

COMUNE DI VITTORIA

Variante al PRG vigente ai sensi dell'art. 26 comma 3 L.R. n. 19 del 13/08/2020 relativa alla ridefinizione della destinazione urbanistica di un'area, da zona destinata a parcheggio a z.t.o Bs2, a seguito della decadenza dei vincoli quinquennali preordinati all'esproprio, di cui al Verbale del Commissario ad Acta del 18/06/2021, e all'accordo perequativo sottoscritto in data 24/06/2021, inerente il suolo sito in Vittoria-Scoglitti, delimitato dalle vie Ustica, Elba, Capri, distinto al catasto terreni del Comune di Vittoria al foglio 173 particella 907-908-1380-2645-2646, della superficie catastale di mq 1006,00.

RELAZIONE GEOLOGICA REDATTA AI SENSI DELL'Art. 13 L. 64/74 E DELLA CIRCOLARE N°3/DRA DEL 20/06/2014



DITTA: FIORILLA

SITO: via Ustica e via Elba – Scoglitti, Comune di Vittoria

VITTORIA

IL GEOLOGO



INDICE

Premessa.....	pag.3
FASE A1	
Raccolta dati.....	pag.5
A1a - Raccolta dati esistenti.....	pag.6
A1b - Raccolta nuovi dati	pag.7
A1c - Caratteri geologici generali	pag.9
A1c – A1d - Inquadramento geomorfologico	pag.12
- Inquadramento idrogeologico.....	pag.15
- Caratterizzazione sismica.....	pag.18
FASE DI DETTAGLIO A2	
A2a - Caratteri geologici	pag.27
A2a - Inquadramento litotecnico	pag.28
- Inquadramento geomorfologico.....	pag.28
A2b - Pianificazione generale.....	pag.29
ALLEGATI FASE PRELIMINARE (A1).....	pag.30
ALLEGATI FASE DI DETTAGLIO (A2).....	pag.46

PREMESSA

Su incarico della ditta proprietaria dei terreni, per il tramite del Comune di Vittoria (RG), in merito all'istanza per la modifica della destinazione urbanistica al terreno sito nel territorio dello stesso Comune, nella frazione di Scoglitti, distinto in catasto del Comune di Vittoria al F° 173 particella 907-908-1380-2645-2646 di proprietà dei F.lli Fiorilla Giuseppe e Giovanni, la cui planimetria è riportata in allegato, è stata effettuata un'indagine geologica volta a fornire un quadro conoscitivo sufficiente per illustrare le caratteristiche geologiche del territorio in cui ricade il terreno in esame. Tutto questo al fine di verificare la compatibilità geologico-geomorfologica del sito alla nuova destinazione urbanistica e relativa zonazione, mettendo in evidenza eventuali problematiche di natura vincolistica. Il presente studio è stato eseguito ai sensi dell'art.13 della L.47/64 e secondo le direttive emanate dall'A.R.T.A. con la circolare n. 3/DRA del 20.06.2014 - Prot. n. 28807, che impongono particolari attenzioni riguardo alle problematiche di pericolosità sismica e geologica, al fine di effettuare una corretta pianificazione delle trasformazioni urbanistiche e territoriali.

Come previsto al punto 4 della circolare 3/DRA, vedi figura sotto, la procedura seguita sarà la Procedura A.

		Cartografie	Scala	
(A) Strumenti Urbanistici Generali	Fase Preliminare (A1)	- raccolta dati (A1a)	- indagini	1:10.000
		- eventuali nuove indagini (A1b)	- indagini	
		- cartografie di analisi (A1c)	- geologica - geomorfologica - idrogeologica	
		- cartografie di sintesi (A1d)	- pericolosità geologica - pericolosità sismica - suscettività all'edificazione	
	Fase di Dettaglio (A2)	- cartografie di analisi (A2a)	- geologica - litotecnica - geomorfologica	1:2.000
		- cartografie di sintesi (A2b)	- carta di sintesi per la pianificazione generale	
(B) Strumenti Urbanistici Attuativi	Fase Preliminare (B1)	- raccolta dati (B1a)	- indagini	1:2.000/1:10.000
		- cartografia di analisi (B1b)	- geologica - geomorfologica - idrogeologica	1:10.000
	Fase di Dettaglio (B2)	- indagini integrative (B2a)	- indagini	1:2.000
		- cartografie di analisi (B2b)	- geologica - litotecnica - geomorfologica - eventuale idrogeologica	
		- cartografie di sintesi (B2c)	- delle prescrizioni ed indicazioni esecutive	

Tale Procedura viene suddivisa in due fasi:

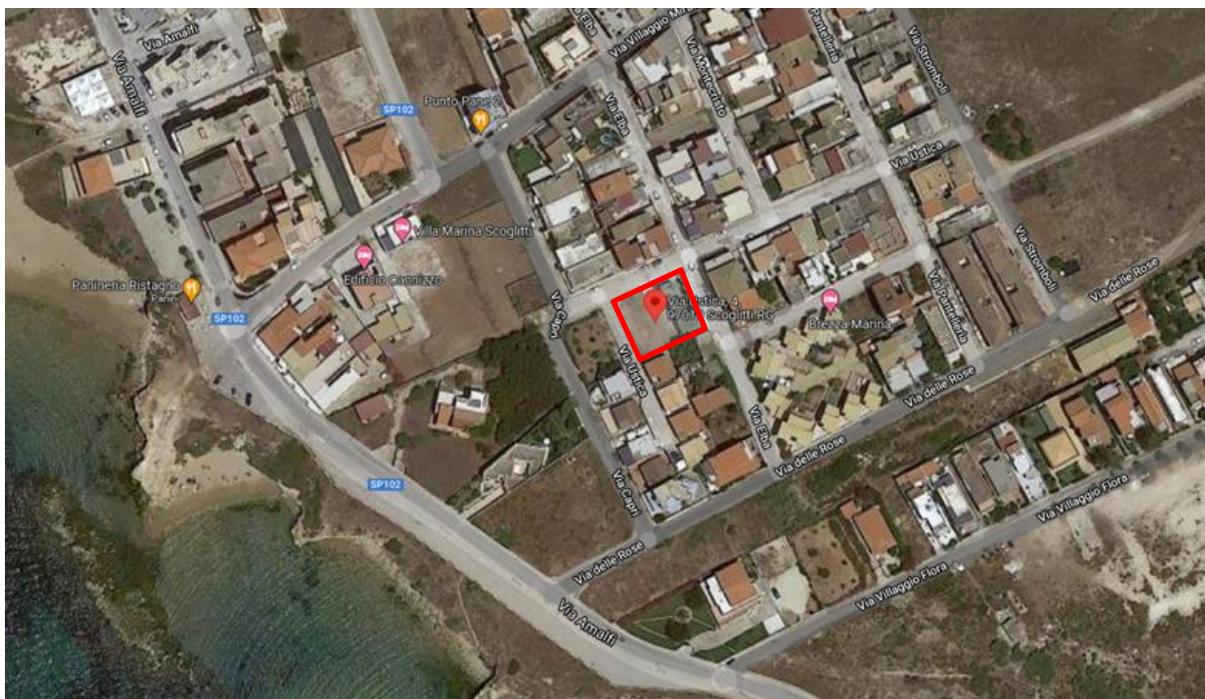
FASE PRELIMINARE (A1)

FASE DI DETTAGLIO (A2)

FASE
PRELIMINARE
A1

FASE A1 CIRCOLARE N°3/DRA DEL 20/06/2014

L'area in esame, individuata nel sistema WGS84 alle seguenti coordinate: 36,887602 Lat.; 14,434169 Long., è localizzata nella zona sud del territorio urbano di Scoglitti, frazione del Comune di Vittoria (vedi immagine satellitare sotto).



Il sito oggetto di studio è posto a quota di circa 20,00 m s.l.m. in una zona prossima alla costa del territorio del Comune di Vittoria, nella frazione di Scoglitti, come indicato in rosso nella foto sopra riportata.

Il rilevamento di campagna ha confermato le informazioni già note sull'area, raccolte durante la redazione dello strumento urbanistico vigente, pertanto si procederà solo ad una verifica dello stesso relativamente alla zona in esame, constatando il fatto di non dover procedere ad alcuna modifica rispetto alla cartografia di tale studio.

Tale verifica, così come previsto nella circolare A.R.T.A. 3/DRA del 2014 è stata così articolata:

- Raccolta dati (A1a);
- Realizzazione nuove indagini (A1b);
- Cartografie di analisi (A1c);
- Cartografie di sintesi (A1d).

La relativa cartografia è riportata in allegato.

A1a - RACCOLTA DATI ESISTENTI (*Elaborato di riferimento: "Carta delle indagini"*)

La raccolta dei dati è stata effettuata per un'area più estesa rispetto a quella di studio, considerando sia una porzione abbastanza ampia di territorio comunale nel quale ricade il terreno in esame. Tutto questo al fine di ottenere, così come si evince dal paragrafo 4.1.1 della Circolare 3/2014, una "conoscenza preliminare dei parametri meccanici dei litotipi affioranti e delle caratteristiche fisiche dell'ambiente".

Dal punto di vista scientifico, lo schema richiesto dalla circolare rispecchia quello relativo alla ricostruzione preliminare del modello geologico del sottosuolo, al fine di "comprendere e documentare i fenomeni naturali che possono interessare l'area e avere implicazioni negli aspetti di pericolosità sismica". Questo modello, in riferimento ai lineamenti geomorfologici, litostratigrafici, idrogeologici e strutturali che caratterizzano l'area oggetto di studio, è stato definito sulla base di conoscenze dirette dello scrivente, da informazioni reperibili dalla letteratura specializzata e dalla consultazione degli strumenti di pianificazione territoriale. In particolare si è provveduto alla raccolta di dati bibliografici, di cartografia e letteratura geologica comprendenti carte geologiche aggiornate, verifiche con rilievi e interpretazione di foto aeree e la realizzazione di una serie di mappe tematiche, in allegato, che illustrano le caratteristiche del territorio in studio.

A supporto di tali informazioni nel sito in esame, il rilevamento geologico di campagna, ha avuto valido ausilio nell'osservazione di alcuni scavi effettuati in occasione di altri lavori, nonché nella correlazione con le conoscenze acquisite nelle aree limitrofe in occasione di precedenti lavori.

In particolare, si è fatto riferimento alla campagna geognostica eseguita nel 1985, per la realizzazione del P.R.G. di Vittoria; a sondaggi diretti a carotaggio continui realizzati dallo scrivente a supporto di progetti edilizi nei dintorni dell'area in studio.

Nello specifico, ai fini del presente studio, si è fatto riferimento al sondaggio Sondaggio 6/S1 Scoglitti - Via Messina, il quale è stato eseguito alla distanza di circa 400 m dal sito in oggetto;

a un sondaggio diretto a carotaggio continuo S1 eseguito alla distanza di circa 200 m dal sito in oggetto in occasione dell'indagine finalizzata alla nuova costruzione di un fabbricato per civile abitazione;

a pozzetti esplorativi realizzati all'interno del lotto oggetto di studio.

Il riferimento a tali sondaggi è stato possibile in quanto si tratta di aree di indagine molto vicine a quella del sito di oggetto, che dal punto di vista stratigrafico-strutturale mostrano una sostanziale omogeneità con esso, non essendo state rilevate interruzioni tettoniche o discontinuità stratigrafiche.

L'ubicazione e la stratigrafia delle indagini sono presenti in allegato. Dall'insieme di tutte queste informazioni si evince dunque una successione stratigrafica, riguardante sedimenti limo-sabbiosi del primo strato, tipica di ambiente sedimentario marino del Pleistocene inferiore.

A1b - RACCOLTA NUOVI DATI (Elaborato di riferimento "Carta nuove indagini")

Onde verificare i dati già raccolti in prossimità della zona oggetto della presente, si è proceduto alla realizzazione di un sondaggio geognostico a carotaggio continuo della profondità di 15 m, durante la realizzazione del quale sono state effettuate prove SpT in foro per caratterizzare meccanicamente l'ammasso indagato; si è altresì proceduto alla realizzazione di prove sismiche di superficie (MASW_ Re.Mi.) per avere riscontro della risposta sismica dell'ammasso riscontrato e desumere la relativa categoria secondo quanto previsto dalle NTC 2018.

Nella figura a seguire sono indicate le ubicazioni delle indagini realizzate nel lotto oggetto di intervento.



Dai dati raccolti in campo durante la realizzazione del sondaggio a carotaggio continuo è stato possibile ricostruire la seguente successione stratigrafica:

0,00 - 0,60-----Top soil costituito da sabbie brune e materiale rimaneggiato

0,60 - 2,70-----Conglomerato limoso-sabbioso a tratti cementato

2,70 – 8,00-----Argille limo-sabbiose bruno- giallastre

8,00----- Argille grigio azzurre

In allegato relazione illustrativa delle indagini e relativa colonna stratigrafica.

Dalla elaborazione delle spt in foro realizzate durante il carotaggio sono stati desunti i seguenti parametri dei litotipi riscontrati

Campione	Profondità	Peso di volume γ	Coesione cu	Angolo di attrito ϕ κ	Poisson	Mod. di def. a taglio (G)	Mod. edom. (Eed)	Mod. di Young (Ey)
S1	m	kN/mc	kPa	°		MPa	MPa	MPa
Spt1	0,00-3,00	20,99	198,58	23,57	0,29	155,93	30,18	29,42
Spt2	3,00-8,00	19,91	145,63	21,29	0,31	116,50	22,18	21,57
Spt3	8,00-15,00	21,77	297,83	27,86	0,26	228,27	45,19	44,13

In particolare in successione stratigrafica si riscontrano i seguenti termini, dall'alto verso il basso:

ALLUVIONI, DUNE e SPIAGGE (Attuale e Recente)

SABBIE GIALLE (Pleistocene medio-superiore)

DEPOSITI LIMNICI (Pleistocene medio)

CALCARENITI e CALCIRUDITI (Pleistocene inferiore)

ARGILLE MARNOSE GRIGIO-AZZURRE (Pleistocene inferiore)

TRUBI (Pliocene inferiore)

GESSE (Miocene superiore)

MARNE ARGILLOSE VERDI (Miocene medio-superiore)

ALTERNANZA CALCARENITICO-MARNOSA (Oligocene superiore-Miocene inferiore)

Si evidenzia una lacuna di sedimentazione tra il Pliocene medio e i sottostanti Trubi; si fa notare inoltre che le calcareniti marine e i depositi limnici sono in eteropia latero-verticale.

I Gessi messiniani e le argille pleistoceniche non affiorano, ma la loro presenza è nota attraverso i dati di perforazioni in varie zone della pianura.

I depositi di riempimento dell'avanfossa ricoprono un substrato carbonatico costituito dalle stesse successioni iblee affioranti più ad est, che in questa area si ritrovano geometricamente ribassate e sepolte per effetto della gradinata di faglie. Queste ultime hanno accompagnato la flessura dell'avampaese causata dal carico della porzione frontale della catena siciliana. Queste faglie possiedono una pronunciata componente estensionale del rigetto, sono dirette NE-SO e ribassano le successioni iblee verso NO.

A questo sistema di faglie estensionali si associa un secondo importante sistema di dislocazioni neotettoniche, individuato come sorgente sismogenetica, che caratterizza il limite tra l'altopiano ibleo e la Piana di Vittoria, ma che è ampiamente riconoscibile anche all'interno dell'altopiano stesso.

Questo sistema di faglie neotettoniche possiede una componente di trascorrenza ed è rappresentato da due principali sistemi di faglie i cui picchi di frequenza si dispongono lungo gli allineamenti NO-SE e NE-SO. Queste faglie dislocano i depositi affioranti nella Piana di Vittoria, soprattutto nel settore orientale.

I depositi più antichi affioranti sono rappresentati dai "Trubi", cioè da marne calcaree e calcari marnosi, spesso in alternanze decimetriche. I "Trubi" sono generalmente ricoperti da argille di mare profondo, ad eccezione del settore più orientale della piana, dove essi vengono sostituiti da biocalcareni (Qc) del Pleistocene inf., spesse mediamente 40-50 m da.

Le biocalcareni sono lateralmente eteropiche con delle argille grigio-azzurre (presenti nel sottosuolo del settore occidentale della piana), laddove raggiungono spessori di 600-700 m. Le argille si arricchiscono verso l'alto progressivamente in silt argilloso, fino a sfumare a sabbie gialle di mare basso.

Le biocalcareni passano gradualmente (nella zona del Fiume Ippari) a sedimenti limnici (Ql) del Pleistocene inf. costituiti da calcari marnosi, silts biancastri e travertini, con spessore massimo di 50 m (MA. Conti, I. Di Geronimo, D. Esu, M. Grasso – Il Pleistocene in facies limnica di Vittoria (Sicilia meridionale)).

Infine, i depositi più recenti sono rappresentati da sabbie marine fini, gialle e rossastre (Qms) discordanti su vari termini del substrato pleistocenico e prepleistocenico, ed aventi uno spessore sino ad alcune decine di metri.

La successione descritta è troncata superiormente da superfici di abrasione marina (Tm) del Pleistocene medio, occasionalmente ricoperte da sottili depositi di mare basso.

Questi depositi sommitali sono in particolare quelli riferibili all'area relativa al sito in esame.

A1c – A1d - INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

(Elaborato di riferimento: “Carta Geomorfologica” e “Carta delle Pericolosità Geologico-sismiche e di Fattibilità”)

La morfologia del massiccio calcareo dei Monti Iblei si presenta oggi profondamente inciso dalle forre scavate dai torrenti, localmente denominate “cave”, a formare lunghe e profonde gole, strette fra ripide scarpate e rupi di calcare bianco (“Piano di tutela delle acque della Sicilia” Bacino idrogeologico Monti Iblei (R19IB)). Si tratta di una morfologia fluvio-carsica prodotta dalla erosione meccanica delle acque e della corrosione chimica dei calcari da parte delle acque acide. È una rete dendritica di valli che drenano il deflusso superficiale nel settore sud-occidentale verso Sud con recapito nel Mare Mediterraneo, nel settore settentrionale e orientale verso Est con recapito nel Mare Ionio. Morfologie di bassopiano con altitudini fra 100 e 200 m s.l.m. si hanno: nel settore occidentale in corrispondenza della Piana Comiso-Vittoria-Acate, interessata dalle incisioni dei fiumi Ippari e Dirillo, nel settore sudorientale in corrispondenza del bassopiano Ispica-Rosolini-Pachino, interessato dalla depressione della Vallata del Tellaro e nel settore orientale lungo la costa fra Avola e Siracusa e il Graben di Floridia percorso dall’Anapo. Nel settore settentrionale, infine, dai rilievi morfologici delle vulcaniti plio-pleistoceniche si passa verso Est al bassopiano della valle del Leonardo. Relativamente alla morfologia della Piana di Vittoria e dunque all’area d’indagine, essa è in stretta relazione con la natura dei terreni affioranti e con le vicissitudini strutturali che nel tempo hanno interessato l’intero Avampaese Ibleo.

La Piana di Vittoria degrada dolcemente da NE verso SW, a partire da una quota di circa 220 m s.l.m. e fino al livello del mare, con una pendenza media dell’1,5% circa. Essa si presenta secondo ampie forme ondulate risultanti dall’azione erosiva delle acque di ruscellamento superficiale che incidono un substrato costituito da depositi argillosi e sabbiosi. L’area in esame, si colloca in particolare all’interno di tale Piana, alla destra del fiume Ippari in prossimità della costa di Scoglitti ed è caratterizzata (vedi Carta Geomorfologica in allegato) da “Terreni semicoerenti a media erodibilità”. Tale pianura si presenta molto uniforme e, solamente in corrispondenza di rilievi di Cozzo Telegrafo e Serra San Bartolo che fungono da spartiacque tra il corso del fiume Ippari a Sud e del Dirillo a Nord, si ha l’interruzione di tale uniformità (“Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico (P.A.I.)” Bacino Idrografico del Fiume Ippari (080) ed aree comprese tra il bacino del F. Acate – Dirillo (079) e il bacino del F. Irmínio (081)).

