, compresa tra la Via Ten. Minniti, la Via Mag. Gasparro, l'ex tracciato ferroviario ed il Viale Sicilia.

REPUBBLICA ITALIANA



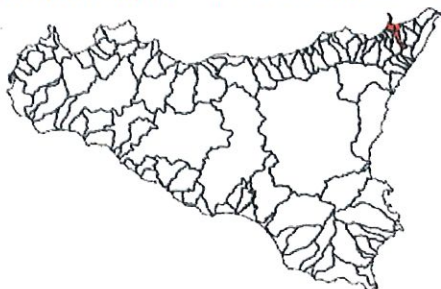
Regione Siciliana
Assessorato Territorio e Ambiente

DIPARTIMENTO TERRITORIO E AMBIENTE
Servizio 4 "ASSETTO DEL TERRITORIO E DIFESA DEL SUOLO"

Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)

(ART.1 D.L. 180/98 CONVERTITO CON MODIFICHE CON LA L.267/98 E SS.MM.II.)

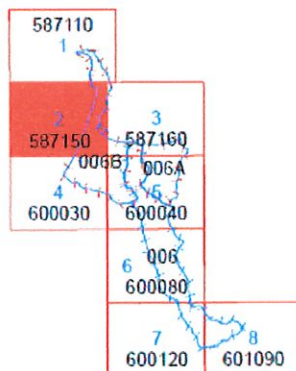
Bacino Idrografico del Torrente Corriolo (006)
Area Territoriale tra i bacini del T.te Corriolo e del T.te Muto (006a)
Area Territoriale tra i bacini del T.te Corriolo e del T.te Mela (006b)



CARTA DELLA PERICOLOSITA' E DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO N° 02

COMUNE DI: Milazzo

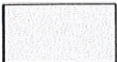
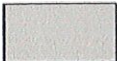
Scala 1:10.000



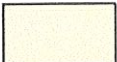
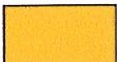
Progetto di lottizzazione denominata "San Giovanni C.da Porticato", ubicata nel Comune di Milazzo, compresa tra la Via Ten. Minniti, la Via Mag. Gasparro, l'ex tracciato ferroviario ed il Viale Sicilia.

LEGENDA

LIVELLI DI PERICOLOSITA'

	P0 basso
	P1 moderato
	P2 medio
	P3 elevato
	P4 molto elevato

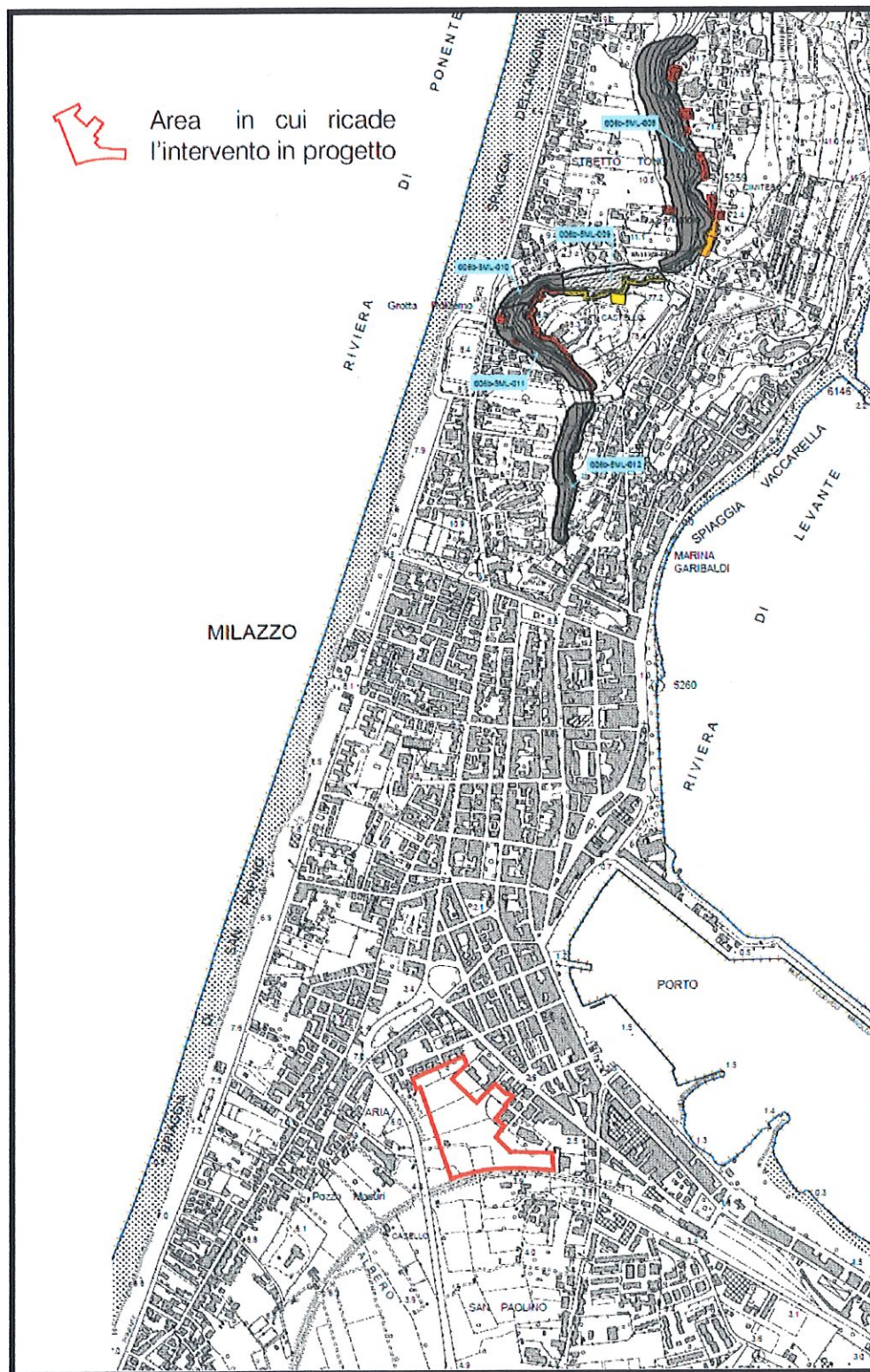
LIVELLI DI RISCHIO

	R1 moderato
	R2 medio
	R3 elevato
	R4 molto elevato

	Limite bacino idrografico T.te Corriolo
	Area tra i bacini del T.te Muto e del T.te Corriolo ed area tra i bacini del T.te Corriolo e del T.te Mela
	Limite comunale

Progetto di lottizzazione denominata "San Giovanni C.da Porticato", ubicata nel Comune di Milazzo, compresa tra la Via Ten. Minniti, la Via Mag. Gasparro, l'ex tracciato ferroviario ed il Viale Sicilia.

Estratta dalla Carta della Pericolosità e del Rischio Geomorfologico
006_R_P_587150_02



Dott. Vincenzo Schiavone, Via Croce n.16 - 98057 Milazzo (Me)
Dott. Sergio Maria Trainiti, Via Salvatore Quasimodo n. 21A - 98060 Oliveri (Me)

Dal punto di vista geologico, i Monti Nebrodi e Peloritani, nel quadro strutturale dell'Italia insulare, costituiscono la porzione meridionale del cosiddetto "Arco Calabro-Peloritano" e sono formati da un complesso edificio a falde, generatosi dalla sovrapposizione tettonica di diverse unità stratigrafico-strutturali. Tale edificio è caratterizzato da un basamento cristallino pre-mesozoico, con facies metamorfica di basso grado, e da due unità tettoniche sovrastanti, rappresentate da terreni metamorfici di grado più elevato. Una sottostante, denominata Unità di Mandanici, e l'altra, la cosiddetta Unità dell'Aspromonte. Quest'ultima costituisce la falda più elevata di tutto il Complesso Calabride.

Al di sopra delle unità cristalline in falda si estende in trasgressione una successione sedimentaria, conglomeratica alla base ed arenaceo-argillosa verso l'alto, di età oligo-miocenica (Flysch di Capo D'Orlando), su cui poggiano, con contatto tettonico, le "Argille Scagliose Antisicilidi". Seguono verso l'alto, le calcareniti organogene note in letteratura come "Calcareniti di Floresta", del Miocene. Verso l'alto chiudono la serie: i depositi sedimentari costituiti da un'alternanza sabbioso-argillosa di età Tortoniana; la Serie Solfifera del Messiniano; i calcari marnosi del Pliocene medio-superiore e le calcareniti e sabbie del Pliocene superiore-Quaternario. Terrazzi marini e continentali di età medio-supra Pleistocenica, depositi alluvionali della piana e di spiaggia attuali, completano la successione stratigrafica di una ampia zona in studio.

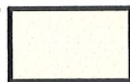
La tettonica orogenetica nell'area peloritana si è espressa come una fase compressiva che ha portato, nell'Oligo-Miocene, l'intero edificio a falde a sovrascorrere sui terreni della Catena appenninico-maghrebide. La successiva fase tettonica, Plio-quaternaria, ha determinato delle dislocazioni verticali riconducibili a tre sistemi principali di faglie orientate NNE-SSW, NE-SW, NW-SE.

Dal punto di vista strettamente geologico, l'area d'interesse è caratterizzata dalla presenza di terreni sia sedimentari che metamorfici quest'ultimi appartenenti al Complesso Calabride. Attraverso il rilievo di campagna, effettuato e cartografato in scala 1:10.000 (vedi TAVOLA 2 di seguito allegata), si è ricostruita, dall'alto verso il basso, la seguente successione stratigrafica:

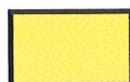
Progetto di lottizzazione denominata "San Giovanni C.da Porticato", ubicata nel Comune di Milazzo, compresa tra la Via Ten. Mimmi, la Via Mag. Gasparro, l'ex tracciato ferroviario ed il Viale Sicilia.



Detrito di versante



Depositi litorali



Alluvioni recenti e piane litorali



Tufi cineritici



Unità dell'Aspromonte: paragneiss
passanti a micascisti

I terreni interessati dall'intervento in progetto, costituiscono la pianura alluvionale di Milazzo e sono dati da sedimenti recenti, di origine fluvio-marina e dalle caratteristiche granulometriche eterogenee. Si tratta di sedimenti clastici ed incoerenti provenienti dalla erosione e dalla degradazione delle rocce affioranti nelle zone distali e mediane dei bacini imbriferi del Torrente Mela e del Torrente Floripotema-Corriolo, successivamente trasportati e depositati o nei tratti vallivi dove è minore la pendenza degli alvei ed i corsi d'acqua dissipano gli eccessi d'energia, o direttamente nel Tirreno. I depositi alluvionali accumulatisi durante l'ultima era geologica hanno colmato un'ampia depressione causata, probabilmente da una dislocazione tettonica di tipo distensivo. Un fattore fondamentale nella genesi della pianura alluvionale ha assunto il promontorio della penisola di Milazzo, costituito da rocce di altissimo grado metamorfico del tutto simili a quelle che si rinvencono nei contrafforti di questo settore della dorsale peloritana.

Tale rilievo, isolato, ha costituito una barriera marina che, limitando la velocità di trasporto delle correnti marine, ha favorito la deposizione dei clasti trasportati dalle fiumare in mare i quali andavano via via a colmare la depressione e si veniva così a creare l'attuale pianura alluvionale.

Nel processo di formazione della pianura alluvionale un altro importante ruolo ha giocato la tettonica quaternaria che ha provocato il recente e non ancora sopito sollevamento della regione che ha comportato l'innalzamento dei depositi marini a quote notevolmente superiori a quella dell'attuale livello del mare. Difatti i depositi marini a composizione sabbioso-ghiaiosa del cosiddetto "Quaternario

Marino di Milazzo" si elevano sulle falesie della penisola di Milazzo a quote superiori ai 70.00 metri. I sedimenti di cui sopra sono stati punto di riferimento cronologico nella letteratura geologica con il cosiddetto "Piano Milazziano" oggi abolito.

In particolare lungo il litorale di ponente si osserva un deposito prevalentemente costituito da ghiaia e ciottoli e subordinatamente da sabbia attribuito alla ultima trasgressione denominata "Versiliana o Fiandriana". Detta trasgressione è costituita alla base da un conglomerato formato da elementi rocce cristalline a cemento sabbioso, su cui poggiano in alternanza straterelli ghiaioso-ciottolosi o straterelli sabbioso-ghiaiosi.

L'assetto idrogeologico, che dipende dalla natura litologica delle rocce, nonché dalla giacitura delle stesse, comprende, da un lato l'esistenza di modesti serbatoi naturali rappresentati dagli affioramenti cristallini ed vulcanici afferenti i tufi cineritici, posti nel settore settentrionale dell'area in studio; e dall'altro lato l'esistenza di una struttura tabulare, litologicamente omogenea, permeabile per porosità, poggiante su un substrato impermeabile argilloso, tale da garantire una falda freatica a modesta profondità e quindi di facile sfruttamento. Pertanto nella pianura costiera, su cui insiste l'abitato di Milazzo, fluisce una falda d'acqua alimentata prevalentemente dai torrenti e dalle acque sorgentizie cedute dai versanti montuosi posti poco più a sud.

Nell'ambito in un ampio intorno dell'area d'intervento sono stati individuati tre Unità idrogeologiche caratterizzate da altrettanti coefficienti di permeabilità. Nell'allegata Carta idrogeologica (vedi TAVOLA 4 allegata), sono state distinte le tre unità secondo il seguente schema:

MA	MB	B	COMPLESSI IDROGEOLOGICI
			DEPOSITO ALLUVIONALE, DI SPIAGGIA E DETRITO DI VERSANTE Sabbie, ghiaia e ciottoli, a stratificazione inesistente o poco evidente; permeabilità primaria per porosità medio-alta, decrescente con l'aumentare della componente fine.
			DEPOSITI DEI TUFI CINERITICI Sabbie rossastre, ghiaie e ciottoli con matrice argillosa. Permeabilità primaria per porosità medio-bassa.
			METAMORFITI DELL'UNITA' DELL'ASPROMONTE Rocce scistose e/o massive, localmente molto fratturate e alterata nella parte superficiale. Permeabilità secondaria per fessurazione bassa.
CLASSIFICAZIONE IDROGEOLOGICA DEI TERRENI			MA - Permeabilità medio-alta, coefficiente di permeabilità $10^{-2} < K < 10^{-1}$ cm/s MB - Permeabilità medio-bassa, coefficiente di permeabilità $10^{-4} < K < 10^{-2}$ cm/s B - Permeabilità bassa, coefficiente di permeabilità $10^{-6} < K < 10^{-4}$ cm/s

Nello specifico, circa le proprie condizioni idrogeologiche dell'area d'intervento i depositi alluvionali, dal punto di vista della permeabilità, possono essere classificati come "rocce dotate di medio-elevata permeabilità primaria o per porosità". La permeabilità, avente un valore compreso tra 10^{-2} e 10 cm/sec è comunque condizionata dalla presenza di materiali più fini che tendono ad occludere i vuoti tra i singoli elementi; da ciò deriva che le alluvioni più grossolane essendo dotate di una porosità più elevata sono da considerare come terreni a più elevata permeabilità.

Malgrado la variabilità di condizioni, i depositi alluvionali della piana costituiscono una struttura acquifera, intendendo con questo termine una struttura capace di accumulare e trasmettere una notevole quantità di acque di falda.

Da quanto sopra descritto e da riscontri ottenuto da precedenti indagini, la superficie piezometrica della falda idrica è ipotizzabile ad una quota prossima al metro al di sopra del livello medio del mare.

1.3 - Pericolosità geologica e sismica

In questo paragrafo si intende affrontare un'analisi integrata delle problematiche prima descritte col fine di determinare un documento di sintesi che evidenzia attraverso la rappresentazione cartografica aree a diverso grado di pericolosità geologica e sismica.

- Pericolosità geologica

Tramite una attenta analisi ed interpretazione delle indagini precedenti (carta geomorfologia, carta geologica ed idrogeologica) è stata realizzata la carta della pericolosità geologica. Questo elaborato consente in via preliminare di introdurre un nuovo strumento per la "mitigazione del rischio geologico" con funzione preventiva, in quanto agisce in concomitanza con la formazione dei Piani Urbanistici Generali ed Attuativi e quindi a livello della pianificazione preliminare dei nuovi insediamenti e delle infrastrutture.

Nel caso specifico sono state individuate tre aree sensibili, così come cartografate nella relativa "carta della pericolosità geologica" alla scala 1:10.000 (vedi TAVOLA 5).

AP		Area interessata da crolli e/o ribaltamenti di porzione di roccia con grado alto di esposizione alla pericolosità geologica (scarpate interessate da crolli e ribaltamenti, con aree di accumulo al piede dei versanti).
MP		Area interessata dalla vulnerabilità dell'acquifero caratterizzata da un grado medio di esposizione alla pericolosità geologica (acquifero superficiale di tipo "non confinato").
BP		Area caratterizzata da un grado di esposizione alla Pericolosità geologica bassa.

Grado di pericolosità geologica	
AP	= alta pericolosità
MP	= pericolosità media
MoP	= pericolosità moderata
BP	= pericolosità bassa
PA	= pericolosità assente

Dalla analisi della carta si evince che nella stretta area d'intervento oggetto di edificazione, sussistono medie condizioni di pericolosità geologica e di fattori di esposizione al rischio. Di fatto, la presenza dell'acquifero di tipo "non confinato" avente la superficie piezometrica della falda idrica prossima al piano campagna (1.8÷2.5 metri dal p.c.), può pregiudicare la stabilità dei terreni sottoposti a sollecitazioni sismiche di tipo cicliche indotte dalla presenza degli edifici. A tal fine, si rende necessario effettuare un approfondimento d'indagine nelle successive fasi progettuali (progetto esecutivo), attraverso la verifica della liquefazione del sedime di fondazione.

