



PROGETTAZIONE DEFINITIVA/ESECUTIVA, COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE DEI LAVORI relativa ai lavori di "INTERVENTO 1: RIQUALIFICAZIONE FUNZIONALE DEL CINEMA/TEATRO DI LIGONCHIO" nell'ambito del PNRR M1C3I2.1 "ATTRATTIVITÀ DEI BORGHI" - PROGETTO RIQUALIFICAZIONE FUNZIONALE E STRUTTURALE DEGLI SPAZI CULTURALI COMUNE DI VENTASSO - LIGONCHIO: DOVE L'ENERGIA DIVENTA CULTURA"

CUP H37D22000010006

Via alla Valla, 12 fraz. Ligonchio - 42032 - Ventasso (RE)

CIG 958213866C



responsabile del procedimento

Ing. Laura Felici Lavori pubblici, Patrimonio e Protezione Civile

gruppo di progetto

progetto strutture e coordinamento generale :

Ing. Filippo Dallagiacoma

via Alla Valla 33 Ventasso loc. Ligonchio (RE) tel.0522 611750

e-mail: f.dallagiacoma@spadaccinistudio.it

progetto architettonico: Lapis architetture

Arch. Carlo Margini Arch. Francesca Fava

Via Emilia S.Stefano n.31 - Reggio Emilia tel 0522 454599 e-mail: info@lapis.re.it

impianti meccanici: Ing. Giancarlo Manghi –

GM Progettazione Energetica

Via Arduini n. 14/6 Cavriago - (RE) tel.0522 576666

e-mail: giancarlo.manghi@studiomanghi.net

impianti elettrici: P.I. Daniele Fontana

Via delle Scuole n. 23/2, Scandiano - (RE) tel. 0522 889418

e-mail: tecnico@fontanaprogetti.it

prevenzione incendi: Geom Simone Donelli

Via N.Copernico 6 - (RE) tel. 339 7839771

e-mail: info@geomsimonedonelli.it

Esecutivo

20-06-2023



1:vv

Relazione geologica

E.ST.2.05



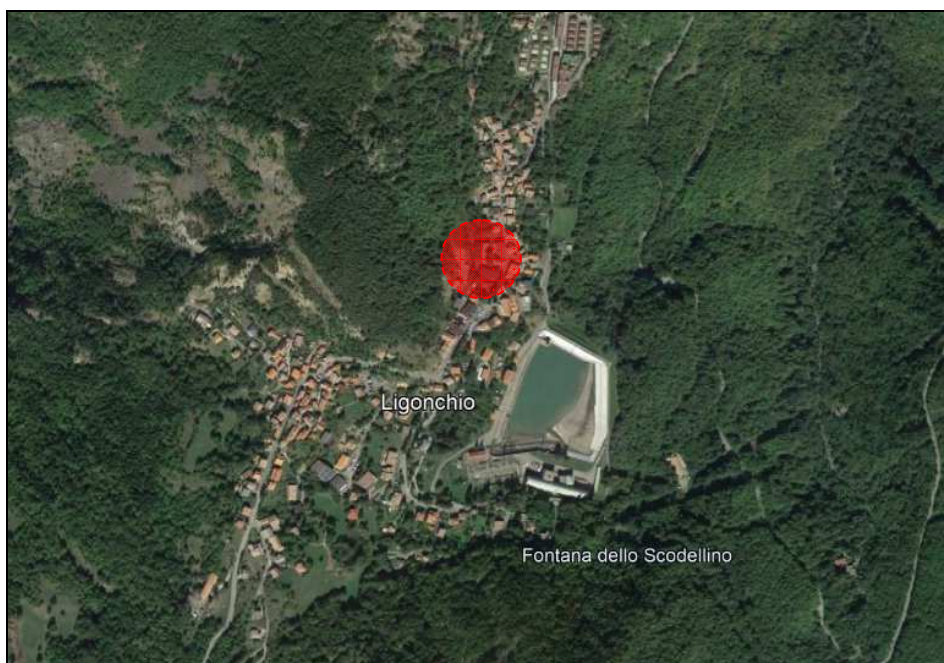
Dott. Geol.
PAOLO BERETTI

Geologia Applicata e Geotecnica
Consulenze e Controlli Ambientali

Via De Gasperi 2/1 , 42020 Quattro Castella (RE)
Tel. 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell. 348 6902667 e-mail: studio.beretti@gmail.com; paolo.beretti@epap.sicurezza postale.it

COMMITTENTE	Amministrazione Comunale di Ventasso
-------------	--------------------------------------

Provincia di Reggio nell'Emilia
Comune di Ventasso



Riqualificazione funzionale del cinema/teatro di Ligonchio.

**RELAZIONE GEOLOGICA, MODELLAZIONE GEOTECNICA E
ANALISI DELL'AZIONE SISMICA**



Revisione	Descrizione	Data	Redazione
0	GGs	10/03/2023	Dott. Geol. Paolo Beretti

INDICE

INDICE.....	1
PARTE INTRODUTTIVA	3
Premessa	3
Inquadramento territoriale.....	3
Principali Strumenti Programmatici Territoriali	3
Carta inventario del dissesto PTCP – Provincia di Reggio Emilia	3
Carta inventario delle frane dell' Emilia Romagna (2018).....	4
Carta geologica della Regione Emilia Romagna	5
PSC - Comune di Ventasso	6
Carta geologica	6
Carta idrogeologica	6
Piano e metodologia d'indagine	7
RELAZIONE GEOLOGICA SULLE INDAGINI - CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO	8
Inquadramento geologico strutturale	8
Inquadramento geomorfologico	9
Inquadramento idrogeologico.....	10
rilevazioni del battente idrico sotterraneo	11
Modello geologico e geofisico.....	11
Pericolosità geologica e geomorfologica dell'area	12
Pericolosità idraulica dell'area (d.g.r. 1300/2016)	13
RELAZIONE SULLA PERICOLOSITA' SISMICA DELL'AREA – RISPOSTA SISMICA LOCALE.....	16
Inquadramento topografico	16
Storia sismica del sito	16
effetti attesi e livelli di approfondimento	18
Carta degli effetti sismici locali.....	19
Carta delle indagini effettuate o acquisite per la microzonazione sismica	19
Carta delle microzone omogenee per la prospettiva sismica - MOPS. Microzonazione sismica di primo livello	20
Tav.A19. Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica - MOPS. Microzonazione sismica di secondo livello.....	20
Identificazione categoria suolo di fondazione	21
Classe dell'opera: azione sismica e pericolosità sismica di base	23
Azione sismica di progetto	23
Fattore di amplificazione stratigrafico	24
Fattore di amplificazione topografico.....	24
Principali coefficienti di accelerazione sismica.....	24
Calcolo del fattore di amplificazione stratigrafico di III livello.....	24

Amministrazione Comunale di Ventasso	<i>Relazione geologica, modellazione geotecnica e analisi dell'azione sismica</i>	Riqualificazione funzionale del cinema-teatro di Ligonchio.
Cenni metodologici	24	
SLD - Definizione dello spettro di risposta relativo al sito in analisi fabbricato classe III	26	
Definizione dei coefficienti di amplificazione sismica	26	
SLV - Definizione dello spettro di risposta relativo al sito in analisi fabbricato classe III	27	
Definizione dei coefficienti di amplificazione sismica	28	
Spettro regolarizzato secondo Ord. n° 55.....	29	
Principali parametri di sollecitazione sismica derivanti dallo studio di normalizzazione - SLD	30	
Principali parametri di sollecitazione sismica derivanti dallo studio di normalizzazione - SLV.....	30	
Frequenza primaria terreni di fondazione	31	
Analisi Suscettibilità alla Liquefazione	32	
MODELLAZIONE GEOTECNICA DEL SITO.....	33	
Incertezze interpretative e metodologiche relative alla ricostruzione del modello geologico - geotecnico - sismico.	33	
Successione geotecnica - Analisi geomeccanica dei terreni	34	
Verifiche di stabilità locali	36	
Metodologia di calcolo	36	
Verifiche eseguite	38	
Analisi delle cause dei dissesti	40	
Interventi di consolidamento consigliati.....	41	
Accorgimenti e suggerimenti per la fase di progettazione esecutiva	42	
ALLEGATI.....	44	

Amministrazione Comunale di Ventasso	<i>Relazione geologica, modellazione geotecnica e analisi dell'azione sismica</i>	Riqualificazione funzionale del cinema-teatro di Ligonchio.
--------------------------------------	---	---

PARTE INTRODUTTIVA

PREMESSA

Nell'ambito progettuale relativo alla riqualificazione funzionale del cinema-teatro di Ligonchio, Comune di Ventasso (RE), si è effettuata l'indagine geologico geotecnica e sismica oggetto della presente relazione.

Lo studio, eseguito su commissione di **Comune di Ventasso**, si è redatto in ottemperanza ai dettati del D.M. 11/03/88 e circ. LL.PP. N° 30483 del 24/09/88, in riferimento alle nuove Norme Tecniche sulle Costruzioni, NTC 2018 - D.M. 17/01/2018 e alla D.G.R. 476/2021 della Regione Emilia-Romagna.

INQUADRAMENTO TERRITORIALE

La zona in esame si colloca all'interno del territorio comunale di Ventasso, all'interno dell'abitato di Ligonchio. L'area di studio si pone in corrispondenza del comparto medio sommitale di un versante mediamente acclive e declinante in direttrice est; le quote topografiche sono generalmente comprese tra 1120 e 1127 m s.l.m.

















Cartografia di riferimento

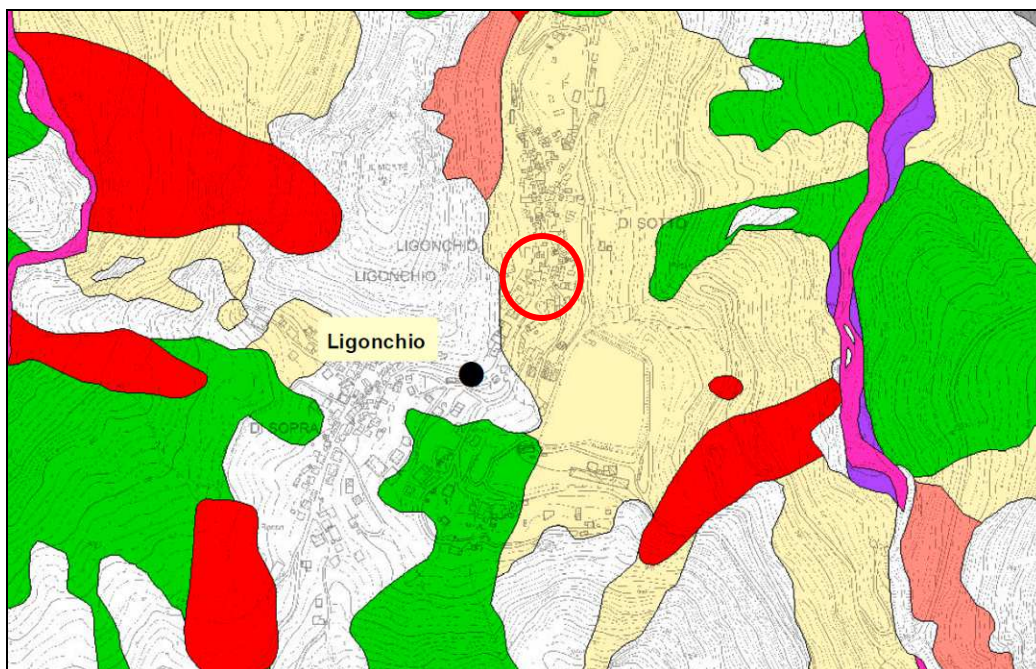
Foglio 1:50000	235	Pievepelago
Tavoletta 1:25000	235NO	Villa Minozzo
Sezione 1:10000	235050	Ligonchio
Elemento 1:5000	235053	Ligonchio

PRINCIPALI STRUMENTI PROGRAMMATICI TERRITORIALI

CARTA INVENTARIO DEL DISSESTO PTCP – PROVINCIA DI REGGIO EMILIA

Le perimetrazioni della “*Carta Inventario del dissesto (PAI-PTCP) e degli abitati da consolidare e trasferire (L445/1908), allegato P6 – sez. 235050*”, collocano l'area di studio all'interno di un deposito di versante s.l.

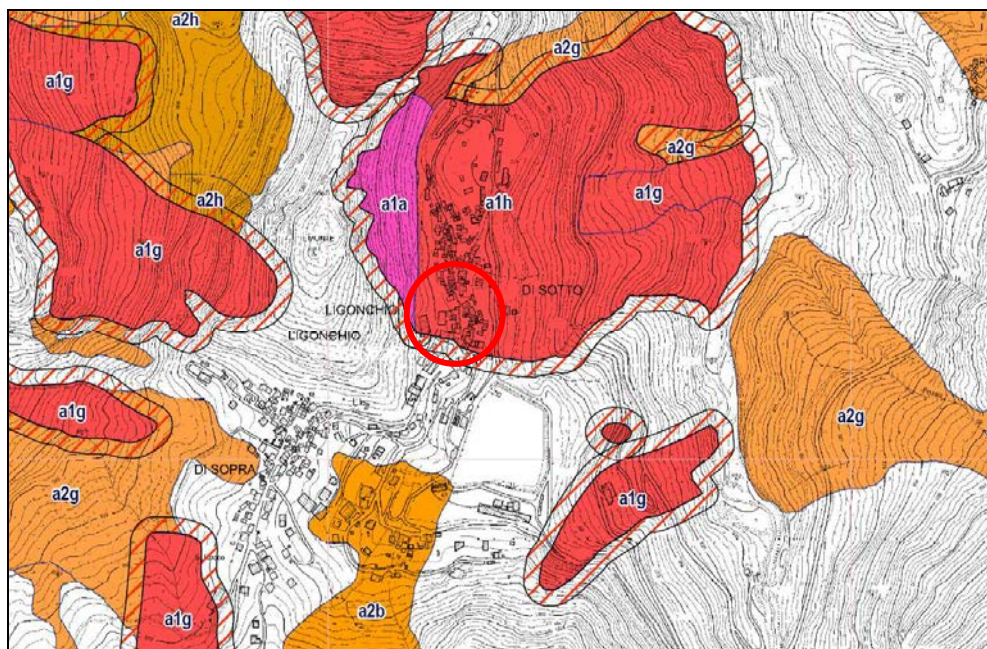
Carta Inventario del Dissesto	PAI	PTCP
 Frane attive (a1)	Fa	art.57
 Frane di crollo (a0)		
 Frane quiescenti (a2)	Fq	art.57
 Frane quiescenti parzialmente erose (a2a)		
 Scivolamenti in blocco (sb)		
 Frane stabilizzate	Fs	art.59
 Conoidi in evoluzione	Ca	art.58
 Conoidi inattive	Cn	art.58
 Depositi di Versante s.l. (a3)		art.59
 Depositi morenici (c1)		
 Depositi morenici rissili (c3)		
 Depositi morenici wurmiani (c4)		
 Depositi alluvionali in evoluzione (b1)		
 Depositi alluvionali in evoluzione parzialmente fissati da vegetazione (b1a)		
 Depositi alluvionali terrazzati (b2)		
 Depositi alluvionali terrazzati (ordine b3 o maggiore di b3)		















Carta del dissesto - PTCP - allegato P6 - sezione 235050.

CARTA INVENTARIO DELLE FRANE DELL' EMILIA ROMAGNA (2018)

Di contro, le perimetrazioni proposte all'interno dalla carta dell'inventario delle frane (non ancora strumento normativo) evidenziano, in corrispondenza dell'area di studio, la presenza di una nicchia di distacco di una frana quiescente per scivolamento in blocco o DGPV (**a2h**).