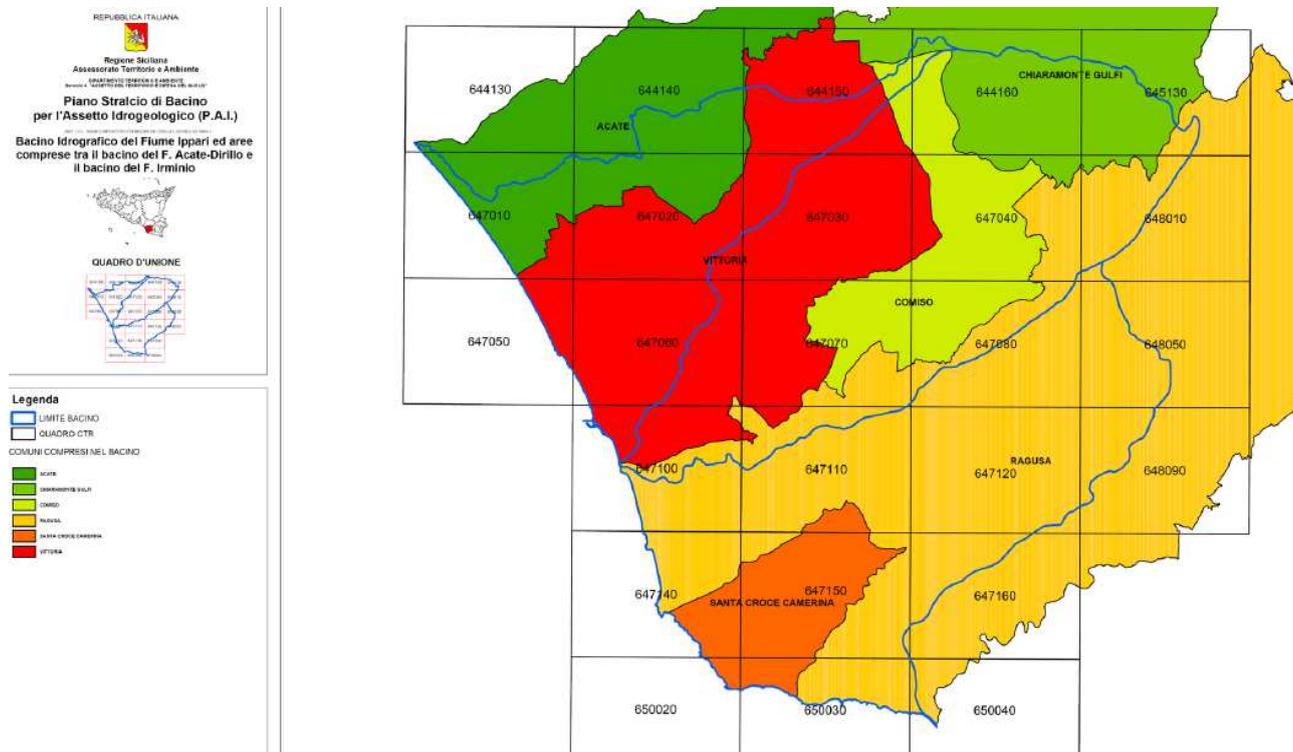
Per quanto concerne l’assetto morfologico, l’area di stretto interesse progettuale ed un suo significativo intorno sono caratterizzati da un prevalente andamento pianeggiante tipico di ambiente costiero e fluvio-palustre, a cui si sostituiscono, nelle zone più interne, morfologie più ondulate in corrispondenza di alti strutturali.

Bacino idrografico superficiale

Il terreno in esame, oggetto di questo studio, dal punto di vista della sua localizzazione geografica, ricade ad ovest del limite del bacino idrografico del fiume Ippari (quadro n. 647100), il quale si colloca interamente nel territorio della provincia di Ragusa e che occupa una superficie di circa 259,06 Km² e lunghezza dell’asta principale di circa 30 Km. Lungo il suo percorso il fiume Ippari attraversa in particolare i territori dei Comuni

di Acate, Chiaramonte Gulfi, Comiso, Ragusa, Santa Croce Camerina e Vittoria sino a sfociare nel Mar Mediterraneo alla Punta della Camerina, col nome di fiume della Camerina (“Piano di tutela delle acque della Sicilia” Bacino Idrografico Ippari (R19080)).

QUADRO D'UNIONE



Pericolosità e rischio geomorfologico

L'area non rientra in zone classificate a rischio idrogeologico o idraulico e storicamente non sono noti eventi calamitosi.

Dall'esame della cartografia di natura vincolistica esistente non risulta che il sito ricada in aree soggette a prescrizioni derivanti dal P.A.I.. Si tratta di un settore morfologicamente sicuro e non soggetto a processi di instabilità o di dissesto.

Tale assetto è ben rappresentato graficamente sia dalla “CARTA DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO”, sia dalla “CARTA DEI DISSESTI” N° 16 del P.A.I. (Comuni di Vittoria - Ragusa), entrambe presenti in allegato (da “Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)”

Bacino Idrografico del Fiume Ippari (080) ed aree comprese tra il bacino del F. Dirillo (079) e il bacino del F. Irminio (081), della C.T.R. n° 647100).

In definitiva, le caratteristiche del sito, dal punto di vista delle prescrizioni vincolistiche del P.A.I., non danno luogo ad alcuna preoccupazione tale da inibirne la destinazione urbanistica.

Tuttavia, il sito in oggetto, all'interno dello Studio geologico del P.R.G. del Comune di Vittoria vigente, rientra in un'area che all'interno della “Carta della Fattibilità Geologica – Tav. 9D – Scoglitti – scala 1:10.000” di cui è presente uno stralcio in allegato, si colloca in Categoria 2°: Aree di edificabilità, insediamenti e attività a

condizioni con prescrizioni e più precisamente nella Categoria 2/c: zone soggette ad amplificazione sismica locale per effetti stratigrafici.

La carta di fattibilità è una carta di pericolosità che fornisce indicazioni in ordine alle limitazioni e destinazioni d'uso del territorio. Essa viene utilizzata congiuntamente alle "norme geologiche di piano" che riportano la relativa normativa d'uso (prescrizioni per gli interventi urbanistici, studi ed indagini da effettuare per gli approfondimenti richiesti, opere di mitigazione del rischio, necessità di controllo dei fenomeni in atto o potenziali, necessità di predisposizione di sistemi di monitoraggio e piani di protezione civile).

A1c – A1d - INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

(Elaborati di riferimento: “Carta Idrogeologica” e “Carta delle Pericolosità Geologico - sismiche e di Fattibilità”)

Bacino idrogeologico

Dal punto di vista idrogeologico, il corpo idrico all'interno del quale s'inserisce l'area di studio, appartiene al cosiddetto settore Sud-occidentale dei Monti Iblei. Questo settore è stato suddiviso in due corpi idrici: il corpo idrico Ragusano e la Piana di Vittoria del quale fa parte il sito di studio.

In particolare, il corpo idrico carbonatico terziario della Formazione Ragusa, appartenente all'elemento strutturale di Avampaese, occupa il settore Sudoccidentale dell'altopiano Ibleo. Esso è delimitato dal Fiume Tellaro ad Est, mentre ad Ovest il limite diviene indefinito per effetto della presenza delle sovrastanti coltri plio-quadernarie della Piana di Comiso-Vittoria. Al di sotto di tali coperture, il corpo idrico costituisce un primo acquifero nei terreni calcarenitico-sabbiosi pleistocenici, a media profondità (da 50 a 100 m) e un secondo acquifero più profondo, nel substrato carbonatico della Formazione Ragusa, confinato dalle marne della Formazione Tellaro. La profondità di questo secondo acquifero, più produttivo, varia in relazione all'andamento strutturale a blocchi variamente ribassati e rialzati che costituiscono il settore depresso del plateau che fa da transizione all'avanfossa di Gela. Localmente è altresì presente, intercalato fra le suddette falde, un acquifero, non continuo, nei termini della serie evaporitica, contraddistinto da acque dal caratteristico odore solforoso e nel complesso di scarso interesse produttivo.

Inquadramento idrogeologico del sito

Dal rilevamento geologico, dall'esame stratigrafico dei pozzi vasca circostanti il sito e dalla misurazione dei livelli freatici dai quali essi attingono, è stato ricostruito l'assetto idrogeologico dell'area strettamente interessata dall'intervento. I pozzi censiti sono con profondità variabili dai 6 ai 30 metri e attingono quindi all'acquifero superficiale.

L'acquifero superficiale, del tipo a falda libera, nelle immediate vicinanze del sito, ha evidenziato un livello statico di circa $3,50 \pm 0,50$ m dal p.c. a seconda delle fluttuazioni stagionali. Esso ha sede nel complesso conglomeratico-sabbioso con caratteristiche di falda freatica dal comportamento idraulico discontinuo, determinato sia dalle sue variazioni granulometriche e di cementazione, sia dallo spessore complessivo della formazione e sia infine dalla natura e dall'andamento del suo substrato.

L'acquifero possiede una permeabilità di medio-alto grado, compresa tra 10^{-2} e 10^{-3} cm/s, di tipo misto, cioè dovuta a porosità, laddove prevalgono i litotipi incoerenti o debolmente cementati e a fessurazione, laddove prevalgono i termini prettamente calcarenitico-conglomeratico. Trattasi di un acquifero senza alcuna protezione, e per i motivi sopra citati, presenta una elevata vulnerabilità.

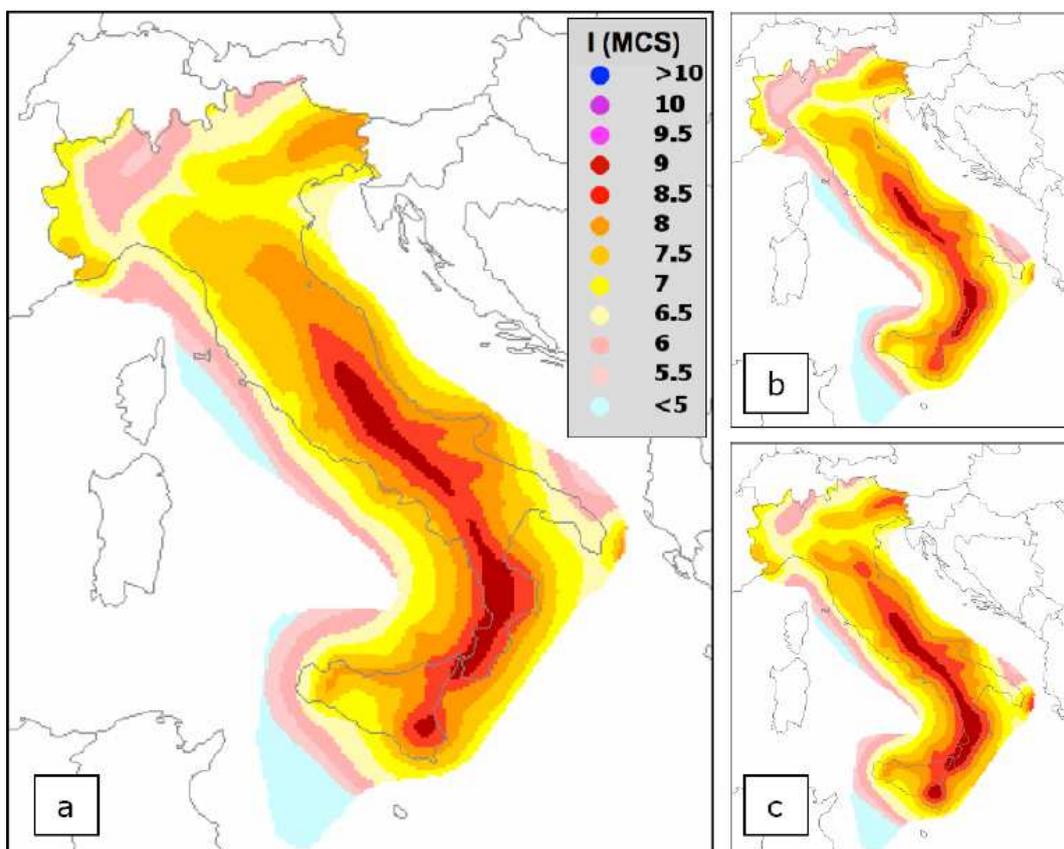
Per quanto riguarda la situazione idrologica si rileva, in tutta l'area di interesse, l'assenza di un reticolo idrografico ben marcato.

Le caratteristiche di permeabilità dei terreni affioranti inducono ad escludere rischi da potenziali fenomeni di alluvionamento e ristagno delle acque meteoriche superficiali sia perché l'infiltrazione di queste ultime è prevalente sul ruscellamento superficiale, la cui aliquota viene drenata dalle opere di urbanizzazione primaria, sia per la moderata acclività del profilo topografico che toglie energia alle eventuali residue acque defluenti in superficie.

CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Caratteristiche sismico-tettoniche del plateau ibleo

L'analisi e l'elaborazione statistica dei dati sismici desunti dai terremoti di massima intensità, avvenuti in Italia negli ultimi mille anni, hanno avuto come risultato la pubblicazione, nel corso di due decenni, da parte di ENEL, CNR, GNDT, INGV, di una serie di mappe di zonazione del rischio sismico nazionale, ai fini della protezione civile e dei criteri di progettazione tecnica in zona sismica, che vedono la Sicilia come una delle regioni d'Italia in cui si ha la maggiore probabilità di terremoti di elevata intensità macrosismica e magnitudo, specialmente per periodi di ritorno maggiori di 100 anni.



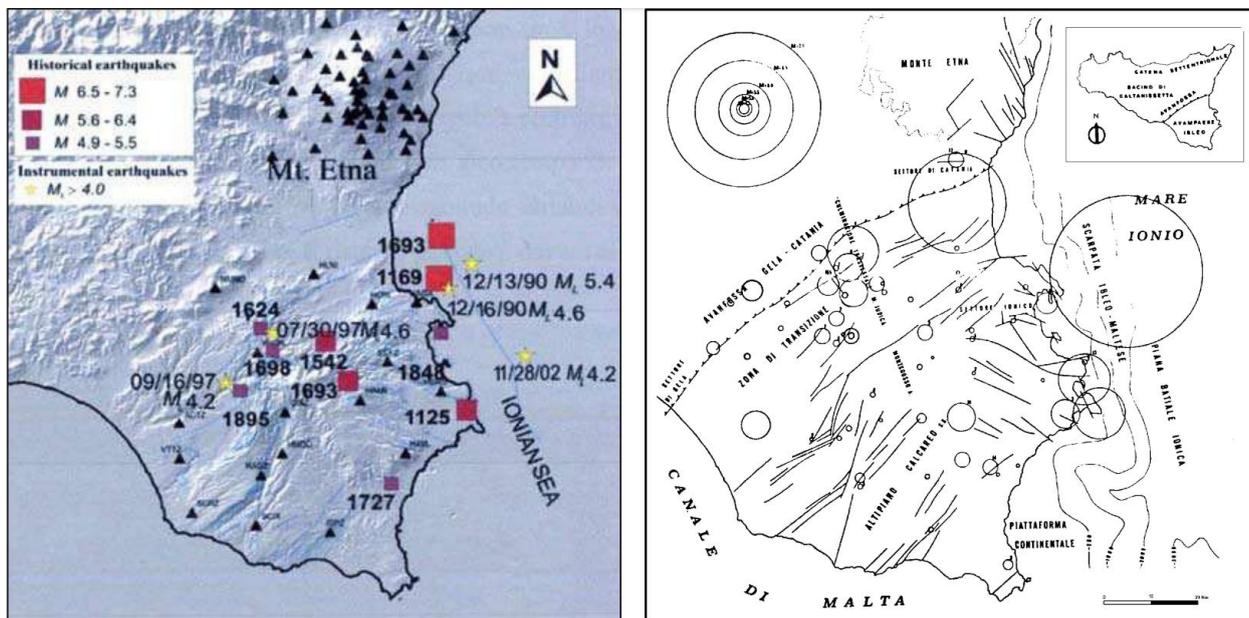
Mappe di pericolosità sismica in termini di intensità macrosismica (I_{max}), con probabilità di superamento del 10% (PR=475 anni) in 50 anni, per l'Italia continentale e Sicilia. a) mediana; b) 16mo percentile; c) 84mo percentile. (D7, INGV, 2007)

Probabilità di eccedenza in 50 anni %	Periodo di ritorno (anni)	Frequenza annuale di superamento	Valori massimi di I_{max}		
			Mediana	16mo	84mo
50	72	0.0139	7.36	7.34	7.41
10	475	0.0021	9.06	9.21	8.94
5	975	0.0010	9.60	9.45	9.81
2	2475	0.0004	10.30	10.00	10.50

Valori di massima intensità macrosismica (I_{max}) per 4 diversi periodi di ritorno per la Sicilia. (D7, INGV, 2007)

In particolare, è il settore Ibleo quello dove sono state stimate le massime intensità macrosismiche, per i terremoti del 1169, 1693, 1818, tra il IX e l'XI grado MCS.

Nel dettaglio, la distribuzione degli epicentri dei terremoti a magnitudo $M_{max} = 5,2 - 6,4$ è più addensata verso il margine nord-occidentale del plateau ibleo ed è contrapposta a quella degli epicentri dei terremoti di massima intensità che ricadono nel settore ionico tra Catania ed Augusta, dove la magnitudo stimata è $M_{max} = 7,1$ (1169, 1693, 1818).



Distribuzione della sismicità negli Iblei (Grasso M. et alii, (2000))

Specificatamente, nella zona di stretto interesse, le massime magnitudo locali, storiche e strumentali, sono comprese tra 4,9 e 5,5. In generale, allo stato attuale delle conoscenze, si può mettere in risalto che lungo i margini meridionale e settentrionale del plateau ibleo non vi è evidenza di superficie di faglie di lunghezza di rottura (e/o riattivazione) dell'ordine di almeno 50 km, ipotizzata da Wells & Coppersmith (1994) per l'occorrenza di eventi di magnitudo maggiore di 6, circostanza invece ben documentata lungo la scarpata ibleo-maltese sulla costa ionica.

In ogni caso, comunque, non risultano studi specifici che attestino evidenze di attivazione paleosismica delle strutture del bordo sud-orientale e dell'altipiano calcareo, nell'intervallo da 15.000 anni al presente.

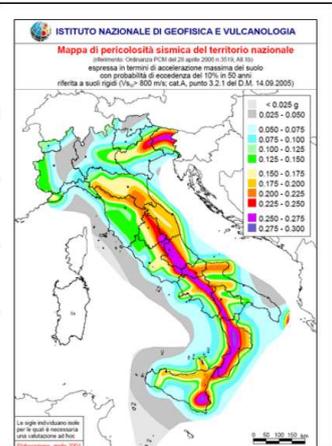
Per quanto concerne la limitata area oggetto del presente studio, non sono note al suo interno strutture tettoniche che in qualche modo possano indurre problemi di stabilità.

Modello sismico del sito – Valutazione dell’azione sismica

Il territorio in esame era classificato sismico ai sensi del D.M. 19.03.1982 ed inserito in zona a rischio terremoti di II categoria con coefficiente d'intensità sismica pari a 0,07 g (S=9).

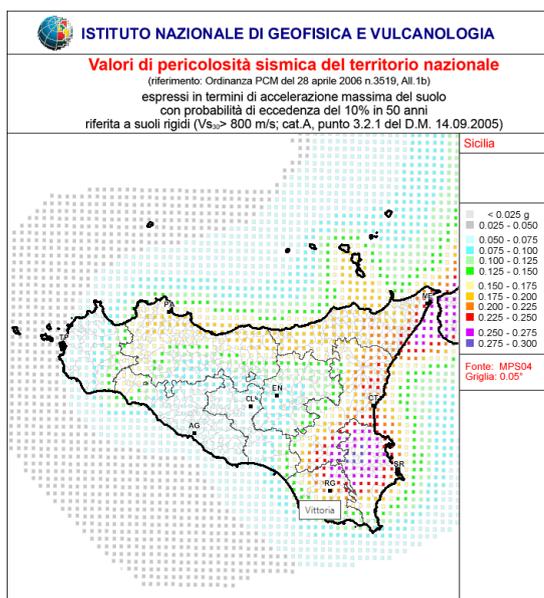
L'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 23.03.2003, riclassificando l'intero territorio nazionale, lo inserì in zona sismica 2 caratterizzata dai seguenti valori di accelerazione orizzontale:

Zona sismica	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [ag/g]	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [ag/g]
1	> 0,25	0,35
2	0,15 – 0,25	0,25
3	0,05 – 0,15	0,15
4	< 0,05	0,05



Con l'entrata in vigore delle NTC 2008 (D.M. 14 gennaio 2008) e successivo aggiornamento del 17 gennaio 2018, la stima della pericolosità sismica viene definita non più tramite un criterio “zona dipendente” ma mediante un approccio “sito dipendente”, partendo dalla “pericolosità sismica di base del territorio nazionale”. Un valore di pericolosità di base definito, per ogni punto del territorio nazionale, su una maglia quadrata di 5 km di lato, indipendentemente dai confini amministrativi comunali.

Per ogni opera, ci si deve riferire ad una accelerazione di riferimento “propria”, individuata sulla base delle coordinate geografiche dell’area di progetto e in funzione della vita nominale dell’opera. Questa accelerazione di riferimento verrà rimodulata in funzione delle caratteristiche sismo stratigrafiche e morfologiche del sito di intervento.



Per ogni opera, ci si deve riferire ad una accelerazione di riferimento “propria”, individuata sulla base delle coordinate geografiche dell’area di progetto e in funzione della vita nominale dell’opera. Questa accelerazione di riferimento verrà rimodulata in funzione delle caratteristiche sismo stratigrafiche e morfologiche del sito di d’intervento.