- Pericolosità sismica locale

Al fine di valutare la pericolosità sismica di una porzione di territorio, alcuni Comuni sono già dotati di studi di Microzonazione Sismica e dell'analisi della Condizione Limite per l'Emergenza (CLE), finanziati e successivamente validati nell'ambito del Piano nazionale per gli interventi di prevenzione del rischio sismico previsti dall'art. 11 del D.L. 28/04/2009 n. 39, convertito, con modificazioni, dalla Legge 24/06/2009 n. 77.

Nei Comuni che non rientrano nel suddetto Piano nazionale per la prevenzione sismica, i fattori di caratterizzazione e risposta sismica locale dovranno essere definiti sulla base delle conoscenze fornite dai dati esistenti ed eventualmente implementate con indagini integrative. In particolare dovranno essere individuate sia le problematiche geologiche che gli effetti di sito attendibili nell'area in studio in cui devono essere distinte le zone interessate prevalentemente da: fenomeni franosi in atto e quiescenti; aree potenzialmente franose; aree di fondovalle; aree suscettibili a potenziali fenomeni di liquefazione, etc. (vedi schema allegato F della circolare A.R.T.A. n.3 del 20/06/2014).

Le suddette linee guida suggeriscono, ai fini del raggiungimento degli obiettivi prefissati, una prima suddivisione dell'area dal punto di vista sismico in tre zone principali definite come:

- 1) Zone stabili: zone nelle quali non si ipotizzano effetti locali di alcuna natura e pertanto gli scuotimenti attesi sono equivalenti a quelli forniti dagli studi della pericolosità sismica di base. Si tratta di zone in cui è affiorante il substrato geologico rigido con morfologia pianeggiante o poco inclinata ($<15^\circ$);
- 2) Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali: zone in cui il moto sismico viene modificato a causa delle caratteristiche litostratigrafiche e/o morfologiche del territorio; si tratta di zone in cui sono presenti terreni di copertura, coltri di alterazione del substrato, substrato molto fratturato;
- 3) Zone suscettibili di instabilità: zone suscettibili di riattivazione dei fenomeni di deformazione permanente del territorio indotti o innescati dal sisma (instabilità di versante, fagliazioni superficiali, ecc.).

Nello specifico, sulla base delle informazioni litostratigrafiche e sismiche acquisite, sono state individuate nell'area in studio tre aree (Vedi TAVOLA 6 di seguito allegata), ovvero:



Area posta ai margini di scarpate, sede di instabilità dei versanti (scarpate interessate da crolli e/o ribaltamenti).



Area suscettibili a potenziali fenomeni di liquefazione (presenza di falda idrica superficiale di tipo "non confinata")



Area a minore pericolosità sismica locale (zone stabili)

L'intervento in progetto, ricade nell'area a suscettibili ai fenomeni di liquefazione, per la presenza della falda idrica superficiale. Per la quale occorre predisporre nella successiva fase progettuale esecutiva un approfondimento d'indagine.

1.4 - Suscettività all'edificazione

Nel caso in specie, la suscettività all'edificazione è stata espressa attraverso la redazione di una carta di sintesi delle caratteristiche morfologiche, geologiche, idrogeologiche e sismiche del territorio, così da fornire tutte le indicazioni in ordine alle *limitazioni* (vincoli e restrizioni definite da strumenti di pianificazione territoriale o leggi sovraordinate) ed ai *condizionamenti* ovvero alle criticità emerse, che implichino la necessità di prevedere specifiche cautele nella realizzazione degli interventi consentiti nell'uso del territorio.

Pertanto, sulla base delle informazioni contenute nella carta di sintesi precedenti, la carta della suscettività deve evidenziare, nell'ambito del piano, sub-aree idonee all'edificazione e, ove presenti, sub-aree non idonee poiché soggette a rischi naturali inaccettabili; nonché aree idonee "a condizione" di preventivi interventi di mitigazione del rischio (consolidamenti, regimazione, bonifiche, etc.) o di misure tecniche specifiche preventive o da rispettare in fase di edificazione.

Il territorio in studio, così come rappresentato nella TAVOLA 7, è stato suddiviso in tre classi di suscettività d'uso (A, B e C). Di seguito si fornisce le tipologie di prescrizioni per ogni singola classe di suscettività; ovvero:

- | | |
|---|--|
|  | A. Suscettività d'uso non condizionata.
Comprende aree che non presentano scenari di pericolosità geologica e sismica. Non si ravvisano fenomeni legati a fattori morfologici, idrogeologici, idrologici che possono condizionare il loro utilizzo ai fini edilizi. |
|  | B. Suscettività d'uso condizionata.
Comprende aree che presentano peculiari condizioni morfologiche, litologiche, giaciture, e idrogeologiche. Per queste aree dovranno essere attuate adeguati approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico costruttivi di massima (modalità di realizzazione degli sbancamenti sia sotto sia sopra falda, verifica potenziale di liquefazione dei terreni, verifica stabilità dei pendii). |
|  | C. Suscettività d'uso totalmente limitata
Comprende aree che presentano gradi di pericolosità e/o vulnerabilità molto alta, con forti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso. Le aree ricadenti in questa classe devono essere adeguatamente distinte in funzione della criticità che ne ha determinato il vincolo di utilizzo, così da consentire una relazione funzionale fra la collocazione areale ed il tipo di vincolo in vigore. |

L'area d'intervento, ricade interamente nella zona B, per la quale, come precedentemente riportato, occorre effettuare un adeguato approfondimento d'indagine.

2.0 - PROBLEMATICHE GEOLOGICO-TECNICHE

2.1 - Caratteristiche del piano di lottizzazione in progetto

Il piano di lottizzazione convenzionata in oggetto si localizza in Località Porticato nell'ambito del territorio comunale di Milazzo, compreso tra la Via Ten. Minniti, la Via Mag. Gasparro, l'ex tracciato ferroviario ed il Viale Sicilia. Il progetto si estende per una superficie di 44.123,58 mq. al netto delle superfici afferenti le aree già urbanizzate e quelle per la viabilità da realizzare. Questo, prevede diversi collegamenti con la viabilità esistente e precisamente:

- il primo, con la Via Ten. Minniti;
- il secondo, dal prolungamento di una traversa che si innesta dal Viale Sicilia
- il terzo, dal prolungamento della Via Gasparro.

La prevista nuova viabilità si integra con quella esistente, prima riportata, attraverso una rotatoria centrale, così da garantire una adeguata fluidità del traffico veicolare.

Il piano prevede la lottizzazione di diversi lotti, in cui verranno realizzate altrettante unità abitative costituiti da corpi di fabbrica dotati di 4 piani fuori terra, realizzati con struttura portante in cemento armato. Inoltre il piano prevede la realizzazione del verde attrezzato, dei parcheggi pubblici e della viabilità di P.R.G. e di accesso ai singoli lotti (vedi TAVOLA 13 di seguito allegata). Lungo la viabilità di nuova realizzazione, fino alle strade pubbliche esistenti alle quali saranno collegate, saranno realizzate tutte le infrastrutture ed i sotto servizi necessari (per maggiori dettagli si rimanda alla relazione di progetto).

2.2 - Caratteristiche litologiche, idrogeologiche e litotecniche dei terreni

Altimetricamente l'area d'intervento rientra nella fascia di pianura, cioè a quota comprese tra i 2.4 ed i 3.3 metri sul livello medio del mare.

Dal punto di vista geomorfologico, l'area in studio è caratterizzata da due agenti morfodinamici, riconducibili sostanzialmente all'attività antropica ed alle acque correnti superficiali. Nella TAVOLA 11, di seguito riportata, sono stati cartografati le forme o processi legati agli agenti prima descritti.

Ovvero:

Forme indotte da attività antropica

-  Tessuto urbano continuo
-  Riporti eterogenei
-  Scarpate

Forme indotte da acque correnti superficiali

-  Area di ristagno idrico
-  Erosione areale per ruscellamento diffuso

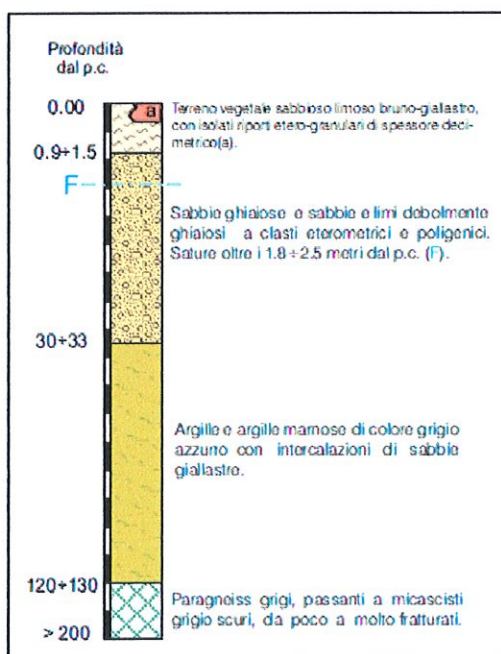
Specificatamente per l'area d'intervento, tali forme o processi non incidono sfavorevolmente riguardo l'edificazione, in quanto rappresentano elementi facilmente rimovibili e/o mitigabili.

Dal punto di vista geologico i terreni che costituiscono la Piana di Milazzo sono costituiti da sabbie, ghiaie e ciottoli, in una più o meno abbondante matrice limosa. Trattasi di sedimenti clastici ed incoerenti provenienti dalla erosione e dalla degradazione delle rocce affioranti nelle zone distali e mediane dei bacini imbriferi del torrente Mela e del torrente Floripotema - Corriolo, successivamente trasportati e depositati direttamente nel Tirreno, per cui essi hanno subito un'intensa rielaborazione ad opera delle acque marine.

Progetto di lottizzazione denominata "San Giovanni C.da Porticato", ubicata nel Comune di Milazzo, compresa tra la Via Ten. Minniti, la Via Mag. Gasparro, l'ex tracciato ferroviario ed il Viale Sicilia.

Tramite l'effettuazione di indagini geofisiche condotte nell'area d'intervento progettuale, è stato possibile definire, in prima approssimazione, la successione stratigrafica dei terreni. Dall'osservazione della TAVOLA 9 di seguito allegata, è possibile esplicitare la seguente successione areale (Carta litologica) e verticale (Colonna stratigrafica) dei terreni afferenti l'area cartografata:

-  Copertura antropica: tessuto urbano continuo (a); riporti e scarti edilizi etero-granulari (b).
-  Sabbie ghiaiose e sabbie con limi debolmente ghiaiosi a clasti eterometrici e poligenici. Presenza di una copertura di alterazione vegetalizzata (Deposito della piana litorale).
-  Argille e argille marnose di colore grigio-azzurro con intercalazioni di sabbie giallastre.
-  Paragneiss grigi, passanti a micascisti grigio scuri, da poco a molto fratturati. I primi a grana medio grossa a minuta, tessitura scistosa da massiva ad orientata. I secondi, a grana medio grossa, tessitura scistosa. (Metamorfiti dell'Unotà dell'Aspromonte)



Occorre evidenziare che maggiori attendibilità sia della natura litologica dei terreni sia della loro reale profondità, verranno ulteriormente confermati nelle successive fasi progettuali (studio geologico progetto esecutivo). A tal fine si rimanda alla TAVOLA 14, in cui sono state rappresentate quattro sezioni di progetto (C-C, D-D, E-E e F-F) con la situazione geologica schematica del sottosuolo.

Qui di seguito verranno descritte le caratteristiche litotecniche dei terreni presenti nell'area d'intervento così come cartografato nella *Carta litotecnica* di seguito allegata (vedi TAVOLA 10), raggruppati in base alle loro caratteristiche fisico-meccaniche, distinte, previa suddivisione in terreni di copertura e di substrato, in tre Unità Litotecniche, poste al di sotto del tessuto urbano continuo.

Quanto prima descritto in accordo con quanto stabilito nell'allegato D della Circ. n.3 del 20/06/2014.

UNITA' DI COPERTURA

-  1 - Riporti etero-granulari
Sedimenti a grana grossa. Classe F2.
Frammenti lapidei arrotondati o spigolosi con frazione fine interstiziale, da sciolti a ben addensati.
-  2 - Depositi alluvionali della piana litorale
Sedimenti a grana medio fine. Classe G1c.
Sabbie ghiaiose inglobanti ciottoli arrotondati. (Spessore in corrispondenza dell'area d'intervento da 30÷33 metri).

UNITA' DI SUBSTRATO

-  3 - Argille ed argille marnose grigio azzurre
Sedimenti a grana fine e finissima. Classe H1.
Argille ed argille marnose con in intercalazioni sabbiose. Spessore 80÷95 metri

Di seguito viene riportato lo schema riassuntivo delle caratteristiche geotecniche delle tre unità litotecniche individuate.

Caratteristiche fisico-meccaniche delle unità litotecniche

Unità litotecnica	Peso di volume t/mc	Angolo di resistenza al taglio sess	Coesione drenata Kg/cmq	Modulo elastico Kg/cmq	Velocità Vs m/sec
F2	1.5÷1.7	24°÷26°	0.1÷0.2	100÷150	100÷150
G1c	1.8÷1.9	30°÷33°	0	300÷400	220÷380
H1	2.0÷2.1	24°÷28°	0.2÷0.4	200÷350	340÷360

Per la determinazione delle caratteristiche fisico-meccaniche delle unità sopra definite si è fatto riferimento a dati di letteratura, assegnando i valori minimi e massimi. I valori definitivi verranno determinati tramite prove in sito e di laboratorio condotte prima della fase progettuale esecutiva.

Infine, nella TAVOLA 12 di seguito allegata, si è riproposta la carta idrogeologica ad una scala più di dettaglio rispetto alla precedente (TAVOLA 4), così da definire la quota della superficie piezometrica della falda idrica presente nel sottosuolo, presente ad una profondità compresa tra 1.8 ed i 2.5 metri dall'attuale piano campagna.

2.3 - Indagini sismiche

Al fine di determinare le caratteristiche sismiche dei terreni, ed in prima approssimazione la loro successione stratigrafica, sono utilizzati i dati determinati da una campagna di indagine geofisica condotta all'interno dell'area d'intervento, durante il quale sono stati effettuati tre sondaggi sismici verticali tramite un Tromografo digitale, atto alla misura del rumore sismico ambientale. Nella TAVOLA 8, di seguito allegata, si riportano la posizione dei punti indagati, e nella relativa tabella le rispettive coordinate geografiche.

- Metodologia impiegata

Il rumore sismico ambientale, presente ovunque sulla superficie terrestre, è generato, oltre che dall'attività dinamica terrestre, dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica. Si chiama anche microtremore poiché riguarda oscillazioni molto più piccole di quelle indotte dai terremoti nel campo vicino ($10^{-15} \text{ [m/s}^2\text{]}^2$ in termini di accelerazione). I metodi che si basano sulla sua acquisizione si dicono passivi in quanto il rumore non è generato *ad hoc*, come ad esempio le esplosioni della sismica attiva. Nelle zone in cui non è presente alcuna sorgente di rumore locale e in assenza di vento, lo spettro in frequenza del rumore di fondo in un terreno roccioso e pianeggiante presenta l'andamento illustrato in **figura 1**, dove la curva blu rappresenta il rumore di fondo 'minimo' di riferimento mentre la curva verde rappresenta il 'massimo' di tale rumore, e dove i picchi a 0.14 e 0.07 Hz sono comunemente interpretati come originati dalle onde oceaniche. Tali componenti spettrali vengono

attenuate molto poco anche dopo tragitti di migliaia di chilometri per effetto di guida d'onda. A tale andamento generale, che è sempre presente, si sovrappongono le sorgenti locali, antropiche (traffico, industrie o anche il semplice passeggiare di una persona) e naturali che però si attenuano fortemente a frequenze superiori a 20 Hz, a causa dell'assorbimento anelastico originato dall'attrito interno delle rocce.

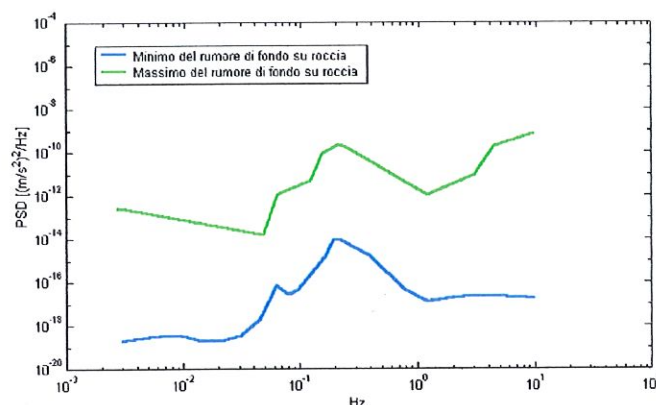


Figura 1. Modelli standard del rumore sismico massimo (in verde) e minimo (in blu) per la Terra secondo il servizio geologico statunitense (USGS). Gli spettri di potenza sono espressi in termini di accelerazione e sono relativi alla componente verticale del moto.

Diversi metodi sono stati proposti per estrarre l'informazione relativa al sottosuolo a partire dagli spettri del rumore sismico registrato in sito. Tra questi, la tecnica che si è maggiormente consolidata nell'uso, è la tecnica dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e quella verticale.

Poiché il metodo HVSR, come ampiamente dimostrato in letteratura, consente di determinare in modo affidabile le principali frequenze di risonanza dei sottosuoli, esso può essere utilizzato come strumento di indagine stratigrafica, a condizione che si abbia una stima della velocità delle onde elastiche, necessaria per poter convertire le frequenze di risonanza in stratigrafia. Il tipo di stratigrafia che le tecniche di sismica passiva possono restituire si basa sul concetto di *contrasto di impedenza*. Per *strato* si intende cioè un'unità distinta da quelle sopra e sottostanti per un contrasto di impedenza, ossia per il rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e densità del mezzo stesso.