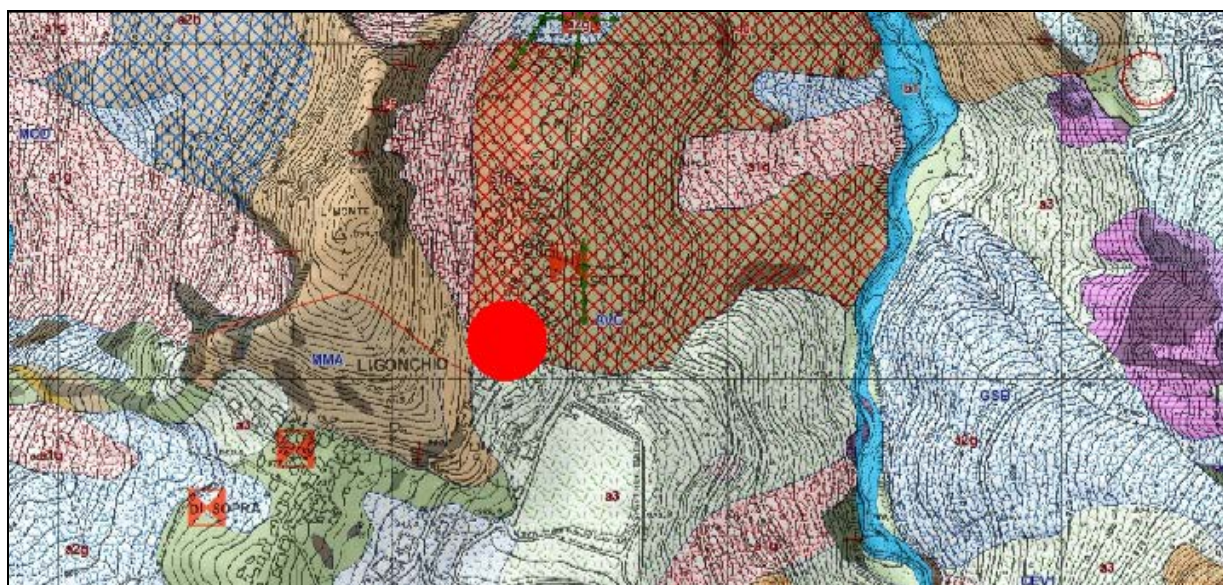



LEGENDA	
Depositi di frana	
	a1 - Deposito di frana attiva di tipo indeterminato
	a1a - Deposito di frana attiva per crollo e/o ribaltamento
	a1b - Deposito di frana attiva per scivolamento
	a1d - Deposito di frana attiva per colamento di fango
	a1g - Deposito di frana attiva complessa
	a1h - Deposito di frana attiva per scivolamento in blocco o DGPV
	Aree di possibile evoluzione delle frane attive (tipo di operazione 5.1.01-PSR)
	a2 - Deposito di frana quiescente di tipo indeterminato
	a2b - Deposito di frana quiescente per scivolamento
	a2d - Deposito di frana quiescente per colamento di fango
	a2g - Deposito di frana quiescente complessa
	a2h - Deposito di frana quiescente per scivolamento in blocco o DGPV

Tav.8 Ventasso.

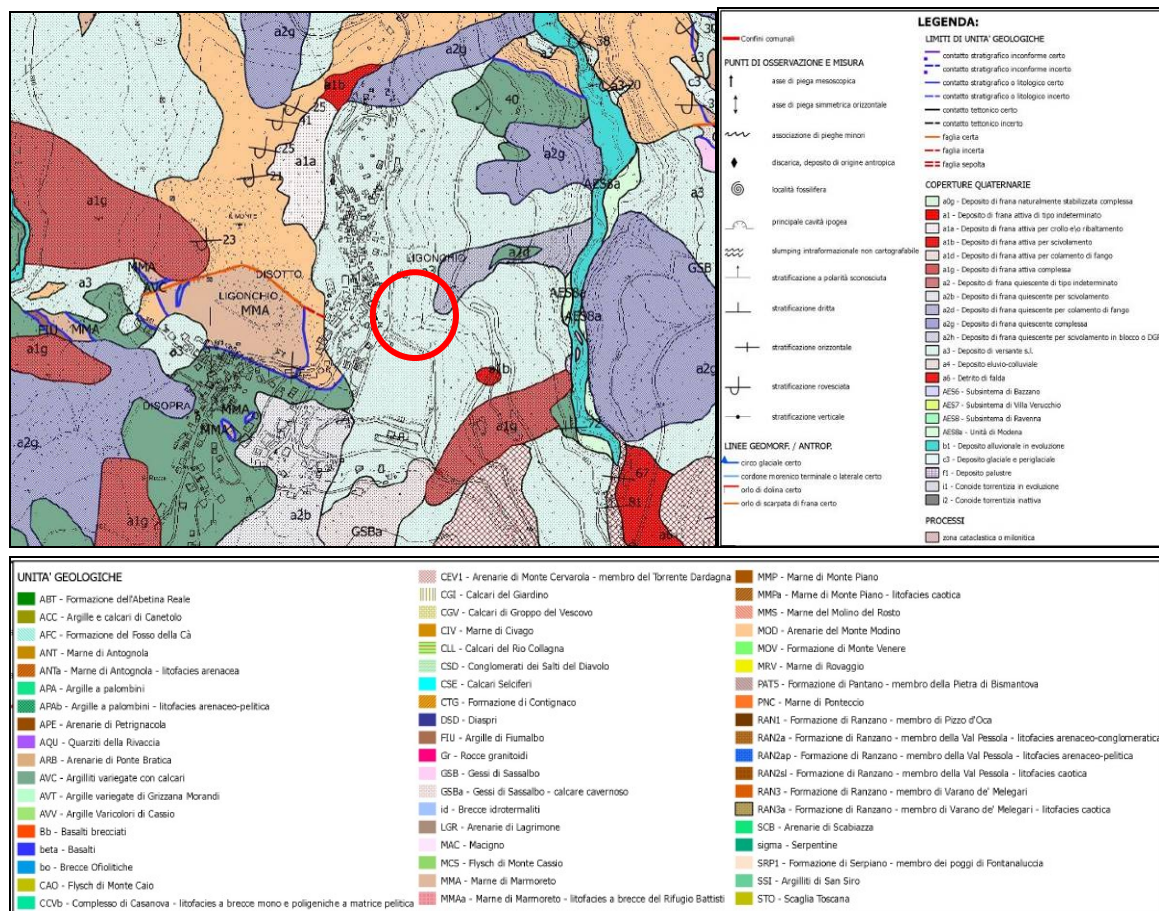
CARTA GEOLOGICA DELLA REGIONE EMILIA ROMAGNA

Tale interpretazione è avvalorata da quanto presentato dalla carta geologica dell'Emilia-Romagna (progetto CARG), riportata nell'allegato "Tav.2 - Carta geologica".



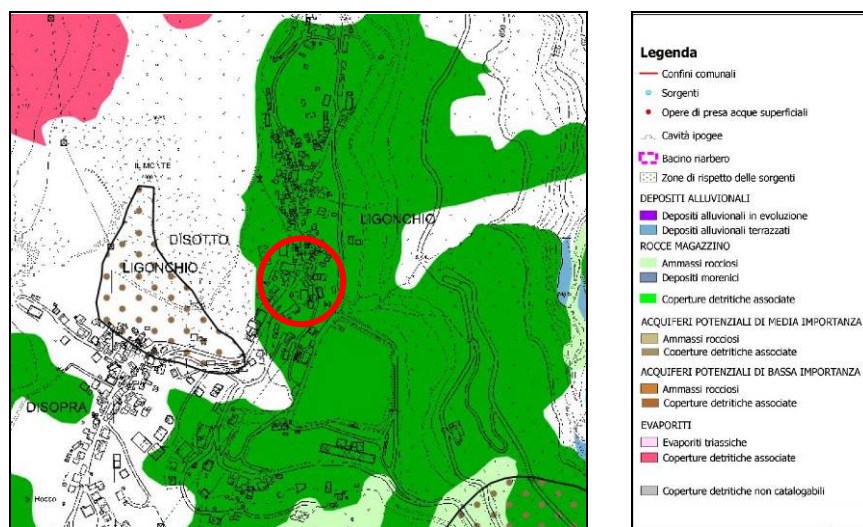
LEGENDA	
Unità geologiche	
AVC - Argilliti variegata con calcari	
FIU - Argille di Fiumalbo	
GSB - Gessi di Sassalbo	
MMA - Mame di Marmoreto	
MOD - Arenarie del Monte Modino	
	Area studiata
Depositi quaternari	
a1a - Deposito di frana attiva per crollo e/o ribaltamento	
a1b - Deposito di frana attiva per scivolamento	
a1g - Deposito di frana attiva complessa	
a1h - Deposito di frana attiva per scivolamento in blocco o DGPV	
a2b - Deposito di frana quiescente per scivolamento	
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	
a2h - Deposito di frana quiescente per scivolamento in blocco o DGPV	
a3 - Deposito di versante s.l.	
b1 - Deposito alluvionale in evoluzione	

PSC - COMUNE DI VENTASSO

CARTA GEOLOGICA

Tav.11. Ligonchio nord.

Secondo tale cartografia l'area in esame è caratterizzata dalla presenza di depositi di versante.

CARTA IDROGEOLOGICA

Tav.15. Ligonchio nord.

La carta degli elementi idrogeologici conferma la presenza di coperture detritiche.

Amministrazione Comunale di Ventasso	<i>Relazione geologica, modellazione geotecnica e analisi dell'azione sismica</i>	Riqualificazione funzionale del cinema-teatro di Ligonchio.
--------------------------------------	---	---

PIANO E METODOLOGIA D'INDAGINE

Indagine geognostica

Per la caratterizzazione fisico meccanica del sottosuolo sono state eseguite le seguenti prove geognostiche:

- **n°1 Sondaggio meccanico a carotaggio continuo**, protratto sino a profondità pari a – 20,0 m dal piano campagna, eseguiti con strumentazione BERETTA, esecuzione di prove SPT in foro di sondaggio e prove di penetrazione *Pocket Penetrometer* sulle carote recuperate a prevalente componente coesiva.
- **n°7 Prove penetrometriche statiche**: conformi allo standard europeo (cfr. *Indicazioni ISSMFE - AGI*); le prove sono state svolte utilizzando un penetrometro statico-dinamico, mod. PAGANI TG63-200. (cfr. *Indicazioni ISSMFE - AGI*), utilizzando cella di pressione idraulica a lettura digitale e prima asta con punta meccanica *Begemann (Friction Sleeve Cone)*.

Prospezioni geofisiche

Al fine di determinare la categoria del suolo di fondazione, valutare lo schema sismo-stratigrafico e ricavare i parametri di microzonazione sismica dell'area in oggetto, in riferimento ai dettati del D.M. 17/01/2018, sono state eseguite le seguenti indagini:

- **Stendimento sismico a rifrazione con elaborazione in tomografia sismica**, effettuata utilizzando la suddetta strumentazione. L'energizzazione nel terreno si è attuata mediante mazza battente di 10 kg, eseguendo 9 tiri con battute lungo lo stendimento. Nello specifico la prospezione è stata eseguita longitudinalmente al pendio ed i geofoni sono stati disposti ad interasse di 1,5 m, sviluppando una lunghezza equivalente a 37,5 m;
- **Stendimento sismico integrato Remi – MASW**, effettuata utilizzando un sismografo digitale a 24 canali ad elevata dinamica MAE, attrezzato con 24 geofoni verticali con frequenza propria di 4,5 Hz, disposti ad interasse di 1,5 m per una lunghezza totale di indagine pari a 34,5 m. L'acquisizione è stata eseguita effettuando una decina di registrazioni della durata di 44 sec con una frequenza di campionamento di 500 Hz; la prospezione MASW è stata effettuata mediante 7 battute all'esterno.
- **N°2 determinazioni delle frequenze proprie di vibrazione del terreno**, elaborate mediante metodo HVSr, utilizzando sismografo GEOBOX SARA.

Campagna geognostica e geofisica pregressa

La R.E.R., nel recente passato, ha eseguito e messo a disposizione studi assai accurati per la caratterizzazione geologica, geotecnica e sismica del dissesto gravitativo complesso che coinvolge l'abitato di Ligonchio di Sotto.

Ad integrazione del presente studio sono state considerate le seguenti indagini pregresse:

- **n°1 sondaggio meccanico a carotaggio continuo e distruzione di nucleo**, protratto sino ad una profondità pari a – 30,0 m da p.c. e successivamente attrezzato con inclinometro.
- **n° 1 stendimento geofisico elaborato in tomografia sismica.**

RELAZIONE GEOLOGICA SULLE INDAGINI - CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

INQUADRAMENTO GEOLOGICO STRUTTURALE

La strutturazione della catena appenninica è il frutto di una storia plicativa e deformativa piuttosto complessa, la quale ha interessato importanti successioni sedimentarie, originarie di ambienti paleogeografici differenti; queste, a seguito di significativi effetti di trascinamento ed accavallamento, si sono trovate impilate le une sulle altre.

I rapporti tra i differenti domini rocciosi risultano piuttosto articolati, tali per cui rocce di età più recente si trovano sepolte da rocce più antiche, invertendo, quindi, il tradizionale principio stratigrafico.

Dalla zona di crinale procedendo verso nord, all'interno del comparto reggiano dell'Appennino è possibile riscontrare la presenza della Falda Toscana, Falda Ligure e Subligure, Successione Epiligure ed, infine, la Successione del Margine Appenninico.

La falda Toscana, la quale costituisce la porzione meridionale dell'Appennino reggiano e, al contempo la base del complesso sistema a falde sovrascorse, è costituita da sedimenti arenacei depositi nell'Oligocene [20 ÷ 30 mln anni fa] all'interno del bacino marino confinato tra la zolla africana e quella adriatica.

L'instaurarsi di spinte compressive tra le suddette placche ha indotto una importante scompaginazione e deformazione dei corpi rocciosi depositi nel bacino tirrenico, la loro migrazione verso est ed, infine, il conseguente sovrascorrimento sul Dominio Toscano.

I corpi sedimentari delle Liguridi rappresentano la maggior parte delle rocce dell'Appennino reggiano e sono costituite da correnti di torbida e sedimenti argillitici ed argillosi.

I corpi sedimentari liguri, depositi in ambienti marini profondi e contraddistinti da bassa energia, sono stati, quindi, profondamente rimaneggiati e coinvolti all'interno di correnti di torbida dando origine a *melanges* ed olistostromi sottomarini, al cui interno sono rimasti intrappolati brandelli dell'antica crosta oceanica (le ofioliti).

Simultaneamente alla saldatura tra la zolla Africana e quella Europea e la conseguente ossatura della catena appenninica, all'interno della falda ligure si sono impostati bacini marini satellite, sviluppati essenzialmente in senso ovest – est, all'interno dei quali trovarono sede materiali conseguenti allo smantellamento del fronte ligure. Aveva luogo la deposizione della successione Epiligure.

Gli ambienti deposizionali sono piuttosto variegati; si passa, infatti, da ambienti di mare profondo sino ad ambienti di mare basso.

La zona in analisi è caratterizzata dall'affioramento delle Unità Toscane che contraddistinguono la parte alta dell'Appennino Reggiano; la condizione strutturale e stratigrafica del territorio in analisi è, comunque, complessa e le problematiche relative all'attribuzione delle formazioni ad una determinata successione stratigrafica non risulta ancora chiaramente definita. Infatti, dove l'Unità di M. Modino sovrascorre l'Unità di M. Cervarola non è chiaro se attribuire le argilliti alla parte basale dell'U. M. Modino od a quella sommitale dell'U. M. Cervarola.

Amministrazione Comunale di Ventasso	<i>Relazione geologica, modellazione geotecnica e analisi dell'azione sismica</i>	Riqualificazione funzionale del cinema-teatro di Ligonchio.
--------------------------------------	---	---

Nello specifico, l'area oggetto di studio si colloca in corrispondenza della fascia di contatto tra la Formazione delle Marne di Marmoreto (**MMA**) e la Formazione delle Arenarie di Monte Modino (**MOD**), riconducibile al gruppo delle Unità Toscane (Unità di Modino), e la Formazione delle Argille Variegate con Calcari (**AVC**), ascrivibile al Dominio Ligure.