Pericolosità sismica di base

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni), e successivo aggiornamento del 17 gennaio 2018, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente". Queste Norme pertanto adottano un approccio prestazionale per la progettazione delle strutture nuove e la verifica di quelle esistenti. Nei riguardi dell'azione sismica l'obiettivo è il controllo del livello di danneggiamento della costruzione a fronte dei terremoti che possono verificarsi nel sito di costruzione.

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite previsti nelle NTC, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base", chiamata d'ora in poi pericolosità sismica, del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (ovvero la categoria di suolo A) nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} , nel periodo di riferimento dell'edificio V_R (dove V_R è il periodo di riferimento legato da un coefficiente d'uso C_U alla vita nominale V_N di un'opera strutturale).

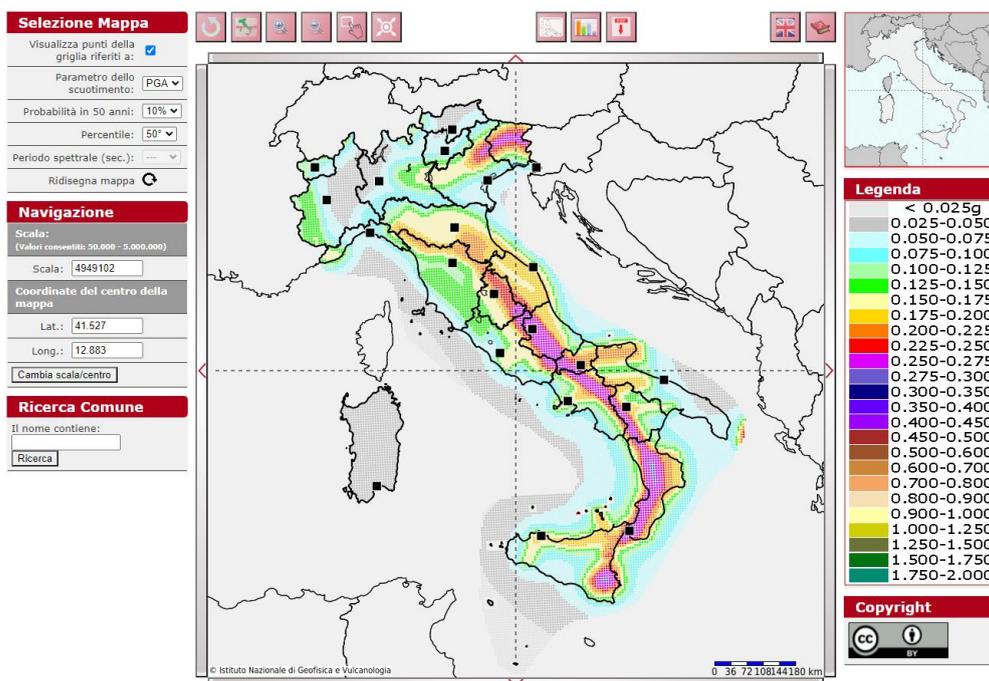
In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica del sito.

La pericolosità sismica in un generico sito deve essere descritta in modo da renderla compatibile con le NTC e da renderla dotata di un sufficiente livello di dettaglio, sia in termini geografici che in termini temporali; tali condizioni possono ritenersi soddisfatte se i risultati dello studio di pericolosità sono forniti:

- in termini di valori di accelerazione orizzontale massima a_g e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle NTC, nelle condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale sopraccitate;
- in corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento) i cui nodi sono sufficientemente vicini fra loro (distanti non più di 10 km);
- per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno dell'azione sismica T_R ricadenti in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 30 e 2475 anni, estremi inclusi.

L'azione sismica così individuata viene successivamente variata, nei modi specificati nelle NTC, per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo effettivamente presente nel sito di costruzione e dalla morfologia della superficie. Tali modifiche, caratterizzano la risposta sismica locale.

Allo stato attuale la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/>.



Le azioni di progetto quindi si ricavano, ai sensi delle NTC, dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali. Le forme spettrali previste nella vigente normativa (NCT) sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri seguenti:

- a_g accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Per ciascun nodo del reticolo di riferimento i tre parametri si ricavano attribuendo:

- ad a_g il valore previsto dalla pericolosità sismica;
- a F_0 e T_c i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica.

Le forme spettrali previste dalle NTC sono caratterizzate da prescelte probabilità di superamento e vite di riferimento. A tal fine occorre fissare:

- la vita di riferimento VR della costruzione;
- le probabilità di superamento nella vita di riferimento P_{VR} associate a ciascuno degli stati limite considerati, per individuare infine, a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili, le corrispondenti azioni sismiche.

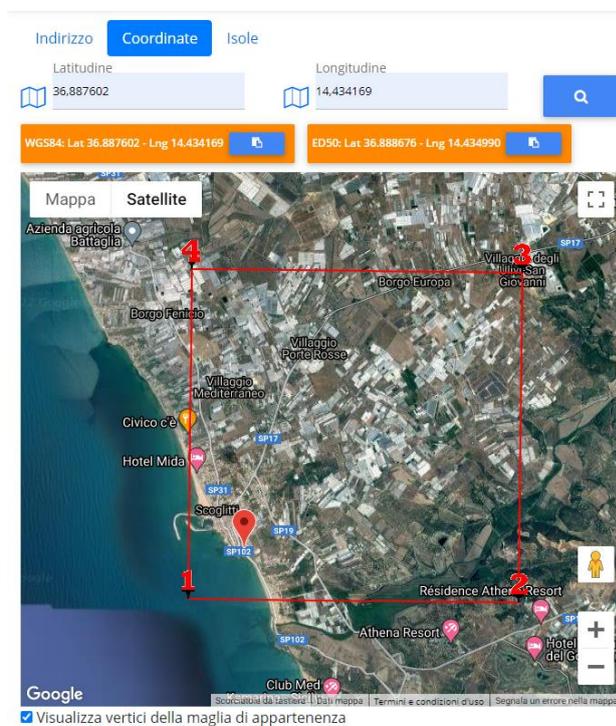
Tale operazione deve essere possibile per tutte le vite di riferimento e tutti gli stati limite considerati dalle NTC; a tal fine è conveniente utilizzare, come parametro caratterizzante la pericolosità sismica, il periodo di

ritorno dell'azione sismica TR, espresso in anni. Fissata la vita di riferimento VR, i due parametri TR e P_{VR} sono immediatamente esprimibili, l'uno in funzione dell'altro, mediante l'espressione:

$$TR = - [VR / \ln (1 - P_{VR})]$$

I valori dei parametri a_g , F_0 e T_c relativi alla pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento sono forniti nelle tabelle riportate nell'Allegato B delle NTC.

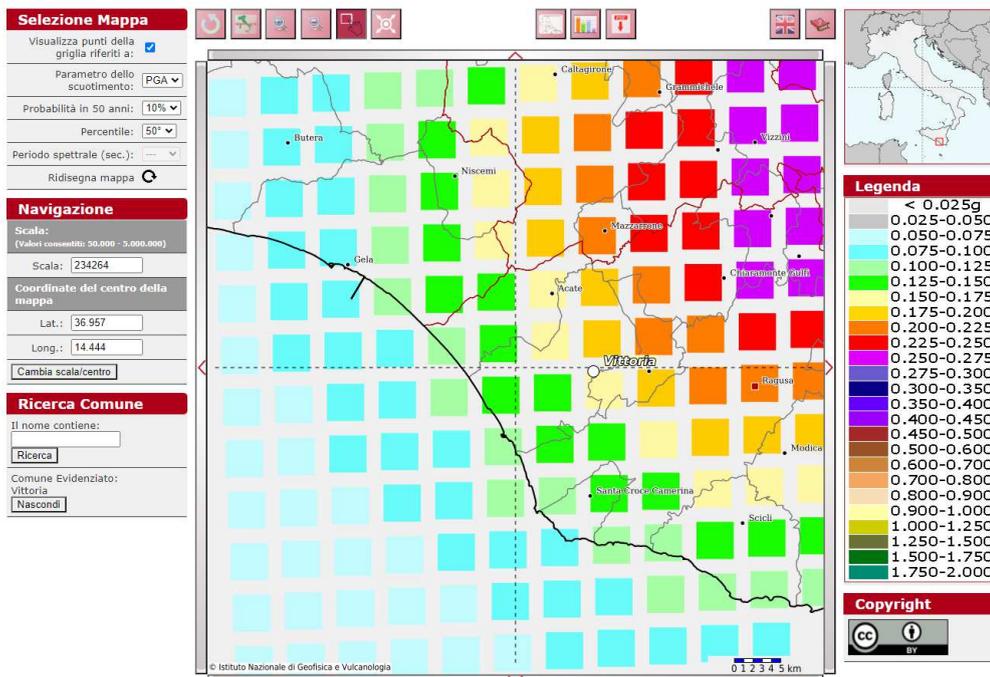
In riferimento a quanto sopra si riportano a seguire le coordinate geografiche relative alla zona d'interesse e i parametri che caratterizzano la pericolosità sismica di base determinati con l'utilizzo del software GEOSTRU PS ADVANCED:



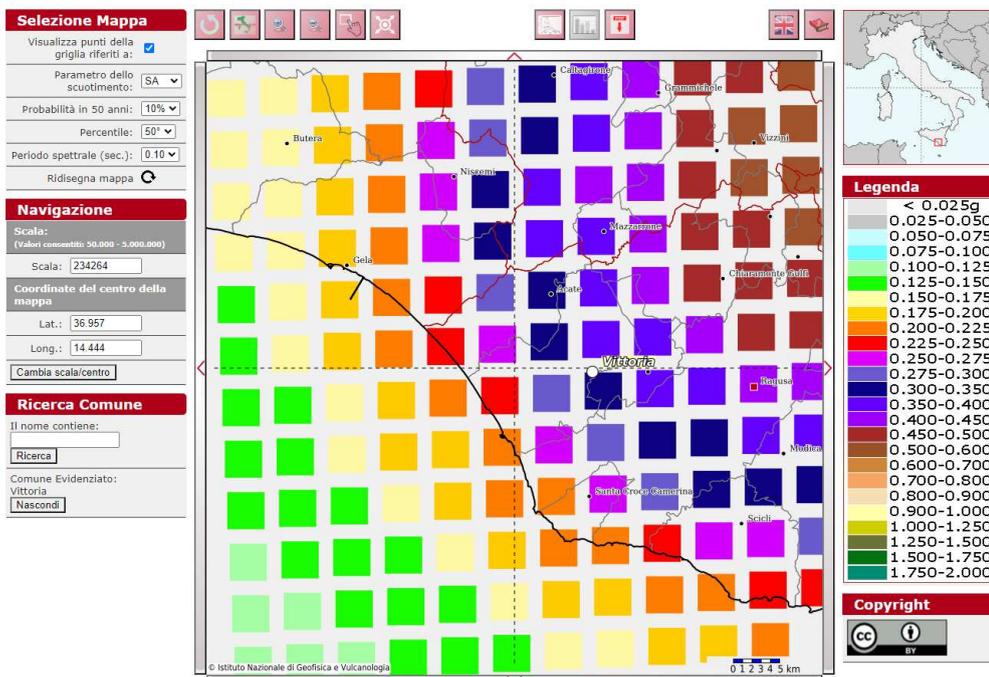
L'area di interesse, ricade tra i seguenti 4 punti nodali della maglia del reticolo di riferimento, le cui coordinate sono espresse in ED50:

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	50742	36,880930	14,424370	1278,3
Sito 2	50743	36,880370	14,486590	4681,3
Sito 3	50521	36,930370	14,487330	6568,8
Sito 4	50520	36,930930	14,425060	4780,7

Mappa dei nodi che interessano il sito secondo il parametro ag



Mappa dei nodi che interessano il sito secondo il parametro Se



Indagine geofisica del sito mediante tecnica MASW_Re.Mi.

L'analisi multicanale delle onde superficiali di Rayleigh MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una efficiente ed accreditata metodologia sismica per la determinazione delle velocità delle onde di taglio VS. Tale metodo utilizza le onde superficiali di Rayleigh registrate da una serie di geofoni lungo uno stendimento rettilineo e collegati ad un comune sismografo multicanale. Le onde superficiali di Rayleigh, durante la loro propagazione vengono registrate lungo lo stendimento di geofoni e vengono successivamente analizzate attraverso complesse tecniche computazionali basate su un approccio di riconoscimento di modelli multistrato di terreno.

La metodologia per la realizzazione di una indagine sismica MASW prevede tre passi fondamentali:

1. acquisizione multicanale dei segnali sismici, generati da una sorgente energizzante artificiale (maglio battente su piastra in alluminio), lungo uno stendimento rettilineo di sorgente-geofoni;
2. estrazione del modo fondamentale dalle curve di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh (una curva per ogni acquisizione); il modo fondamentale non è altro che un'onda semplice definita da una coppia di valori frequenza-numero d'onda, dove il numero d'onda è quello più grande;
3. inversione delle curve di dispersione per ottenere profili verticali 1D delle VS (un profilo verticale posizionato nel punto medio di ogni stendimento geofonico);
4. Conseguimento della velocità equivalente nei primi 30 m di profondità Vs30 e da essa la categoria sismica del suolo, secondo la normativa sismica vigente.

Alla luce di quanto sopra, l'ammasso investigato risulta avere le seguenti caratteristiche:

Suolo tipo		C				
	hi	zi	Vsi	hi/Vsi	Vs, equ	
	spessori (m)		(m/s)	(s)	(m/s)	
H	h1=	1	0	240	0,004167	335
(m)	h2=	3	1	257	0,011673	
30	h3=	4	4	299	0,013378	
	h4=	22	8	365	0,060274	
	somma	30			0,089492	

La normativa applicata è il DM 17 gennaio 2018; il sito appartiene alle classi A, B, C, D, E (alluvionale, ghiaia, sabbia, limo, argilla, roccia) e si può fare riferimento all'approccio semplificato; il sito non è suscettibile di liquefazione e non è argilla sensitiva; l'unità geotecnica dello strato rigido è la numero 4; le caratteristiche meccaniche degli strati migliorano gradualmente con la profondità;

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato; (D.M. 17.01.2018);		
Categori e suolo	PROFILO STRATIGRAFICO	Vs, equ m/s
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m	> 800
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.	< 800 > 360
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 equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.	< 360 > 180
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.	< 180 > 100
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.	

FASE DI
DETTAGLIO
A2

Anche per la fase di dettaglio si è fatto riferimento allo studio geologico allegato al vigente P.R.G., pertanto si è proceduto solo ad una verifica dello stesso relativo alla zona in esame e prodotto a maggiore scala di dettaglio la carta geologico-geomorfologica e la carta litotecnica, entrambe in scala 1:2.000.

Tuttavia, la carta di sintesi per la pianificazione generale (A2b), è stata realizzata evidenziando le prescrizioni solo per l'area su cui insiste il lotto in esame.

La verifica è stata strutturata in vari passaggi:

Cartografie di analisi (A2a);

Cartografie di sintesi (A2b).

Tutta la relativa cartografia di riferimento è presente in allegato.

A2a - CARATTERI GEOLOGICI

(Elaborato di riferimento: "Carta Geologico-Geomorfologica")

Successione litostratigrafia

La geologia della zona studiata, estesa ad un significativo intorno dell'area di intervento, evidenzia la presenza in affioramento di depositi marini terrazzati (Tm), disposti in più ordini e correlabili con i depositi marini di facies costiera, di età compresa tra il pleistocene inferiore (Qc) e il pleistocene medio (Qmc e Qms) come definite nella Carta Geologica del Settore Centro - Meridionale dell'altopiano Ibleo, Provincia di Ragusa, Sicilia Sud - Orientale - scala 1:50.000 (Prof. M. Grasso ed Altri Università di Catania - Prov.Reg.Ragusa, (1997)).

I terrazzi correlabili con Qc sono quelli giacenti a quote intorno ai 300m, quelli correlabili con Qmc e Qms sono presenti fino a quote massime di 200m e sono costituiti quasi sempre da spianate di abrasione con rari depositi costituiti da lembi di calcareniti bruno-giallastre a grana grossolana (Panchina) estendendosi in tutta la piana di Vittoria e giacente sulle sabbie medio pleistoceniche.

I suddetti terrazzi poggiano su sedimenti calcareo marnosi di colore bruno giallastre costituenti la parte apicale della F.ne Tellaro del Messiniano inferiore, passanti a loro volta alle marne grigio azzurre della stessa formazione ascrivibili al Tortoniano superiore. La suddetta successione stratigrafica concorda con quanto riscontrato nei sondaggi esistenti che in quello realizzato all'interno del lotto oggetto della presente.

INQUADRAMENTO LITOTECNICO (*Elaborato di riferimento: "Carta Litotecnica"*)

Data la relativa varietà litologica in cui si articola la zona di studio, i terreni in essa affioranti possono essere ricondotti a una unità litotecnica di copertura.

Unità litotecnica di Copertura Tm:

dal punto di vista litotecnico sono depositi riconducibili alla unità "G1c" di cui all'allegato D della Circolare 3/2014. Rappresentano discreti terreni di fondazione, non sono soggetti a fenomeni di amplificazione sismica o di liquefazione se non in condizioni particolari (presenza di falda a profondità di interesse geotecnico, densità relativa < 30 %, assenza di fino). Si tratta di coltri incoerenti e pseudocoerenti costituite da sabbie a grana medio-fine colorazione da giallo prevalente a rossastro (indice di alterazione subaerea postgenetica in ambiente continentale), con livelli e lenti arenacee debolmente cementate; lo stato di addensamento è buono, solo localmente si ritrovano depositi sciolti.

INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

(*Elaborato di riferimento: "Carta Geologico-Geomorfologica"*)

Le peculiarità morfologiche dell'area oggetto di studio sono in stretta relazione con la natura dei terreni affioranti e con le vicissitudini strutturali che nel tempo hanno interessato l'intero avampese ibleo, del quale la zona studiata fa parte geologicamente, ma nello stesso tempo sono il risultato delle azioni antropiche che nel tempo hanno adattato il territorio alle proprie esigenze. L'area intorno al sito, rientra in un settore morfologicamente sicuro e non soggetto a processi di instabilità o di dissesto. Inoltre non vengono segnalati né fenomeni di ruscellamento areali o concentrati, nè fenomeni di erosione superficiali, la cui resistenza è favorita dallo stato di addensamento e dalla giacitura dei terreni di substrato, dal clima mesotermico, dalla debolissima pendenza topografica.

A2b - PIANIFICAZIONE GENERALE

(Elaborato di riferimento: "Carta di sintesi per la pianificazione generale")

Prescrizioni geologiche

L'analisi geologica, geomorfologica, delle caratteristiche litotecniche e di risposta sismica dei terreni affioranti e non dell'area, ha consentito di definire l'idoneità della zona alla nuova destinazione urbanistica ossia l'utilizzo edificatorio.

Dall'analisi delle condizioni geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche nonché di pericolosità sismica del sito si evidenzia quanto segue:

- la cartografia di natura vincolistica esistente **non evidenzia** che il sito ricada in aree soggette a prescrizioni derivanti da strumenti pianificatori geologici quali il P.A.I., mentre relativamente alla pianificazione del vigente P.R.G., l'area in oggetto, rientra in una zona nella quale, in fase di progetto esecutivo, si impone l'approfondimento delle indagini geognostiche volte alla valutazione quantitativa degli effetti di tali fattori in condizioni sismiche.
- Le misure di Vs equivalente pari a **Vs=335 m/s** hanno permesso di qualificare il suolo appartenente alla **categoria C** di cui alle NTC 2018.
- Dal punto di vista topografico invece, non sono presenti nel sito elementi morfologici particolari (creste rocciose, cocuzzoli, dorsali, fondo valle, scarpate, ecc.), tali da configurare scenari di amplificazione sismica locale per effetti topografici. Pertanto, possono essere esclusi fenomeni di amplificazione sismica locale di origine topografica e catalogare il sito in **categoria T1** di cui alle NTC 2018.
- Morfologicamente, il lotto ricade su una zona pianeggiante, nella quale, eventuali opere non avranno particolari problematiche di instabilità o di dissesto.
- Litologicamente, nel sito affiorano terreni che hanno caratteristiche geotecniche buone che, se sottoposti a carichi, non sono soggetti a cedimenti o rotture locali.

Pertanto, alla luce di quanto verificato, il lotto in esame risulta dal punto di vista geologico-geomorfologico utilizzabile dal punto di vista edificatorio.