Le basi teoriche dell'HVSR sono relativamente semplici in un sistema stratificato in cui i parametri variano solo con la profondità (1-D). Infatti, consideriamo il sistema di **figura 2** in cui gli strati 1 e 2 si distinguono per le diverse densità (ρ_1 e ρ_2) e le diverse velocità delle onde sismiche (V_1 e V_2). Un'onda

che viaggia nel mezzo 1 viene (parzialmente) riflessa dall'orizzonte che separa i due strati. L'onda così riflessa interferisce con quelle incidenti, sommandosi e raggiungendo le ampiezze massime (condizione di risonanza) quando la lunghezza dell'onda incidente (λ) è 4 volte (o suoi multipli dispari) lo spessore H del primo strato. In altre parole la frequenza fondamentale di risonanza (f) dello strato 1 relativa alle onde P è pari a:

$$f = V_{P1}/(4 H) \quad [1]$$

mentre quella relativa alle onde S è

$$f = V_{S1}/(4 H). \quad [2]$$

Teoricamente questo effetto è sommabile cosicché la curva HVSR mostra come massimi relativi le frequenze di risonanza dei vari strati. Questo, insieme ad una stima delle velocità, è in grado di fornire previsioni sullo spessore H degli strati. Questa informazione è per lo più contenuta nella componente verticale del moto ma la prassi di usare il rapporto tra gli spettri orizzontali e quello verticale, piuttosto che il solo spettro verticale, deriva dal fatto che il rapporto fornisce un'importante normalizzazione del segnale per:

- a) il contenuto in frequenza;
- b) la risposta strumentale;
- c) l'ampiezza del segnale quando le registrazioni vengono effettuate in momenti con rumore di fondo più o meno alto.

La normalizzazione, che rende più semplice l'interpretazione del segnale, è alla base della popolarità del metodo. Da sottolineare inoltre come i microtremori siano solo in parte costituiti da onde di volume, P o S, e in misura molto maggiore da onde superficiali, in particolare da onde di Rayleigh (Lachet e Bard, 1994). Tuttavia ci si può ricondurre a risonanza delle onde di volume poiché le onde di superficie sono prodotte da interferenza costruttiva di queste ultime e poiché la velocità dell'onda di Rayleigh è molto prossima a quella delle onde S. L'applicabilità pratica della semplice formula [2] è stata già dimostrata in molti studi sia nell'ambito della prospezione geofisica che nell'ambito ingegneristico (Gallipoli *et al.*, 2000; Mucciarelli e Gallipoli, 2001; Castellaro *et al.*, 2005).

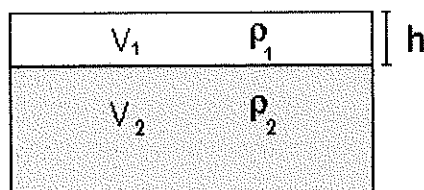


Figura 2. Modello di suolo costituito da due strati a diverse velocità delle onde sismiche e densità.

Utilizzando la relazione di cui sopra è quindi possibile, previa una stima della velocità di propagazione delle onde s, avere informazioni circa lo spessore degli strati, o viceversa, se si è a conoscenza della stratigrafia del sottosuolo per esempio attraverso l'esecuzione di sondaggi meccanici o profili sismici, si può pervenire ad una valutazione abbastanza attendibile della velocità di propagazione delle onde s.

L'inversione delle misure di tremore a fini stratigrafici, nei casi reali, sfrutta la tecnica del confronto degli spettri singoli e dei rapporti H/V misurati con quelli 'sintetici' cioè con quelli calcolati relativamente ad un modello (linea blu nei grafici che seguono). L'interpretazione è tanto più soddisfacente, e il modello tanto più vicino alla realtà, quanto più i dati misurati e quelli sintetici sono vicini (per alcune basi teoriche si veda ad es. Arai e Tokimatsu, 2004).

In questo lavoro i segnali saranno analizzati tramite i rapporti spettrali H/V attraverso gli spettri delle singole componenti e tramite inversione delle curve H/V si determinerà l'andamento della Vs con la profondità.

- Strumentazione ed analisi dei dati

La registrazione del rumore sismico ambientale è stata effettuata con il tromografo digitale denominato TROMINO (vedi Foto 1) prodotto e commercializzato dalla ditta Micromed s.r.l. di Treviso. Questo, è dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e verticalmente, alimentato da 2 batterie AA da 1.5 V, fornito di GPS interno. Nello specifico la durata della acquisizione è stata di 20 minuti. I dati di rumore ambientale, amplificati e digitalizzati a 24 bit equivalenti, sono stati acquisiti alla frequenza di campionamento di 128 Hz. La misura a stazione singola è stata orientata secondo il nord.

Dalle registrazioni del rumore sismico sono state ricavate e analizzate due serie di dati:

1. le curve HVSR, ottenute col software Grilla, in dotazione a Tromino, secondo la procedura descritta in Castellaro *et al.* (2005), con parametri:
 - ⇒ larghezza delle finestre d'analisi 20 s,
 - ⇒ lisciamento secondo finestra triangolare con ampiezza pari al 10% della frequenza centrale,
 - ⇒ rimozione delle finestre con rapporto STA/LTA (media a breve termine / media a lungo termine) superiore ad 2,
 - ⇒ rimozione manuale di eventuali transienti ancora presenti.
2. le curve dello spettro di velocità delle tre componenti del moto (ottenute dopo analisi con gli stessi parametri del punto 1).

Le profondità H delle discontinuità sismiche sono state ricavate tramite la formula [3] in cui V_{sm} è la velocità media delle onde s nello strato di spessore H , e f la frequenza fondamentale di risonanza:

$$f = V_{sm}/4H \quad [3]$$

Nella pratica, per effettuare l'inversione, e quindi determinare l'andamento delle V_s , è necessario conoscere:

1. la profondità di un riflettore (noto nella stratigrafia e riconoscibile nella curva H/V);
2. la V_s media del primo strato, attraverso altre tecniche (stratigrafia saggio geognostico, ecc.).

Il primo dato è solitamente disponibile in quanto deriva da prove penetrometriche e/o sondaggi meccanici o pozzetti esplorativi o affioramenti naturali, mentre per il caso 2, sarà facilmente estrapolabile dal primo. Non è necessario conoscere la stratigrafia fino a 30 metri, ma è necessario conoscere la profondità di un riflettore stratigrafico (come nel caso in specie), ed identificarne la frequenza nella curva H/V :

- a. a partire da questo dato di profondità (h) e frequenza (f) si entra nel modello introducendo una V_s iniziale, stimata in prima battuta a partire dalla formula semplice della risonanza $V_s = f \cdot 4 \cdot h$;
- b. l'inversione deve poi proseguire introducendo uno strato per ogni riflettore stratigrafico riconoscibile dall'analisi congiunta dalle curve H/V e dagli spettri delle singole componenti (dove risulta evidenziato da un minimo locale nella componente verticale);

- c. correggendo a crescere i contrasti di impedenza (differenza di velocità tra strati) quando il picco teorico ottenuto (linea blu) è più basso di quello sperimentale, o viceversa;
- d. variando gli spessori degli strati (o le velocità V_s) quando i picchi della curva teorica (linea blu) appaiano a frequenze diverse da quelli sperimentali.

- Risultati ottenuti

In base a quanto determinato dalle prove sismiche passive effettuate a stazione singola ed a quanto elaborato con la tecnica dei rapporti spettrali HVSR, si possono redigere le seguenti considerazioni:

- si nota un modesto parallelismo delle tre componenti nei diagrammi "spettri delle singole componenti" (curve blu, verde e magenta), che indica la presenza di effetti direzionali del sito dal punto di vista stratigrafico (eteropie del sedimento alluvionale);
- nel sito indagato sono state individuati 5 picchi di frequenze fondamentali, tali da evidenziare un assetto stratigrafico multistrato dei terreni (vedi tabelle di seguito riportate):

In HV1

Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	V_s [m/s]	Rapporto di Poisson
0.30	0.30	130	0.40
0.90	0.60	160	0.40
6.90	6.00	220	0.39
32.90	26.00	360	0.38
127.90	95.00	340	0.40
inf.	inf.	780	0.35

In HV2

Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	V_s [m/s]	Rapporto di Poisson
0.40	0.40	160	0.42
2.40	2.00	220	0.39
32.40	30.00	350	0.38
120.40	88.00	340	0.40
inf.	inf.	750	0.35

In HV3

Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
0.30	0.30	110	0.42
1.10	0.80	150	0.40
11.10	10.00	250	0.39
31.10	20.00	430	0.38
122.10	90.00	425	0.40
inf.	inf.	1100	0.35

Da cui si può schematizzare la seguente successione sismo-stratigrafica:

- Strato 1: terreno areato sciolto (suolo) dello spessore di 0.30÷0.40 metri caratterizzato da una Vs pari a 110÷130 m/sec;
- Strato 2: terreno poco areato dello spessore di 0.60÷0.80 metri, caratterizzato da una Vs pari a 150÷160 m/sec;
- Strato 3: deposito alluvionale mediamente addensato, sino ad una profondità di 7.0÷11.10 metri, caratterizzato da una Vs pari a 220÷250 m/sec;
- Strato 4: deposito alluvionale discretamente addensato, sino ad una profondità di 31.1÷32.9 metri, caratterizzato da una Vs pari a 350÷430 m/sec;
- Strato 5: substrato costituito da argille con intercalazioni sabbiose consistenti, dello spessore compreso tra 88 e 95 metri, caratterizzato da una velocità Vs= 340÷425 m/sec;
- in base al modello di sottosuolo impiegato, si ottiene la stima della Vs_{eq} il che porta, ai sensi del D.M. 17/01/2018 (aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni), a stabilire che la categoria di sottosuolo di fondazione è "C". Infatti, in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità S di propagazione delle onde di taglio, è stata determinata la velocità equivalente Vs_{eq} (in m/sec):

$$V_{s,eq} = H / [\sum_{i=1,N} (h_i/V_{s,i})]$$

in cui:

h_i = spessore in metri dello i-esimo strato

$V_{s,i}$ = velocità dell'onda di taglio i-esimo strato

N = numero di strati

Progetto di lottizzazione denominata "San Giovanni C.da Porticato", ubicata nel Comune di Milazzo, compresa tra la Via Ten. Minniti, la Via Mag. Gasparro, l'ex tracciato ferroviario ed il Viale Sicilia.

H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno rigido, caratterizzato da Vs non inferiore a 800 m/sec.

Considerato che entro i 30 metri non è stato riscontrato il substrato con velocità >800 m/sec, si è ottenuto una velocità equivalente, pari a:

$$V_{s,eq} = 308 \div 332 \text{ m/sec}$$

V_{s,eq} desunto dalle prove sismiche passive	Categoria suolo di fondazione (NTC 2018- D.M. 17.01.2018)
308÷332 m/s	C (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 equivalenti compresi tra 180 e 360 m/s)

3.0 - CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

In base alle argomentazioni prima descritte l'area oggetto d'intervento, in cui si prevede la realizzazione del piano di lottizzazione convenzionata in progetto, presenta le seguenti caratteristiche:

- assetto morfologico omogeneo e stabile, allo stato attuale e potenziale, cioè assenza di fenomeni morfodinamici significativi degni di nota. L'area d'intervento non è interessata da rischi geomorfologici ed idrogeologici, così come evidenziato dal *Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico* (P.A.I. - Bacino N. 006 "Bacino idrografico del Torrente Corriolo") pubblicato nel 2006 dall'Assessorato Territorio e Ambiente della Regione Siciliana (ai sensi dell'Art.1 DL 180/98 convertito con modifiche con la L. 267/98 e SS.MM.II.);
- assetto stratigrafico dei terreni dato dal deposito fluivo-marino della piana litorale, disposto su di un substrato di natura coesiva, afferente la formazione delle "Argille ed argille marnose grigio azzurre";
- presenza di falda idrica sub-superficiale, con superficie piezometrica posta alla profondità compresa tra 1.8 e 2.5 metri dal profilo del piano campagna attuale;
- discrete caratteristiche litotecniche dei terreni, che a favore della sicurezza possono essere così schematizzati:

Unità litotecnica	Peso di volume t/mc	Angolo di resistenza al taglio sess	Coesione drenata Kg/cm ²	Modulo elastico Kg/cm ²	Velocità Vs m/sec
F2	1.5+1.7	24°+26°	0.1+0.2	100+150	100+150
G1c	1.8+1.9	30°+33°	0	300+400	220+380
H1	2.0+2.1	24°+28°	0.2+0.4	200+350	340+360

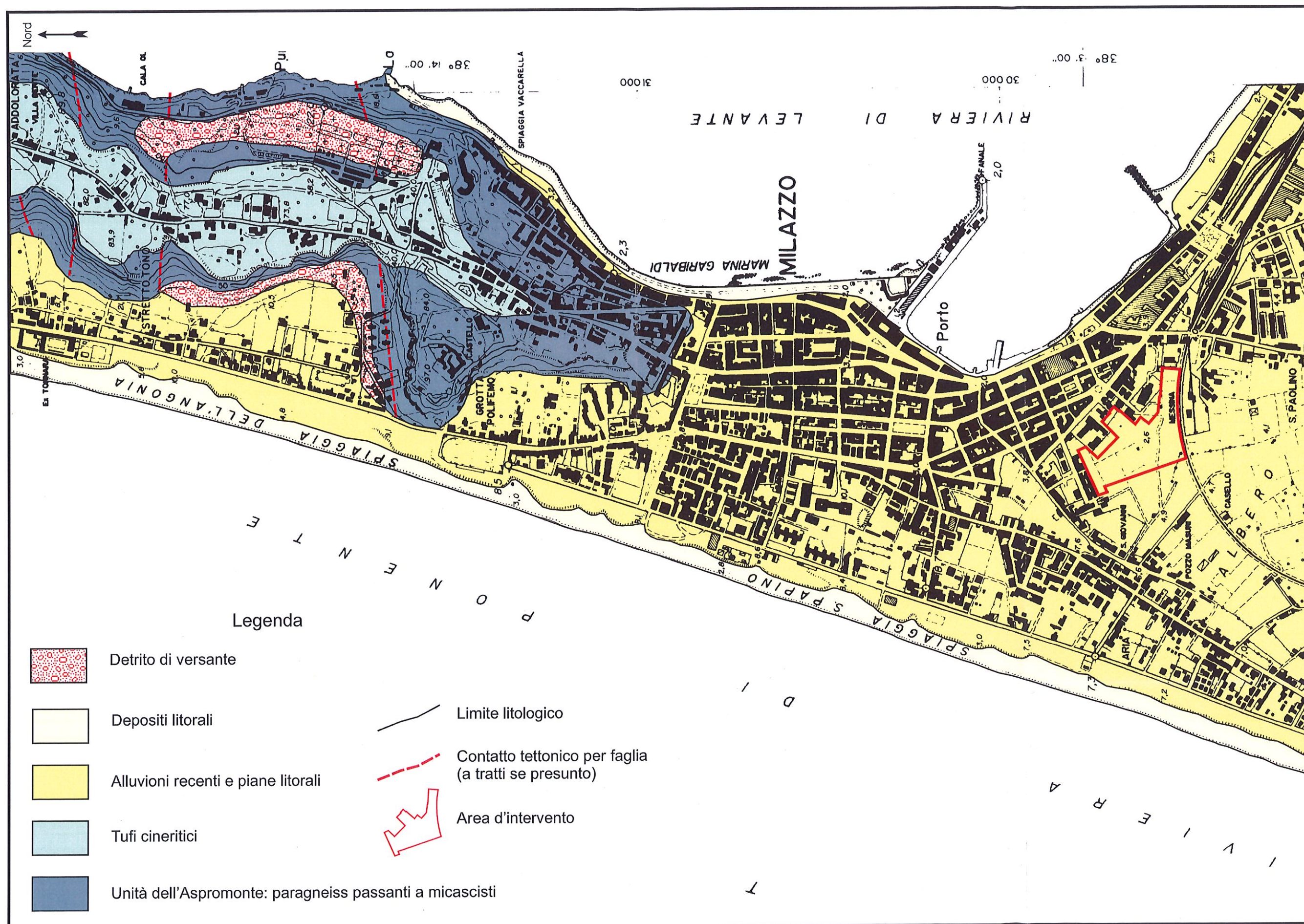
- allo stato attuale medio-basse condizioni di pericolosità geologica e sismica;
- suscettività d'uso condizionata per la quale si richiede, prima della fase progettuale esecutiva, ulteriori approfondimenti d'indagine;