La successione delle rocce sedimentarie e dei depositi quaternari affioranti nella zona in analisi (Tav. 2) è rappresentata dagli orizzonti di seguito descritti, dall'alto in basso in senso stratigrafico.

UNITÀ QUATERNARIE E CONTINENTALI

DEPOSITI DI VERSANTE (Olocene non attuale ed attuale)

Sono costituiti da materiali prevalentemente limosi – limoso argilloso sabbiosi che possono includere blocchi e massi rocciosi di dimensione variabile; questi ultimi in genere presentano disposizione caotica; formano superfici ad acclività variabile sono identificati da depositi di versante di poligenetici e da accumuli di frana di colata, debris flow, attivi e quiescenti non attivi.

DOMINIO LIGURE

ARGILLE VARIEGATE CON CALCARI (AVC) (Hauteriviano – Cenomaniano inf.)

Argilliti bruno o verdine più raramente varicolori intercalate a strati siltoso-calcarei o arenarie fini gradate (argille variegate). Breccie argillitico-calcaree a prevalentemente clasti di calcari tipo Palombini. Argilliti grigio-piombo in livelli di spessore decimetrico alternate a calcari silicei grigio-bluastri in strati sottili e medi (Argille a Palombini). In contatto tettonico col flysch di Sorba.

SCAGLIE DEL SECCHIA

GESSI DI SASSALBO – GSB (NORICO)

Alternanze di gessi di colore bianco o grigiastro in strati di potenza metrica, più o meno anidizzati, e di dolomie nere in strati da sottili a spessi. Ambiente evaporitico. Localmente la formazione è sostituita da breccie (di origine e/o fratturazione idraulica) a elementi dolomitici e cemento carbonatico (Calcare cavernoso Auct. **GSBa**) la cui origine è probabilmente da legare alle fasi deformative oligo-mioceniche.

UNITÀ MODINO

ARENARIE DEL MONTE MODINO – MOD (CHATTIANO P.P. - ACQUITANIANO)

Presenti solo nell'elemento Modino. Arenarie torbiditiche silicoclastiche a grana media e grossolana in strati spessi, alternate a sequenze di torbiditi più sottili. Passaggio per alternanze alle marne di Marmoreto. Spessore massimo di 400 – 500 metri.

MARNE DI CIVAGO – CIV (ACQUITANIANO)

Marne o marne siltose grigie ad elevato contenuto in silice (talora in liste di selce nera). Locali intercalazioni di strati arenacei discontinui anche di origine vulcanoclastica e di livelli arenitici grossolani a matrice marnosa con abbondante glauconite risedimentata. Nella parte bassa orizzonti plurimetri di breccie grossolane poligeniche ad elementi per lo più argillitici e calcarei (breccie del Rio Rumale). Deposito di scarpata. Discordanti sulle successioni sottostanti. Spessore di 50-100 m.

MARNE DI MARMORETO – MMA (RUPELIANO P.P. - CHATTIANO P.P.)

Siltiti marnose grigie (CaCO₃ decrescente dalla base al tetto) con sporadici accenni di stratificazione; sono presenti rare intercalazioni arenacee talora ad elementi vulcanici. Alla base si riscontra un livello, potente alcuni metri, di arenarie manganesifere bruno o verdastre, in strati sottili e breccie grossolane ad elementi centimetrici e decimetrici costituite da clasti di Argille Variegate con Calcari. Discordanti sulle Argille di Fiumalbo. Spessore massimo di circa 100 m.

INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'area studiata è stata interessata, in passato, da azioni modellatrici che hanno inciso e profondamente modificato le originarie morfologie. Gli agenti modificatori di maggior influenza sono stati le acque di scorrimento e la gravità, oltre all'uomo che, sia in passato che attualmente, ha modificato le forme naturali di tale parte di territorio.

Amministrazione Comunale di Ventasso	<i>Relazione geologica, modellazione geotecnica e analisi dell'azione sismica</i>	Riqualificazione funzionale del cinema-teatro di Ligonchio.
--------------------------------------	---	---

Il comparto territoriale in analisi, durante il Wurm era sito al di sotto del limite delle nevi persistenti nella fascia a valle del margine dei ghiacciai che scendevano dal crinale appenninico (M.te Cusna e Alpe di Succiso). L'aspetto tipico del paesaggio era quindi in parte di prateria alpina ed in parte a vegetazione praticamente assente, caratteristico di ambiente morfoclimatico periglaciale.

Le morene, depositi caratteristici dell'ambiente glaciale, sono estremamente diffuse a nord del M. Cusna – M. Mongiardonda e M. Ravino, e si protraggono sino a Febbio – Roncopianigi – Riparotonda.

Tali sedimenti si dispongono lungo i pendii in posizione di spartiacque e le loro caratteristiche granulometriche (sedimenti eterogenei immersi in una massa di fondo prettamente coesiva) fan sì che si possano distinguere nettamente dai recenti accumuli di frana.

Successivamente al Wurm e durante l'Olocene antico le condizioni climatiche sono progressivamente mutate verso condizioni dapprima Boreali e poi Atlantiche, con conseguente scioglimento dei ghiacci e formazione di corsi d'acqua sempre più imponenti. Questi ultimi hanno progressivamente inciso i depositi wurmiani, separando in lembi il *glacis* precedentemente formatosi che risultava sempre più terrazzato.

Nell'Olocene antico, in condizioni climatiche diverse dalle attuali, si sono sviluppati imponenti fenomeni gravitativi, generati da fenomeni di rammollimento e plasticizzazione di litotipi essenzialmente argillosi - argilloso limosi.

Nello specifico, l'abitato di Ligonchio di sotto si sviluppa sul versante orientale della cima denominata il Monte, lungo il quale trovano sede numerosi dissesti gravitativi.

Procedendo da monte verso valle, è presente un primo dissesto gravitativo contraddistinto da un cinematisma per crollo (a1a), il quale secondo le perimetrazioni proposte dal sito della cartografia geologica della RER, risulta attualmente in attività. Detta copertura presenta una forma a ventaglio ed un fronte alla base esteso per circa 400 ÷ 450 m.

A ridosso di suddetta terminazione basale trova sede uno scivolamento in blocco (a1h), il quale si protrae verso valle sino ad arrestarsi contro la riva sinistra del T. Ozola. L'edificio in oggetto si situa in corrispondenza della terminazione laterale meridionale della nicchia di distacco di tale fenomeno.

La zona di coronamento di suddetta frana si pone a quote variabili tra 960 ÷ 945 m slm, leggermente declinanti verso nord, un fronte a monte che oscilla tra 450/500 m ed un'estensione verso valle per circa 650 m.

Al suo interno, in corrispondenza degli impluvi a ridosso della porzione medio basale del versante, trovano sede due riattivazioni locali, a cinematisma complesso e presentanti differente stato di attività (a1g e a2g); detti fenomeni sono conseguenti ai fenomeni di scalzamento al piede esercitati dal T. Ozola.

INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Dal punto di vista idrogeologico, l'area in esame risulta costituita per la maggior parte da complessi pelitici, in cui la componente argilloso marnosa domina su quella lapidea.

Lo scenario generale del sito in oggetto presenta una serie di bacini idrogeologici di modeste dimensioni e potenzialità su scala regionale, che si traduce in un carattere estremamente locale dei medesimi.

L'estensione limitata di suddetti serbatoi è la conseguenza di un assetto strutturale estremamente scompaginato del medesimo Appennino. Infatti, si può facilmente osservare come formazioni permeabili si trovino a contatto con materiali impermeabili, limitando o impedendo la circolazione dell'acqua nel sottosuolo.

Il secondo aspetto limitante della capacità idrica delle formazioni geologiche costituenti l'arco appenninico è legata ad una netta dominanza dei litotipi a bassa permeabilità; e di come questa sia legata alla componente minoritaria della stessa struttura idrogeologica. Nonostante tutto, le componenti litoidi presentano una buona permeabilità secondaria, in quanto estremamente fessurate e fratturate.

D'altra parte, i depositi superficiali, derivanti da processi geomorfologici, caratterizzanti il primo sottosuolo, costituiscono potenziali serbatoi idrogeologici ad elevata permeabilità, la cui ricarica e capacità sono direttamente proporzionali alle condizioni meteoriche. In particolare, lo scheletro ghiaioso e ghiaioso sabbioso, costituente i diffusi depositi morenici e di versante presenti nell'area, presenta locale forte permeabilità; il contatto di questi materiali con il substrato roccioso, pressoché impermeabile, determina la presenza di piccole sorgenti.

RILEVAZIONI DEL BATTENTE IDRICO SOTTERRANEO

Al momento dell'esecuzione delle prove penetrometriche, per ciascuna verticale d'indagine è stata misurata l'eventuale presenza di battente idrico sotterraneo, rilevando, nello specifico la sua assenza superficiale.

DPSH1	Foro chiuso a – 1,15 m p.c.
DPSH2	Foro vuoto
DPSH3	Foro chiuso a – 4,45 m p.c.
DPSH4	Foro vuoto
DPSH5	Foro vuoto
DPSH6	Foro vuoto
DPSH7	Foro chiuso a – 2,20 m p.c.

L'orizzonte rimaneggiato superficiale, anche a seguito dall'azione antropica, può risultare sede di battente idrico sotterraneo effimero (imputabile ad eventi meteorici intensi e a fenomeni d'infiltrazione superficiale); si dovrà prevedere una probabile saturazione idrica (tendenzialmente discontinua e disomogenea) nei primi orizzonti di sottosuolo.

Il sondaggio effettuato tra la prova DPSH3 e la verticale DPSH4, evidenzia la presenza di battente idrico sotterraneo a – 5,10 m p.c.; tale valore è stato ricavato a conclusione delle operazioni di sondaggio.

MODELLO GEOLOGICO E GEOFISICO

Le indagini geognostiche e le prospezioni geofisiche svolte in corrispondenza dell'area di studio hanno permesso di ricostruire il modello geologico del primo sottosuolo.

Amministrazione Comunale di Ventasso	<i>Relazione geologica, modellazione geotecnica e analisi dell'azione sismica</i>	Riqualificazione funzionale del cinema-teatro di Ligonchio.
--------------------------------------	---	---

Oltrepassate, ove presenti, le pavimentazioni superficiali, anche mediante l'esecuzione di prefiori, i diagrammi penetrometrici hanno evidenziato l'esistenza di un orizzonte rimaneggiato superficiale (**ORS**), costituito da riporti antropici eterometrici ed eterogenei immersi in una massa di fondo coesiva, il quale si protrae generalmente sino a $-0,6 \div -1,0$ m rispetto al piano di esecuzione delle indagini.

Oltre tali profondità fa quindi seguito un orizzonte costituito da litotipi limosi, limoso sabbiosi e talora prettamente sabbiosi al cui interno sono presenti trovanti litoidi a maggior grado di consistenza (**UGT1**). Detto orizzonte presenta marcata variabilità laterale del grado di consistenza. La base di tale unità si pone a profondità variabili tra $-3,6 \div -6,2$ m p.c.

Segue un orizzonte detritico di roccia arenacea, costituita da elementi litoidi con spigoli vivi o parzialmente arrotondati, le cui dimensioni possono anche essere superiori ai 10 cm, presentanti un elevato grado di consistenza, il quale ha determinato il rifiuto all'avanzamento e la conseguente interruzione delle indagini geognostiche (**UGT2**).

La base di detto orizzonte viene rilevata dal sondaggio meccanico a carotaggio continuo di nuova realizzazione ad una profondità pari a $-14,70$ m p.c. Superata tale quota, affiora un livello (**UGT3**) composto prevalentemente da siltiti pelitiche e calcareniti appartenenti alla Formazione delle Arenarie di Monte Modino (MOD).

Le indicazioni desunte dalla base sismica a rifrazione (reperibile in allegato) identificano un orizzonte di copertura, contraddistinto da valori delle onde di compressione pari a $V_p = 400 \div 800$ m/s, il cui spessore oscilla tra 3,0 e 4,0 m e presenta un andamento parallelo al pendio.

Fa quindi seguito un secondo sismo-orizzonte con velocità generalmente comprese tra $V_p = 1000 \div 1400$ m/s contraddistinto da andamento generalmente simile a quello dell'orizzonte sovrastante, ad eccezione del comparto di valle ove sembra essere presente una anomalia contraddistinta da un moderato incremento nei valori di propagazione delle onde di compressione. La base di tale sismo-orizzonte si pone a profondità generalmente comprese tra $-11,0 \div -13,0$ m da p.c.

A partire da suddette profondità sino a $-18,0$ m da p.c. si percepisce un graduale aumento nelle velocità delle onde primarie e al contempo una riduzione dell'equidistanza tra i rifrattori, definendo un incremento piuttosto repentino. Detto sismo orizzonte si contraddistingue per valori di velocità compresi tra $V_p = 1600 \div 2200$ m/s, individuando la presenza di un substrato roccioso a basso grado di alterazione.

In corrispondenza del comparto centrale dello stendimento, a profondità superiori a $-18,0$ m da p.c. sono state registrate velocità anche superiori a $V_p > 2600$ m/s.

PERICOLOSITÀ GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA DELL'AREA

Il sito oggetto d'intervento edilizio si pone all'interno del comparto mediano di un versante mediamente acclive e declinante verso est.

Amministrazione Comunale di Ventasso	Relazione geologica, modellazione geotecnica e analisi dell'azione sismica	Riqualificazione funzionale del cinema-teatro di Ligonchio.
---	---	---

Allo scopo di valutare le condizioni di stabilità generale dell'area in oggetto, si è deciso di applicare un'analisi qualitativa per la stima della stabilità locale mediante una metodologia, proposta ed approvata dalla Regione Emilia-Romagna, che prende in considerazione alcuni fattori responsabili dell'instabilità, attribuendo un peso specifico a differenti classi.

I parametri selezionati sono:

- acclività dei versanti;
- costituzione geolitologica;
- giacitura degli strati rispetto al versante;
- uso del suolo.

La propensione all'instabilità del comparto in esame viene calcolata tramite la somma dei pesi attribuiti alle classi di ciascun fattore considerato; il valore finale, compreso tra 0 e 23, consente di stabilire la propensione dei versanti alla potenziale instabilità.

Tabella riassuntiva delle classi e relativi pesi.

Peso	Classe di instabilità
Da 0 a 4	Massima
Da 5 a 8	Forte
Da 9 a 12	Media
Da 13 a 16	Limitata
Da 17 a 23	Situazione stabile

Nel caso in esame, per la sola area di sedime del fabbricato:

FATTORI CONSIDERATI	VALORI MEDIATI
Inclinazione (<10%)	+2
Litologia: Roccia pseudo-incoerente, detriti sciolti, cumuli di paleofrana	+2
Giacitura degli strati: Strati fortemente piegati, fratturati, rovesciati e con giacitura caotica.	+2
Uso del suolo: Aree urbane e improduttive	0
Totale:	+6

La somma dei singoli pesi colloca il sito all'interno di **un'area a forte instabilità**, in accordo con il quadro geomorfologico dell'area.