Vittoria, Gennaio 2022

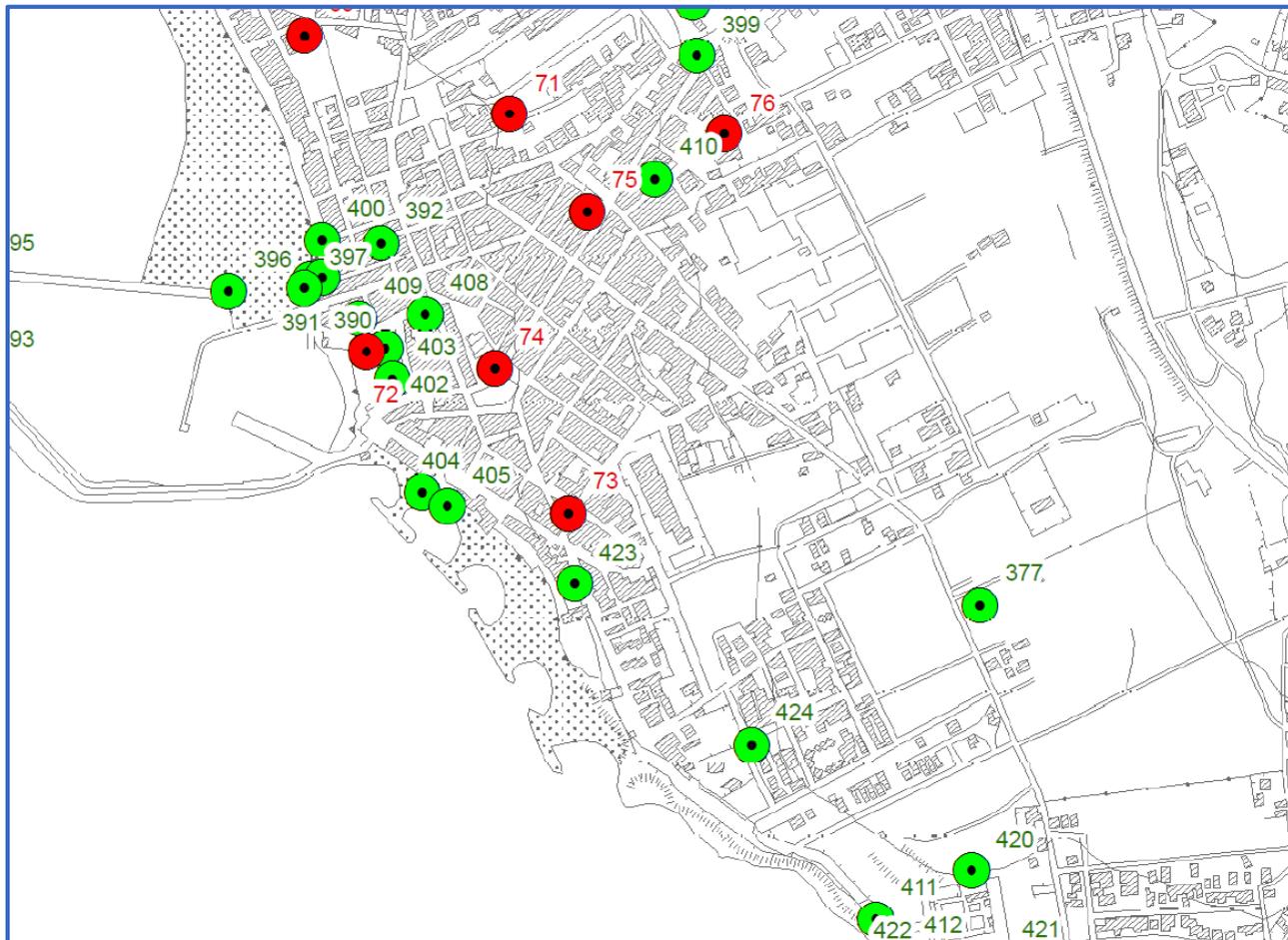


ALLEGATI FASE PRELIMINARE (A1)

- Corografia, scala 1:25.000
- Carta delle indagini
- Carta geologica, stralcio P.R.G. vigente, scala 1:10.000
- Carta geomorfologica, stralcio P.R.G. vigente, scala 1:10.000
- Carta idrogeologica, stralcio P.R.G. vigente, scala 1:10.000
- Carta della pericolosità e del rischio geomorfologico, stralcio P.A.I.
- Carta dei dissesti, stralcio P.A.I.
- Carta della pericolosità geologica, stralcio P.R.G. vigente, scala 1:10.000
- Carta della fattibilità geologica, stralcio P.R.G. vigente, scala 1:10.000

CARTA DELLE INDAGINI

Stralcio Tav. 2d Studio Geologico variante PRG Comune di Vittoria



Legenda

-  Limite provinciale
-  Limite comunale
-  Misure di noise sismico
-  Sondaggi geognostici

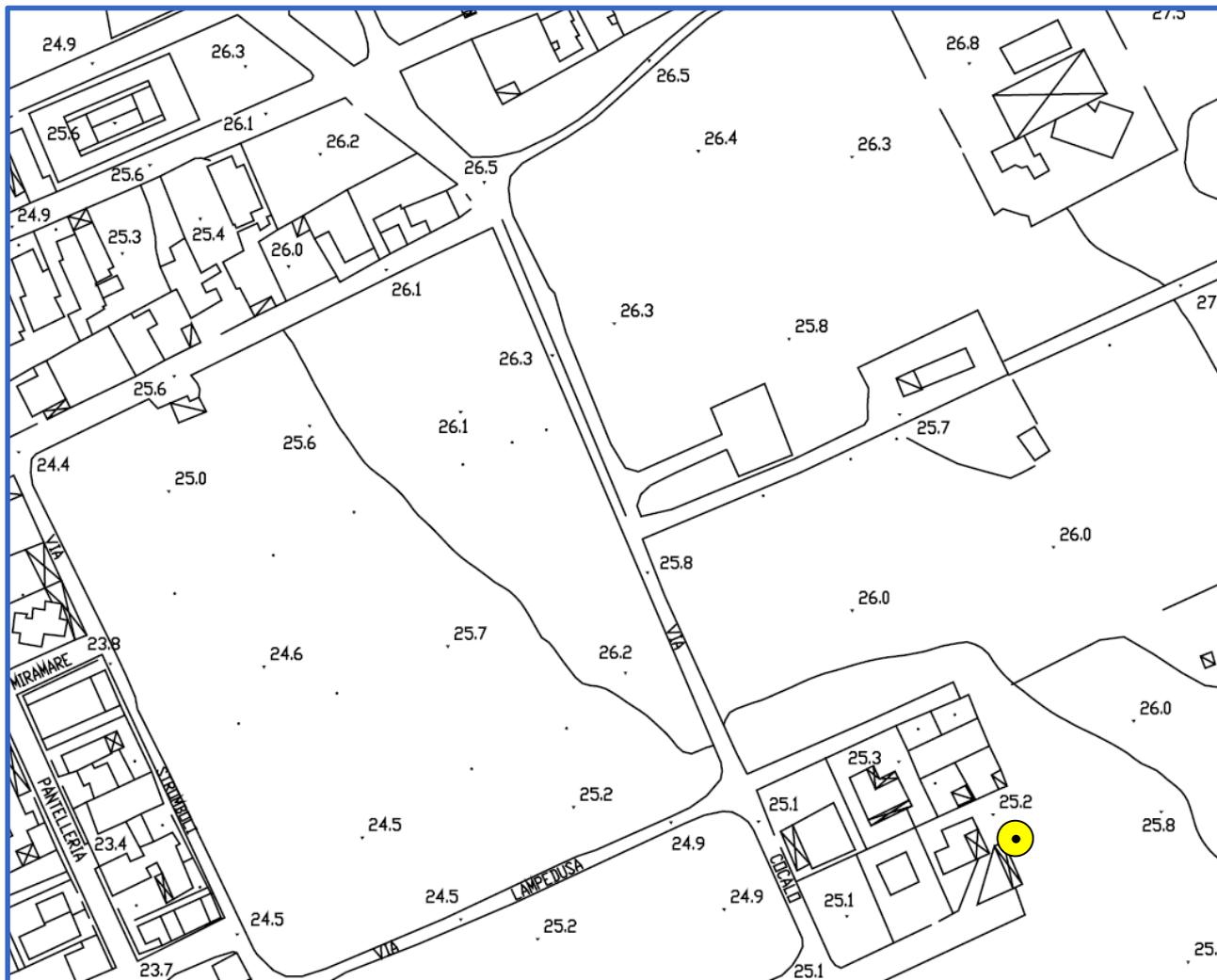
Colonna stratigrafica sondaggio 6/S1 Scoglitti (1985) n.404 nella Carta delle indagini
 Tav. 2d Studio Geologico variante PRG Comune di Vittoria

D. ROBERTO DI VITA Via Gen. Cascino, 86 (Strad. Geol.) Tel. (0932) 985951 97019 VITTORIA			da m.	a ml.	OSSERVAZIONI
LOCALITA': SCOG LITTI					
CONTRADA : Via Messina					
CANTIERE :					
SONDAGGIO N. 6/S1					
MACCHINA OPERATRICE:			L.S.		
DATA :			L.D.		
			Q(l/s)		
QUOTA ASSOLUTA	PROFONDITA' PROGRESSIVA	SPESSORE DELLO STRATO	LEGENDA CODICI STRATIGRAFICI		
00,00	00,00		404		
03,00	03,00		1-2		
03,50	03,50		5-3		
07,56	04,00		5-2		
08,50	01,00		6-1		
18,00	09,50		6-2		

TABELLA LEGENDA CODICI STRATIGRAFICI

0. SUOLO AGRARIO/TOP SOIL	0) terreno agrario con sabbie e ciottoli prevalentemente di colore bruno rossastro
1. TERRENI DI RIFORTO	1)
	1.1. prevalentemente sabbioso-limosi
	1.2. prevalentemente sabbioso-ghiaiosi
2. DETRITI DI FALDA	2) depositi detritici prevalentemente ghiaiosi sabbiosi con rari blocchi
3. DEPOSITI ALLUVIONALI	3) limi-sabbiosi-ghiaiosi
4. DEPOSITI COSTIERI RECENTI	4)
	4.1. prevalentemente limoso-sabbiosi
	4.2. prevalentemente sabbioso-ghiaiosi
5. TERMINI SABBIOSO-CALCARENITICI DELLA SUCCESSIONE PLIO-PLEISTOCENICA	5)
	5.1. calcareniti compatte
	5.2. calcareniti tenere
	5.3. sabbie limose più o meno cementate con intercalazioni di calcareniti
	5.4. sabbie con intercalazioni argillose
	5.5. sabbie
6. TERMINI ARGILLOSI DELLA SUCCESSIONE PLIO-PLEISTOCENICA	6) termini argillosi:
	6.1. prevalentemente sabbioso-limosi
	6.2. prevalentemente limoso-argillosi
7. MARNE CALCAREE E CALCARI MARNOSI (TRUBI)	7)
8. ALTRERNANZA CALCAREA E CALCAREO-MARNOSA DELLA FORMAZIONE RAGUSA	8)
A = Azzurro-grigiastro	
B = Biancastro	
G = Giallastro	

Ubicazione sondaggio per progetto nuova costruzione di un immobile per civile abitazione
in via delle Rose Scoglitti e relativa colonna stratigrafica

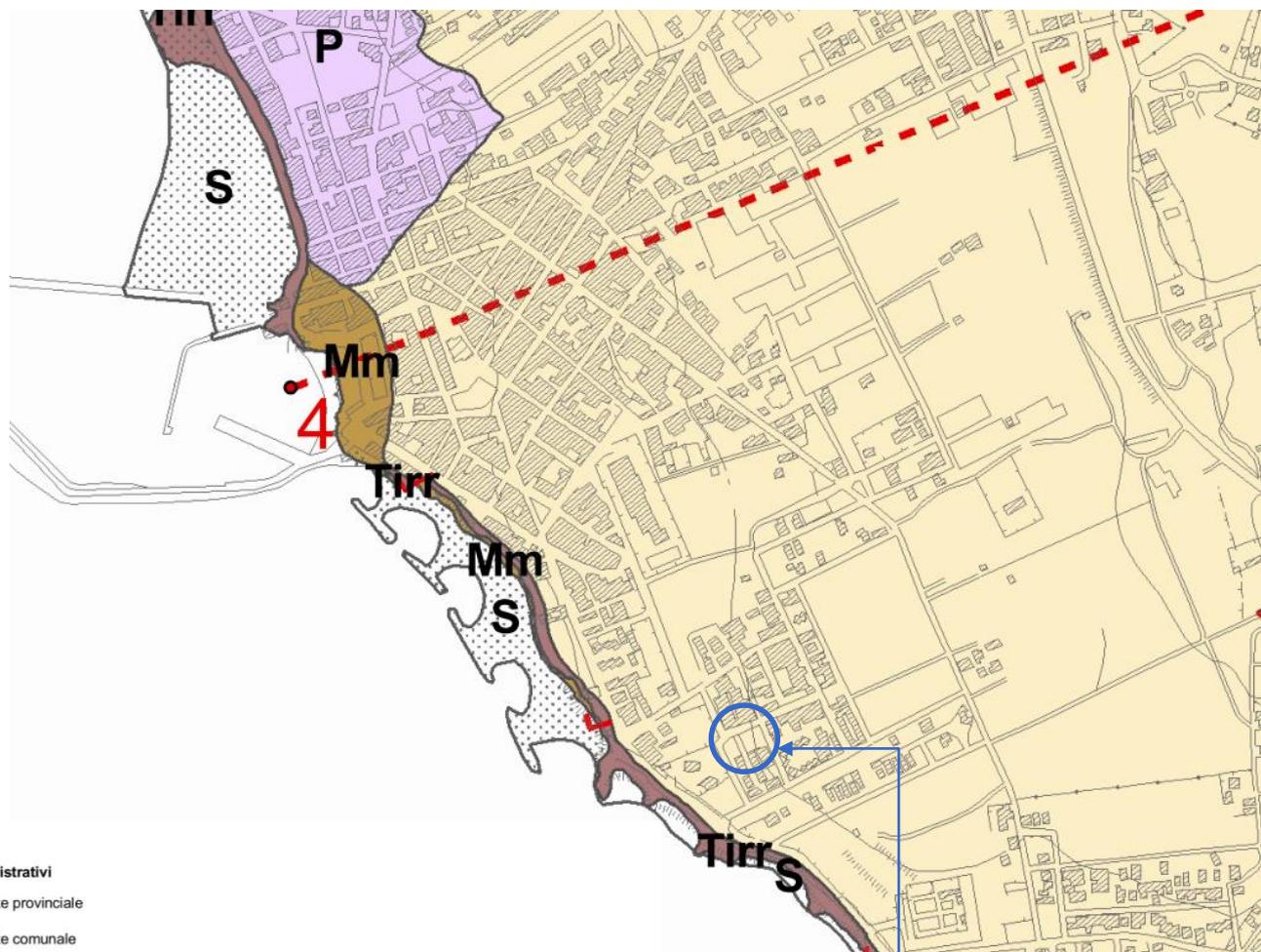


Committente	ITALIANA SVILUPPO s.r.l.		SONDAGGIO S1
Cantiere	Via Delle rose Scogliitti		
Località	Vittoria (RG)		Il geologo Dr. G. Denaro
Data Inizio	16/10/2014	Data Fine	

Scala 1:100	Stratigrafia	Descrizione	Perforazione	Profondità'	Potenza	Cassetta	N° colpi SPT	Falda
1		Sabbie bruno-rossastre	101.00	0.80	0.80	1	28 18 33	
2		Conglomerato sabbioso a tratti cementato		3.00	2.20			
3		Argille liomoso-sabbiose bruno-giallastre		8.00	5.00	2	10 8 10	
4								
5								
6								
7		Argille liomose grigio azzurre		15.00		3		
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								

CARTA GEOLOGICA 1:10.000

Stralcio Tav. 2d Studio Geologico variante PRG Comune di Vittoria



Legenda

Limiti Amministrativi

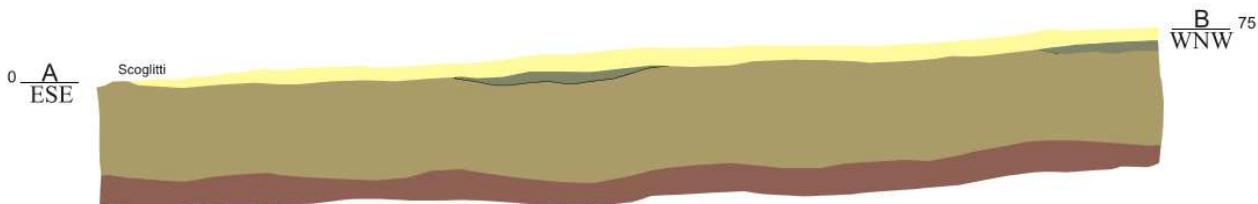
- Limite provinciale
- Limite comunale
- Sezioni
- Faglie potenzialmente attive e capaci

Formazioni geologiche

- R - Riporto e materiale di discarica: sfabbricidi, rifiuti solidi, materiale proveniente da scavi e sbancamenti
- S - Spiagge attuali: sabbie medio-fini gialle a prevalente composizione quarzosa e carbonatica
- Sd - Dune e dune fossili: sabbie eoliche fini giallastre a prevalente composizione quarzosa
- A - Alluvioni attuali e recenti
- P - Depositi palustri antichi: limi nerastrati con livelli
- Tirr - Terrazzi marini (Panchina) (PLEISTOCENE SUPERIORE)
- Tm - Terrazzi marini: sabbie giallastre con livelli arenitici (PLEISTOCENE MEDIO)
- Qms - Sabbie fini giallo-rossastre (PLEISTOCENE MEDIO)
- Ql - Depositi lacustri: calcari marnosi, travertini e silts biancastri (PLEISTOCENE INFERIORE TERMINALE)
- Qc - Calcarenititi e calciruditi detritico-organogene bianco giallastre (PLEISTOCENE INFERIORE)
- Qs - Sabbie medio-fini gialle (PLEISTOCENE INFERIORE)
- Qsa - Alternanza di arenarie fini e silts argillosi (PLEISTOCENE INFERIORE)
- Qa - Argille grigio-azzurre (PLEISTOCENE INFERIORE)
- Pm - Marne calcaree e calcari marnosi "Trubi" (PLIOCENE INFERIORE)
- Mg - Gessi (TORTONIANO SUPERIORE)
- Mm - Mame grigio-azzurre e alternanza marnoso-calcareo (SERRAVALLIANO-TORTONIANO SUPERIORE)
- Mmc - Alternanza calcarenitico-marnosa "Mb. Irminio, Fm. Ragusa" (LANGHIANO)

sito

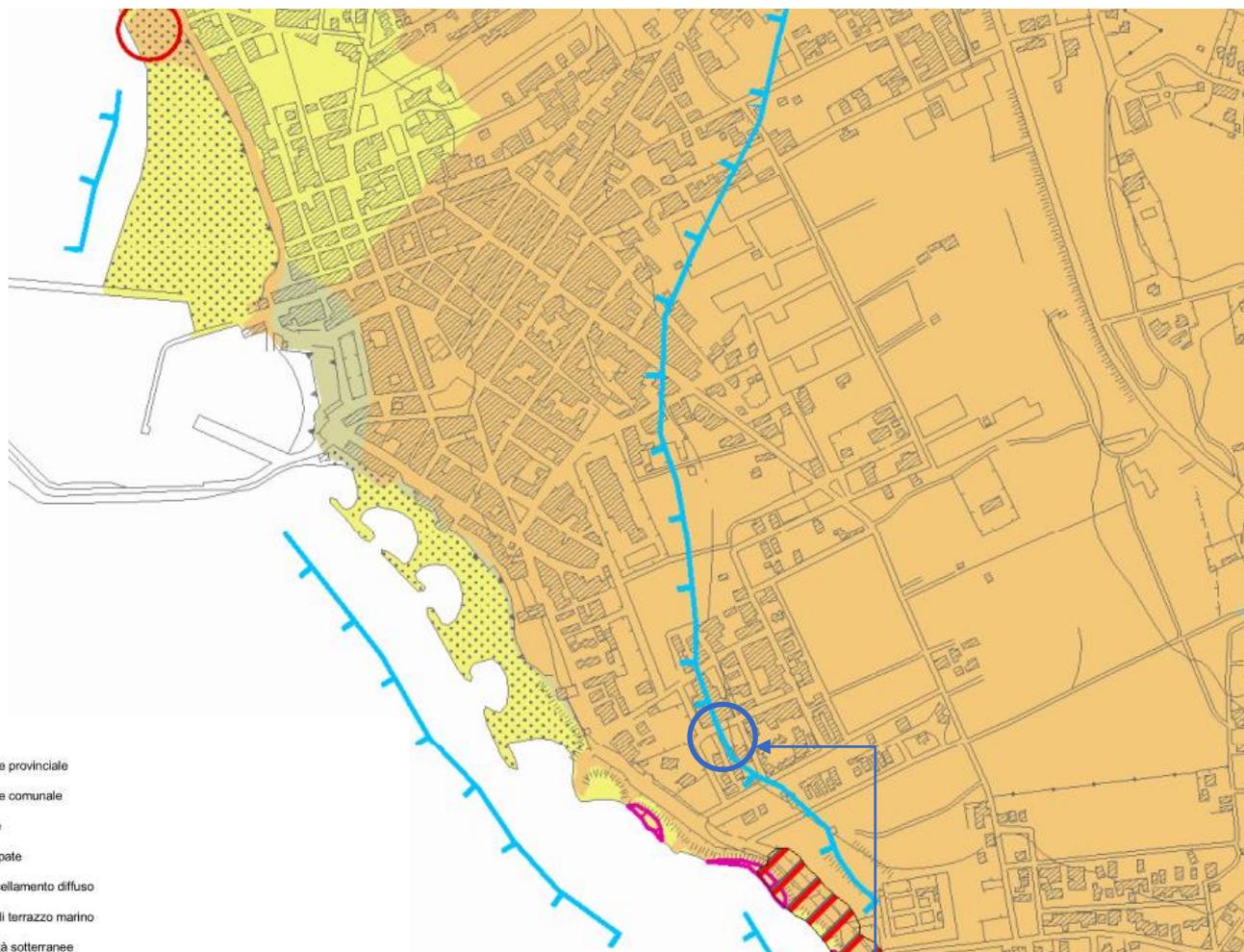
SEZIONE GEOLOGICA



LEGENDA

- S Spiagge
- Sd Dune
- A Alluvioni
- P Depositi palustri
- Tm Terrazzi marini (Pleistocene medio)
- Qms Sabbie fini gialle (Pleistocene medio)
- Ql Depositi lacustri (Pleistocene inferiore)
- Qc Calcareniti organogene (Pleistocene inferiore)
- Qs Sabbie medio-fini gialle (Pleistocene inferiore)
- Qsa Arenarie e silts (Pleistocene inferiore)
- Qa Argille grigio-azzurre (Pleistocene inferiore)
- Pm Trubi (Pliocene inferiore)
- Mg Gessi (Tortoniano superiore)
- Mm Marne grigio-azzurre (Serravalliano-Tortoniano)
- Mmc Mb. Irminio, Fm. Ragusa (Langhiano)