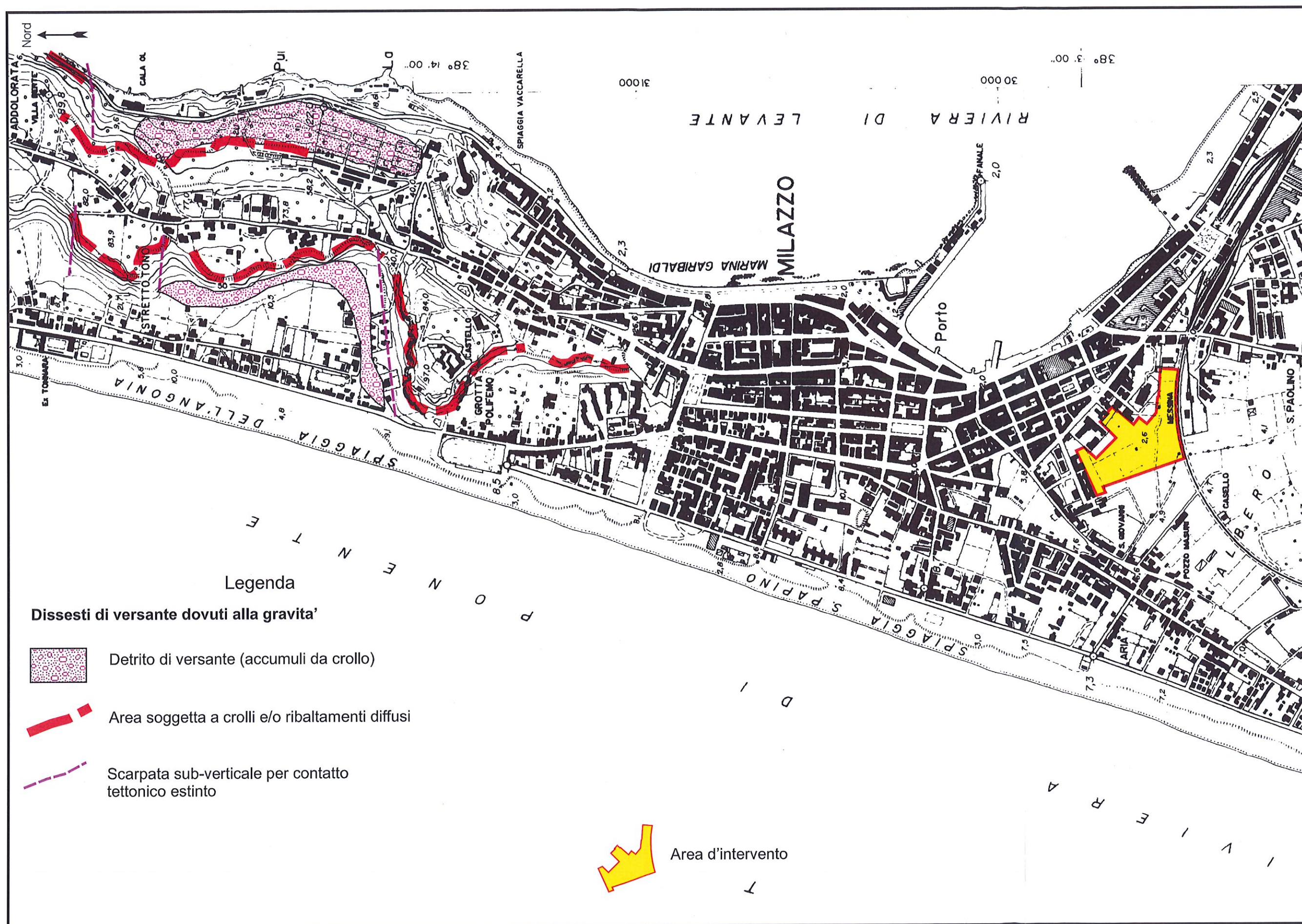
Riassumendo, dal punto di vista geomorfologico l'area d'intervento risulta stabile, in quanto non sono stati evidenziati dissesti in atto e/o processi tali da pregiudicarne la stabilità nel tempo. Inoltre, le opere in progetto verranno inserite nel rispetto del contesto orografico attuale, con l'esclusione di significativi movimenti terra. Sotto il profilo geologico non sono state individuate strutture tettoniche attive tali da pregiudicare l'assetto geostatico dei luoghi. Sotto l'aspetto idrogeologico sono da escludere variazioni del regime delle acque sotterranee conseguenti alla realizzazione delle opere, quanto meno entro la profondità di stretto interesse geotecnico. Infine, considerata la natura dei terreni e le relative caratteristiche fisico-meccaniche, non si evincono problematiche, legate all'interazione terreno-struttura, tali da presumere il ricorso a particolari tipologie.

Pertanto, è parere degli scriventi che l'area d'intervento oggetto di lottizzazione sia pienamente compatibile dal punto di vista della fattibilità geomorfologica con gli interventi previsti in progetto, fatto salvo ogni ulteriori e necessari approfondimenti d'indagine da eseguirsi prima delle successive fasi progettuali.

I geologi incaricati
Dott. Vincenzo Schiavone

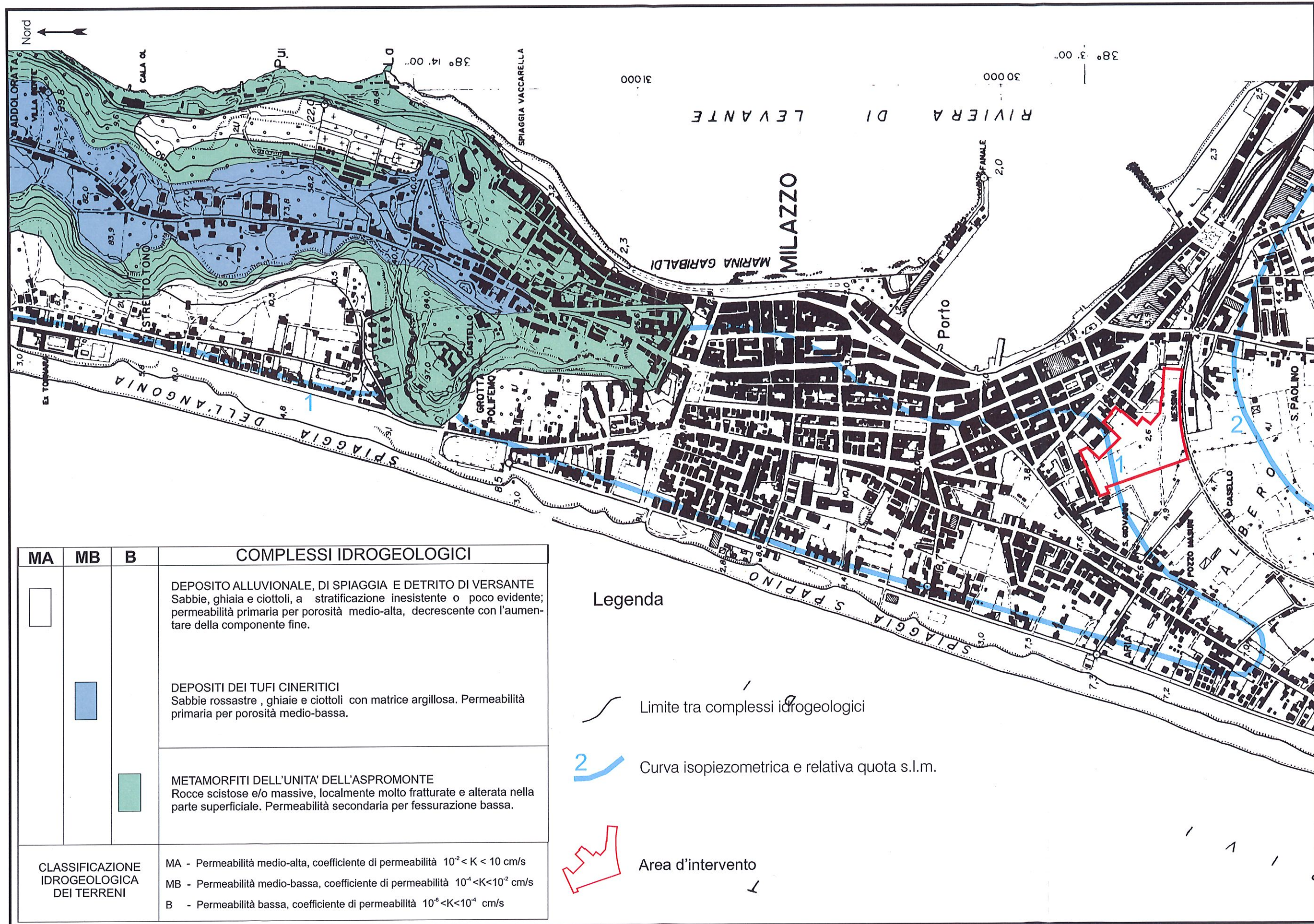
Dott. Sergio Maria Trainiti





CARTA IDROGEOLOGICA

Scala 1:10.000



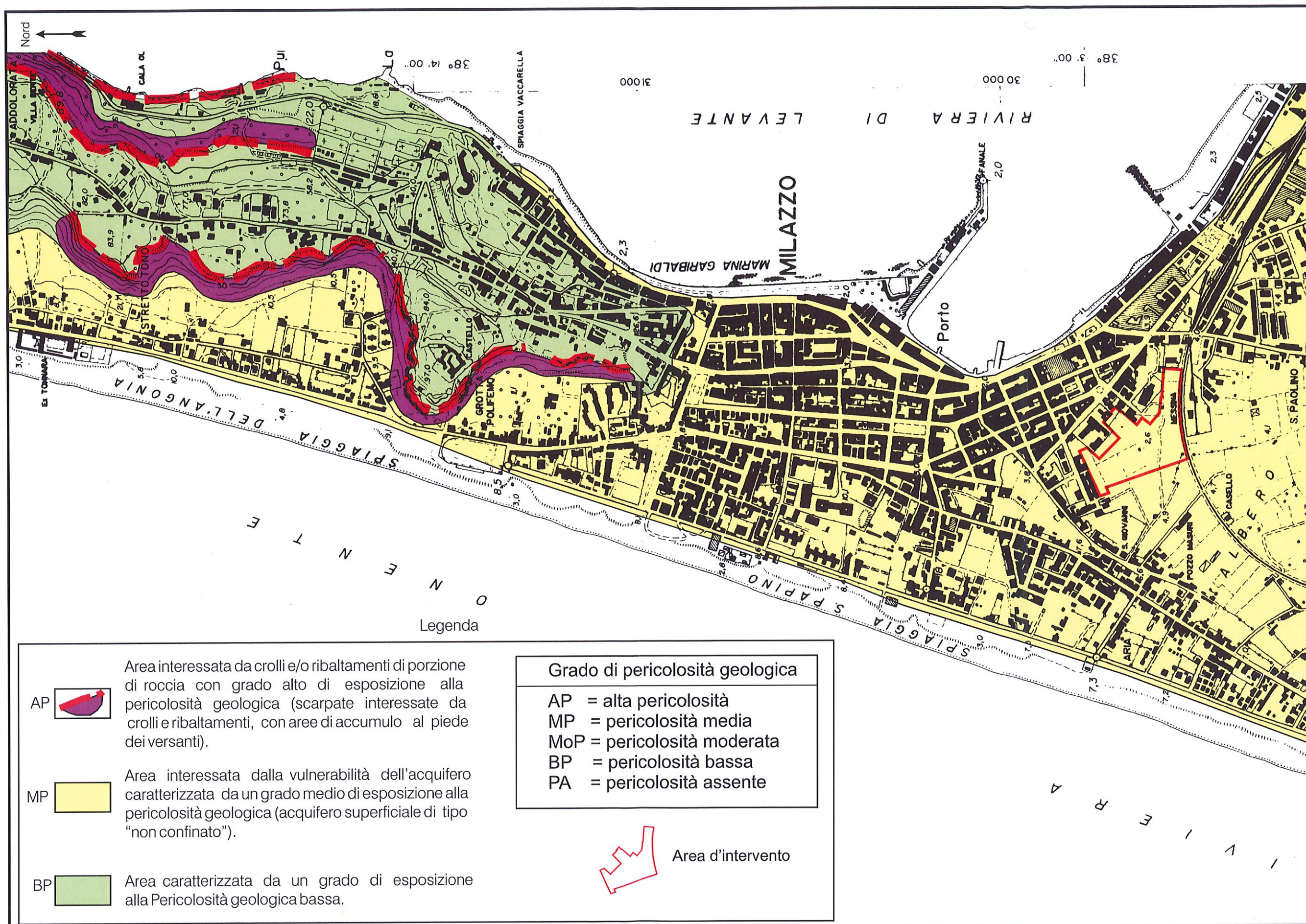
MA	MB	B	COMPLESSI IDROGEOLOGICI
			DEPOSITO ALLUVIONALE, DI SPIAGGIA E DETRITO DI VERSANTE Sabbie, ghiaia e ciottoli, a stratificazione inesistente o poco evidente; permeabilità primaria per porosità medio-alta, decrescente con l'aumentare della componente fine.
			DEPOSITI DEI TUFII CINERITICI Sabbie rossastre, ghiaie e ciottoli con matrice argillosa. Permeabilità primaria per porosità medio-bassa.
			METAMORFITI DELL'UNITA' DELL'ASPROMONTE Rocce scistose e/o massive, localmente molto fratturate e alterata nella parte superficiale. Permeabilità secondaria per fessurazione bassa.
CLASSIFICAZIONE IDROGEOLOGICA DEI TERRENI			MA - Permeabilità medio-alta, coefficiente di permeabilità $10^{-2} < K < 10$ cm/s MB - Permeabilità medio-bassa, coefficiente di permeabilità $10^{-4} < K < 10^{-2}$ cm/s B - Permeabilità bassa, coefficiente di permeabilità $10^{-6} < K < 10^{-4}$ cm/s

Legenda

- Limite tra complessi idrogeologici
- Curva isopiezometrica e relativa quota s.l.m.
- Area d'intervento