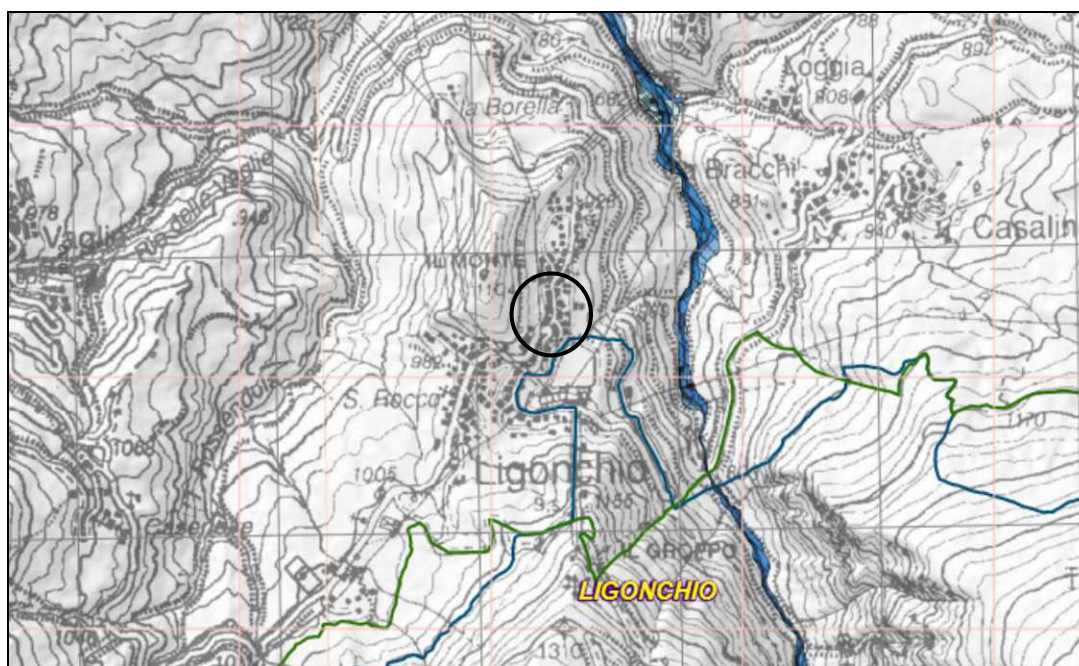
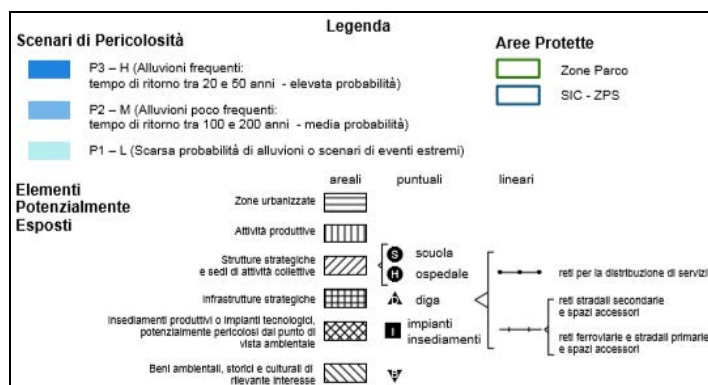
Le verifiche di stabilità locali sono presentate in calce a detto documento.

PERICOLOSITÀ IDRAULICA DELL'AREA (D.G.R. 1300/2016)

Si riportano gli estratti degli elaborati cartografici rappresentati dalle Mappe di Pericolosità e del Rischio di alluvione predisposte ai sensi dell'art. 6 della Direttiva 2007/60/CE e del D.Lgs. 49/2010. L'area di studio si colloca all'interno del medio Appennino reggiano e dal punto di vista idrografico è ascrivibile al **Reticolo**

Secondario Collinare Montano (RSCM) il quale, per definizione, è costituito da corsi d'acqua secondari nei bacini collinari e montani e dai tratti montani dei fiumi principali.

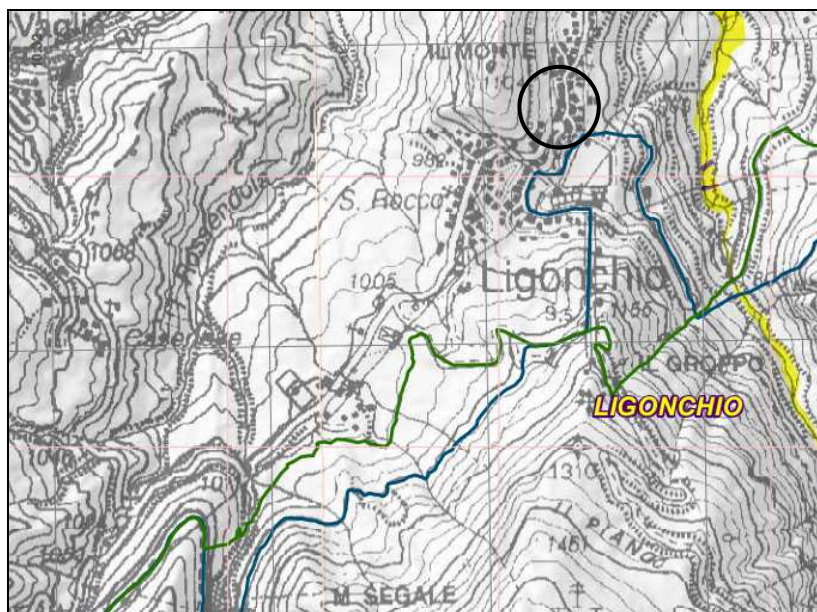
La disamina dell'elaborato grafico *“Direttiva Europea 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni – Mappa della pericolosità e degli elementi potenzialmente esposti”* evidenzia come generalmente l'intorno dell'area in analisi non ricade all'interno di nessuno scenario di pericolosità.



Mappa della pericolosità e degli elementi esposti

Le perimetrazioni della mappa del rischio potenziale espone all'interno del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA), ai sensi della direttiva europea 2007/60/CE, evidenziano uno **scenario di rischio nullo (R1)**.





Mappa del rischio

RELAZIONE SULLA PERICOLOSITA' SISMICA DELL'AREA – RISPOSTA SISMICA LOCALE

INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

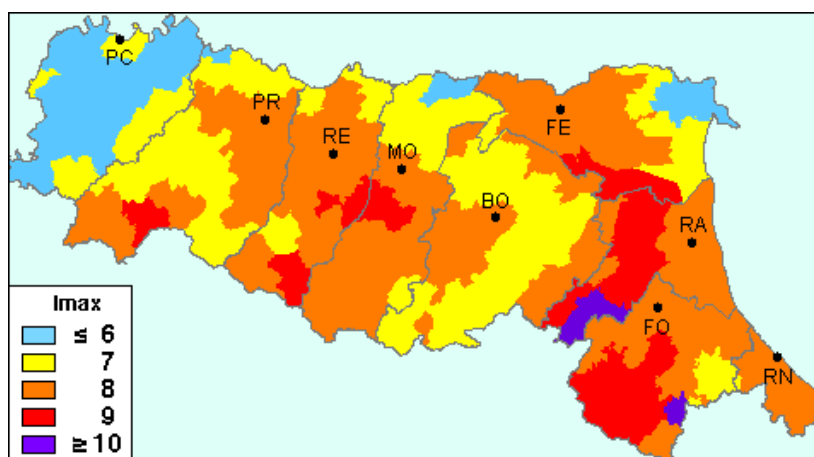
Le coordinate geografiche (**ellissoide ED50**) relative circa al centro dell'area d'intervento corrispondono a:

10,34461 ÷ 44,31861

(utilizzate per il calcolo dell'azione sismica – D.M. 17-01-18)

STORIA SISMICA DEL SITO

Nell'ambito in cui ricade il territorio comunale di Ventasso, il Catalogo delle massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani, valutate a partire dalla banca dati macrosismici del GNDT e dai dati del Catalogo dei Forti Terremoti in Italia di ING/SGA, Elaborato per il Dipartimento della Protezione Civile (*D. Molin, M. Stucchi e G. Valensise, 1996*) documenta eventi sismici giungenti al 7° – 8° grado della Scala Mercalli - Cancani – Sieberg, con intensità massima corrispondente ad $M = 4,5 \div 5,6$, come evidenziato nella seguente figura.



Zonazione sismica della RER sulla base della scala MCS.

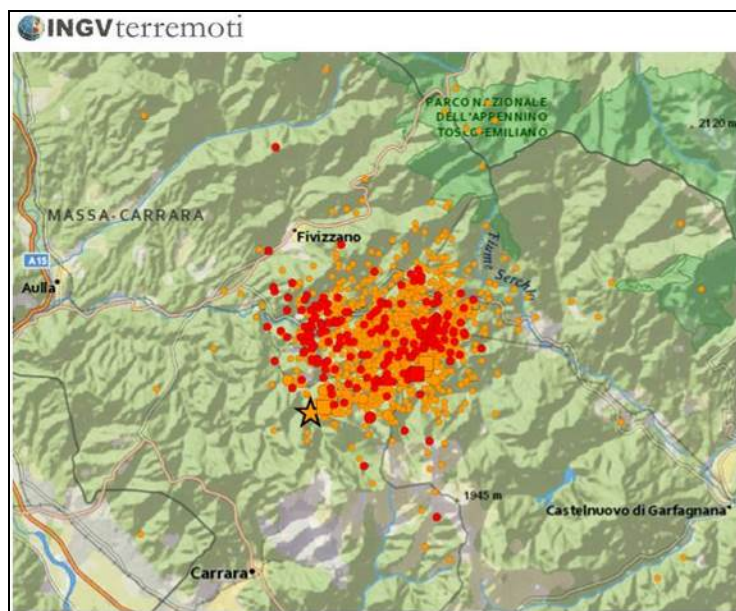
Nell'ambito a cui appartiene il territorio comunale di Ventasso, il Database Macrosismico DBMI15, utilizzato per la compilazione del catalogo parametrico CPTI15 (Gruppo di lavoro CPTI, 2015 – INGV, Bologna) sono documentati gli eventi sismici di seguito riportati:

Storia sismica di Ventasso

Numero di eventi: 7									
Effetti	In occasione del terremoto del:								
Is	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Area epicentrale	Np	Ix	Mw
6	1898	03	04			CALESTANO	260	7	5.07
5	1904	06	10	11	15	Frignano	96	7	5.08
8	1920	09	07	05	55	Garfagnana	638	10	6.48
5	1965	11	09	15	35	ALTA V. SECCHIA	32	5	5.01
4-5	1971	07	15	01	33	Parmense	228	8	5.61
4-5	1995	10	10	06	54	LUNIGIANA	341	7	5.04
3-4	1996	10	15	09	55	CORREGGIO	135	7	5.44

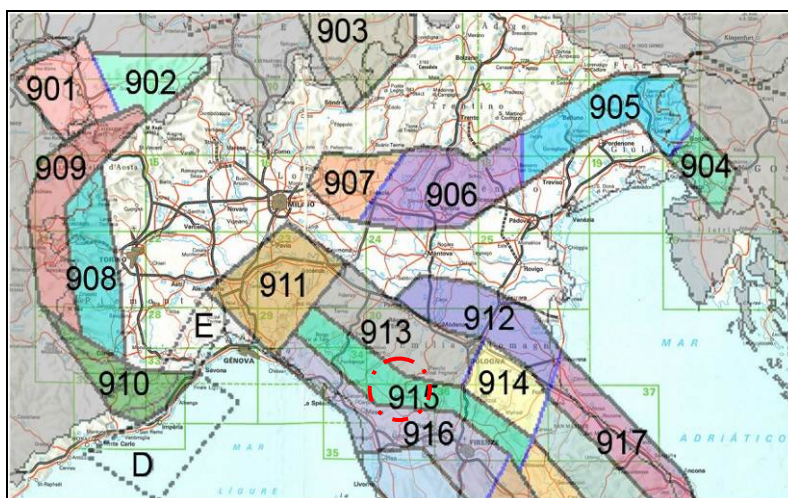
A detti dati vanno aggiunti quelli relativi ai recenti eventi sismici, datati 20/05/2012 e 29/05/2012 che hanno presentato intensità pari a $MW = 5.8 \div 5.9$.

L'ultima sequenza sismica significativa verificatasi nel centro – nord Italia, risulta quella che ha coinvolto la Garfagnana – Lunigiana nei mesi di Giugno – Luglio 2013, il cui evento principale, datato 21/06/2013, ha presentato intensità pari a $MW = 5.2$.



Distribuzione degli epicentri dei terremoti che hanno colpito la Garfagnana – Lunigiana.

Gli epicentri sismici verificatisi nel territorio in analisi hanno origine, per la quasi totalità, nei primi 8 ÷ 12 km del sottosuolo evidenziando la prevalenza di un'attività sismogenetica di tipo superficiale. La zonazione sismica del territorio nazionale, la quale identifica le zone sorgente a caratteristiche sismiche omogenee, elaborata da I.N.G.V. (2003), attribuisce l'ambito territoriale in oggetto alla zona sismogenetica 915. La componente cinematica principale la quale regola la distribuzione degli sforzi all'interno di suddetta fascia è di tipo normale.

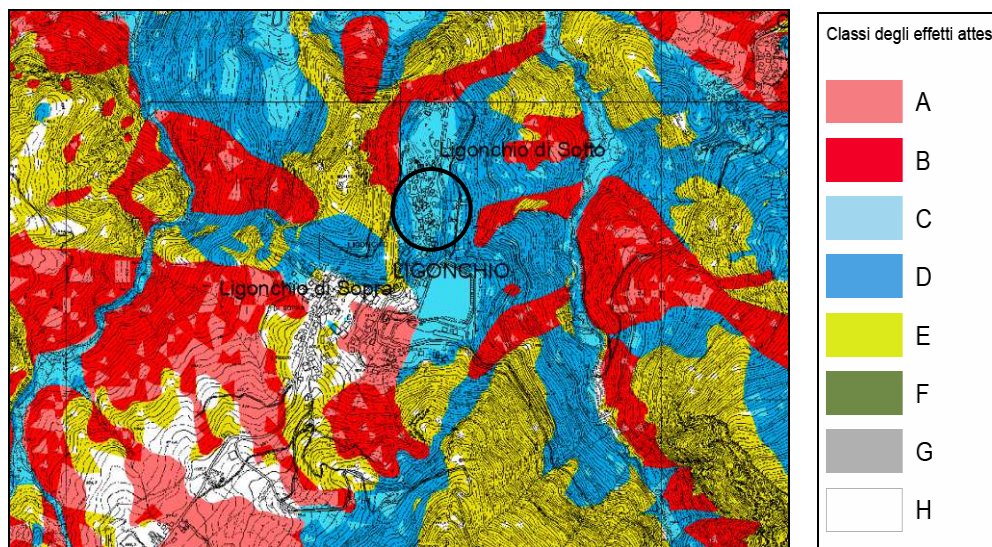


Zonazione sismogenetica ZS9 (INGV, 2004)

EFFETTI ATTESI E LIVELLI DI APPROFONDIMENTO

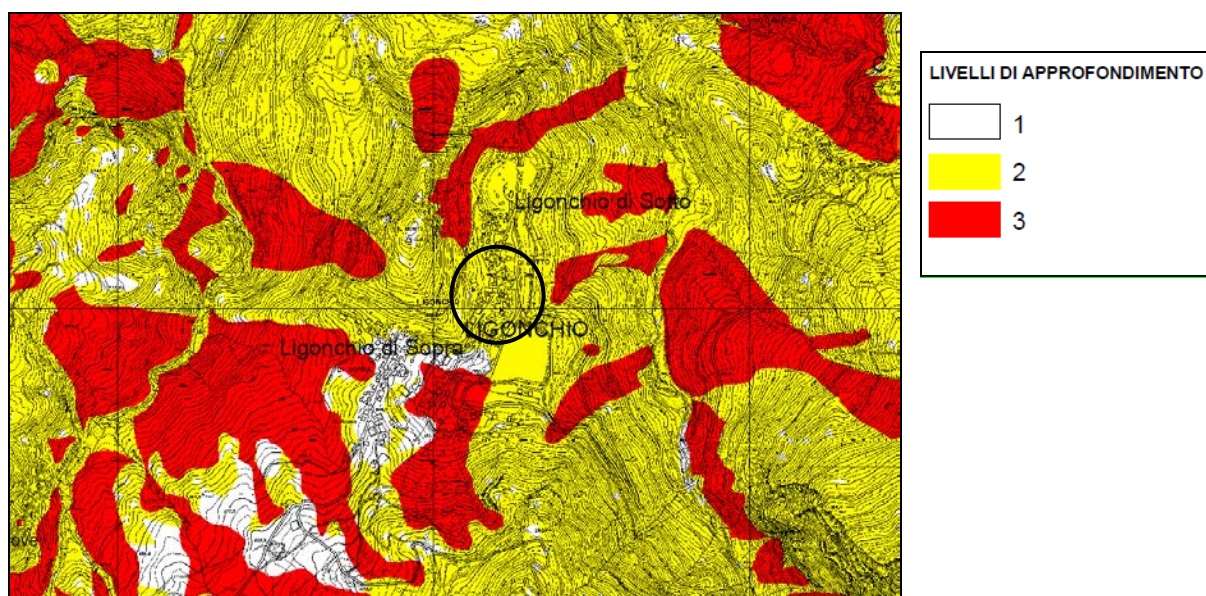
Dall'estratto della Carta delle aree suscettibili di effetti attesi" del PTCP vigente della Provincia di Reggio Emilia, si rileva che il terreno oggetto di indagine si pone in corrispondenza di un ambito soggetto a fenomeni di amplificazione stratigrafica (rif. PTCP: classe C).