CARTA GEOMORFOLOGICA 1:10.000
 Stralcio Tav. 5d Studio Geologico variante PRG Comune di Vittoria

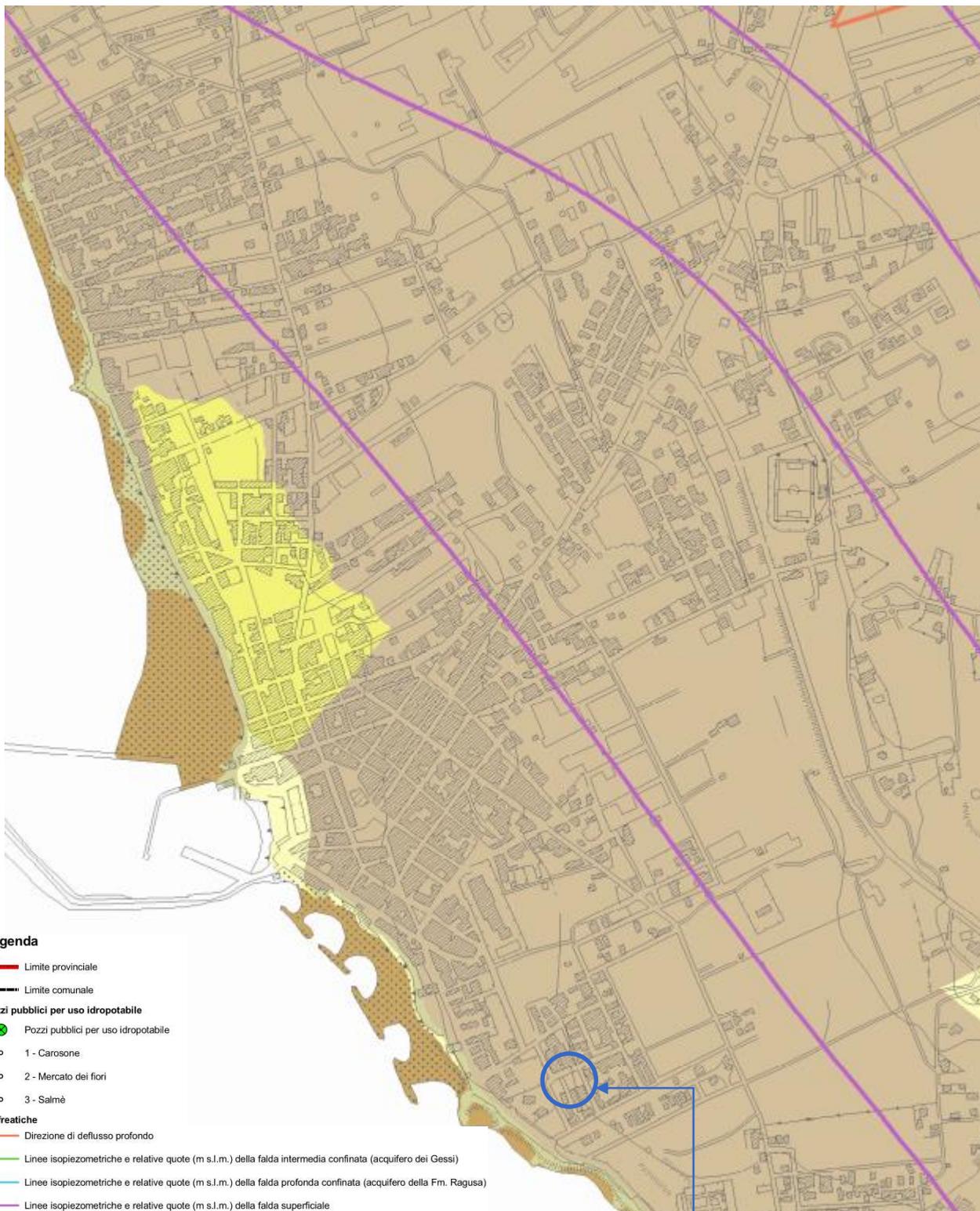


Legenda

- Limite provinciale
- - - Limite comunale
- Cime
- Scarpare
- Ruscellamento diffuso
- Orti di terrazzo marino
- Cavità sotterranee
- Cave
- Discariche
- Geositi**
- ▲ Geologia
- ▲ Geomorfologia
- ▲ Idrogeologia
- Geositi paleontologici
- Pericolosità idraulica**
- Aree soggette ad alluvionamento
- Instabilità dei versanti**
- Frane per crollo e/o ribaltamento
- Frane per scorrimento e/o scivolamento
- Aree potenzialmente instabili**
- Rocce incoerenti, semicoerenti e pseudocoerenti con pendenza > 30%
- Rocce lapidee e tenere con pendenza > 45%
- Erosione costiera**
- Coste sabbiose soggette ad arretramento per erosione
- Grado di coerenza**
- Terreni coerenti per coesione e cementazione (rocce lapidee) (erodibilità nulla)
- Terreni coerenti con matrice (rocce tenere) (bassa erodibilità)
- Terreni semicoerenti (media erodibilità)
- Terreni incoerenti e sciolti (alta erodibilità)
- Terreni pseudocoerenti (elevata erodibilità)

sito

CARTA IDROGEOLOGICA 1:10.000 Stralcio Tav. 6d Studio Geologico variante PRG Comune di Vittoria

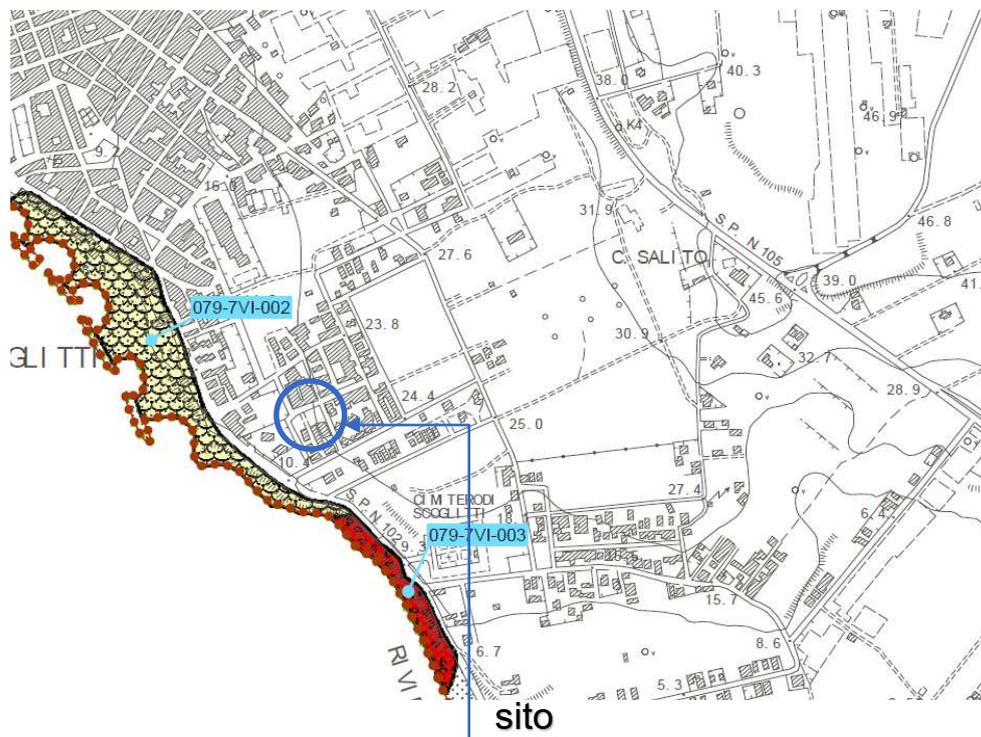


sito

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 Fiume Ippari ed aree comprese tra il bacino del F. Acate-Dirillo e il bacino del F. Irminio



Stralcio carta dei dissesti n.16

LEGENDA

FENOMENI FRANOSI

- Crollo e/o ribaltamento
- Colamento rapido
- Sprofondamento
- Scorrimento
- Frana complessa
- Espansione laterale o deformazione gravitativa (DGPV)
- Colamento lento
- Area a franosità diffusa
- Deformazione superficiale lenta
- Calanco
- Dissesti conseguenti ad erosione accelerata

STATO DI ATTIVITA'

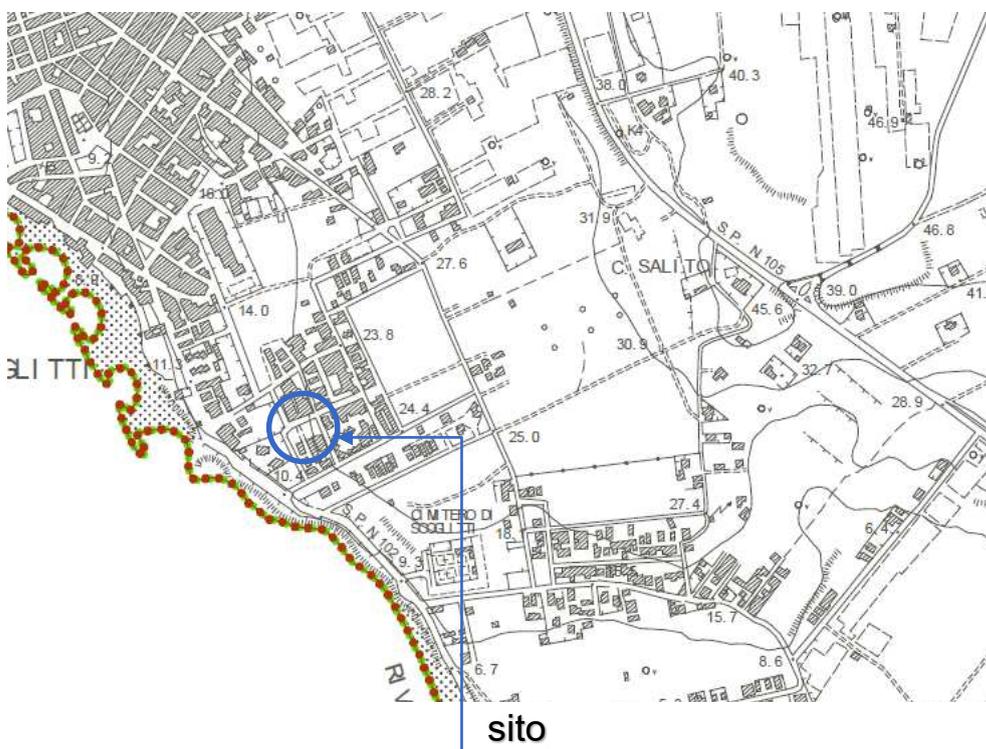
- Attivo
- Inattivo
- Quiescente
- Stabilizzato artificialmente o naturalmente

- Limite bacino idrografico del F. Ippari
- Limite aree intermedie
- Limite comunale

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 Fiume Ippari ed aree comprese tra il bacino del F. Acate-Dirillo e il bacino del F. Irminio



Stralcio carta della pericolosità idraulica n.16

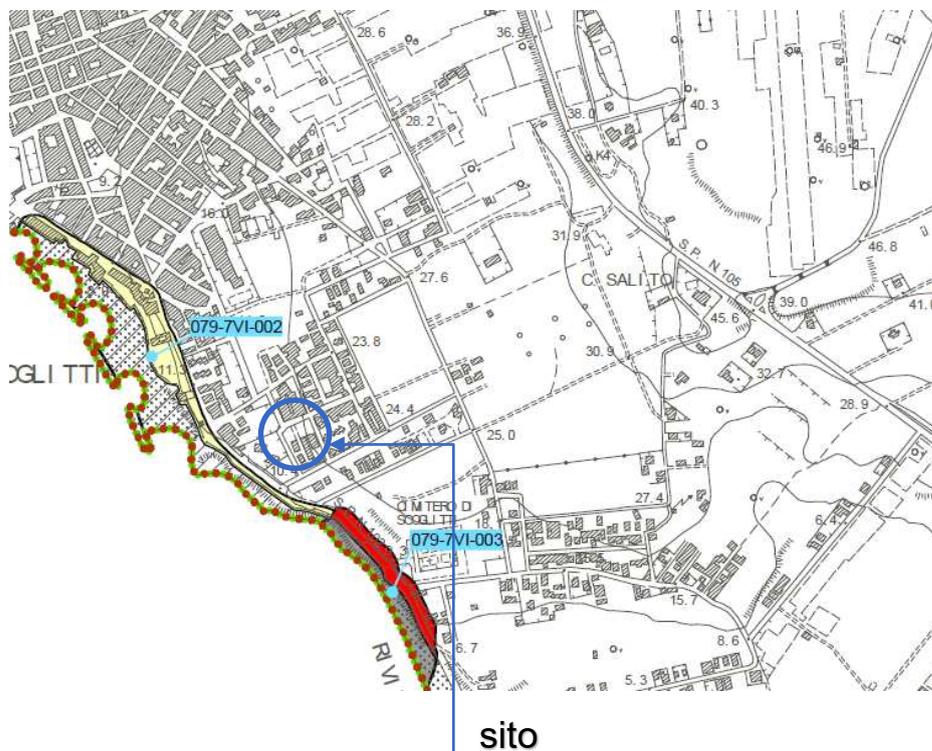
LEGENDA

-  P1 Pericolosità moderata
-  P2 Pericolosità media
-  P3 Pericolosità elevata
-  Siti di attenzione
-  Limite bacino idrografico del F. Ippari
-  Limite aree intermedie
-  Limite comunale

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 Fiume Ippari ed aree comprese tra il bacino del F. Acate-Dirillo e il bacino del F. Irminio



Stralcio carta della pericolosità geomorfologica n.16

LEGENDA

LIVELLI DI PERICOLOSITA'