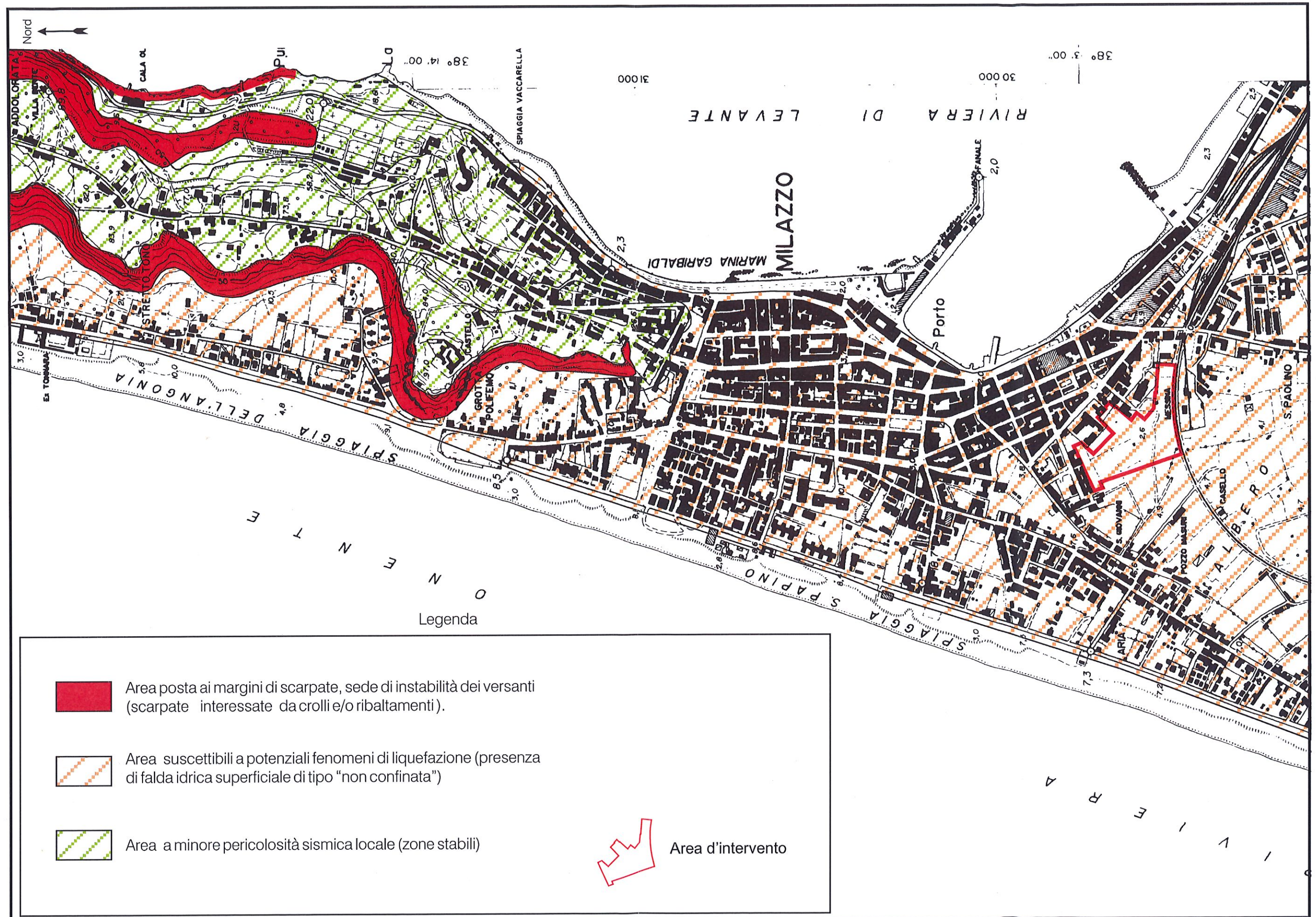
CARTA PERICOLOSITA' GEOLOGICA

Scala 1:10.000



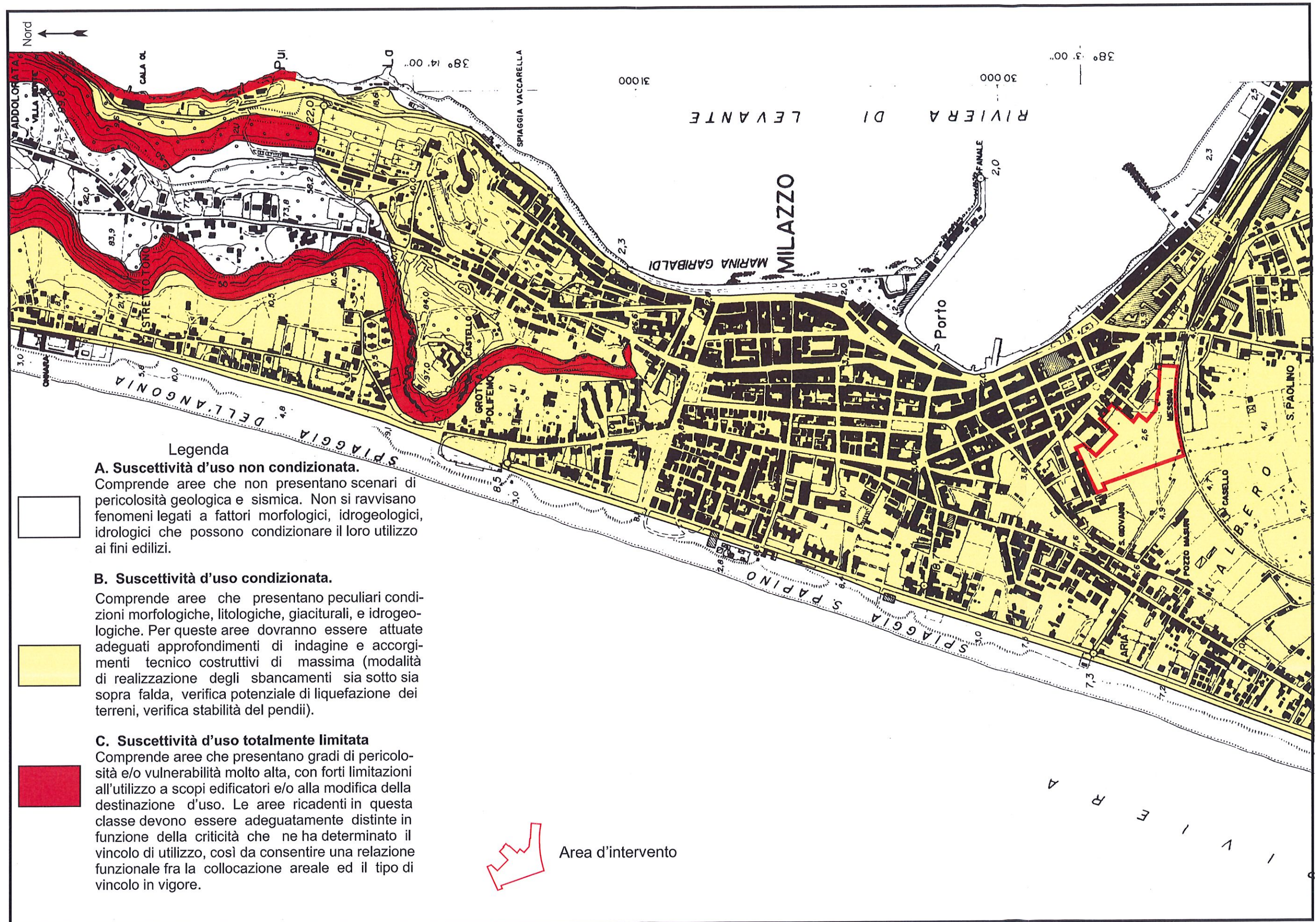
CARTA PERICOLOSITA' SISMICA

Scala 1:10.000



CARTA DELLA SUSCETTIVITA' ALL'EDIFICAZIONE

Scala 1:10.000



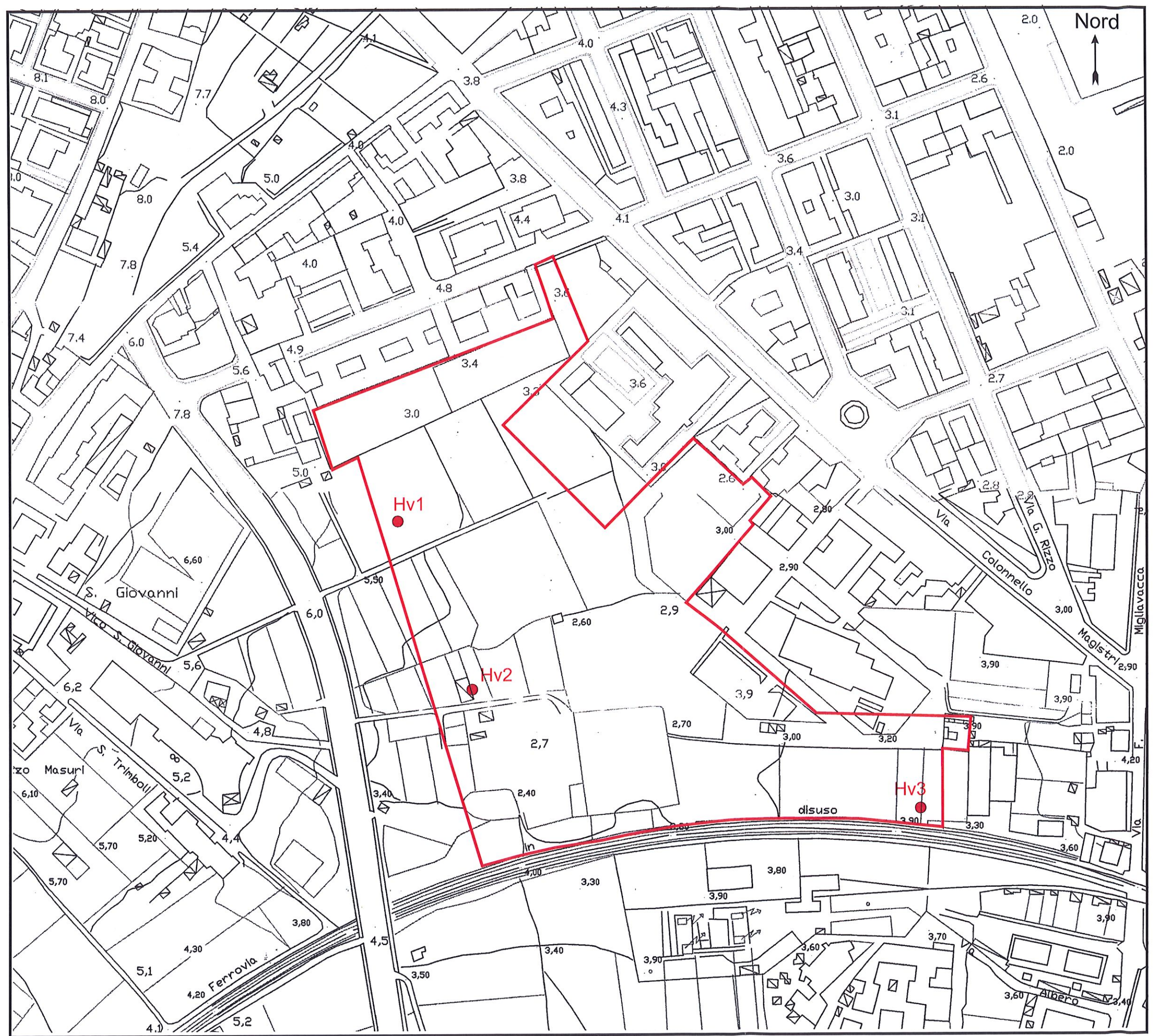
CARTA DELLE INDAGINI
Scala 1:2.000

Legenda

Hv
● Sondaggio sismico verticale effettuato con tecnica passiva

Sondaggio sismico	Quota mt s.l.m.	Coordinate geografiche (WGS84)	
Hv1	3	38.21475°	15.23719°
Hv2	2.7	38.21390°	15.23770°
Hv3	3.3	38.21332°	15.24026°

Area in cui ricade l'intervento in progetto



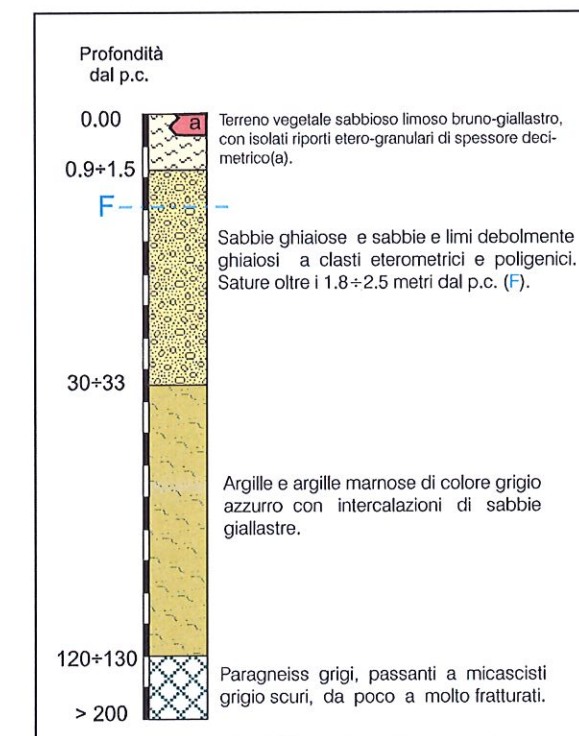
CARTA LITOLOGICA

Scala 1:2.000

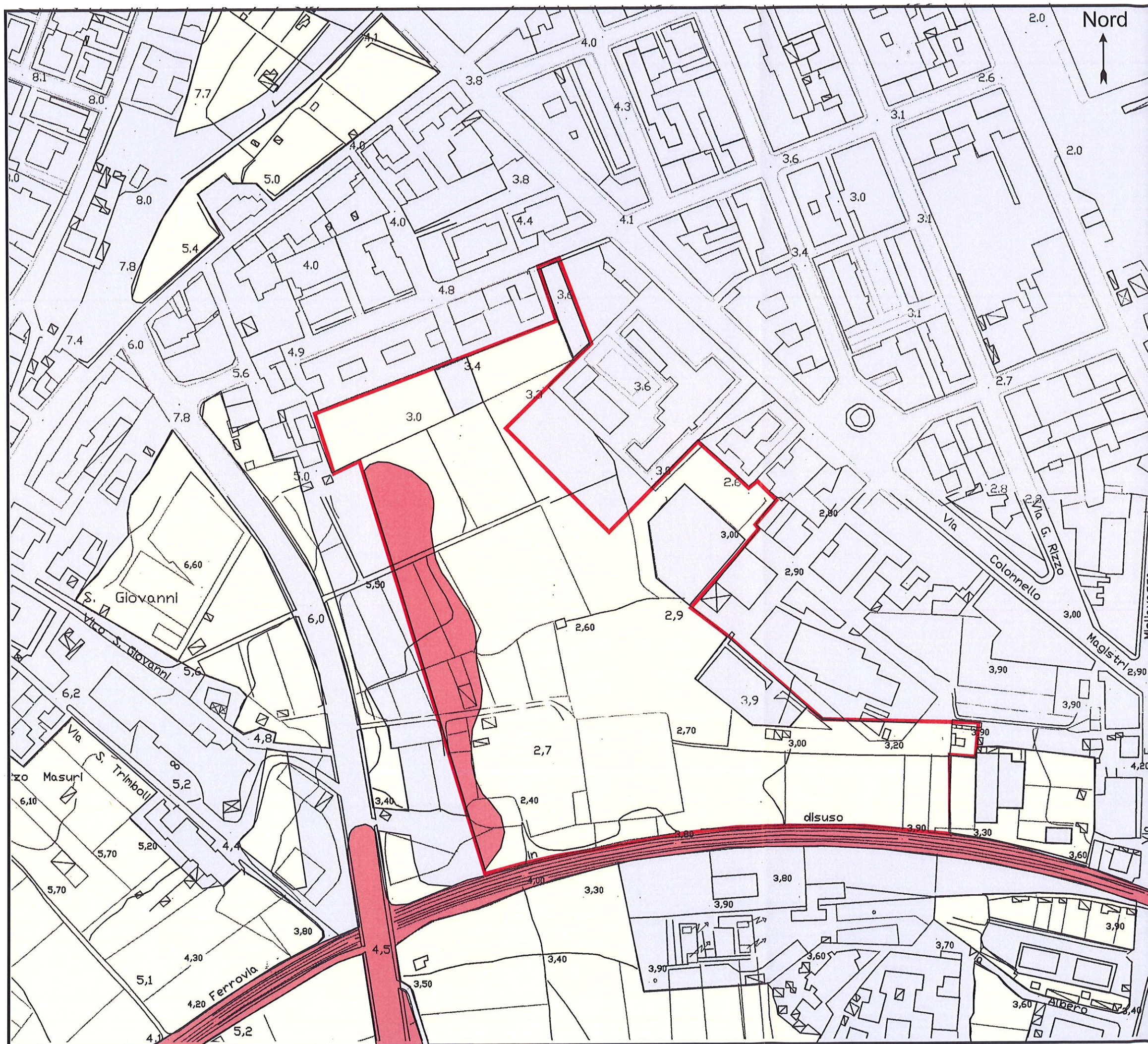
Legenda

-  Copertura antropica: tessuto urbano continuo (a); riporti e scarti edilizi etero-granulari (b).
-  Sabbie ghiaiose e sabbie con limi debolmente ghiaiosi a clasti eterometrici e poligenici. Presenza di una copertura di alterazione vegetalizzata (Deposito della piana litorale).
-  Argille e argille marnose di colore grigio-azzurro con intercalazioni di sabbie giallastre.
-  Paragneiss grigi, passanti a micascisti grigio scuri, da poco a molto fratturati. I primi a grana medio grossa a minuta, tessitura scistosa da massiva ad orientata. I secondi, a grana medio grossa, tessitura scistosa. (Metamorfiti dell'Unotà dell'Aspromonte)

Colonna stratigrafica



Area in cui ricade l'intervento in progetto



CARTA LITOTECNICA
Scala 1:2.000

Legenda

 Tessuto urbano continuo

UNITA' DI COPERTURA

 1 - Riporti etero-granulari
Sedimenti a grana grossa. Classe F2.
Frammenti lapidei arrotondati o spigolosi con
frazione fine interstiziale, da sciolti a ben addensati.

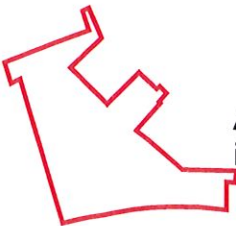
 2 - Depositi alluvionali della piana litorale
Sedimenti a grana medio fine. Classe G1c.
Sabbie ghiaiose inglobanti ciottoli arrotondati.
(Spessore in corrispondenza dell'area d'intervento
da 30÷33 metri).

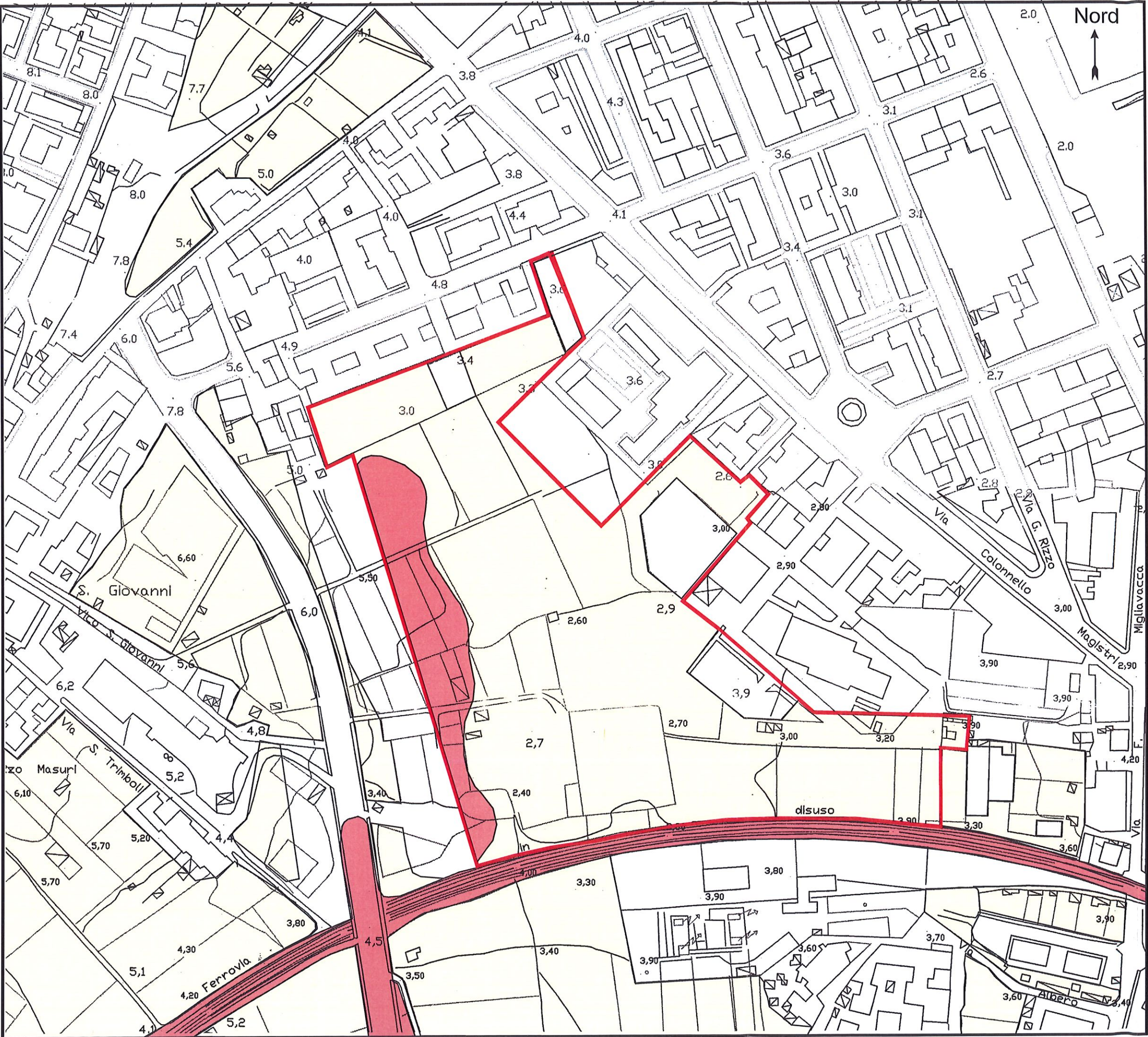
UNITA' DI SUBSTRATO

 3 - Argille ed argille marnose grigio azzurre
Sedimenti a grana fine e finissima. Classe H1.
Argille ed argille marnose con in intercalazioni sab-
biose. Spessore 80÷95 metri