Per tali ambiti sono richiesti approfondimenti di II livello.



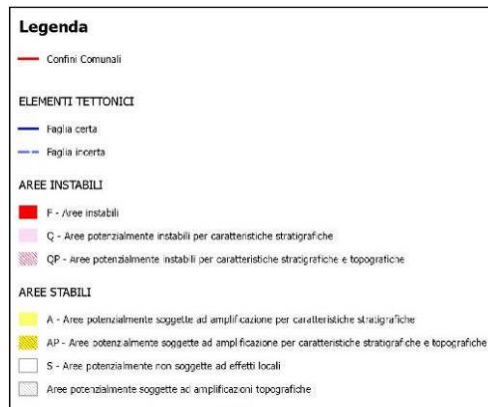
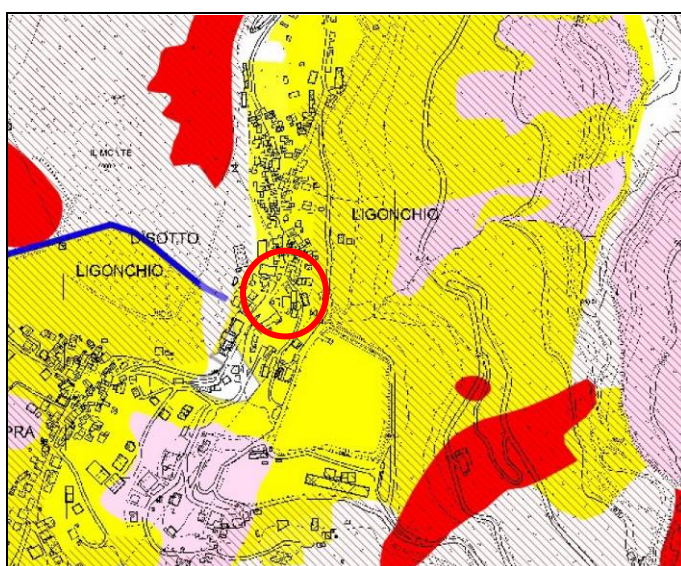
EFFETTI ATTESI					
CLASSI		AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA	AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA	INSTABILITA' DI VERSANTE	CEDIMENTI
	A	X		X	
	B	X	X	X	
	C	X			
	D	X	X		
	E		X		
	F	X			X
	G	X			X (potenziale)
	H				

Rischio sismico: Carta degli effetti attesi- PTCP - allegato P9a - sezione 235NO.



Rischio sismico: Carta dei livelli di approfondimento- PTCP - allegato P9b - sezione 235NO.

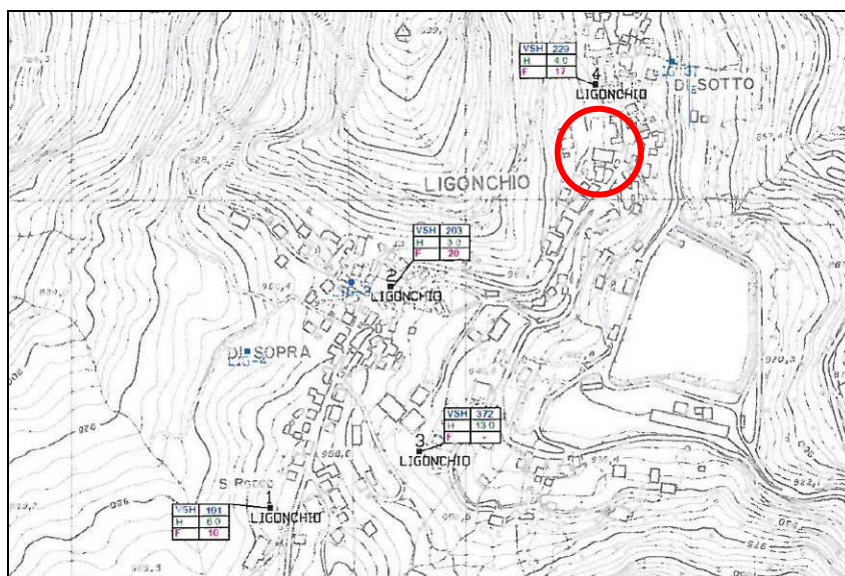
CARTA DEGLI EFFETTI SISMICI LOCALI



Tav. A16. Ligonchio nord.

La zona di interesse si trova in un'area sismicamente stabile, in particolare, rientra nelle aree potenzialmente soggette ad amplificazione per caratteristiche stratigrafiche e topografiche (AP).

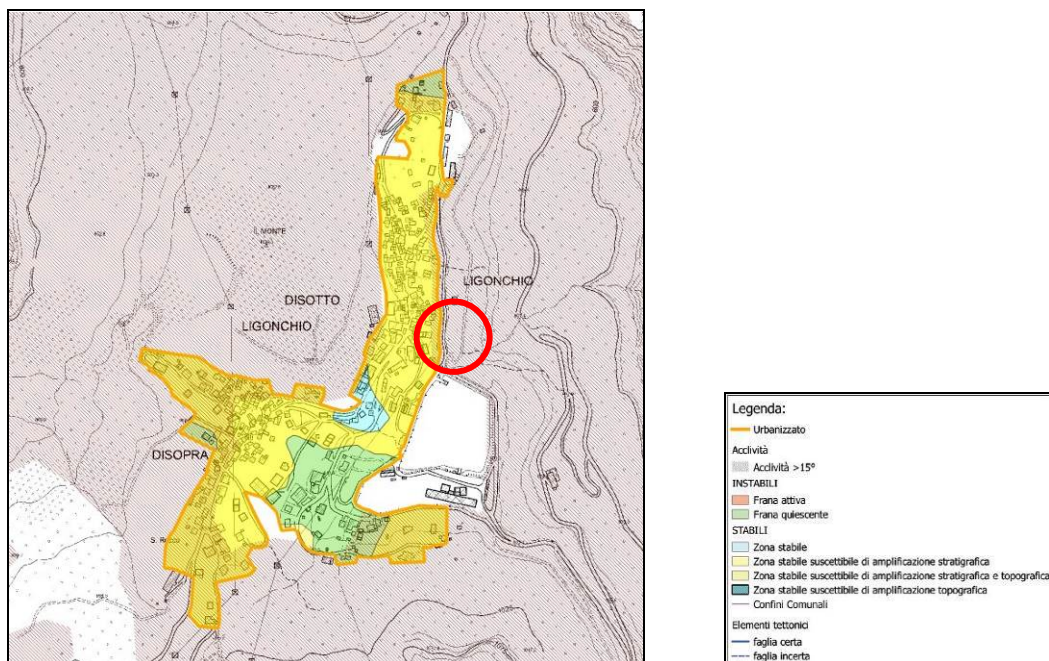
CARTA DELLE INDAGINI EFFETTUATE O ACQUISITE PER LA MICROZONAZIONE SISMICA



Tav.A17. Ligonchio.

La figura A17 riporta le indagini sismiche effettuate nei pressi dell'oggetto di studio.

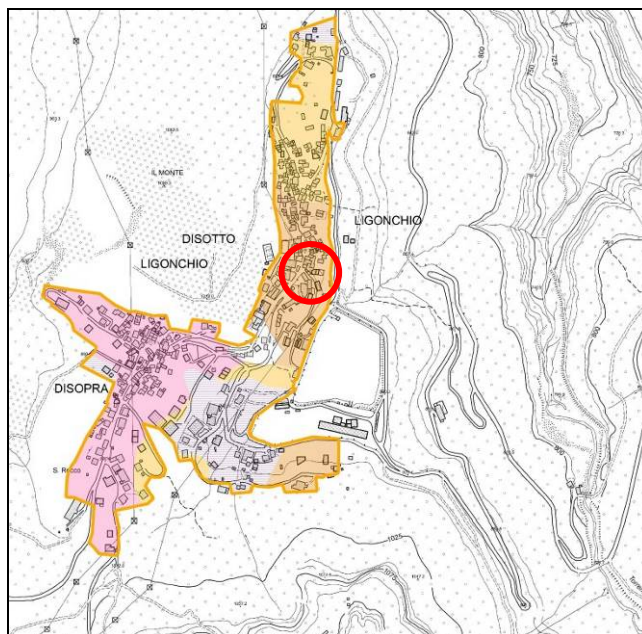
CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE PER LA PROSPETTIVA SISMICA - MOPS. MICROZONAZIONE SISMICA DI PRIMO LIVELLO



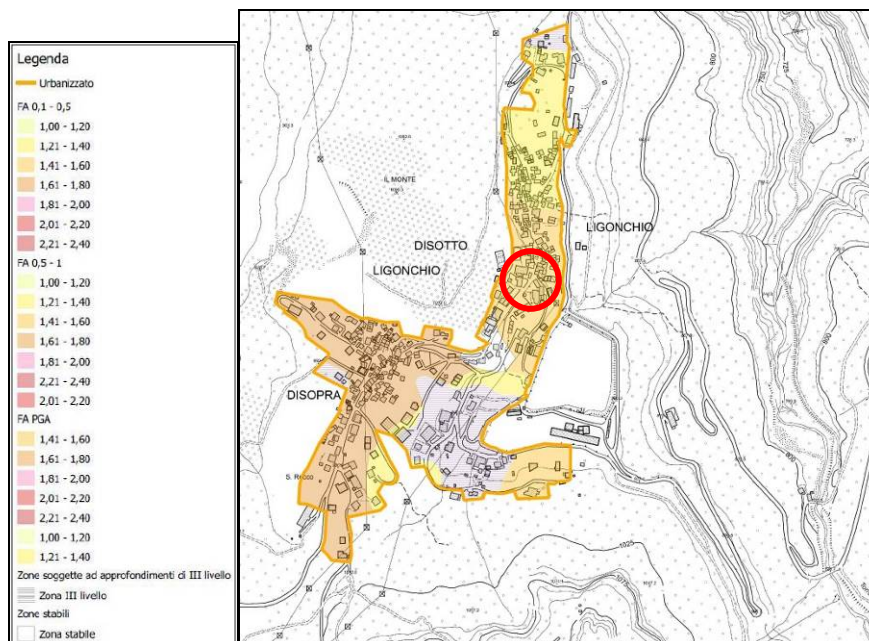
Tav.A18. Ligonchio.

Come evidenziato in precedenza dalla Tav.A16, la zona di studio è stabile e suscettibile di amplificazione stratigrafica e topografica.

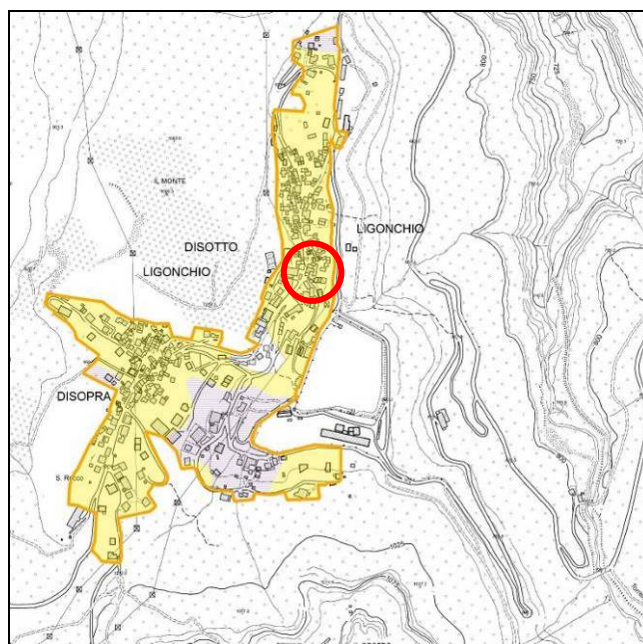
TAV.A19. CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA - MOPS. MICROZONAZIONE SISMICA DI SECONDO LIVELLO.



Ligonchio: FA PGA.



Ligonchio: FA 0,1 - 0,5.



Ligonchio: FA 0,5 - 1,0.

Secondo le tavole presentate l'area è caratterizzata dai seguenti parametri:

$$FA\ PGA = 1,21 - 1,40$$

$$FA\ 0,1-0,5 = 1,21 - 1,40$$

$$FA\ 0,5-1 = 1,41 - 1,60$$

IDENTIFICAZIONE CATEGORIA SUOLO DI FONDAZIONE

La definizione del valore Vs30, velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 m del sottosuolo, si è determinata mediante la relazione:

Amministrazione Comunale di Ventasso	Relazione geologica, modellazione geotecnica e analisi dell'azione sismica	Riqualificazione funzionale del cinema-teatro di Ligonchio.
--------------------------------------	--	---

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^M \frac{h_i}{V_{S_i}}}$$

dove:

M = numero di strati del profilo sismico fino alla profondità di 30 m,

h_i = spessore (in m) dello strato i -esimo (fino alla profondità di 30 m),

V_{S_i} = velocità (in m/s) dello strato i -esimo (fino alla profondità di 30 m).

Nel caso di substrato sismico riscontrabile a profondità inferiori ai - 30,0m dal piano di posa fondale, si utilizza la seguente relazione:

$$V_{S_H} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S_i}}}$$

dove:

N = numero di strati del profilo sismico corrispondenti alla copertura,

H = spessore totale (in m) dei terreni di copertura, o profondità del tetto del *bedrock* sismico,

h_i = spessore (in m) dello strato i -esimo (fino al *bedrock* sismico),

V_{S_i} = la velocità (in m/s) dello strato i -esimo (fino al *bedrock* sismico).

I dati acquisiti dalle rilevazioni effettuate in adiacenza al sito in esame, denotano che i primi 30 m del sottosuolo, sottostanti la probabile quota di incastro delle fondazioni, sono contraddistinti dalle velocità di propagazione delle onde di taglio V_s , profondità e spessori, come riportato nella seguente tabella:

Orizzonte sismostratigrafico	Profondità da p.c. [m]	Spessore medio [m]	V_s [m/sec]
1	0,5 ÷ 3,5	3,0	195
2	3,5 ÷ 14,0	10,5	482
3	14,0 ÷ 30,5	16,5	664

ottenendo, per i metodi di acquisizione sopra descritti, il seguente valore di velocità V_{S_H} :

$$V_{S30} = 484 \text{ m/sec}$$

Dai parametri sopra esposti risulta che i litotipi che formano i primi 30 m del sottosuolo sono attribuibili a:

Categoria B: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30m, 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.

Amministrazione Comunale di Ventasso	Relazione geologica, modellazione geotecnica e analisi dell'azione sismica	Riqualificazione funzionale del cinema-teatro di Ligonchio.
--------------------------------------	---	---

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> 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.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , 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.
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> 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.
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , 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.
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30 m.