	P0 molto basso
	P1 moderato
	P2 medio
	P3 elevato
	P4 molto elevato

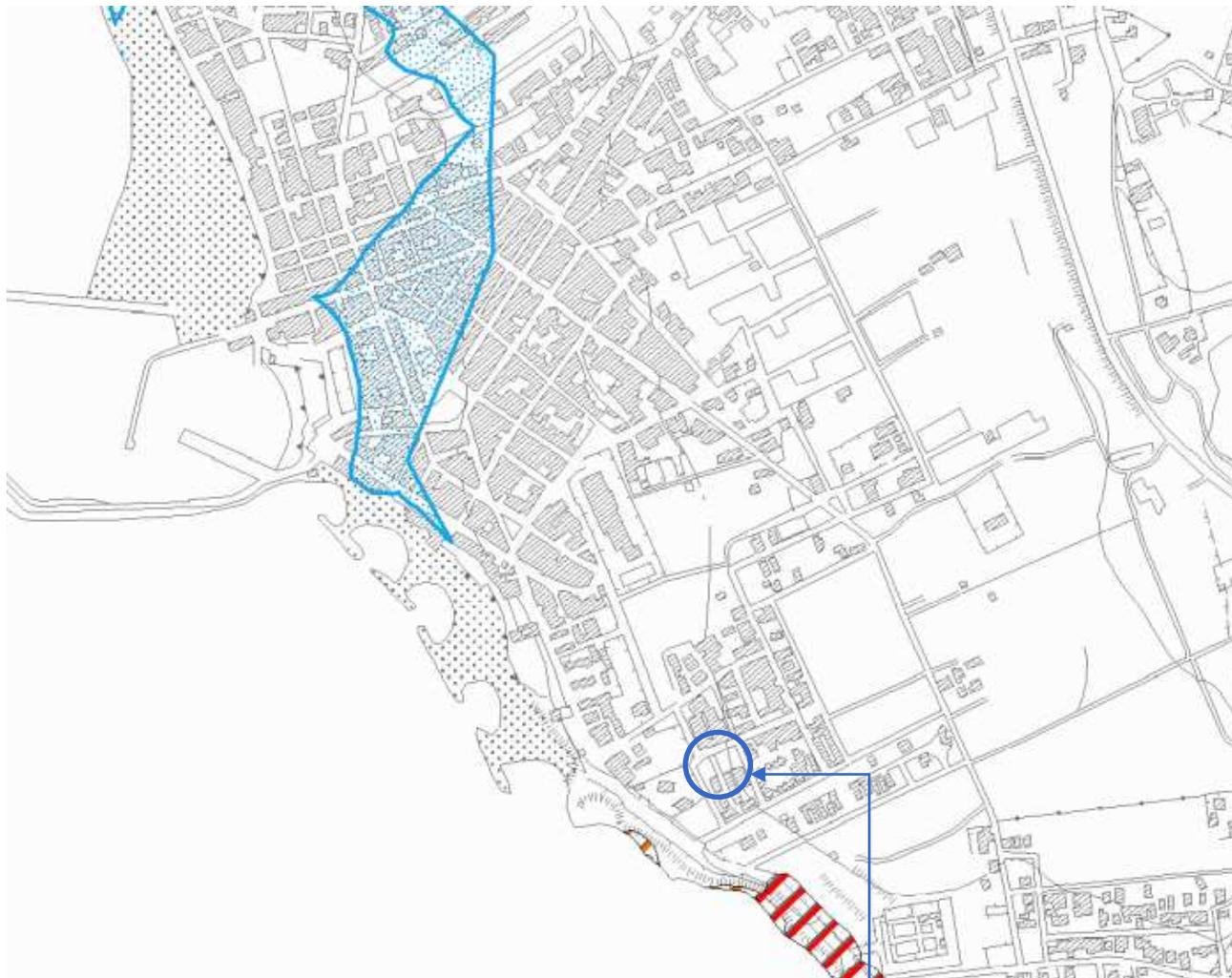
LIVELLI DI RISCHIO

	R1 moderato
	R2 medio
	R3 elevato
	R4 molto elevato

	Limite bacino idrografico del F. Ippari
	Limite aree intermedie
	Limite comunale

CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA 1:10.000

Stralcio Tav. 7d Studio Geologico variante PRG Comune di Vittoria

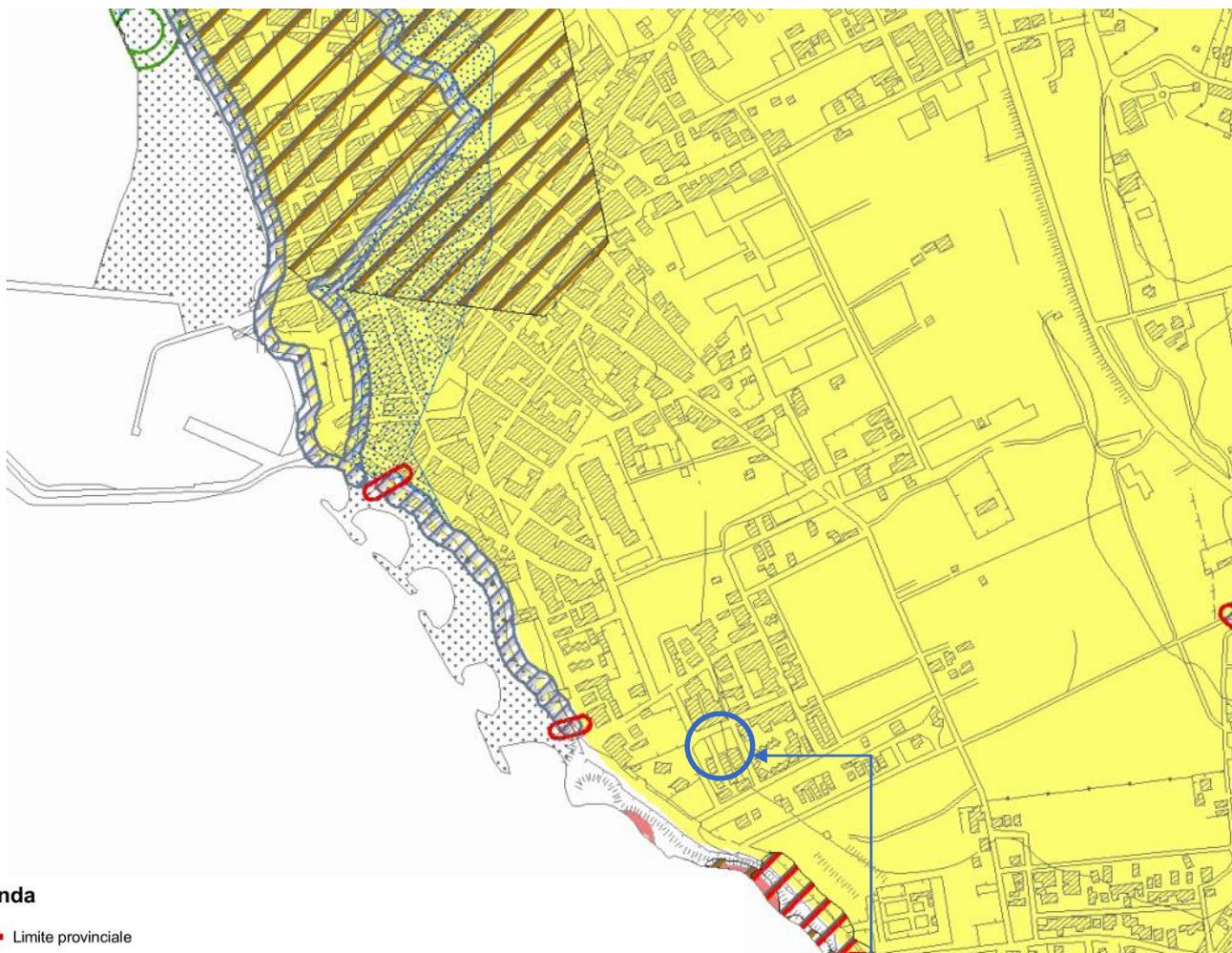


Legenda

-  Limite provinciale
-  Limite comunale
-  Aree a rischio di crollo per per presenza di cavità sotterranee
-  Aree a rischio di contaminazione di pozzi ad uso idropotabile
-  Aree a rischio di instabilità per presenza di terreni particolarmente scadenti
-  Aree a rischio di alluvione
-  Aree a rischio di frane
-  Aree a rischio di instabilità di versante
-  Aree a rischio di arretramento
-  Aree a rischio di contaminazione dell'acquifero

sito

CARTA DELLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA 1:10.000
 Stralcio Tav. 7d Studio Geologico variante PRG Comune di Vittoria



Legenda

— Limite provinciale

--- Limite comunale

Categoria 1°: Aree di inedificabilità, insediamenti e attività condizionati

1/a: zone attraversate da faglie potenzialmente attive e capaci

1/b: zone in frana

1/c: zone di cave e discariche

1/d: aree di salvaguardia (zone di protezione) dei pozzi pubblici per uso idropotabile

1/e: zone ad elevato rischio di vulnerabilità intrinseca dell'acquifero

Categoria 2°: Aree di edificabilità, insediamenti e attività a condizioni con prescrizioni

2/a: zone di contatto stratigrafico e/o tettonico di litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse

2/b: zone soggette a potenziale liquefazione

2/c: zone soggette ad amplificazione sismica locale per effetti stratigrafici

2/d: zone soggette ad amplificazione sismica locale per effetti topografici

2/e: zone con presenza di ipogei a rischio crollo

2/f: zone soggette a potenziale instabilità di versante

2/g: zone a rischio idraulico

2/h: zone soggette ad erosione costiera

Categoria 3°: Aree di edificabilità, insediamenti e attività senza particolari condizioni e/o prescrizioni

Aree di edificabilità, insediamenti e attività senza particolari condizioni e/o prescrizioni

sito

ALLEGATI FASE DI DETTAGLIO (A2)

- Carta geologico - geomorfologica, scala 1:2.000
- Carta litotecnica, scala 1:2.000
- Carta nuove indagini, scala 1:1.000
- Carta di sintesi per la pianificazione generale, scala 1:2.000
- Modello geologico del sito, scala 1:100
- Report sondaggio a carotaggio continuo
- Report indagine geofisica MASW e Re.Mi.

Carta geologico - geomorfologica scala 1:2.000



LEGENDA

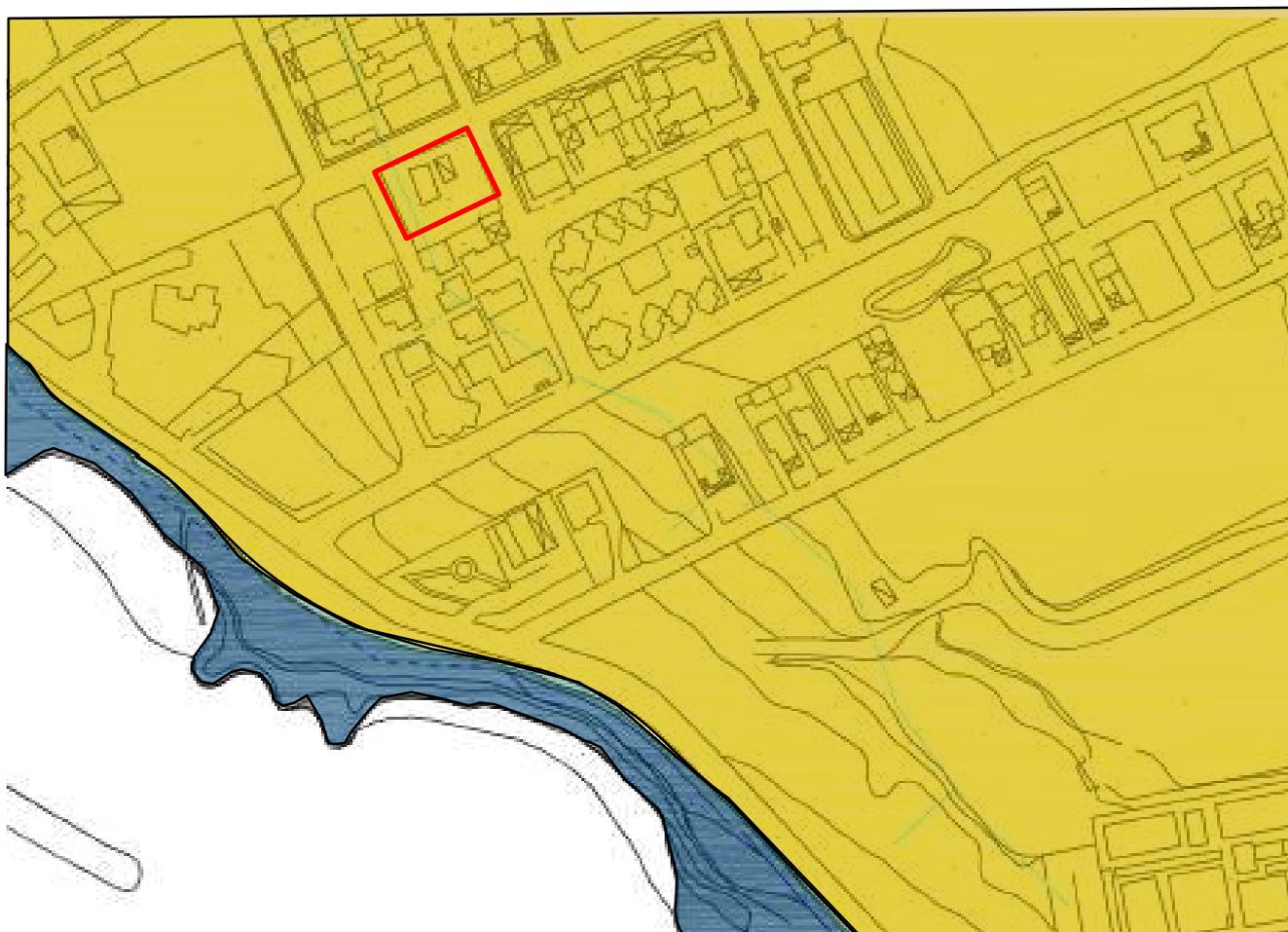
Tirr
 Terrazzi marini (Panchina): calcareniti e sabbie carbonatiche bianco-giallastre con livelli conglomeratici cementati (PLEISTOCENE SUPERIORE)

Tm
 Terrazzi marini: sabbie giallastre con livelli arenitici (PLEISTOCENE MEDIO)

 Orlo di terrazzo marino

 Sito d'intervento

Carta litotecnica scala 1:2.000



LEGENDA

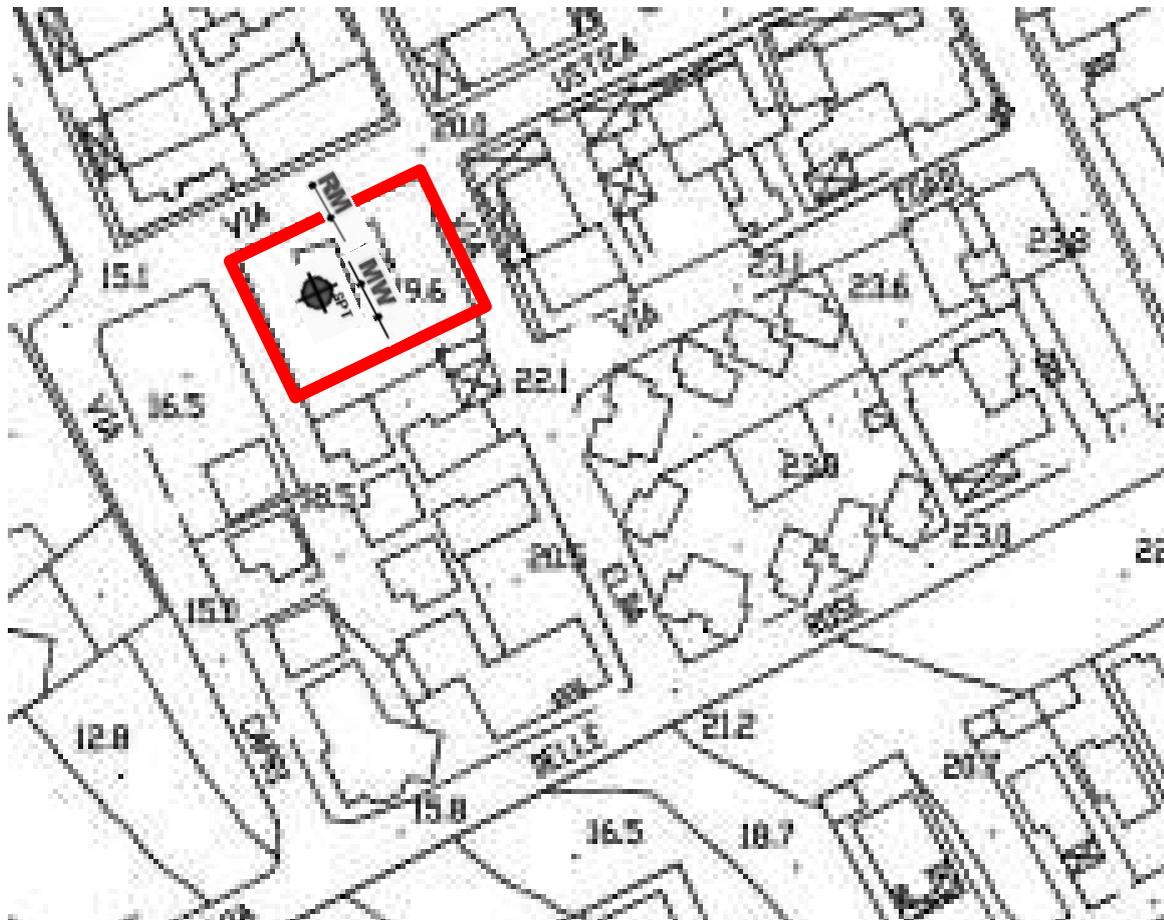
F4
 F4 – Materiali cementati a medio grado di cementazione

G2c
 G2c – Sabbie limose e limi sabbiosi inglobanti frammenti spigolosi o arrotondati

 Orlo di terrazzo marino

 Sito d'intervento

Carta nuove indagini scala 1:1.000



LEGENDA



Sondaggio a carotaggio continuo con esecuzione SPT in foro



Prova REfraction Microtremor



MASW

MODELLO GEOLOGICO DEL SITO



PERFORAZIONI TRIVELLAZIONI

VENTURA VINCENZO

Via Rodi, 14 - 93012 GELA (CL) -- Tel./Fax 0933 913683 Cell. 329 7309914
e-mail:venturaperforazioni@alice.it- P.IVA: 0 164 84208 57

Variante al PRG vigente ai sensi dell'art. 26 comma 3 L.R. n. 19 del 13/08/2020 relativa alla ridefinizione della destinazione urbanistica di un'area, da zona destinata a parcheggio a z.t.o Bs2

RELAZIONE ILLUSTRATIVA ALLE INDAGINI

Committente: F.Ili FIORILLA

Vittoria, Gennaio 2022

Il legale rappresentante

VENTURA VINCENZO

Via Rodi, 14 - 93012 Gela (CL)

P. IVA: 01 648 420 857

Cod. Fisc.: VNT/VCN 84108 D990 T



INDICE

1. PREMESSA.....pag. 3
2. MODALITA' ESECUTIVA SONDAGGI GEOGNOSTICI..... pag. 3
3. ATTREZZATURA DI PERFORAZIONE E ACCESSORI.....pag. 4

ELENCO DEGLI ALLEGATI

- Allegato A – Ubicazione indagini
Allegato B – documentazione Fotografica
Allegato C – Documentazione stratigrafica

1. PREMESSA

Il presente documento è finalizzato alla descrizione delle attività svolte presso il cantiere sito in territorio del comune di Vittoria (RG) relativamente al progetto per la "Variante al PRG vigente ai sensi dell'art. 26 comma 3 L.R. n. 19 del 13/08/2020 relativa alla ridefinizione della destinazione urbanistica di un'area, da zona destinata a parcheggio a z.t.o Bs2" per conto dei f.lli FIORILLA, in particolare alle indagini geognostiche e geotecniche svolte al fine di classificare i terreni presenti.

Su incarico ricevuto dal Dott. Geol. Giovanni Denaro sono stati realizzati:

1. n. 1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo;
2. n. 3 prove S. p.T.;
3. Redazione stratigrafia;
4. Foto cassette catalogatrici;

L'attività di cantiere è stata costantemente supervisionata dal Dott. Geol. Giovanni Denaro che ha indicato l'ubicazione del sondaggio e verificato l'esecuzione dei lavori secondo specifica.

2. MODALITA' ESECUTIVA SONDAGGI GEOGNOSTICI

Come risulta dalla scheda stratigrafica allegata è stato realizzato un sondaggio geognostico denominato S1 eseguito tramite perforazione a carotaggio continuo fino alla profondità di 15,00 m da p.c..

I terreni carotati sono stati subito riposti nelle apposite cassette catalogatrici contrassegnate dai dati rispettivi all'ubicazione del cantiere, committente, profondità del sondaggio raggiunta e data esecuzione sondaggio. Durante la fase di perforazione a carotaggio sono state eseguite n. 3 prove S. p.T.

Per la conservazione dei terreni carotati sono state utilizzate n. 3 cassette catalogatrici, di dimensioni 50x100 cm. Dopo di che si è provveduto a fotografare le cassette e al loro deposito in apposita area indicata dalla Committente.

Nelle schede stratigrafiche allegate sono riportate tutte le notizie inerenti i sondaggi.

3. ATTREZZATURA DI PERFORAZIONE E ACCESSORI

Il sondaggio geognostico in oggetto è stato realizzato impiegando n.1 perforatrice rotativa idraulica Mustang A52. Come utensili di perforazione sono stati utilizzati carotieri semplici ($\phi = 101$ mm e $L = 1.50$), montanti corone con denti di Widia e con aste da $\phi = 76$ mm e $L = 1.00$ m. Per l'alesaggio e per il rivestimento provvisorio del foro sono stati impiegati tubi-camicia da $\phi = 127$ mm e $L = 1.50$ m.

3.a PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

Durante l'esecuzione dei sondaggi si è ritenuto opportuno incrementare l'attività di indagine con delle prove penetrometriche dinamiche discontinue o meglio conosciute come SPT.

La prova standard penetration test (SPT) viene eseguita nel corso della perforazione dei sondaggi geognostici partendo da fondo foro mediante l'infissione a percussione di una punta conica posta all'estremità di una batteria di aste.

L'infissione della punta avviene mediante un dispositivo di battitura costituito da un maglio in acciaio di 63.5 kg, una testa di battuta sempre in acciaio e da un dispositivo meccanico per il rilascio del maglio. L'energia necessaria allo svolgimento della prova è generata mediante la caduta libera del maglio lungo un'asta guida da un'altezza di circa 80cm sulla testa di battuta. Ogni sessione di prova prevede la penetrazione della punta nel terreno di 45 cm suddivisa in 3 battute di misura ad intervalli di 15 cm; i primi 15 cm fanno parte dell'infissione preliminare mentre i restanti 30 cm costituiscono la vera prova effettiva. Per ogni intervallo di misura (15 cm) si registreranno il numero di colpi necessari ad infiggere la punta nel terreno, tenendo conto che nel primo tratto di misura effettivo il numero di colpi deve essere ≤ 75 mentre per il secondo tratto deve essere ≤ 100 in tal caso per numero di colpi in eccesso la misura andrà a rifiuto e quindi si sospenderà la prova.

Durante la fase di perforazione a carotaggio sono stati eseguiti n. 3 S.p.T. alla profondità rispettivamente di 1.20, 3.00 e 13.00 m da p.c..

ALLEGATO A

Ubicazione indagini



Carotaggio

Sondaggio S1

ALLEGATO B

Documentazione fotografica



Foto 1-2 :

Posizionamento Sondaggio S1

Foto 3: Sondaggio S1 approntamento ed esecuzione Spt



PERFORAZIONI TRIVELLAZIONI VENTURA VINCENZO
Via Rodi, 14 - 93012 GELA (CL)



Foto 4: Sondaggio S1 cassetta n. 1 da 0,00 a 5,00 da p.c.



Foto 5: Sondaggio S1 cassetta n. 2 da 5,00 a 10,00 m da p.c.



Foto 6: Sondaggio S1 cassetta n. 3 da 10,00 a 15,00 m da p.c.

ALLEGATO C

Documentazione stratigrafica

PERFORAZIONI TRIVELLAZIONI VENTURA VINCENZO
Via Rodi, 14 - 93012 GELA (CL)

Committente	F.lli Fiorilla	SONDAGGIO S1		
Cantiere	Via Elba -via Ustica Scoglitti			
Località	Vittoria (RG)			
Data Inizio	31/01/2022	Data Fine	31/01/2022	Il geologo Dr. G. Denaro

Scala 1:100	Stratigrafia	Descrizione	Perforazione	Profondita'	Potenza	Cassetta	N° colpi SPT	Falda
1		Sabbie bruno-rossastre	101.00	0.60	0.60		12 ⁸ 18	
2		Conglomerato limo-sabbioso a tratti cementato						
3				3.00	2.40	1	9 ⁶ 13	
4		Argille limo-sabbiose bruno-giallastre		8.00	5.00	2		
5								
6								
7								
8		Argille grigio azzurre		15.00		3	20 ¹⁸ 25	
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: Geol. Giovanni Denaro c/o F.lli Fiorilla
Descrizione: Modifica destinazione urbanistica al P.R.G. Lotto di terreno tra via Elba e via Ustica
Localita': Scoglitti - Comune di Vittoria (RG)

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: PROVE SPT IN FORO

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63.5 Kg
Altezza di caduta libera	0.76 m
Peso sistema di battuta	4.2Kg
Diametro punta conica	50.46 mm
Area di base punta	20 cm ²
Lunghezza delle aste	1m
Peso aste a metro	7Kg/m
Profondita' giunzione prima asta	0.80 m
Avanzamento punta	0.30 m
Numero colpi per punta	N(30)
Coeff. Correlazione	1
Rivestimento/fanghi	No

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE
(DYNAMIC PROBING)
DPSH – DPM (... *scpt ecc.*)

Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici

La prova penetrometrica dinamica consiste nell’infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi δ) misurando il numero di colpi N necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di “catalogare e parametrizzare” il suolo attraversato con un’immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L’utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M;
- altezza libera caduta H;
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura α);
- avanzamento (penetrazione) δ ;
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente) :

- tipo LEGGERO (DPL);
- tipo MEDIO (DPM);
- tipo PESANTE (DPH);
- tipo SUPERPESANTE (DPSH).