Caratteristiche fisico-meccaniche
delle unità litotecniche

Unità litotecnica	Peso di volume t/mc	Angolo di resistenza al taglio sess	Coesione drenata Kg/cm ²	Modulo elastico Kg/cm ²	Velocità Vs m/sec
F2	1.5÷1.7	24°÷26°	0.1÷0.2	100÷150	100÷150
G1c	1.8÷1.9	30°÷33°	0	300÷400	220÷380
H1	2.0÷2.1	24°÷28°	0.2÷0.4	200÷350	340÷360

 Area in cui ricade l'intervento
in progetto



CARTA GEOMORFOLOGICA
Scala 1:2.000

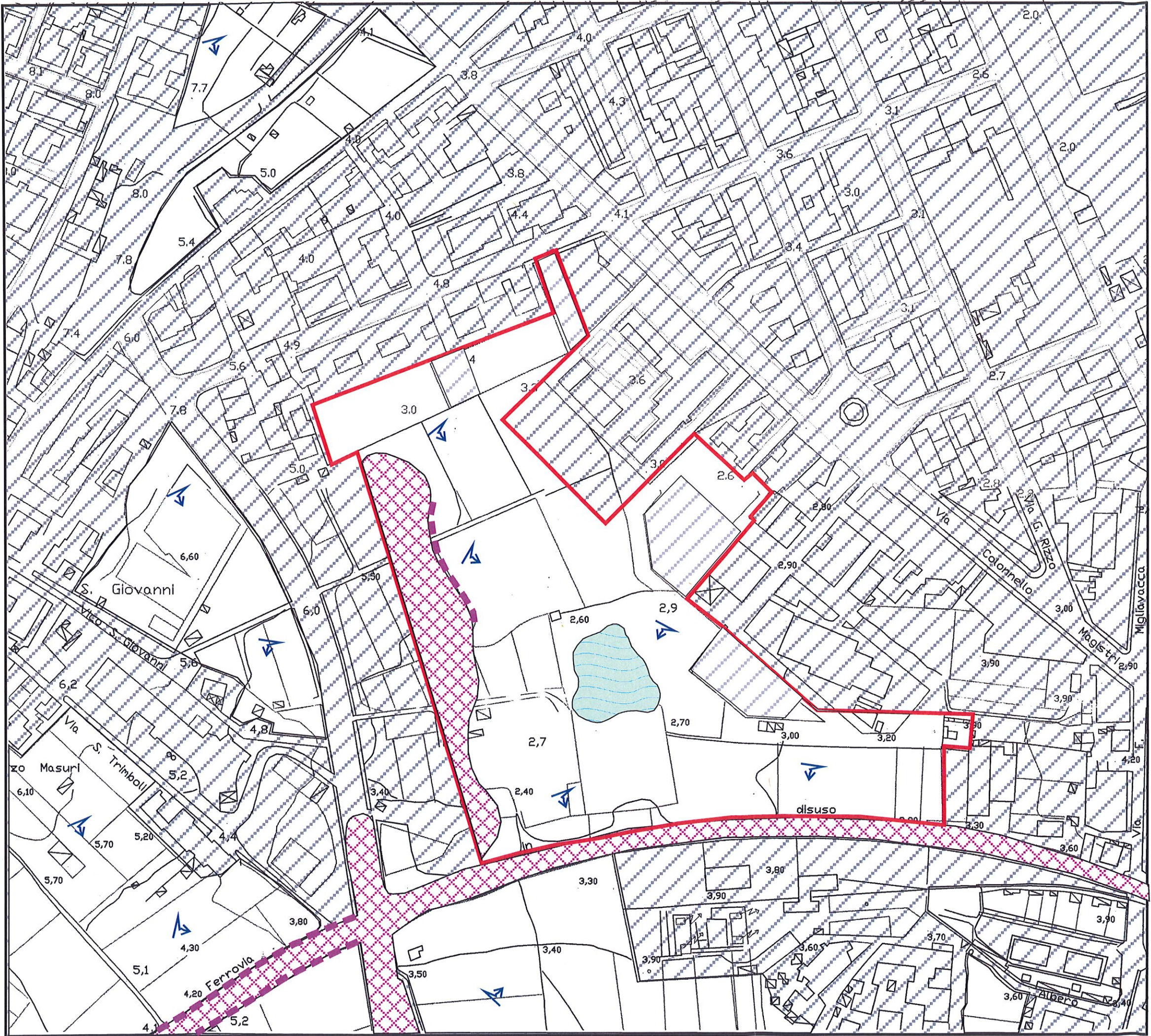
Legenda

Forme indotte da attività antropica

- Tessuto urbano continuo
- Riporti eterogenei
- Scarpate

Forme indotte da acque correnti superficiali

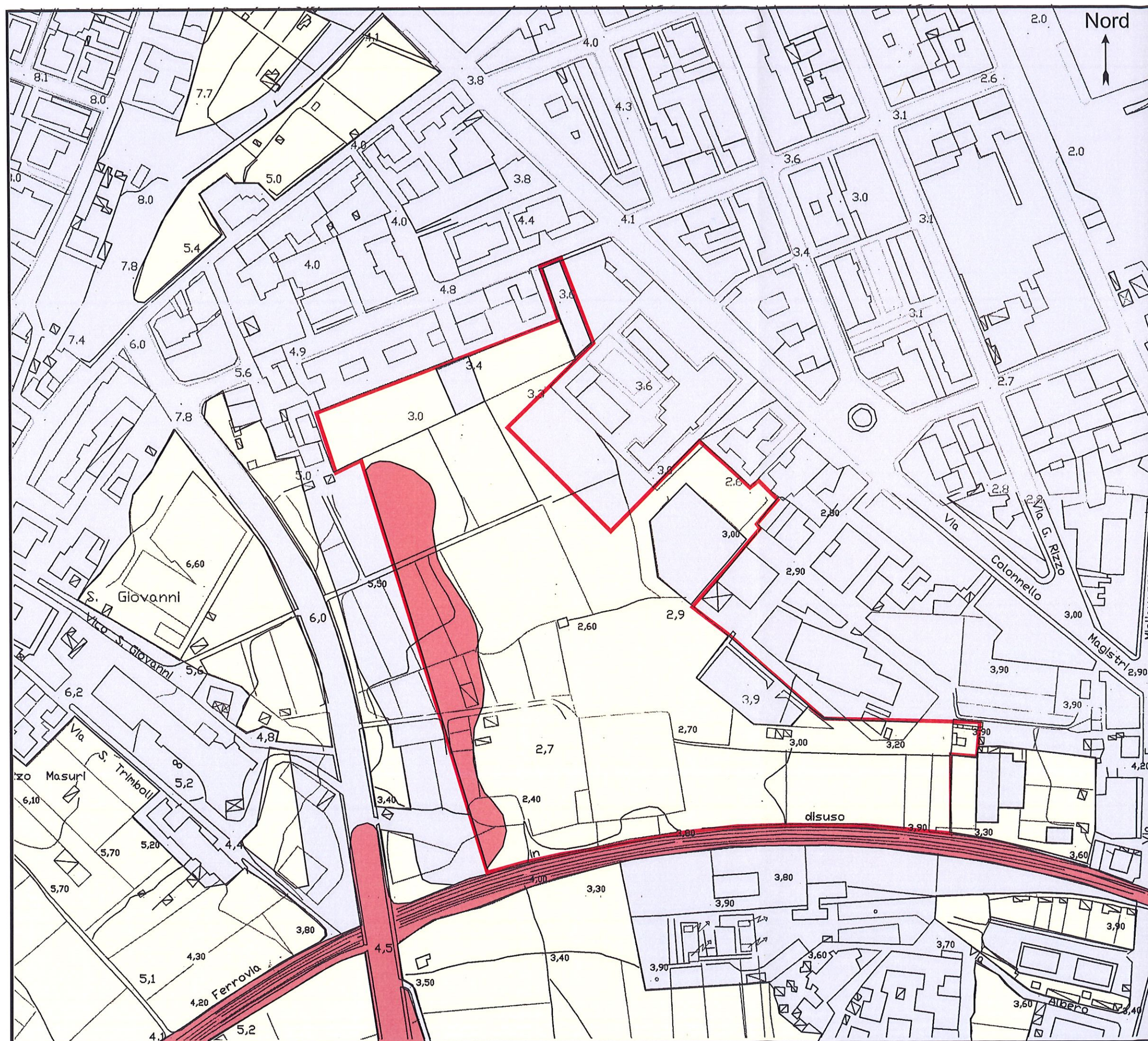
- Area di ristagno idrico
- Erosione areale per ruscellamento diffuso



Area in cui ricade l'intervento in progetto

CARTA IDROGEOLOGICA

Scala 1:2.000



Legenda

MA	MB	I	COMPLESSI IDROGEOLOGICI
			DEPOSITO ALLUVIONALE DELLA PIANA LITORALE Sabbie ghiaiose e sabbie con limi debolmente ghiaiosi a clasti eterometrici e poligenici. A stratificazione inesistente o poco evidente; permeabilità primaria per porosità medio-alta, decrescente con l'aumentare della componente fine. Copertura pedologica (suolo), caratterizzata da una permeabilità media a luoghi bassa.
			DEPOSITI DEI RIPORTI ANTROPICI Sabbie con ghiaie e con frammenti lapidei arrotondati o spigolosi. Permeabilità primaria per porosità medio bassa.
			TESSUTO URBANO CONTINUO Superfici pavimentate della viabilità e delle coperture degli edifici. Permeabilità nulla o impermeabile.
CLASSIFICAZIONE IDROGEOLOGICA DEI TERRENI			MA - Permeabilità medio-alta, coefficiente di permeabilità $10^{-2} < K < 10$ cm/s MB - Permeabilità medio-bassa, coefficiente di permeabilità $10^{-4} < K < 10^{-2}$ cm/s I - Permeabilità nulla o impermeabile, coefficiente di permeabilità $10^{-6} < K < 10^{-4}$ cm/s

Limite tra complessi idrogeologici

La isopiezometrica della falda idrica all'interno dell'area d'intervento si pone ad una profondità di 1.8÷2.5 metri dal piano campagna attuale.

Area in cui ricade l'intervento in progetto



VIA COL. MAGISTRI

VIA MIGLIAVACCA

VECCHIO TRACCIATO FERROVIARIO IN DISUSO

TRACCE SEZIONI GEOLOGICHE SCHEMATICHE

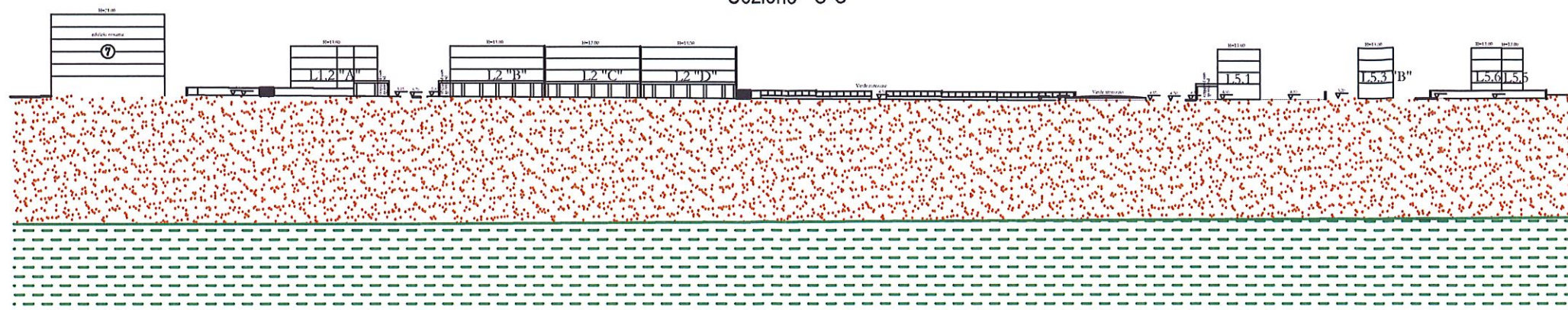
**PRODOTTORE E PRONTUARIO DEL
PIANO DI LOTTEZZADURO**

	COMUNE DI LOTTIZZADURO (SUD-EST)
	ALTERNATIVE (SUD-OVEST)
	VERDE AGRICOLA (SUD-OVEST)
	ALTERNATIVE (SUD-OVEST)
	ALTERNATIVE (SUD-OVEST)
	ALTERNATIVE (SUD-OVEST)
	ALTERNATIVE (SUD-OVEST)
	ALTERNATIVE (SUD-OVEST)
	ALTERNATIVE (SUD-OVEST)

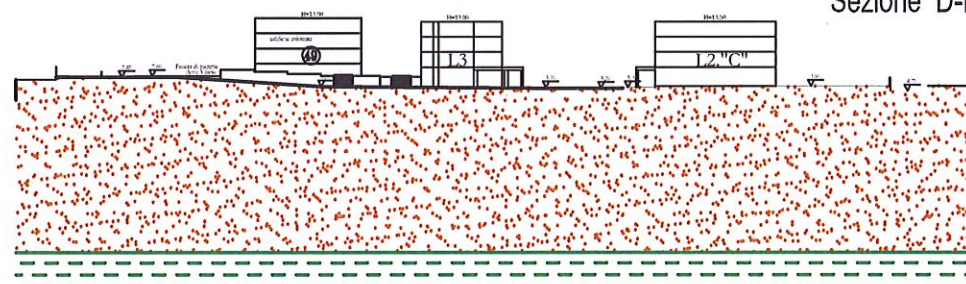
SEZIONI GEOLOGICHE SCHEMATICHE

Scala 1:1500

Sezione C-C



Sezione D-D



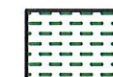
metri dal p.c. attuale

- 0.00 -



Deposito alluvionale della piana litorale:
sabbie ghiaiose e sabbie con limi debol-
mente ghiaiosi a clasti eretometrici e
poligenici. Saturo oltre i 1.8+2.5 mt. dal p.c.

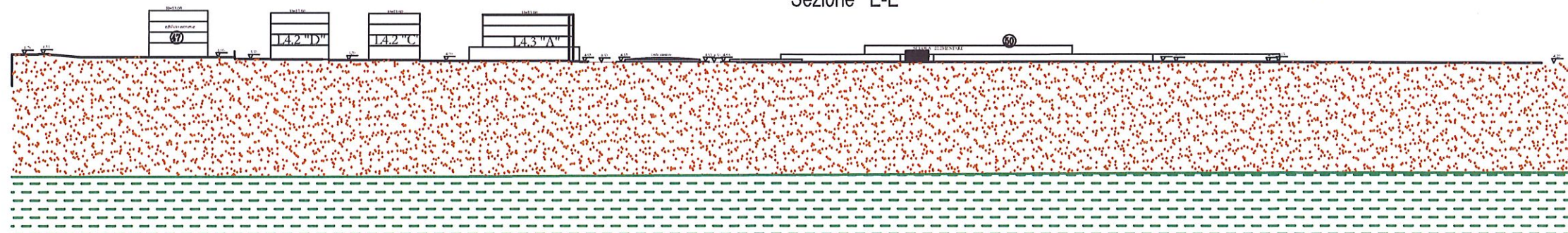
- 31.0+33.0 -



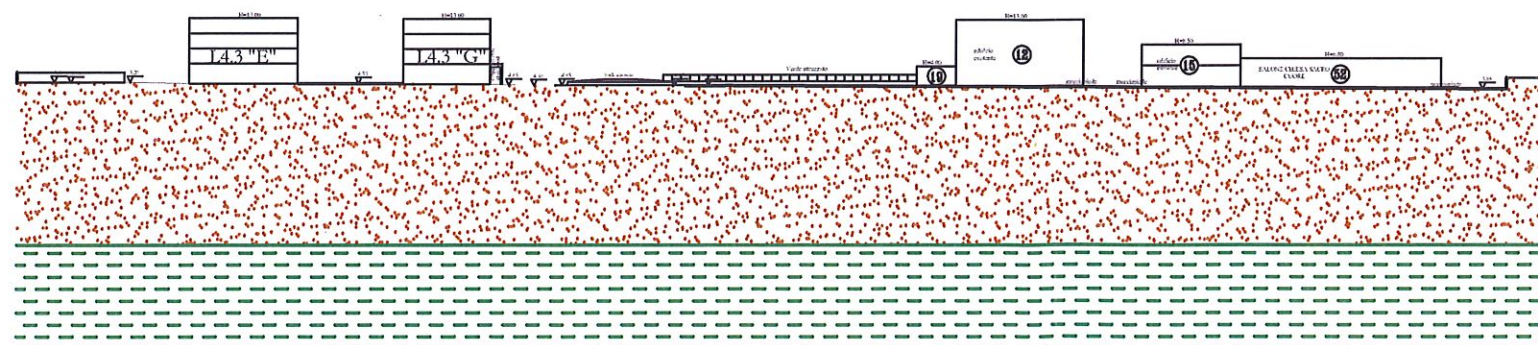
Substrato argilloso e argilloso marnoso di
colore grigio-azzurro, con intercalazioni di
sabbie giallastre

- >120.0 -

Sezione E-E



Sezione F-F



ELABORATI INDAGINI SISMICHE

SONDAGGIO SISMICO HV1

Strumento: TRS-0007/00-06

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 11/02/21 09:41:41 Fine registrazione: 11/02/21 10:01:42

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

Durata registrazione: 0h20'00".