CLASSE DELL'OPERA: AZIONE SISMICA E PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

L'intervento in progetto è caratterizzato dalla seguente classe d'opera e dai relativi parametri di definizione dell'input sismico.

	Classe	III
Vita nominale	Vn	50 anni
Coefficiente d'uso	Cu	1,5
Vita di riferimento	Vr	75 anni

AZIONE SISMICA DI PROGETTO

Sulla base delle indicazioni contenute nelle NTC, per l'area in esame, considerando strutture di classe III (vita nominale $V_n = 50$ anni, coefficiente d'uso $C_u = 1,5$; vita di riferimento $V_r = 75$ anni), risultano i seguenti valori di accelerazione di riferimento al suolo e parametri per il calcolo degli spettri di risposta di riferimento, in funzione dei diversi stati limite considerati:

STATO LIMITE	T_R (anni)	a_g (g)	F_0 (-)	T_{c*} (s)
SLO	45	0,076	2,435	0,255
SLD	75	0,096	2,431	0,262
SLV	712	0,225	2,398	0,290
SLC	1462	0,282	2,415	0,303

dove:

SLO = Stato limite di operatività; Pvr = 81%;

SLD = Stato limite di danno; Pvr = 63%;

SLV = Stato limite di salvaguardia della vita; Pvr = 10%;

SLC = Stato limite di prevenzione del collasso; Pvr = 5%;

a_g = accelerazione massima di riferimento al suolo;

F_0 = fattore di amplificazione;

T_{c*} = inizio del tratto orizzontale dello spettro di risposta.

Amministrazione Comunale di Ventasso	Relazione geologica, modellazione geotecnica e analisi dell'azione sismica	Riqualificazione funzionale del cinema-teatro di Ligonchio.
--------------------------------------	--	---

FATTORE DI AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICO

L'area è caratterizzata dal seguente coefficiente di amplificazione stratigrafica: **$S_s = 1,184$** .

FATTORE DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICO

Per l'area in oggetto, si dovrà considerare un coefficiente di amplificazione topografica pari a: **$S_T = 1,200$** , in ragione delle scarpate acclivi che si riscontrano intorno all'intervento in oggetto.

PRINCIPALI COEFFICIENTI DI ACCELERAZIONE SISMICA

Alla luce degli studi effettuati nella presente relazione, i terreni di fondazione saranno sottoposti ad un'accelerazione sismica quantificabile secondo i seguenti principali parametri dinamici:

	SLV	SLD
Latitudine (ED50)	44,31861	
Longitudine (ED50)	10,34461	
Vita nominale struttura	50 anni	
Classe struttura opera	III	
Coefficiente d'uso	1,5	
Vita di riferimento struttura	75 anni	
Categoria suolo di fondazione	B	
Vs30	484 m/s	
Pga di riferimento (SLV)	0,225	0,096
Coefficiente di amplificazione stratigrafico S_s	1,184	1,200
Coefficienti di amplificazione topografico S_t	1,200	1,200
F_{0SLV}	2,398	2,431
T_{CSLV}	0,290	0,262
coefficiente sismico orizzontale	$k_h = 0,077$	$k_h = 0,033$
coefficiente sismico verticale	$k_v = \pm 0,038$	$K_v = 0,017$
a_{max}/g	0,320	0,138

CALCOLO DEL FATTORE DI AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICO DI III LIVELLO

CENNI METODOLOGICI

In relazione alle prescrizioni alla classe d'uso del fabbricato a realizzarsi, si è svolta l'analisi di III livello sismico relativa al fattore di amplificazione.

L'analisi della risposta sismica locale è quindi stata sviluppata attraverso l'utilizzo del software gratuito STRATA, mentre la ricerca dei gruppi di accelerogrammi da utilizzare è stata condotta sul sito internet https://itaca.mi.ingv.it/ItacaNet_32/#/rexel sulla base dei valori di magnitudo (M) e distanza (D) che contraddistinguono il sito in esame.

L'elaborazione ha consentito di ricavare i seguenti spettri di accelerazione, presentati unitamente alla funzione media (opportunamente ricavata, di colore rosso) e allo spettro di riferimento per il sito in esame (di colore nero).

I dati d'ingresso sono stati ricavati inserendo nel foglio di calcolo ministeriale le coordinate geografiche (esprese in ED50) del sito in analisi.

Amministrazione Comunale di Ventasso	Relazione geologica, modellazione geotecnica e analisi dell'azione sismica	Riqualificazione funzionale del cinema-teatro di Ligonchio.
--------------------------------------	--	---

All'interno di suddetta maschera di calcolo, si recuperano i dati necessari per ricostruire gli spettri di risposta normalizzati del sito in esame alle seguenti condizioni:

- condizioni di campo libero (free - field) su suolo rigido (categoria sottosuolo A, $V_s > 800$ m/s) indicato dal grafico di colore nero;
- sulla base di quanto desunto dalle prospezioni geofisiche, dal valore di V_{s30} desunto e dalla conseguente attribuzione del sito in analisi ad una specifica categoria di sottosuolo, è possibile determinare lo spettro di risposta maggiorato del coefficiente di amplificazione stratigrafico (S_s); tale grafico è indicato dalla linea di colore fucsia.

Dal punto di vista prettamente operativo, per ogni singolo accelerogramma considerato, il software STRATA per la determinazione del fattore di amplificazione stratigrafico, richiede che sia inserita la stratigrafia del sito in analisi e la profondità desunta alla quale si riscontra il bedrock sismico.

Per ogni sismo-orizzonte occorre indicare il *soil type*, lo spessore (espresso in metri), il peso di volume (espresso in kN/m^3) e la velocità di propagazione delle onde di taglio (m/sec).

A ciascun numero di *soiltype*, corrisponde una tipologia granulometrica e fisica di suolo e, di conseguenza, una relativa curva di decadimento, messa a disposizione dal programma.

Il codice di calcolo mediante i parametri inseriti desume, mediante ripetute iterazioni, il modulo di taglio G_{MAX} (MPa) per ogni singolo orizzonte; inoltre, nel caso si disponga di prove di laboratorio dinamiche (quali colonne risonanti o taglio ciclico) è possibile inserire tali valori manualmente, oltre alle curve di decadimento, al fine di raffinare ulteriormente la stima del fattore di amplificazione.

Per lo studio della risposta sismica del sito in esame si è scelto di utilizzare come input di riferimento quello ottenuto applicando allo spettro di risposta allo stato limite di salvaguardia della vita, calcolato su suolo rigido (ovvero il bedrock sismico), un coefficiente d'uso per una struttura di classe III.

La stratigrafia del sottosuolo e le sue caratteristiche litostratigrafiche e sismiche sono state desunte da n°7 prove penetrometriche dinamiche super pesanti DPSH, n°1 sondaggio meccanico a carotaggio continuo protratto sino a – 20,0 m da p.c. e da uno stendimento sismico integrato Re.Mi. – MASW.

Qui di seguito si riporta la stratigrafia ed i parametri di input adottati per le simulazioni mediante il software STRATA:

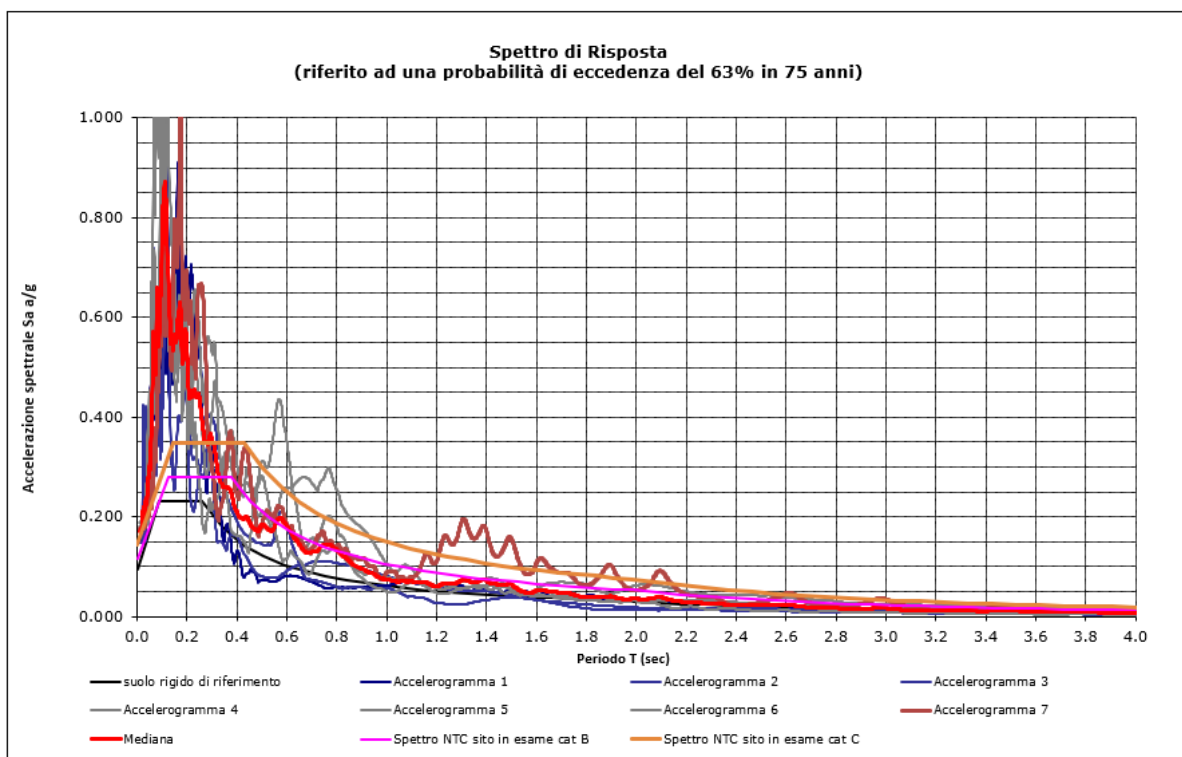
Name	Unit weight (kN/mc)	G/Gmax_Model	Damping Model
1	18,50	Idriss (1990), Clay	Idriss (1990), Clay
2	19,50	Attenuation of rock average and damping in rock	Attenuation of rock average and damping in rock
3	21,00	Attenuation of rock average and damping in rock	Attenuation of rock average and damping in rock

	Depth (m)	Thickness (m)	Soil Type	V_s (m/s)
1	0.00	3.50	1	195.00
2	3.50	10.50	2	482.00
3	14.00	26.00	3	664.00
4	40.00	Half-Space	Bedrock	800.00

SLD - DEFINIZIONE DELLO SPETTRO DI RISPOSTA RELATIVO AL SITO IN ANALISI FABBRICATO CLASSE III

La ricerca condotta ha permesso di selezionare i seguenti accelerogrammi:

Comb.	ID registrazione	ID ITACA	MW	Tipologia di faglia	Distanza epicentrale [km]	Fattore di scala
1	IT.VGG.00.HG.IT-2012-0061	IT-2012-0061	5.2	Normal faulting	10.7	1.000
1	IT.VGG.00.HN.IT-1998-0103	IT-1998-0103	5.6	Normal faulting	2.5	1.000
1	E.SRC0.00.HN.IT-1976-0027	IT-1976-0027	5.9	Thrust faulting	17.1	1.000
1	IV.T1212..HN.EMSC-20161026_0000095	EMSC-20161026_0000095	5.9	Normal faulting	18.8	1.000
1	IV.TERO..HN.EMSC-20160824_0000006	EMSC-20160824_0000006	6.0	Normal faulting	31.5	1.000
1	IT.MRM.00.HG.IT-2012-0061	IT-2012-0061	5.2	Normal faulting	2.4	1.000
1	IT.MNF.00.HG.EMSC-20161026_0000095	EMSC-20161026_0000095	5.9	Normal faulting	17.4	1.000



Spettri di risposta calcolati con approfondimento di III livello.

DEFINIZIONE DEI COEFFICIENTI DI AMPLIFICAZIONE SISMICA

La definizione dell'amplificazione del moto sismico tra bedrock sismico e superficie per ognuna delle zone identificate dai modelli precedentemente illustrati, è stata effettuata sia con la determinazione del rapporto di

Amministrazione Comunale di Ventasso	Relazione geologica, modellazione geotecnica e analisi dell'azione sismica	Riqualificazione funzionale del cinema-teatro di Ligonchio.
---	---	---

accelerazione massima orizzontale (PGA/PGA_0) che mediante la determinazione dell'intensità di Housner (o intensità dello spettro di risposta) SI/SI_0 , è definita come:

$$SI = \int_{T_1}^{T_2} PSV(T, \xi) dt$$

Il parametro risultante evidenzia la severità del moto sismico in correlazione al danno potenziale atteso per effetto dei terremoti in esame. Gli estremi dei periodi di integrazione sono in genere funzione dei periodi strutturali della tipologia di edifici presenti nell'area in esame.

Lo studio originale condotto da Housner definisce il fattore di amplificazione tra $T = 0,1$ e $2,5$ sec.

Nel contesto del presente studio, l'approccio per la determinazione dei periodi di integrazione è stato effettuato considerando le caratteristiche delle tipologie strutturali previste in progetto ed analizzando le variazioni dei fattori di amplificazione in funzione dei diversi periodi esaminati.

Sulla base di queste considerazioni sono stati definiti gli intervalli di periodi per la determinazione dei valori di intensità spettrale, presentati nella tabella seguente.

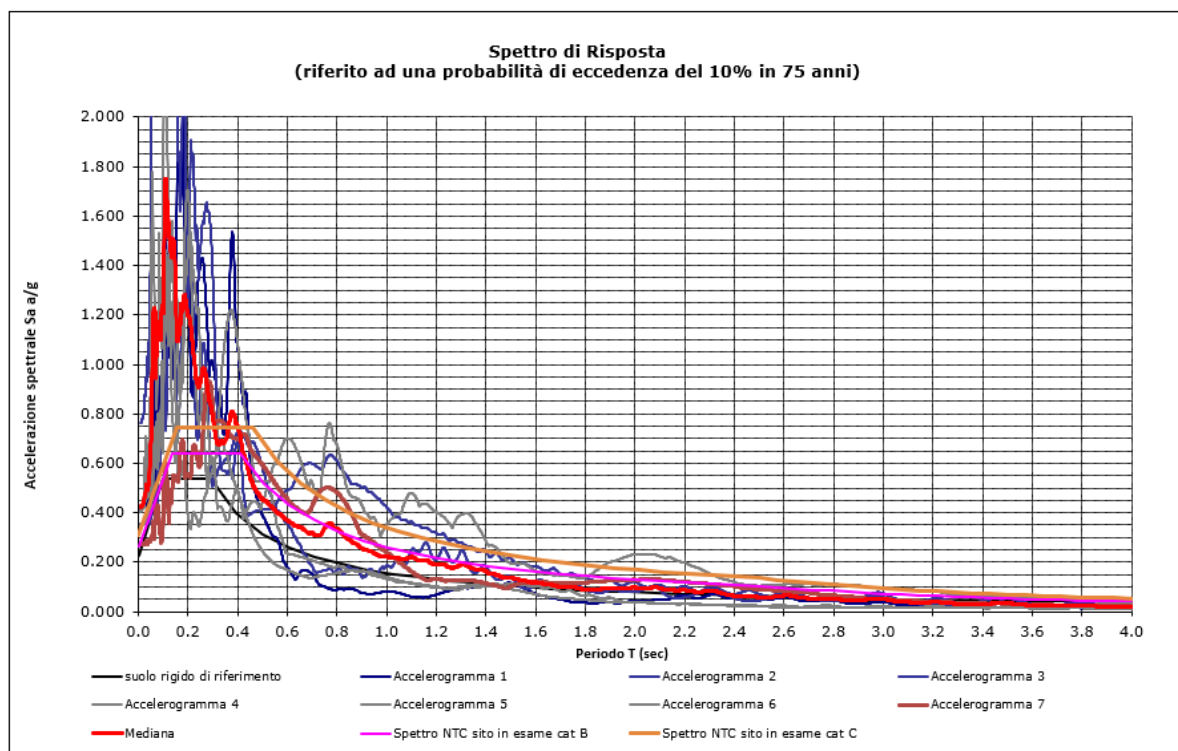
Intervallo di periodo	Fattore di amplificazione	Range di accelerazione spettrale a/g
FA pga	1,77	
FA IS 0,1 ÷ 0,2	2,66	0,50 – 0,87
FA IS 0,2 ÷ 0,3	1,84	0,35 – 0,56
FA IS 0,3 ÷ 0,4	1,50	0,21 – 0,35
FA IS 0,4 ÷ 0,5	1,37	0,17 – 0,20
FA IS 0,5 ÷ 1,0	1,53	0,08 – 0,20

Fattori di amplificazione dell'intensità spettrale determinati per i vari intervalli di periodo.