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

Tipo	Sigla di riferimento	peso della massa M (kg)	prof. max indagine battente (m)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$	8
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	$M \geq 60$	25

penetrometri in uso in Italia

In Italia risultano attualmente in uso i seguenti tipi di penetrometri dinamici (non rientranti però nello Standard ISSMFE):

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
 massa battente $M = 30$ kg, altezza di caduta $H = 0.20$ m, avanzamento $\delta = 10$ cm, punta conica ($\alpha=60-90^\circ$), diametro $D = 35.7$ mm, area base cono $A=10$ cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;
- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
 massa battente $M = 20$ kg, altezza di caduta $H=0.20$ m, avanzamento $\delta = 10$ cm, punta conica ($\alpha= 60-90^\circ$), diametro $D = 35.7$ mm, area base cono $A=10$ cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;
- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)
 massa battente $M = 73$ kg, altezza di caduta $H=0.75$ m, avanzamento $\delta=30$ cm, punta conica ($\alpha = 60^\circ$), diametro $D = 50.8$ mm, area base cono $A=20.27$ cm² rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;
- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)
 massa battente $M=63.5$ kg, altezza caduta $H=0.75$ m, avanzamento $\delta=20-30$ cm, punta conica conica ($\alpha = 60^\circ-90^\circ$) diametro $D = 50.5$ mm, area base cono $A = 20$ cm², rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.

Correlazione con N_{spt}

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi N_{spt} ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con N_{spt}. Il passaggio viene dato da:

$$N_{SPT} = \beta_t \cdot N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Q_{spt} è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

M	peso massa battente.
M'	peso aste.

H	altezza di caduta.
A	area base punta conica.
δ	passo di avanzamento.

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd

Formula Olandesi

$$R_{pd} = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

Rpd	resistenza dinamica punta (area A).
e	infissione media per colpo (δ/N).
M	peso massa battente (altezza caduta H).
P	peso totale aste e sistema battuta.

Calcolo di (N₁)₆₀

(N₁)₆₀ è il numero di colpi normalizzato definito come segue:

$$(N_1)_{60} = CN \cdot N_{60} \text{ con } CN = \sqrt{(Pa'/\sigma_{vo})} \quad CN < 1.7 \quad Pa = 101.32 \text{ kPa (Liao e Whitman 1986)}$$

$$N_{60} = N_{SPT} \cdot (ER/60) \cdot C_s \cdot C_r \cdot C_d$$

ER/60	rendimento del sistema di infissione normalizzato al 60%.
C _s	parametro funzione della controcamicia (1.2 se assente).
C _d	funzione del diametro del foro (1 se compreso tra 65-115mm).
C _r	parametro di correzione funzione della lunghezza delle aste.

Metodologia di Elaborazione.

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini (1983) - Meyerhof (1956) - Desai (1968) - Borowczyk-Frankowsky (1981).

Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e delle resistenza alla punta.

Valutazioni statistiche e correlazioni

Elaborazione Statistica

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono :

Media

Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media minima

Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Massimo

Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Minimo

Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Scarto quadratico medio

Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media deviata

Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media (+ s)

Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media (- s)

Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Distribuzione normale R.C.

Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, secondo la seguente relazione:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}})$$

dove $\sigma_{N_{spt}}$ è la deviazione standard di N_{spt}

Distribuzione normale R.N.C.

Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, trattando i valori medi di N_{spt} distribuiti normalmente:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}}) / \sqrt{n}$$

dove n è il numero di letture.

Pressione ammissibile

Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 m ed immersione $d = 1$ m.

Correlazioni geotecniche terreni incoerenti

Liquefazione

Permette di calcolare utilizzando dati N_{spt} il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi).

Attraverso la relazione di *SHI-MING (1982)*, applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se N_{spt} dello strato considerato risulta inferiore a N_{spt} critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.

Correzione N_{spt} in presenza di falda

$$N_{spt\text{corretto}} = 15 + 0.5 \cdot (N_{spt} - 15)$$

N_{spt} è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda).

Angolo di Attrito

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof (1956) - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 m; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 m per terreni sopra falda e < 8 m per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)
- Meyerhof (1956) - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
- Sowers (1961)- Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 m. sopra falda e < 7 m per terreni in falda) $\sigma > 5$ t/mq.

- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito $< 38^\circ$.
- Malcev (1964) - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m e per valori di angolo di attrito $< 38^\circ$).
- Schmertmann (1977)- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da D_r %.
- Shioi-Fukuni (1982) - ROAD BRIDGE SPECIFICATION, Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda) $\sigma > 15$ t/mq.
- Shioi-Fukuni (1982) - JAPANESE NATIONALE RAILWAY, Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose.
- Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda) $\sigma > 15$ t/mq.
- Meyerhof (1965) - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo $< 5\%$ a profondità < 5 m e con (%) di limo $> 5\%$ a profondità < 3 m.
- Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

Densità relativa (%)

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie D_r viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di D_r % viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Meyerhof (1957).
- Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC , metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di D_r % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

Modulo Di Young (E_y)

- Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici .
- Schultze-Menzenbach , correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970) , correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia.
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

Modulo Edometrico

Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia

- Buismann-Sanglerat , correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977

Peso di Volume

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Peso di volume saturo

- Terzaghi-Peck (1948-1967)

Modulo di poisson

- Classificazione A.G.I.

Potenziale di liquefazione (Stress Ratio)

- Seed-Idriss (1978-1981) . Tale correlazione è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio τ e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

Velocità onde di taglio Vs (m/s)

- Tale correlazione è valida solamente per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi.

Modulo di deformazione di taglio (G)

- Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.
- Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

Modulo di reazione (Ko)

- Navfac (1971-1982) - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Qc)

- Robertson (1983) - Qc

Correlazioni geotecniche terreni coesivi

Coesione non drenata

- Benassi & Vannelli- correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Penetrometri SUNDA (1983).
- Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con $N_{spt} < 8$, argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.
- Terzaghi-Peck (1948). C_u (min-max).
- Sanglerat , da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi , tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensitività > 5 , per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.
- Sanglerat , (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche < 10 colpi, per resistenze penetrometriche > 10 l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche " di Sanglerat.
- (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità , (C_u - N_{spt} -grado di plasticità).
- Schmertmann (1975), C_u (Kg/cmq) (valori medi), valida per **argille** e **limi argillosi** con $N_c = 20$ e $Q_c/N_{spt} = 2$.
- Schmertmann (1975), C_u (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC .
- Fletcher (1965), (Argilla di Chicago) . Coesione non drenata C_u (Kg/cmq), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità.
- Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.
- Shioi-Fukuni (1982), valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.
- Begemann.
- De Beer.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q_c)

- Robertson (1983) - Q_c

Modulo Edometrico-Confinato (M_o)

- Stroud e Butler (1975),- per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a media-medio-alta plasticità - da esperienze su argille glaciali.
- Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità ($IP < 20$), valida per litotipi argillosi a medio-bassa plasticità ($IP < 20$) - da esperienze su argille glaciali .
- Vesic (1970), correlazione valida per argille molli (valori minimi e massimi).

- Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato - M_o (Eed) (Kg/cmq)-, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto $Q_c/N_{spt}=1.5-2.0$).
- Buismann- Sanglerat, valida per argille compatte ($N_{spt} < 30$) medie e molli ($N_{spt} < 4$) e argille sabbiose ($N_{spt} = 6-12$).

Modulo Di Young (E_y)

- Schultze-Menzenbach - (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con I.P. > 15.
- D'Appollonia ed altri (1983), correlazione valida per argille sature-argille fessurate.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977.

Peso di Volume

- Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

Peso di volume saturo

- Meyerhof ed altri.

PROVA ... S1 Nr.1

Strumento utilizzato...PROVE SPT IN FORO

Prova eseguita in data 31/01/2022

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi
1.35	8
1.50	12
1.65	18
3.15	6
3.30	9
3.45	13
13.15	18
13.30	20
13.45	25

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA S1 Nr.1**TERRENI COESIVI**

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato (1) Conglomerato limo sabbioso a tratti cementato	30.00	0.60-3.00	Terzaghi-Peck	198.58
Strato (2) Argile limo sabbiose giallastre	22.00	3.00-8.00	Terzaghi-Peck	145.63
Strato (3) Argille grigio azzurre	45.00	8.00-15.00	Terzaghi-Peck	297.83

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Mpa)
Strato (1) Conglomerato limo sabbioso a tratti cementato	30.00	0.60-3.00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	30.18
Strato (2) Argile limo sabbiose giallastre	22.00	3.00-8.00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	22.18
Strato (3) Argille grigio azzurre	45.00	8.00-15.00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	45.19

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Mpa)
Strato (1) Conglomerato limo sabbioso a tratti cementato	30.00	0.60-3.00	Apollonia	29.42
Strato (2) Argile limo sabbiose giallastre	22.00	3.00-8.00	Apollonia	21.57
Strato (3) Argille grigio azzurre	45.00	8.00-15.00	Apollonia	44.13

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) Conglomerato limo sabbioso a tratti cementato	30.00	0.60-3.00	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
Strato (2) Argile limo sabbiose giallastre	22.00	3.00-8.00	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
Strato (3) Argille grigio azzurre	45.00	8.00-15.00	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (KN/m ³)
Strato (1) Conglomerato limo sabbioso a tratti cementato	30.00	0.60-3.00	Meyerhof 1951	20.99
Strato (2) Argile limo sabbiose giallastre	22.00	3.00-8.00	Meyerhof 1951	19.91
Strato (3) Argille grigio azzurre	45.00	8.00-15.00	Meyerhof 1951	21.77

Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (KN/m ³)
Strato (1) Conglomerato limo sabbioso a tratti cementato	30.00	0.60-3.00	Meyerhof	23.24
Strato (2) Argile limo sabbiose giallastre	22.00	3.00-8.00	Meyerhof	20.99
Strato (3) Argille grigio azzurre	45.00	8.00-15.00	Meyerhof	24.52

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Conglomerato limo sabbioso a tratti cementato	30.00	0.60-3.00	Meyerhof (1956)	23.57
Strato (2) Argile limo sabbiose giallastre	22.00	3.00-8.00	Meyerhof (1956)	21.29
Strato (3) Argille grigio azzurre	45.00	8.00-15.00	Meyerhof (1956)	27.86

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Conglomerato limo sabbioso a tratti cementato	30.00	0.60-3.00	30.00	(A.G.I.)	0.29
Strato (2) Argile limo sabbiose giallastre	22.00	3.00-8.00	22.00	(A.G.I.)	0.31
Strato (3) Argille grigio azzurre	45.00	8.00-15.00	45.00	(A.G.I.)	0.26

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Mpa)
Strato (1) Conglomerato limo sabbioso a tratti cementato	30.00	0.60-3.00	30.00	Ohsaki (Sabbie pulite)	155.93
Strato (2) Argile limo sabbiose giallastre	22.00	3.00-8.00	22.00	Ohsaki (Sabbie pulite)	116.50
Strato (3) Argille grigio azzurre	45.00	8.00-15.00	45.00	Ohsaki (Sabbie pulite)	228.27

SCOGLITTI - COMUNE DI VITTORIA

Libero Consorzio Comunale di Ragusa

Oggetto:

PROGETTO: Modifica destinazione urbanistica al P.R.G

CANTIERE: Lotto in Scoglitti tra via Elba e via Ustica - Comune di Vittoria (RG)

LAVORO: Indagine Sismica MASW (*Multichannel Analysis of Surface Waves*)
Indagine Sismica ReMi (*Refraction Microtremors*)

Allegato:	Rif. n.
Rapporto di prova.	MW/RM 01/2022

Committente:

Geol. Giovanni Denaro c/o F.lli Fiorilla

Data:	visto	Il responsabile tecnico
02/02/2022	medi.services s.r.l.	Dott. Giuseppe Collura_Geologo



INDICE

1	PREMESSA	2
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	3
3	PROSPEZIONI SISMICHE BASATE SULL'ANALISI DELLE ONDE SUPERFICIALI DI RAYLEIGH	4
4	METODO DI INDAGINE	7
4.1	Metodo di indagine MASW	7
4.2	La tecnica ReMi,	8
5	ATTREZZATURA UTILIZZATA E MODALITÀ DI ACQUISIZIONE DEI DATI	10
5.1	MASW_ReMi.	10
5.1.a	MASW.	10
	Nel caso in studio sono state eseguite n. 01 MASW.	10
5.1.b	ReMi.	11
6	ELABORAZIONE DEI DATI E RISULTATI	12
6.1	Elaborazione dei dati MASW_ReMi 1	12
6.2	Dati sperimentali	12
6.3	Risultati delle analisi	13
6.4	Risultati delle analisi tecnica passiva	13
6.5	Curva di dispersione	14
6.6	Profilo in sito	15
6.7	Risultati finali (MASW+ReMi)	19

Allegati:

- Report fotografico.

1 PREMESSA

La presente relazione riporta le elaborazioni ed i risultati ottenuti dall'esecuzione di una indagine sismica condotta con metodologia MASW + ReMi in un'area nel territorio di Scoglitti Comune di Vittoria (RG) in un'area interessata dal seguente progetto: "Modifica destinazione urbanistica al P.R.G. – Lotto in Scoglitti tra via Elba e via Ustica - Comune di Vittoria (RG)"

La campagna di indagini stata eseguita nella giornata del 29/01/2022 su incarico del Dott. Geol. Giovanni Denaro c/o F.Ili Fiorilla.

- 01 acquisizione dati con metodologia MASW; (Multichannel Analysis of Surface Waves)
- n° 01 acquisizione dati con metodologia ReMi; (Refraction Microtremors)

Scopo dell'indagine è quello di ricostruire, per l'area in oggetto, il modello dinamico mediante l'andamento della velocità delle onde sismiche di taglio con la profondità (V_s -z).

Il modello sismico monodimensionale costituisce infatti l'aspetto principale sia nella stima degli effetti sismici di sito che nella definizione dell'azione sismica di progetto, in quanto consente di conoscere l'incidenza delle locali condizioni stratigrafiche nella modifica della pericolosità sismica di base (amplificazioni di natura litologica).

Ciò permette una corretta progettazione e verifica strutturale in relazione alle condizioni sito-specifiche, garantendo un adeguato livello di protezione antisismica delle costruzioni (O.P.C.M. 3274 e s.m.i; D.M. 14.09.2005; D.M. 14.01.2008; D.M. 17 gennaio 2018 aggiornamento N.T.C.). Nei capitoli successivi verranno descritte le modalità d'esecuzione delle misure sperimentali e l'interpretazione geofisica delle stesse.

2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

In figura a) si riporta l'ubicazione delle prospezioni MASW +ReMi effettuate. █



L'area è ubicata a Scoglitti frazione del Comune di Vittoria (RG), tra la via Elba e via Ustica.

Coordinate geografiche $37^{\circ}53'15,57''$ N – $14^{\circ}26'03,37''$ E

3 PROSPEZIONI SISMICHE BASATE SULL'ANALISI DELLE ONDE SUPERFICIALI DI RAYLEIGH

Quando un terreno viene sollecitato elasticamente, lungo l'interfaccia terreno-aria, si generano onde di Rayleigh attraverso l'interazione tra le onde di compressione P e le onde di taglio S.

In questo tipo di onde, le particelle descrivono un movimento di tipo ellittico la cui ampiezza decresce esponenzialmente con la distanza dalla superficie libera. L'asse maggiore dell'ellisse è normale alla superficie libera del mezzo ed alla direzione di propagazione delle onde e le particelle compiono questo movimento ellittico in senso retrogrado rispetto al verso di propagazione delle onde che vengono generate: tale movimento è giustificato dal fatto che nella vibrazione delle particelle le componenti orizzontali e verticali sono sfasate di 90°

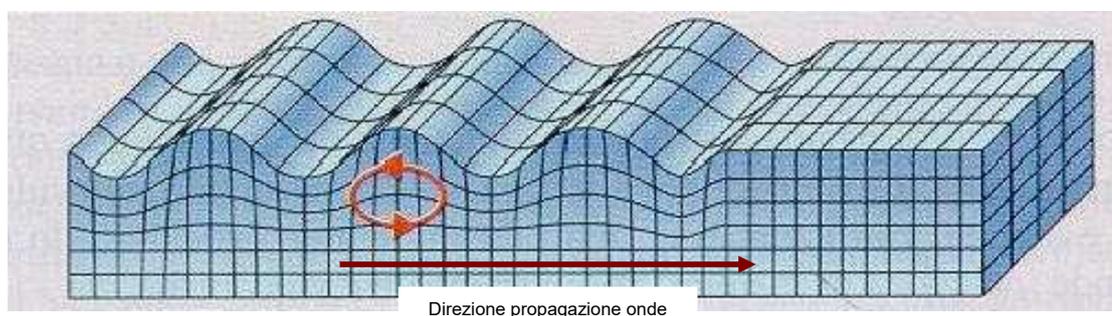


Fig. b) – Rappresentazione grafica della propagazione delle onde superficiali di Rayleigh caratterizzata dall'oscillazione polarizzata in un piano verticale e con movimento delle particelle retrogrado rispetto alla direzione di propagazione

E' noto che la propagazione delle onde superficiali, nel caso di mezzi stratificati e trasversalmente isotropi, avviene in maniera diversa rispetto al caso di mezzi omogenei; non esiste più una unica velocità ma ogni frequenza è caratterizzata da una diversa velocità di propagazione a sua volta legata alle varie lunghezze d'onda. Queste interessano il terreno a diverse profondità e risultano influenzate dalle caratteristiche elastiche, appunto variabili con la profondità.

Questo comportamento viene definito dispersione in frequenza ed è fondamentale nello sviluppo dei metodi sismici che utilizzano le onde di superficie.

Ovviamente le lunghezze d'onda più grandi corrispondono alle frequenze più basse e vanno ad interessare il terreno più in profondità; al contrario le lunghezze d'onda più piccole, poiché sono associate alle frequenze più alte, rimangono nelle immediate vicinanze della superficie.

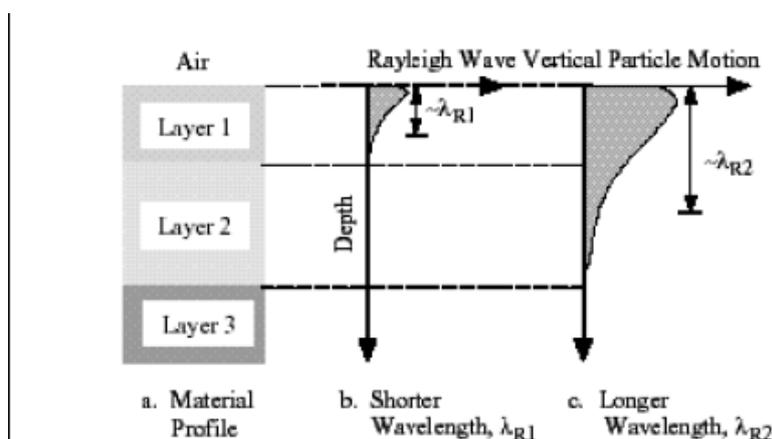


Fig. c) - Rappresentazione schematica della dipendenza della profondità di investigazione delle onde di Rayleigh dalla lunghezza d'onda (quindi frequenza), da Stoke II and Santamarina (2000)

Dal punto di vista fisico, nel corso di una energizzazione sismica la percentuale di energia convertita in onde di Rayleigh è pari a circa 67%, quindi, molto superiore rispetto a quella convertita in onde P (7%) ed in onde S (26%).

La velocità di propagazione delle onde di Rayleigh (V_r) è pari a $0,91V_s$ (Achenbach 1999) e ai fini pratici ciò si traduce nel fatto che misurando la V_r si ottiene la V_s con un errore di calcolo del tutto trascurabile.

I metodi basati sull'analisi delle onde superficiali di Rayleigh forniscono una buona risoluzione e non sono limitati, a differenza del metodo a rifrazione, dalla presenza di inversioni di velocità in profondità. Inoltre la propagazione delle onde di Rayleigh, anche se influenzata dalla VP e dalla densità, è funzione innanzitutto della VS, parametro di

fondamentale importanza per la caratterizzazione geotecnica di un sito secondo quanto previsto dalle recenti normative antisismiche (O.P.C.M. 3274/03; O.P.C.M. 3431/05; D.M. 14 gennaio 2008; D.M. 17 gennaio 2018 aggiornamento N.T.C.).