Analisi effettuata sull'intera traccia.

Freq. campionamento: 128 Hz

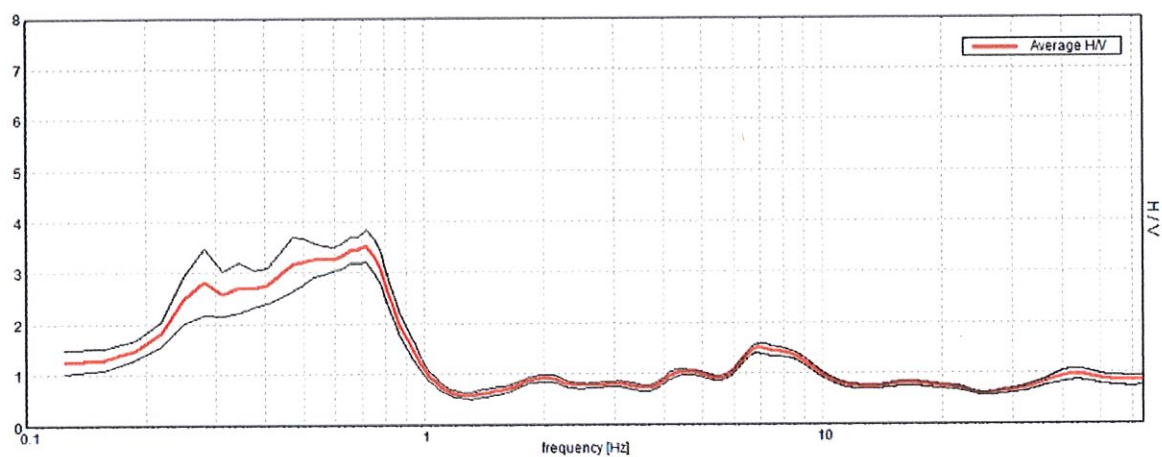
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 11%

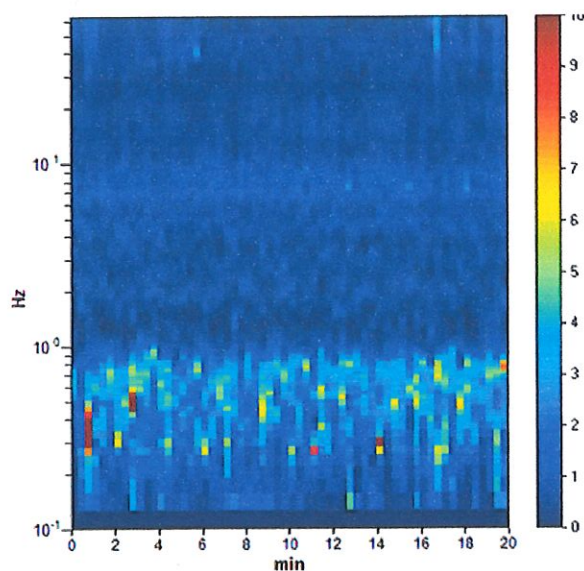
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

Max H/V at 0.72 ± 0.17 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).

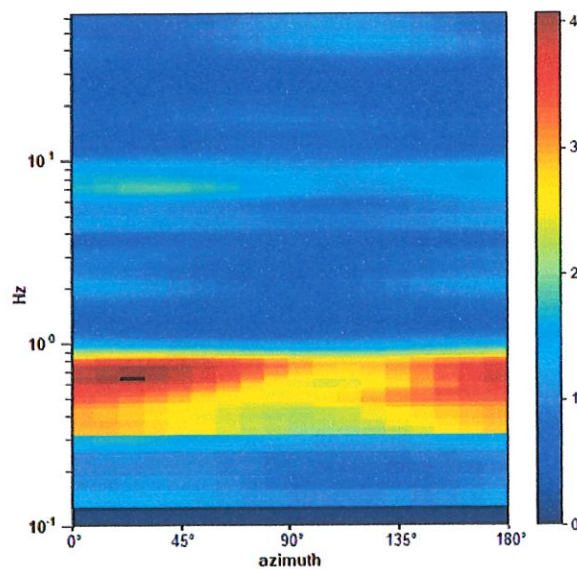


Curva H/V in rosso ed intervallo di confidenza al 95% (linee nere)

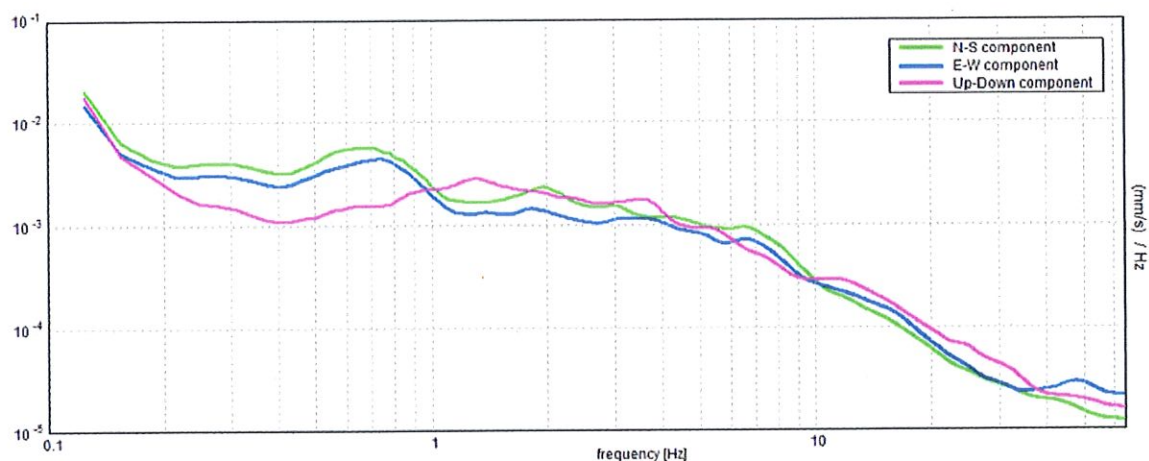
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



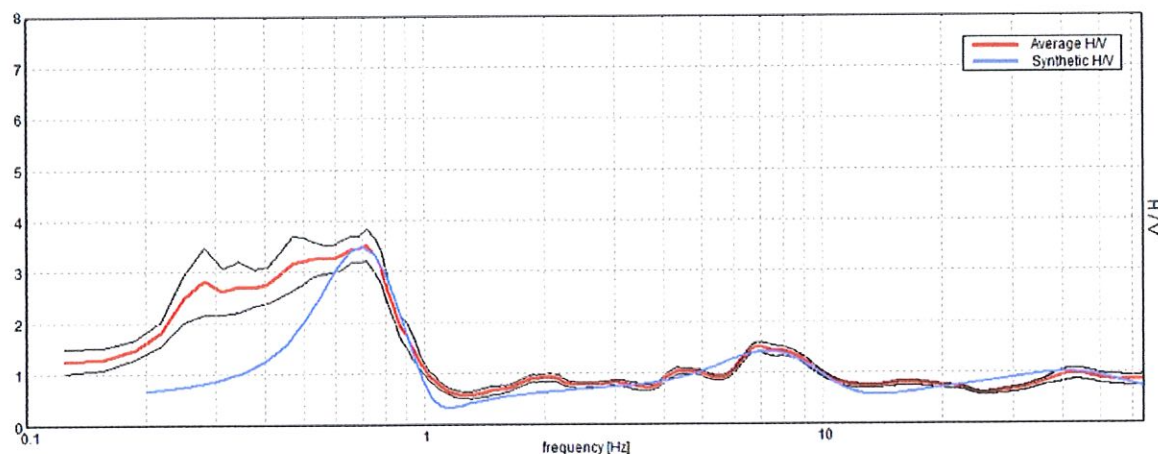
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



Spettri di ampiezza in velocità delle tre componenti del moto

H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

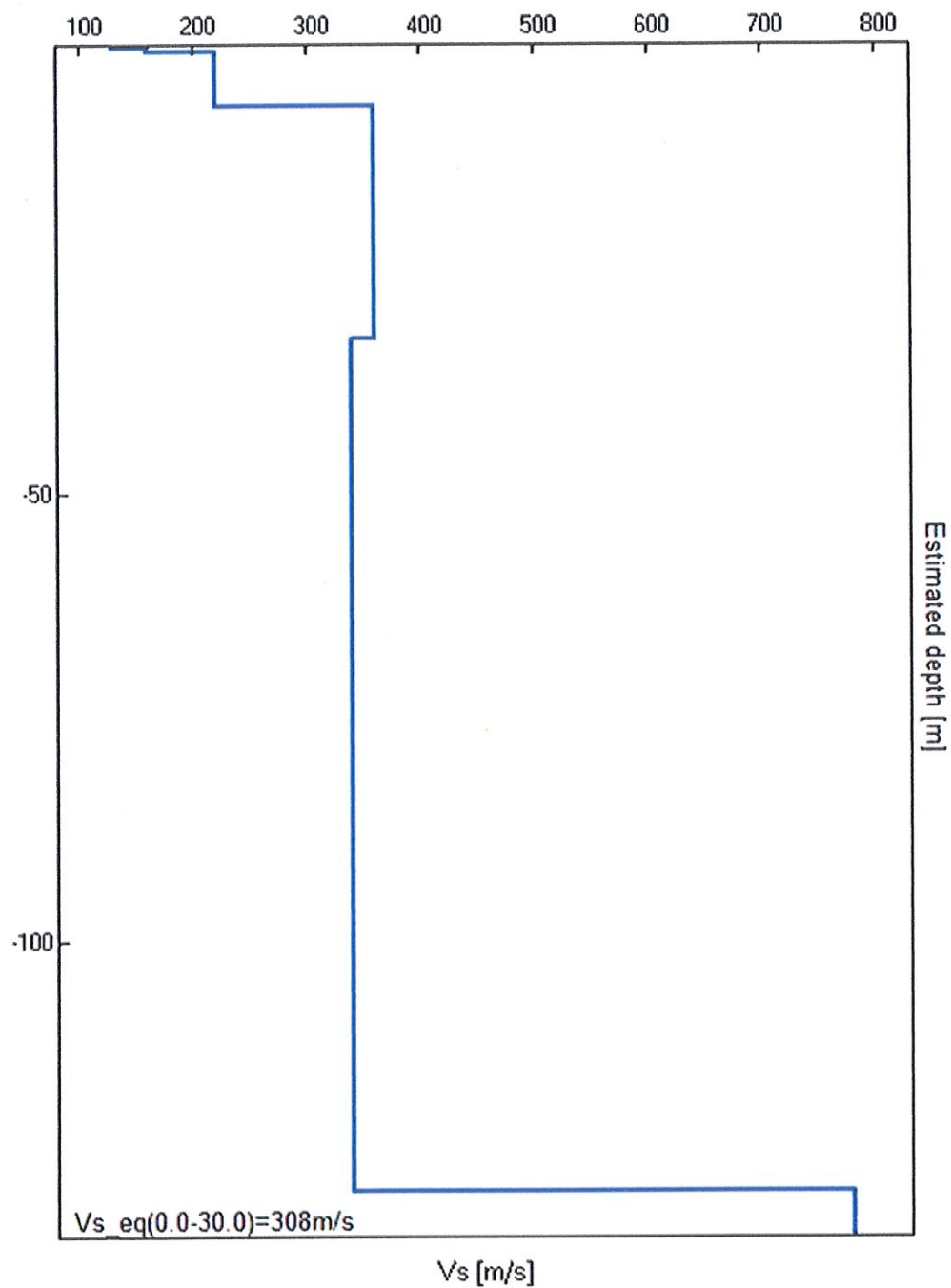
Max H/V at 0.72 ± 0.16 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz)



Confronto tra la curva H/V sperimentale (in rosso) e teorica (in blu)

Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
0.30	0.30	130	0.40
0.90	0.60	160	0.40
6.90	6.00	220	0.39
32.90	26.00	360	0.38
127.90	95.00	340	0.40
inf.	inf.	780	0.35

Modello di sottosuolo impiegato per l'inversione da cui è stata determinata la velocità equivalente
 $V_{s_eq}(0.0-30.0)=308\text{m/s}$



Andamento della Vs con la profondità

SONDAGGIO SISMICO HV2

Strumento: TRS-0007/00-06

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 11/02/21 10:08:28 Fine registrazione: 11/02/21 10:28:29

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Durata registrazione: 0h20'00".

Analizzato 62% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

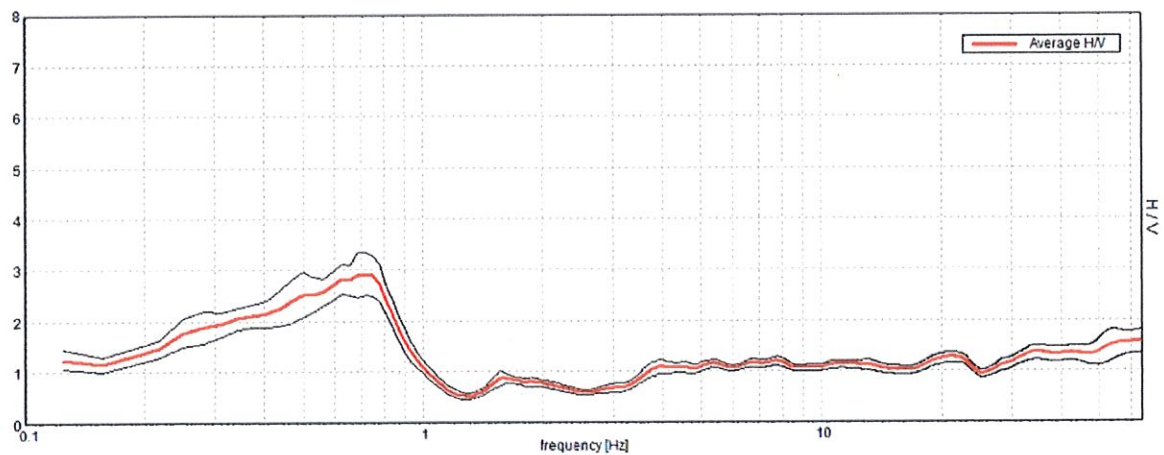
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

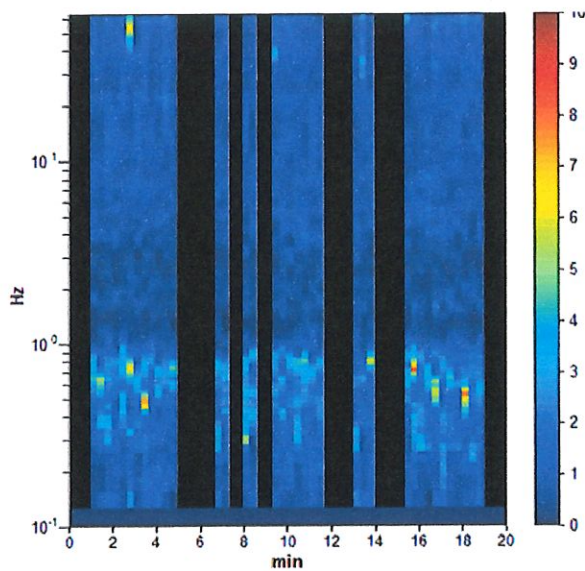
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

Max. H/V at 0.72 ± 0.04 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz)

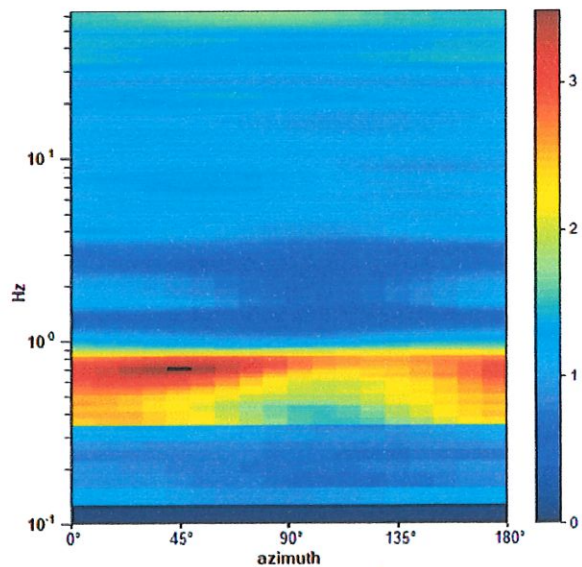


Curva H/V in rosso ed intervallo di confidenza al 95% (linee nere)

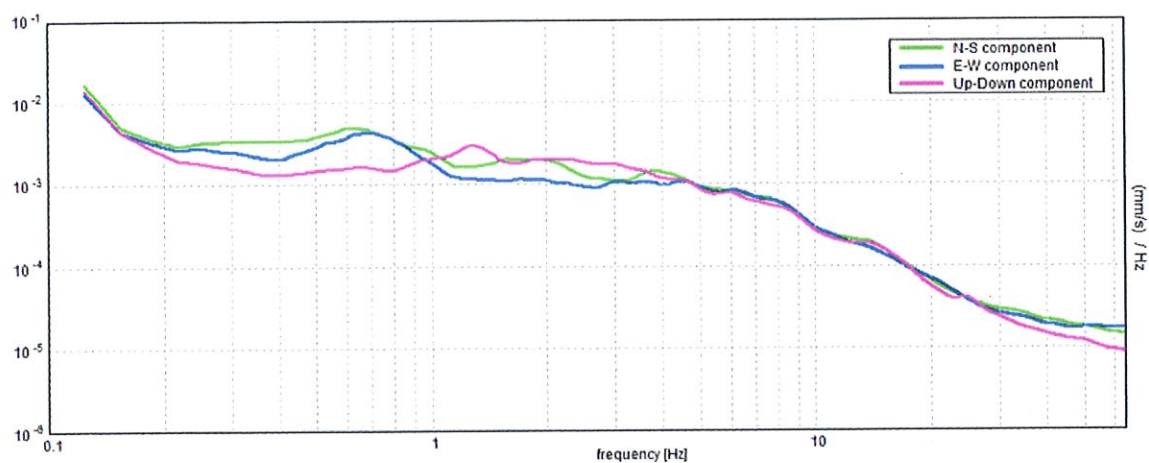
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