SLV - DEFINIZIONE DELLO SPETTRO DI RISPOSTA RELATIVO AL SITO IN ANALISI FABBRICATO CLASSE III

La ricerca condotta ha permesso di selezionare i seguenti accelerogrammi:

Comb.	ID registrazione	ID ITACA	MW	Tipologia di faglia	Distanza epicentrale [km]	Fattore di scala
1	IV.EVRN..HN.EMSC-20181226_0000014	<u>EMSC-20181226_0000014</u>	4.9	Strike-slip faulting	5.3	1.000
1	E.SRC0.00.HN.IT-1976-0030	<u>IT-1976-0030</u>	6.0	Thrust faulting	15.8	1.000
1	IT.SVN.00.HG.EMSC-20181226_0000014	<u>EMSC-20181226_0000014</u>	4.9	Strike-slip faulting	4.5	1.000
1	E.FRC.00.HN.IT-1976-0027	<u>IT-1976-0027</u>	5.9	Thrust faulting	17.4	1.000
1	IT.AQA.00.HN.IT-2009-0009	<u>IT-2009-0009</u>	6.1	Normal faulting	5.0	1.000
1	IT.PCB.00.HG.EMSC-20160824_0000006	<u>EMSC-20160824_0000006</u>	6.0	Normal faulting	17.8	1.000
1	IT.NOR.00.HG.EMSC-20161026_0000095	<u>EMSC-20161026_0000095</u>	5.9	Normal faulting	13.3	1.000



Spettri di risposta calcolati con approfondimento di III livello.

DEFINIZIONE DEI COEFFICIENTI DI AMPLIFICAZIONE SISMICA

La definizione dell'amplificazione del moto sismico tra bedrock sismico e superficie per ognuna delle zone identificate dai modelli precedentemente illustrati, è stata effettuata sia con la determinazione del rapporto di accelerazione massima orizzontale (PGA/PGA_0) che mediante la determinazione dell'intensità di Housner (o intensità dello spettro di risposta) SI/SI_0 , è definita come:

$$SI = \int_{T_1}^{T_2} PSV(T, \xi) dt$$

Il parametro risultante evidenzia la severità del moto sismico in correlazione al danno potenziale atteso per effetto dei terremoti in esame. Gli estremi dei periodi di integrazione sono in genere funzione dei periodi strutturali della tipologia di edifici presenti nell'area in esame.

Lo studio originale condotto da Housner definisce il fattore di amplificazione tra $T = 0,1$ e $2,5$ sec.

Nel contesto del presente studio, l'approccio per la determinazione dei periodi di integrazione è stato effettuato considerando le caratteristiche delle tipologie strutturali previste in progetto ed analizzando le variazioni dei fattori di amplificazione in funzione dei diversi periodi esaminati.

Sulla base di queste considerazioni sono stati definiti gli intervalli di periodi per la determinazione dei valori di intensità spettrale, presentati nella tabella seguente.

Intervallo di periodo	Fattore di amplificazione	Range di accelerazione spettrale a/g
FA pga	1,80	--
FA IS 0,1 ÷ 0,2	2,55	1,10 – 1,75
FA IS 0,2 ÷ 0,3	1,83	0,80 – 1,20

Amministrazione Comunale di Ventasso	<i>Relazione geologica, modellazione geotecnica e analisi dell'azione sismica</i>	Riqualificazione funzionale del cinema-teatro di Ligonchio.
--------------------------------------	---	---

FA IS 0,3 ÷ 0,4	1,61	0,67 – 0,80
FA IS 0,4 ÷ 0,5	1,62	0,45 – 0,75
FA IS 0,5 ÷ 1,0	1,48	0,22 – 0,45

Fattori di amplificazione dell'intensità spettrale determinati per i vari intervalli di periodo.

SPETTRO REGOLARIZZATO SECONDO ORD. N° 55

Con riferimento a quanto indicato negli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (Gruppo di lavoro MS, 2008), gli studi di MS3 forniscono utili indicazioni per la progettazione delle nuove costruzioni e degli interventi sulle costruzioni esistenti.

Al fine di definire lo spettro elastico di progetto, il progettista delle strutture dovrà confrontare lo spettro di risposta medio regolarizzato (di seguito riportato) ottenuto dallo studio di MS3 della microzona di interesse con quello ottenuto con l'approccio semplificato della normativa sismica, per la categoria di sottosuolo in corrispondenza del manufatto e per il tempo di ritorno di 475 anni.

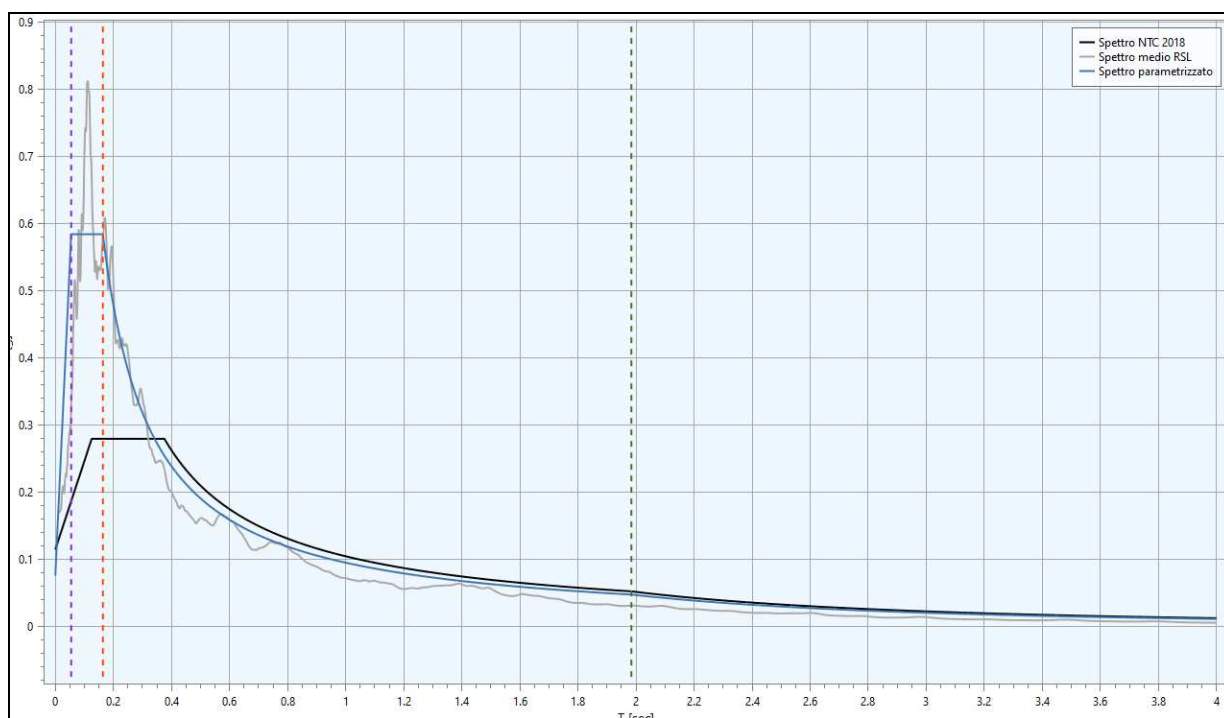
L'intervallo di periodi da considerare per il confronto tra lo spettro di MS3 e quello di norma dell'approccio semplificato è determinato considerando i periodi di vibrazione di interesse dell'opera nelle due direzioni principali, ossia il minore, T_{min} , e il maggiore, T_{max} , dei tre periodi di vibrazione dell'edificio (inteso come struttura tridimensionale) con massa partecipante più elevata, tenendo anche conto dell'elongamento degli stessi durante la risposta sismica (Tale intervallo è compreso tra T_{min} e $2T_{max}$).

In questo intervallo dovranno essere valutate le seguenti due condizioni:

1. lo spettro di MS3 supera puntualmente in misura maggiore del 30% lo spettro semplificato di norma;
2. l'integrale dello spettro di MS3 è superiore del 20% rispetto al corrispondente integrale dello spettro semplificato di norma.

Se nessuna delle due condizioni è verificata, è possibile utilizzare l'approccio semplificato della normativa sismica.

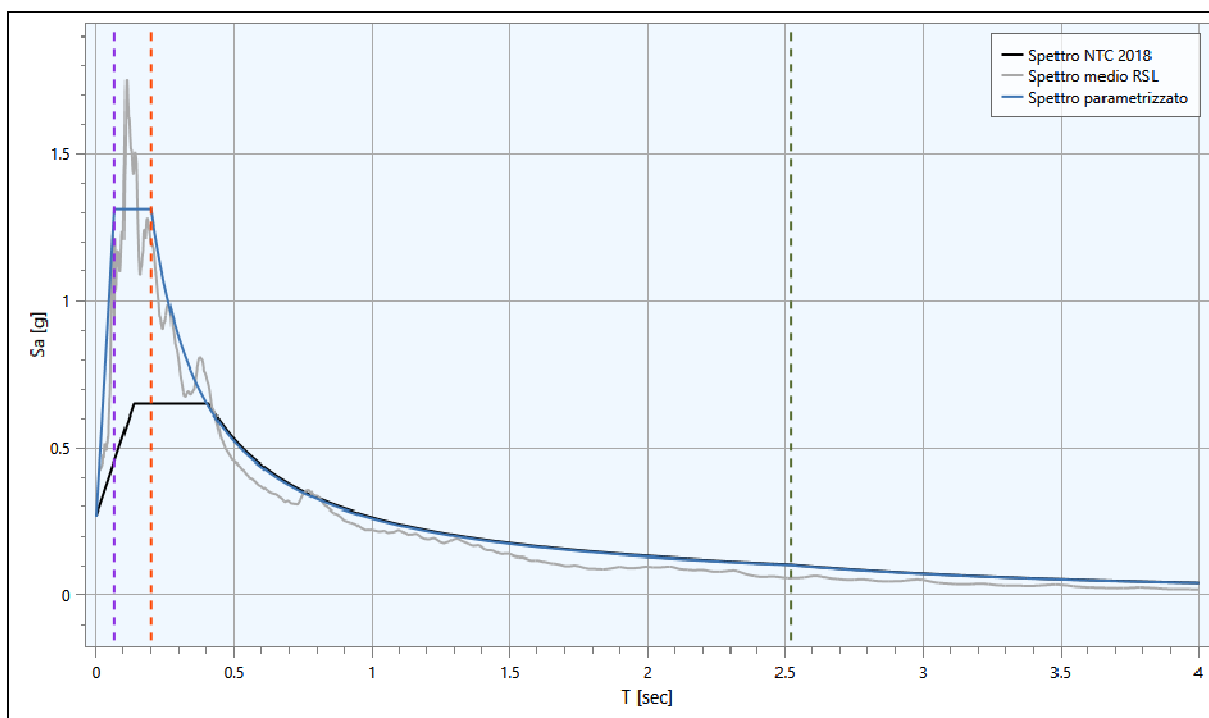
PRINCIPALI PARAMETRI DI SOLLECITAZIONE SISMICA DERIVANTI DALLO STUDIO DI NORMALIZZAZIONE - SLD



Spettri regolarizzato secondo Ordinanza n° 55 del 24 aprile 2018

Le analisi dei dati ricavati da approfondimenti di III livello evidenziano come i **coefficienti di amplificazione stratigrafica** si elevino per i bassi periodi (T compreso tra 0,05 e 0,35 s) e rimangano complessivamente simili per i periodi elevati, rispetto a quelli presentati dello spettro del D.M. 17/01/2018.

PRINCIPALI PARAMETRI DI SOLLECITAZIONE SISMICA DERIVANTI DALLO STUDIO DI NORMALIZZAZIONE - SLV



Spettri regolarizzato secondo Ordinanza n° 55 del 24 aprile 2018

Le analisi dei dati ricavati da approfondimenti di III livello evidenziano come i **coefficienti di amplificazione stratigrafica** si elevino per i bassi periodi (T compreso tra 0,05 e 0,40 s) e rimangano complessivamente simili per i periodi elevati, rispetto a quelli presentati dello spettro del D.M. 17/01/2018.

Tutte le precedenti elaborazioni sono presentate al netto del coefficiente topografico.

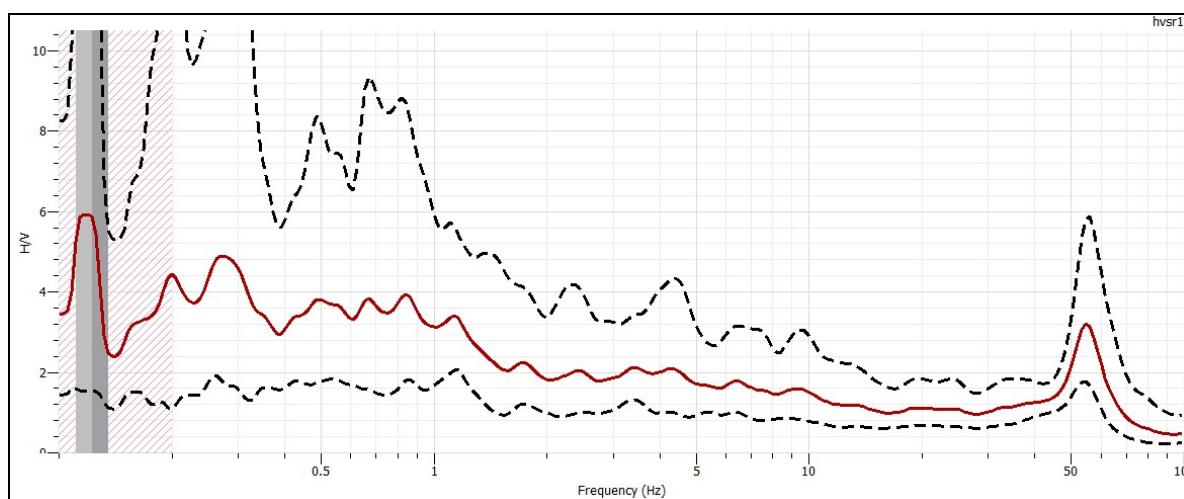
FREQUENZA PRIMARIA TERRENI DI FONDAZIONE

Nell'area di intervento sono state eseguite n°2 acquisizioni di microtremori ambientali mediante un sismometro GEOBOX SARA ad elevata dinamica; esse sono state effettuate campionando il segnale a 128 Hz per una durata di 20 minuti. Tali dati sono stati elaborati con la tecnica HVSr (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio* o *metodo di Nakamura*).

L'ipotesi alla base della metodologia è che essendo i microtremori causati prevalentemente dalle onde di Rayleigh, la componente verticale del moto non subisce fenomeni di amplificazione in corrispondenza di marcati contrasti di impedenza sismica, mentre detto fenomeno avviene per le componenti orizzontali, soprattutto in corrispondenza della frequenza fondamentale di risonanza (F_0) dei terreni indagati. Eseguendo quindi il rapporto tra gli spettri di frequenza orizzontale e verticale (H/V) si ottiene un grafico in cui si evidenziano le frequenze in cui si hanno i maggiori effetti di amplificazione locale.