Infatti, mentre la velocità delle onde P misurata in terreni saturi dipende in maniera sostanziale dalle vibrazioni trasmesse dal fluido interstiziale e non dallo scheletro solido del materiale, la velocità delle onde S è caratteristica delle vibrazioni trasmesse dal solo scheletro solido e, pertanto, a differenza delle onde P, risulta rappresentativa delle reali proprietà meccaniche del terreno.

Le tecniche di analisi delle onde di Rayleigh vengono realizzate con procedure operative meno onerose della comune sismica a rifrazione e delle prove in foro e hanno un grado di incertezza nella determinazione delle VS <15%.

La modellazione del sottosuolo mediante l'impiego di comuni geofoni verticali a 4.5Hz e l'analisi delle onde superficiali di Rayleigh viene ottenuta con le seguenti metodologie: ReMi (Refraction Microtremor), FTAN (Frequency Time ANalysis), SASW (Spectral Analysis of Surface Waves), MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves).

4 METODO DI INDAGINE

4.1 Metodo di indagine MASW

L'analisi multicanale delle onde superficiali di Rayleigh MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una efficiente ed accreditata metodologia sismica per la determinazione delle velocità delle onde di taglio V_s . Tale metodo utilizza le onde superficiali di Rayleigh registrate da una serie di geofoni lungo uno stendimento rettilineo e collegati ad un comune sismografo multicanale. Le onde superficiali di Rayleigh, durante la loro propagazione vengono registrate lungo lo stendimento di geofoni e vengono successivamente analizzate attraverso complesse tecniche computazionali basate su un approccio di riconoscimento di modelli multistrato di terreno.

La metodologia per la realizzazione di una indagine sismica MASW prevede tre passi fondamentali:

1. acquisizione multicanale dei segnali sismici, generati da una sorgente energizzante artificiale (maglio battente su piastra in alluminio), lungo uno stendimento rettilineo di sorgente-geofoni;
2. estrazione del modo fondamentale dalle curve di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh (una curva per ogni acquisizione); il modo fondamentale non è altro che un'onda semplice definita da una coppia di valori frequenza-numero d'onda, dove il numero d'onda è quello più grande;
3. inversione delle curve di dispersione per ottenere profili verticali 1D delle VS (un profilo verticale posizionato nel punto medio di ogni stendimento geofonico);
4. Conseguimento della velocità equivalente nei primi 30 m di profondità V_{s30} e da essa la categoria sismica del suolo, secondo la normativa sismica vigente.

Quando vengono generate onde sismiche usando una sorgente impattante come una mazza/martello su una piastra vengono generate sia onde di volume (P ed S), sia onde di

superficie (Rayleigh e Love), che si propagano in tutte le direzioni. Alcune di queste onde vengono riflesse e disperse quando incontrano oggetti superficiali o poco profondi (ad esempio, fondazioni di edifici, canali sotterranei, trovanti lapidei, ecc.) e diventano rumore.

Inoltre, vengono quasi sempre rilevate vibrazioni da rumore ambientale (noise) proveniente dal traffico veicolare, dall'attività industriale e, in generale, dall'attività umana.

Il vantaggio principale dell'approccio multicanale della tecnica MASW sta nella sua intrinseca capacità di distinguere tutte queste onde dovute al rumore e di isolarle dalle onde superficiali di Rayleigh evidenziando solo il modo fondamentale di oscillazione dei terreni. L'isolamento del modo fondamentale di oscillazione si basa su molteplici caratteristiche sismiche dei segnali.

Le proprietà della dispersione di tutti i tipi di onde (di volume e superficiali) sono visualizzate attraverso un metodo di trasformazione (basato sull'analisi spettrale dei segnali sismici) del campo d'onda che converte direttamente i segnali sismici acquisiti in una immagine dove un modello di dispersione è riconosciuto nella distribuzione dell'energia trasformata in oscillazioni.

Successivamente, il modo fondamentale (proprietà fondamentale della dispersione della velocità di fase delle onde di Rayleigh) viene estratto da un modello specifico. Tutte le altre onde (riflesse, disperse, modi superiori delle onde superficiali, noise ambientale) vengono quindi rimosse durante il processo di elaborazione.

4.2 La tecnica ReMi,

determinando velocità di fase sperimentali nel range di frequenze compreso tra 0Hz e 15 Hz, consente di raggiungere profondità ragguardevoli fornendo un profilo verticale medio delle VS relative al volume di sottosuolo sotteso dallo stendimento messo in opera (ben al di sotto dei 50 m fino anche a 100 m di profondità dal piano campagna in funzione della

maggior o minor rigidezza del suolo). Questa tecnica viene estensivamente utilizzata negli Stati Uniti nell'ambito del NEHRP (National Earthquake Hazard Reduction Program) tanto che il software fornisce anche direttamente il valore di VS30 e la categoria della classificazione del suolo secondo la normativa americana.

Il metodo FTAN per la determinazione delle VS30 ha bisogno di un solo ricevitore e permette la definizione di un profilo medio su distanze di decine centinaia di metri. Inoltre il metodo fornisce valori di velocità delle onde di taglio in buon accordo con le misure in foro.

Il metodo SASW viene generalmente impiegato per la determinazione delle VS di strati superficiali (<30m) e per la determinazione delle proprietà elastiche di strade e pavimentazioni (Stokoe & Nazarian, 1985) e, pertanto, sembra essere tra i metodi non invasivi quello più popolare tra gli ingegneri.

La tecnica MASW, fondata sulla tecnica SASW, consente una dettagliatissima ricostruzione della distribuzione della velocità delle onde S nel sottosuolo.

5 ATTREZZATURA UTILIZZATA E MODALITÀ DI ACQUISIZIONE DEI DATI

5.1 MASW_ReMi.

L'indagine Masw_ReMi è stata eseguita con un sismografo della SARA Electronics a 12/24/36 canali e 16 bit reali. Sono stati adoperati 12 geofoni "Geospace con frequenza di 4,5 Hz" collocati nel terreno lungo uno stendimento rettilineo.

5.1.a MASW.

Nel caso in studio sono state eseguite n. 01 MASW.

- per le acquisizioni Masw l'interdistanza tra geofoni è stata posta a m 2,00 per uno stendimento complessivo di 22 metri;



Fig. d) – Rappresentazione/configurazione strumentale tipo.

Il sistema di energizzazione è costituito da mazza di battuta da 10 Kg battente su un piattello metallico, accoppiato al geofono sensore di start.

Sono state eseguite diverse registrazioni. Il dispositivo per la sollecitazione meccanica del suolo è stato posizionato, nel corso di ognuna delle acquisizioni, ad una distanza di 2,00 m (offset 2,00 metri) dal primo geofono e successivamente ad una distanza di 4,00 m; (offset 4,00 metri) dal primo geofono.

5.1.b ReMi.

Le l'analisi ReMi sono state eseguite mediante stendimenti rettilinei coincidenti con le indagini MASW con l'interdistanza tra geofoni stata posta pari a 2,0 m per la per uno stendimento complessivo di 22,00 metri;

6 ELABORAZIONE DEI DATI E RISULTATI

6.1 Elaborazione dei dati MASW_ReMi 1

L'analisi Masw e Remi è stata condotta congiuntamente con apposito software specialistico "Masw+Remi" ver. 4.0.0.2 con regolare licenza rilasciata dalla Roma & Associati s.r.l.

Tale metodologia di analisi coniuga i benefici del MASW e della REMI in un unico ambiente in grado di fornire un profilo di velocità affidabile non solo nei primi 30 m, ma anche più in profondità.

6.2 Dati sperimentali

Nome del file / tracce: 2022-01-29_09-32-44_01000_00200_012_Acquis_0303.drm
Numero di ricevitori 12
Distanza tra i sensori: 0m
Numero di campioni temporali.....2000
Passo temporale di acquisizione 1ms
Numero di ricevitori usati per l'analisi..... 12
L'intervallo considerato per l'analisi comincia a 0ms
L'intervallo considerato per l'analisi termina a 1999ms
I ricevitori sono invertiti (l'ultimo ricevitore nel file è il primo per l'analisi)

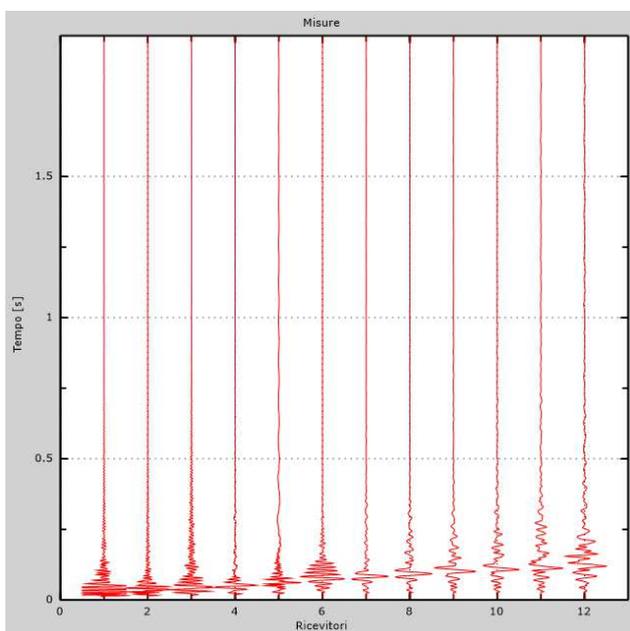


Figura 1: Tracce sperimentali

6.3 Risultati delle analisi

Frequenza finale 70Hz
Frequenza iniziale..... 2Hz

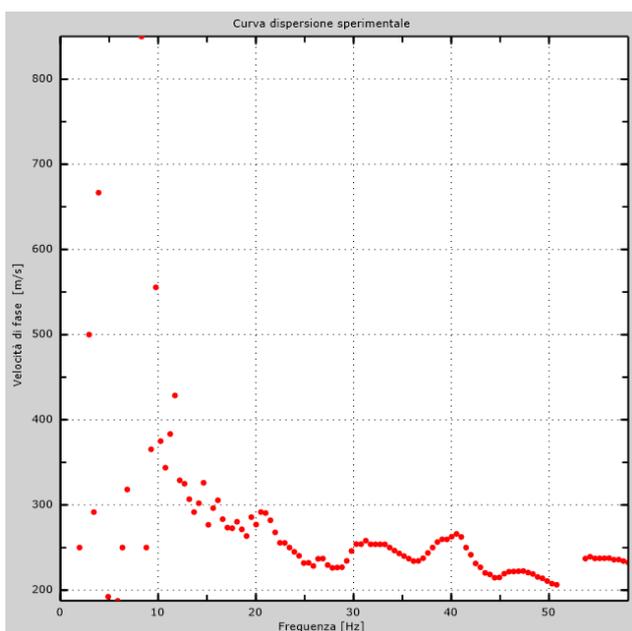


Figura 2: Curva dispersione sperimentale

6.4 Risultati delle analisi tecnica passiva

Nome del file delle tracce: 2022-01-29_09-36-45_00500_06000_012_Acquis_0303.drm
Numero di ricevitori 12
Numero di campioni temporali..... 3.26787e-312
Passo temporale di acquisizione 2ms
Numero di ricevitori usati per l'analisi..... 12
L'intervallo considerato per l'analisi comincia a 0ms
L'intervallo considerato per l'analisi termina a 59998ms
I ricevitori sono invertiti (l'ultimo ricevitore nel file è il primo per l'analisi)

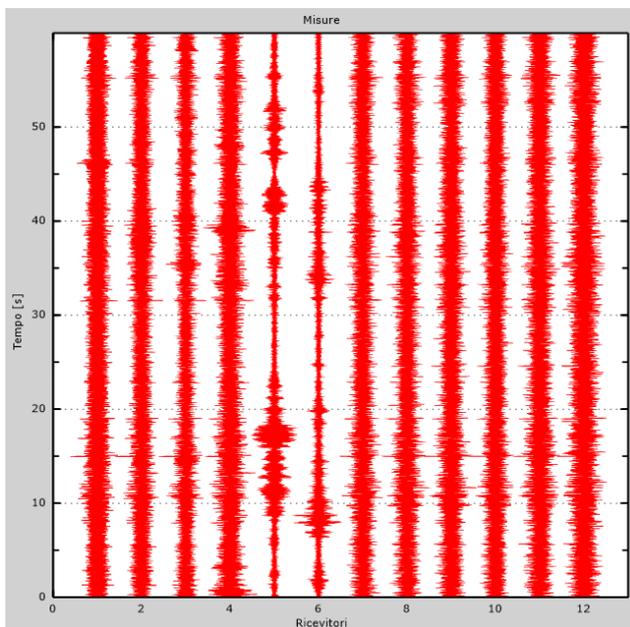


Figura 3: Tracce sperimentali

6.5 Curva di dispersione

Tabella 1: Curva di dispersione

Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase Max [m/s]
9.25771	377.545	358.757	396.332
12.2803	328.355	295.52	361.191
15.7227	298.148	268.333	327.963
19.165	269.064	242.157	295.97
22.6074	255.519	229.967	281.071
26.0498	231.386	208.248	254.525
29.4922	239.012	215.111	262.913
32.9346	253.762	228.386	279.139
36.377	234.276	210.848	257.704
39.8193	261.378	235.24	287.516
43.2617	222.9	200.61	245.19
46.7041	222.131	199.918	244.344
50.1465	208.586	187.727	229.445
53.7976	227.245	182.155	272.335
57.9568	215.973	185.913	246.033

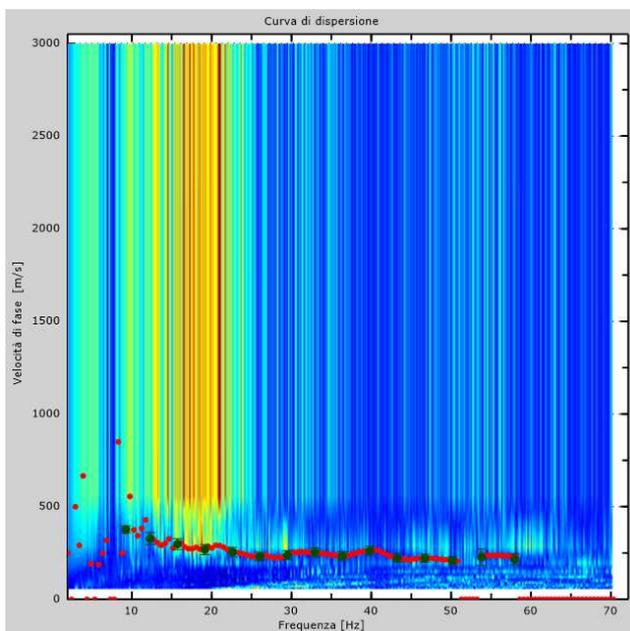


Figura 4: Curva di dispersione

6.6 Profilo in sito

Numero di strati (escluso semispazio)	5
Spaziatura ricevitori [m]	2m
Numero ricevitori	12
Numero modi	10
Numero iterazioni	10
Massimo errore [%]	2.000000e-001
Evita forti contrasti di rigidezza tra 2 strati consecutivi	

Strato 1: copertur

h [m]	1
z [m]	-1
Densità [kg/m ³]	1900
Poisson	0.29
Vs [m/s]	240
Vp [m/s]	441
Vs min [m/s]	120
Vs max [m/s]	480
Falda non presente nello strato	
Strato non alluvionale	
Vs fin.[m/s]	240

Strato 2: Conglomerato limo sabbioso a tratti cementato

h [m]	3
z [m].....	-4
Densità [kg/m ³]	1900
Poisson	0.31
Vs [m/s]	257
Vp [m/s]	490
Vs min [m/s]	129
Vs max [m/s]	514
Falda non presente nello strato	
Strato non alluvionale	
Vs fin.[m/s]	257

Strato 3: Argille limo sabbiose giallastre

h [m]	4
z [m].....	-8
Densità [kg/m ³]	1900
Poisson	0.31
Vs [m/s]	299
Vp [m/s]	570
Vs min [m/s]	149
Vs max [m/s]	598
Falda non presente nello strato	
Strato non alluvionale	
Vs fin.[m/s]	299

Strato 4: Argille grigio azzurre

h [m]	22
z [m].....	-30
Densità [kg/m ³]	2000
Poisson	0.26
Vs [m/s]	365
Vp [m/s]	641
Vs min [m/s]	182
Vs max [m/s]	730
Falda non presente nello strato	
Strato non alluvionale	
Vs fin.[m/s]	365

Strato 5:

h [m]	0
z [m].....	-∞
Densità [kg/m ³]	2000
Poisson	0.26
Vs [m/s]	419
Vp [m/s]	736
Vs min [m/s]	210
Vs max [m/s]	839
Falda non presente nello strato	
Strato non alluvionale	
Vs fin.[m/s]	419

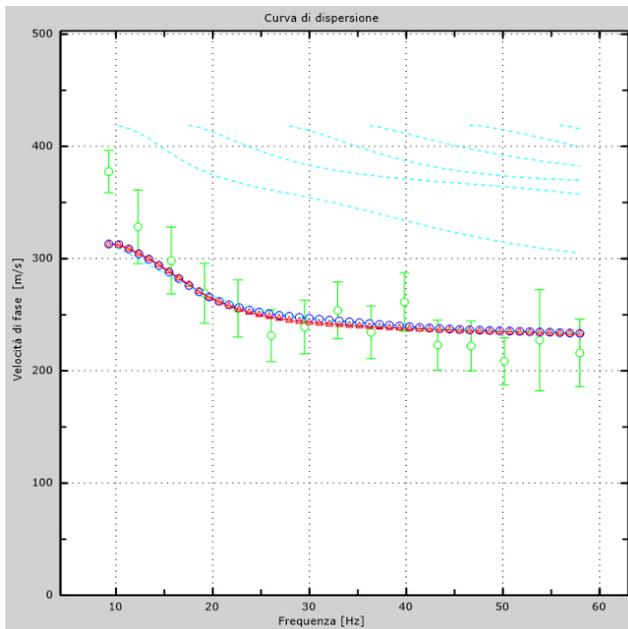


Figura 5: Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente(blu), curva numerica (rosso)

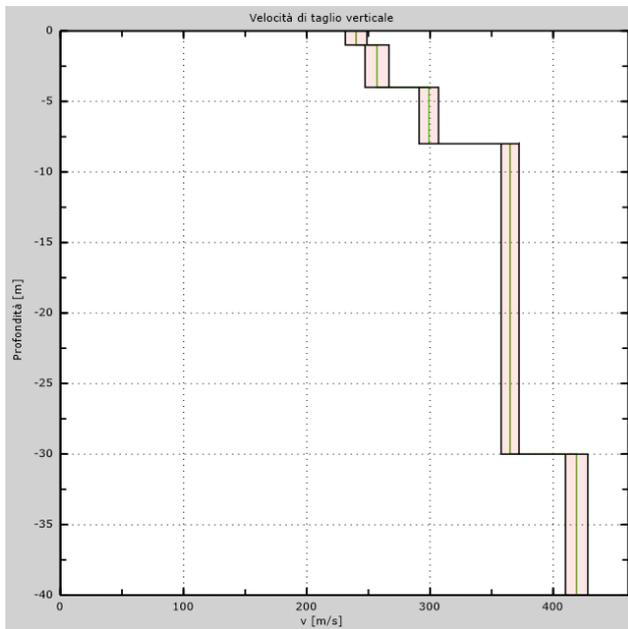


Figura 6: Velocità; incertezza 0.1 sigma

6.7 Risultati finali (MASW+ReMi)

Categorie di sottosuolo

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{S,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

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

con:

h_i spessore dell'*i*-esimo strato;

$V_{S,i}$ velocità delle onde di taglio nell'*i*-esimo strato;

N numero di strati;

H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_S non inferiore a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro $V_{S,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità. Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite in Tab. 3.2.II.

Suolo tipo		C				
		hi	zi	Vsi	hi/Vsi	Vs, equ
	spessori	(m)		(m/s)	(s)	(m/s)
H	h1=	1	0	240	0,004167	335
(m)	h2=	3	1	257	0,011673	
30	h3=	4	4	299	0,013378	
	h4=	22	8	365	0,060274	
	somma	30			0,089492	

La normativa applicata è il DM 17 gennaio 2018;

Il sito appartiene alle classi A, B, C, D, E (alluvionale, ghiaia, sabbia, limo, argilla, roccia) e si può fare riferimento all'approccio semplificato;

Il sito non è suscettibile di liquefazione e non è argilla sensitiva;

L'unità geotecnica dello strato rigido è la numero 4

Le caratteristiche meccaniche degli strati migliorano gradualmente con la profondità;

Tipo di suolo **C**

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato; (D.M. 17.01.2018);

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

Gela 02/02/2022





Masw + ReMi