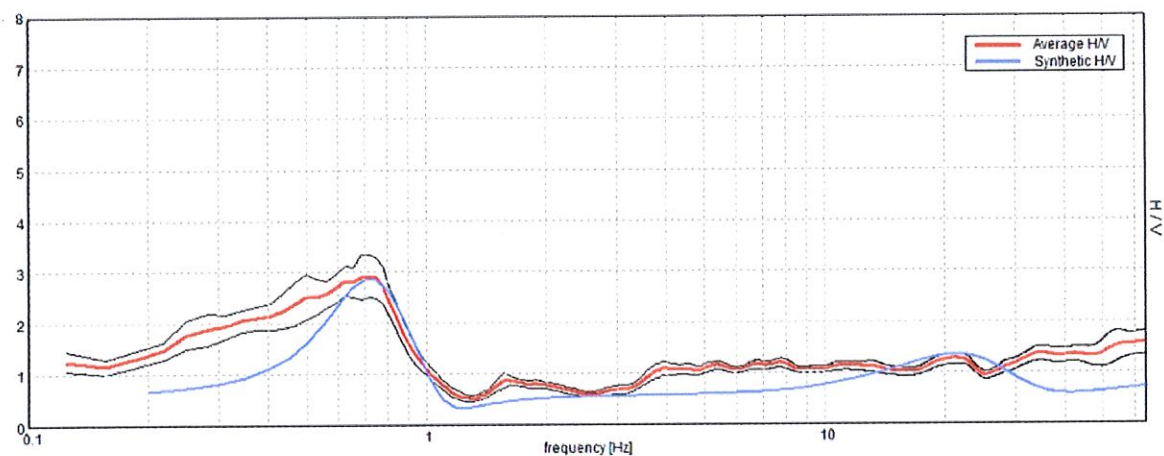
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



Spettri di ampiezza in velocità delle tre componenti del moto

H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

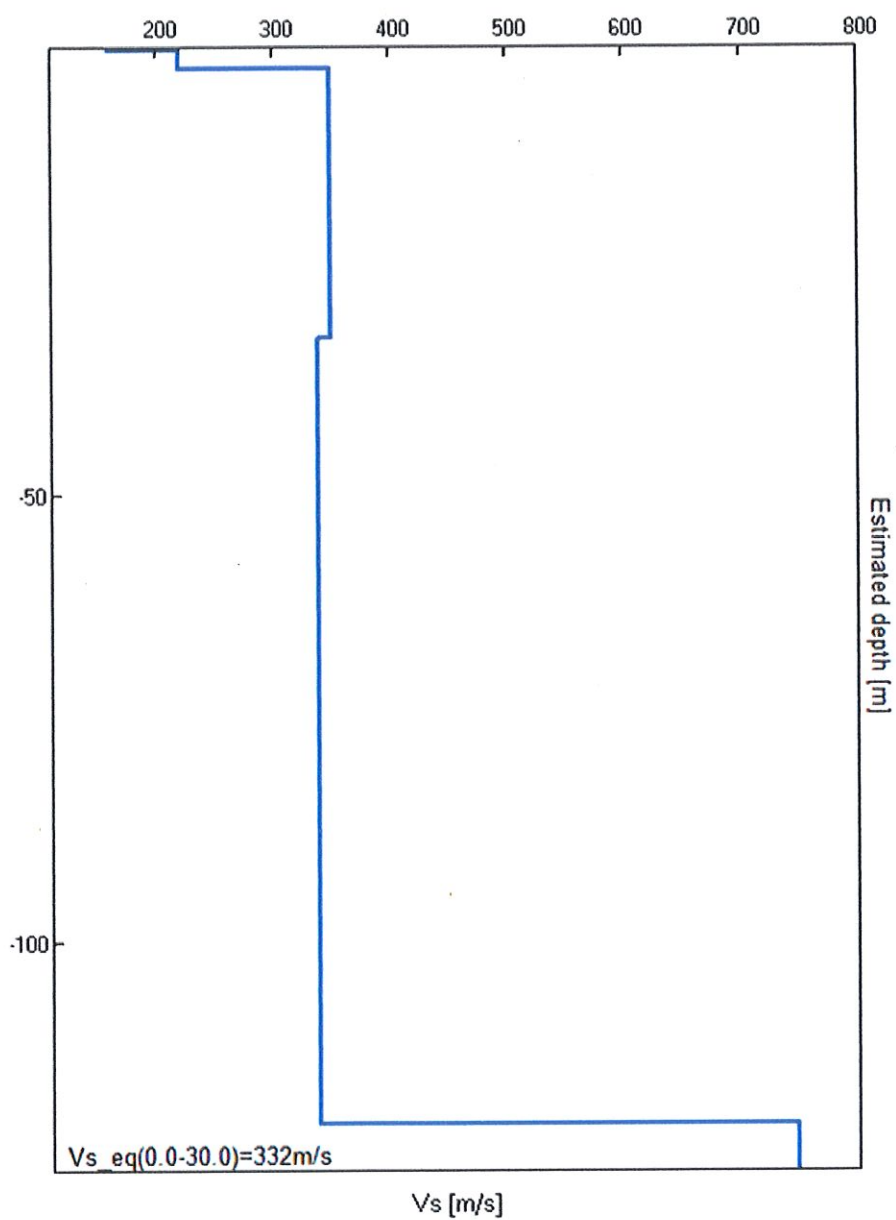
Max. H/V at 0.72 ± 0.04 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



Confronto tra la curva H/V sperimentale (in rosso) e teorica (in blu)

Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
0.40	0.40	160	0.42
2.40	2.00	220	0.39
32.40	30.00	350	0.38
120.40	88.00	340	0.40
inf.	inf.	750	0.35

Modello di sottosuolo impiegato per l'inversione da cui è stata determinata la velocità equivalente
 $V_{s_eq(0.0-30.0)}=332\text{m/s}$



Andamento della Vs con la profondità

[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di *Grilla* prima di interpretare la tabella seguente].

Picco H/V a 0.72 ± 0.04 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.72 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$531.9 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 36	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.188 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.938 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.93 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.06149 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.04419 < 0.10781$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.4075 < 2.0$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

SONDAGGIO SISMICO HV3

Strumento: TRS-0007/00-06

Inizio registrazione: 11/02/21 11:10:19 Fine registrazione: 11/02/21 11:30:20

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 83% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

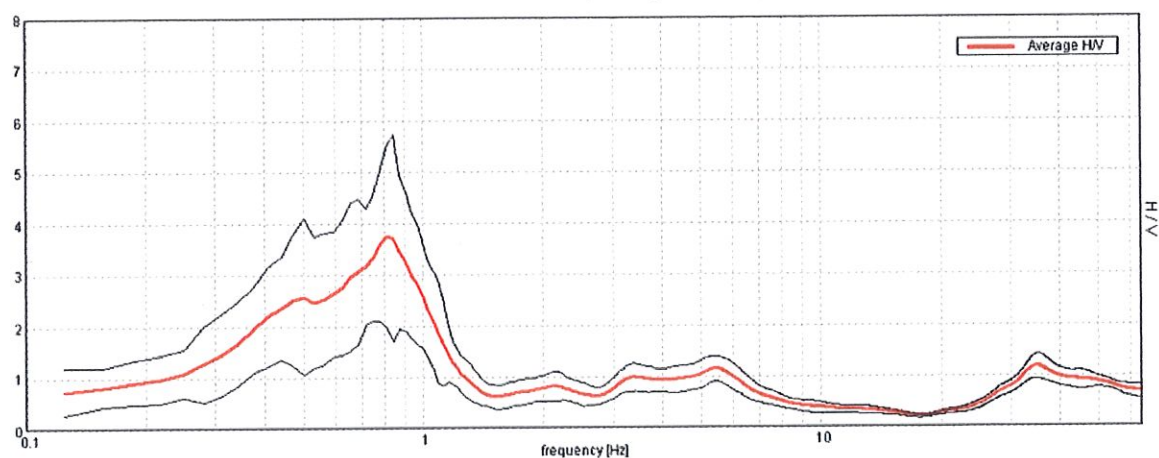
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

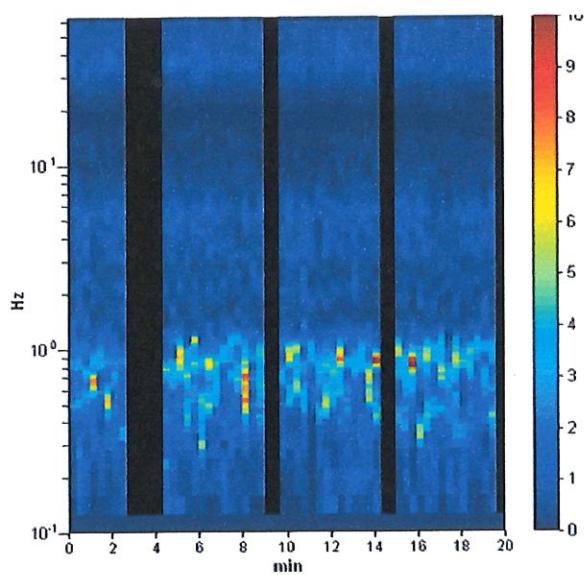
Lisciamento: 11%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

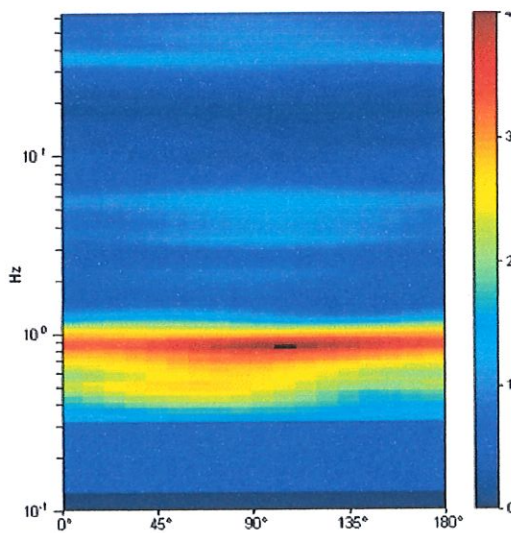
Max. H/V at 0.61 ± 0.02 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



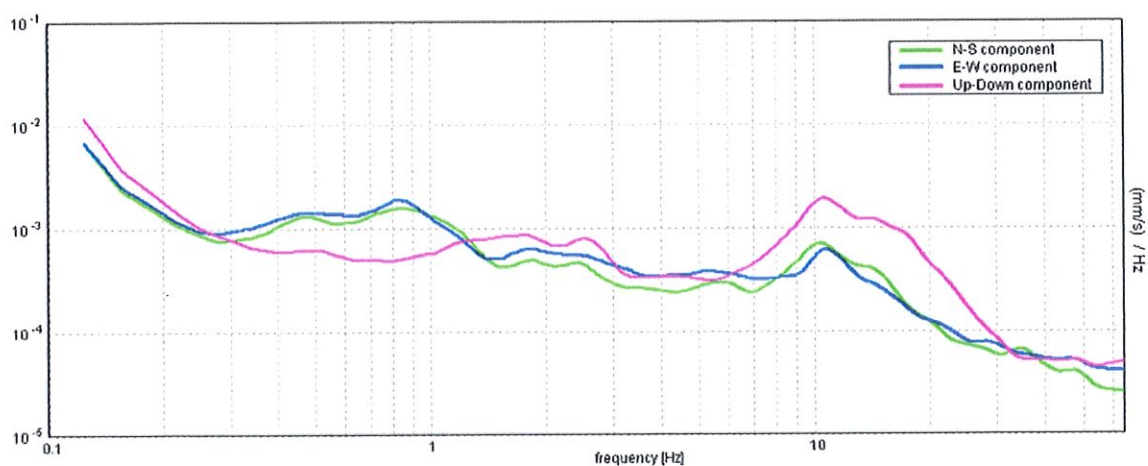
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



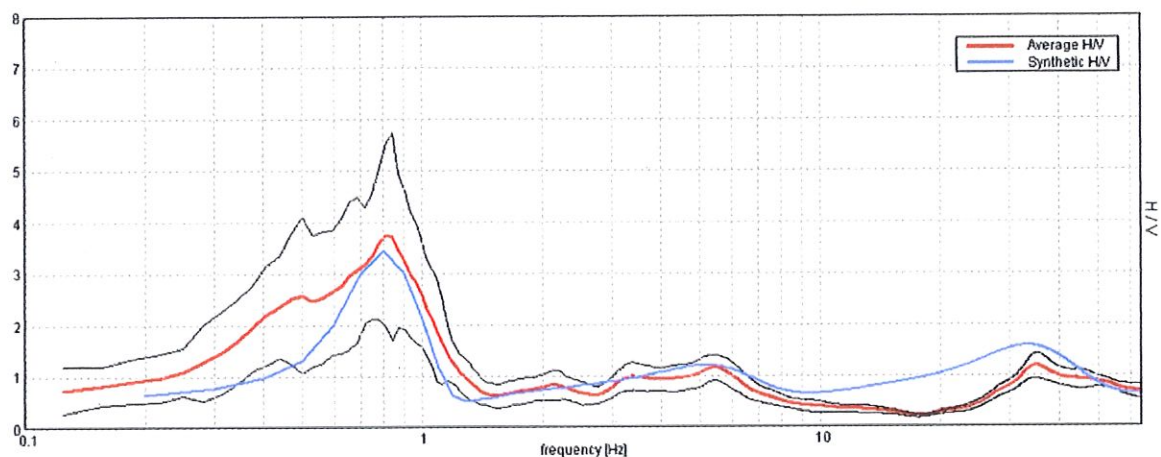
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



Spettri di ampiezza in velocità delle tre componenti del moto

H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

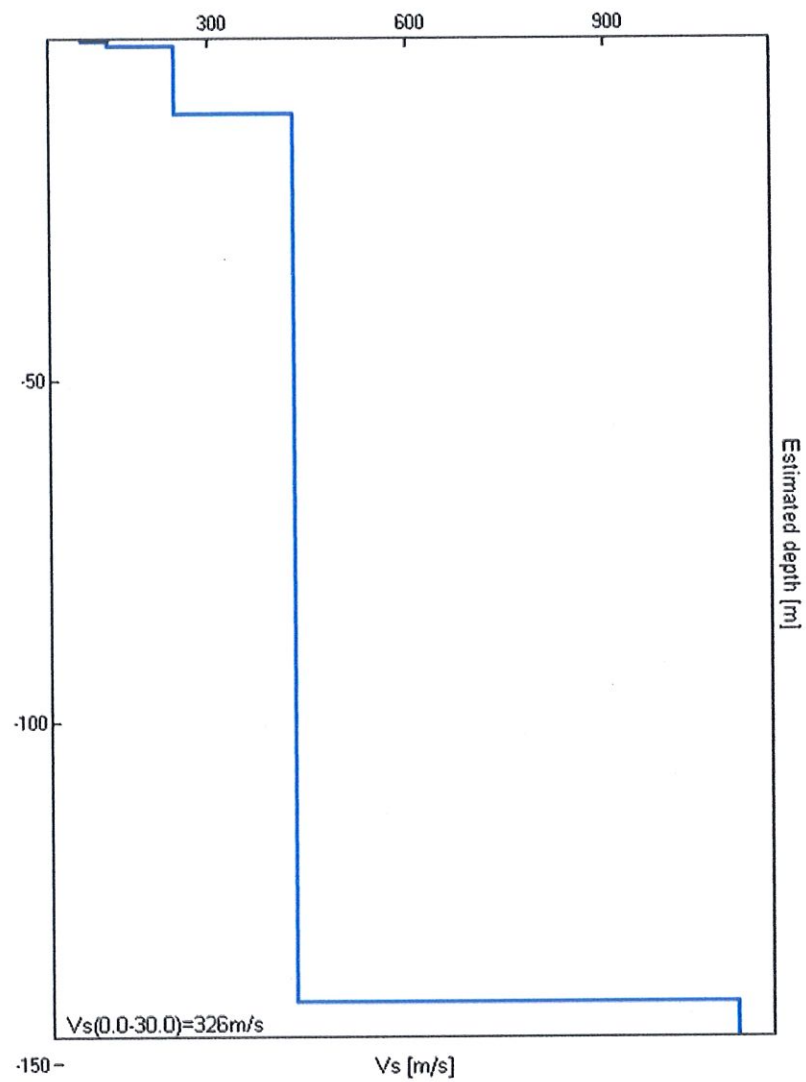
Max. H/V at 0.81 ± 0.02 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



Confronto tra la curva H/V sperimentale (in rosso) e teorica (in blu)

Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
0.30	0.30	110	0.42
1.10	0.80	150	0.40
11.10	10.00	250	0.39
31.10	20.00	430	0.38
122.10	90.00	425	0.40
inf.	inf.	1100	0.35

Modello di sottosuolo impiegato per l'inversione da cui è stata determinata la $V_s(0.0-30.0)=326\text{m/s}$



Andamento della V_s con la profondità