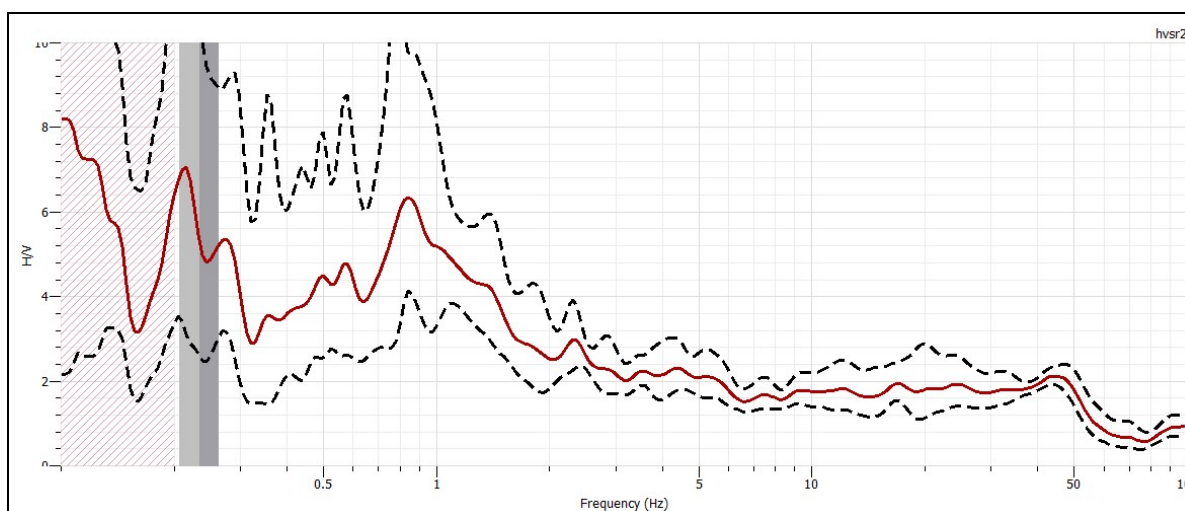
L'elaborazione HVSr dei dati acquisiti hanno evidenziato i risultati riportati nelle figure di seguito, in cui la linea rossa continua in grassetto evidenzia la media delle finestre di calcolo, mentre le linee tratteggiate rappresentano l'intervallo di confidenza al 90% rispetto alla media calcolata.

HVSr1



I dati ricavati evidenziano un picco principale individuabile a $f_0 = 0,117$ Hz pari ad un periodo di $T_0 = 8,547$ s, correlabile con un passaggio stratigrafico profondo e un periodo secondario $f_1 = 54,402$ Hz (periodo di riferimento $T_1 = 0,018$ s), attribuibile ad un contrasto di impedenza superficiale (contatto ORS-UGT1).

HVSR2



I dati ricavati evidenziano un picco principale individuabile a $f_0 = 0,213$ Hz pari ad un periodo di $T_0 = 4,695$ s, e un periodo secondario $f_1 = 20$ Hz (periodo di riferimento $T_1 = 0,05$ s) correlabile con la profondità di tetto di UGT2.

In fase progettuale, si dovrà appurare che non si verifichino fenomeni di doppia risonanza sismica, in funzione dei periodi di vibrazione sopra esposti.

ANALISI SUSCETTIBILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE

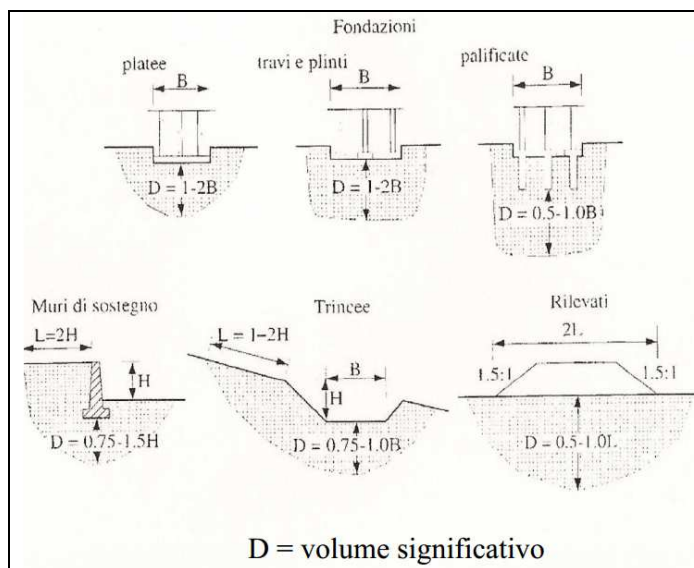
L'analisi della sequenza litomeccanica evidenzia che i terreni riscontrati nel primo sottosuolo sono costituiti da litotipi argilloso e argilloso limosi, a medio bassa consistenza, seguiti da litotipi rocciosi.

Nei primi litotipi la percentuale in componenti fini (diametri minori di 0,005 mm) è superiore al 20%; d'altra parte il grado di consistenza dei materiali litoidi risulta notevolmente elevato.

Dette caratteristiche evidenziano come i terreni che formano il primo sottosuolo non siano suscettibili a rischio di liquefazione in occasione di sollecitazione sismica.

MODELLAZIONE GEOTECNICA DEL SITO

Le attuali norme vigenti in materia di costruzioni prevedono che sia indagata la porzione di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione dell'opera e che influenza l'opera stessa. Tale orizzonte è definito volume significativo e al suo interno si sviluppano e si dissipano le pressioni esercitate dalla struttura. In relazione alla scelta della tipologia fondale e del piano di posa, la forma e le dimensioni del volume significativo possono subire delle variazioni, a tratti anche significative, come evidenziato nella figura seguente.



Identificazione del volume significativo.

In relazione alle caratteristiche progettuali dell'opera, sono state eseguite n°7 prove penetrometriche dinamiche super pesanti DPSH, tutte protratte generalmente sino al rifiuto all'avanzamento e un sondaggio meccanico a carotaggio continuo svolto sino a - 20,0 m p.c.; il piano di lavoro descritto, congiuntamente alle prospezioni geofisiche eseguite, risponde alle richieste normative.

INCERTEZZE INTERPRETATIVE E METODOLOGICHE RELATIVE ALLA RICOSTRUZIONE DEL MODELLO GEOLOGICO - GEOTECNICO - SISMICO.

È opportuno soffermarsi sul grado di interpretazione dei dati analizzati e sulle incertezze intrinseche dei metodi utilizzati e delle ricostruzioni effettuate, che assumono carattere soggettivo.

Meritano di essere sottolineati i seguenti aspetti:

- Le indagini geognostiche hanno consentito di definire con buon grado di dettaglio i valori di coesione non drenata nei litotipi più fini a comportamento coesivo e, in corrispondenza dei termini più grossolani, la corretta stima dell'angolo d'attrito. Gli altri parametri geotecnici presentati all'interno del suddetto documento tecnico sono stati desunti mediante correlazioni empiriche, ben note in letteratura, e dall'analisi comparativa di prove di laboratorio eseguite su campioni indisturbati prelevati su terreni ascrivibili al medesimo contesto geologico - geomorfologico.

Amministrazione Comunale di Ventasso	Relazione geologica, modellazione geotecnica e analisi dell'azione sismica	Riqualificazione funzionale del cinema-teatro di Ligonchio.
--------------------------------------	--	---

- Le caratteristiche litotecniche sono state principalmente dall'analisi delle carote ottenute mediante sondaggio; la definizione granulometrica dei materiali attraversati dalle prove penetrometriche dinamiche DPSH è avvenuta per analogia con queste.
- L'esecuzione di prospezioni geofisiche di superficie (Re.Mi. – M.A.S.W.) presenta fisiologicamente un margine di errore noto in letteratura, oltre ad un alone di soggettività dipendente dalle scelte del soggetto elaboratore; tuttavia, quanto emerso da suddette analisi, conferma quanto individuato dalle indagini geognostiche. L'esecuzione di tale indagine integrata consente di definire con buon grado di dettaglio i primi metri di sottosuolo mediante le prospezioni di tipo attivo (M.A.S.W.) le quali tendono a diventare meno precise con l'aumentare della profondità, ove invece le prospezioni geofisiche passive (Re.Mi.) aumentano di risoluzione.

SUCCESSIONE GEOTECNICA - ANALISI GEOMECCANICA DEI TERRENI

Dati da carotaggio continuo

I dati ricavati dall'**indagine geognostica a carotaggio continuo**, sono riportati in termini di resistenza di punta al *pocket penetrometer* rp ; inoltre sono presentati i valori di N_{spt} ottenuti mediante l'esecuzione di prove penetrometriche standard in foro di sondaggio.

Detti valori sono reperibili negli allegati "*Sondaggio meccanico a carotaggio continuo S1*".

Dati da prove penetrometriche

L'analisi geomeccanica dei parametri ottenuti dalle prove penetrometriche dinamiche è stata eseguita sia trasformando il numero colpi N in valori di resistenza alla punta dinamica, q_d , che in valori di resistenza alla punta statica, utilizzando il N colpi statisticamente significativo per orizzonti a caratteri meccanici simili. Il calcolo della resistenza alla punta dinamica, q_d , si è effettuato mediante la relazione energetica degli olandesi:

$$q_d = \frac{q^2 \cdot h \cdot g}{a[(q + P) \cdot g]e}$$

dove:

- q_d = resistenza alla punta, kgf/cm^2
- q = peso della massa battente, kgf
- a = area della punta di infissione, cm^2
- P = peso massa aste e piano di battuta, kgf
- e = avanzamento unitario, cm
- g = accelerazione di gravità $(m/sec^2) \cdot 10^{-2}$

I parametri geomeccanici sono stati ricavati trasformando i valori di N_{10} in N_{spt} equivalenti e quindi considerando le principali relazioni presenti in letteratura.

Per i termini prevalentemente coesivi sono state utilizzate le relazioni di Terzaghi o Sanglerat per la determinazione della coesione non drenata, di Stroud & Butter per la determinazione del modulo edometrico, il metodo di Rigbi con il q_c equivalente per la definizione dell'angolo di attrito; per i termini incoerenti la definizione

Amministrazione Comunale di Ventasso	Relazione geologica, modellazione geotecnica e analisi dell'azione sismica	Riqualificazione funzionale del cinema-teatro di Ligonchio.
---	---	---

dell'angolo di attrito risulta dall'utilizzo comparato delle relazioni di De Mello, Sowers e Meyerhof e la determinazione del modulo edometrico dalle formule di Farrent o Menzelbach & Malcev.

L'analisi è stata effettuata in termini statistici secondo il D.M. 17/01/2018 (si veda allegato "Analisi statistica dati penetrometrici"), ricavando i valori caratteristici del numero di colpi N_{20k} per ognuna delle unità individuate e quindi estrapolando i parametri geotecnici di seguito evidenziati.

Gli orizzonti geotecnici individuati e i loro spessori sono riportati anche all'interno della restituzione grafica delle singole indagini geognostiche.

Unità geotecnica	Parametri geognostici caratteristici	Parametri geotecnici caratteristici
Orizzonte Rimaneggiato superficiale (ORS) Da p.c. a - 0,8 ÷ - 1,0 m da p.c. Materiali superficiali rimaneggiati.	$N_{20k} = 3,51$ $N_{SPTk} = 5,27$	$\phi'_k = 18^\circ$ $c'_k = 0 \text{ kPa}$ $c_{uk} = 15 \text{ kPa}$ $\gamma_{nk} = 18,0 \text{ kN/m}^3$ $E_{dk} = 2900 \text{ kPa}$ $k_k = 8750 \text{ KN/m}^3$
UGT1: Da -0,8 ÷ - 1,0 m a - 3,5 ÷ - 6,0 m da p.c. Limi, limi sabbiosi e talora sabbie limose a medio grado di consistenza, al cui interno sono presenti trovanti litoidi. Grado di compressibilità medio basso.	$N_{20k} = 3,82$ $N_{SPTk} = 5,73$ Sondaggio meccanico SPT1 = 12/10/11 SPT2 = 17/17/15	$\phi'_k = 22^\circ$ $c'_k = 4 \text{ kPa}$ $c_{uk} = 32 \text{ kPa}$ $\gamma_{nk} = 19,3 \text{ kN/m}^3$ $E_{dk} = 5200 \text{ kPa}$ $k_k = 11200 \text{ KN/m}^3$
UGT2: Da - 3,5 ÷ - 6,0 m a - 14,70 m da p.c. Corpo detritico di natura arenacea ad elevato grado di consistenza. Grado di compressibilità praticamente nullo.	$N_{20k} = 19,52$ $N_{SPTk} = 33,04$ Sondaggio meccanico SPT3 = 8/7/10 SPT4 = 14/17/20	$\phi'_k = 28^\circ$ $c'_k = 12 \text{ kPa}$ $c_{uk} = 105 \text{ kPa}$ $\gamma_{nk} = 20,0 \text{ kN/m}^3$ $E_{dk} = 14000 \text{ kPa}$ $k_k = 23600 \text{ KN/m}^3$
UGT3: Oltre a - 14,70 m da p.c. Siltite pelitica e calcarenite di colore grigio fissile, ad elevata consistenza meccanica. Grado di compressibilità praticamente nullo	Sondaggio meccanico SPT3 = R (10 cm)	$\phi'_k = 33^\circ$ $c'_k = 28 \text{ kPa}$ $c_{uk} = 165 \text{ kPa}$ $\gamma_{nk} = 21,0 \text{ kN/m}^3$ $E_{dk} = 25000 \text{ kPa}$ $k_k = 71100 \text{ KN/m}^3$

Ove: C_u = coesione non drenata; c' = coesione drenata; ϕ' = angolo di attrito efficace; γ_n = peso dell'unità di volume; E_d = modulo edometrico; k = modulo di reazione; c'_{disc} = coesione drenata sulla discontinuità; $c_{u, disc}$ = coesione non drenata sulla discontinuità; $c'_{ammasso}$ = coesione drenata ammasso; $c_{u, ammasso}$ = coesione non drenata ammasso.

Valore del coefficiente di Winkler mediato su tutta la verticale d'indagine

In relazione alla stratigrafia evidenziata e ai parametri geomeccanici ricavati mediante l'indagine geognostica precedentemente descritta, si può utilizzare un valore del coefficiente di Winkler, mediato sulla verticale da - 1,0 m sino a - 10 m p.c., pari a:

$$k = 15400 \text{ KN/m}^3$$

Si precisa che tale valore, come quelli relativi ai singoli orizzonti, è da ritenersi indicativo e rappresenta un valore generale per la serie litomeccanica in quanto, come ben noto, detto coefficiente risulta funzione della geometria e della tipologia fondale.

I valori presentati sono stati ricavati dall'equazione di Bowles:

$$k_k = [((E_{ed} * (1 + \nu) * (1 - 2\nu)) / (1 - \nu))] / C$$

Amministrazione Comunale di Ventasso	Relazione geologica, modellazione geotecnica e analisi dell'azione sismica	Riqualificazione funzionale del cinema-teatro di Ligonchio.
--------------------------------------	--	---

con C = costante adimensionale pari a 22,5 (funzione dei dati ricavati, su tali tipi di terreno, da prove di carico su piastra).

VERIFICHE DI STABILITÀ LOCALI

METODOLOGIA DI CALCOLO

Le verifiche di stabilità si sono svolte mediante l'utilizzo del programma **SSAP2010 – versione 5.0**, il quale è caratterizzato dalla presenza di **7 metodi di calcolo rigorosi** che operano nell'ambito della metodologia della verifica della stabilità dei pendii mediante il metodo dell'equilibrio limite. Gli algoritmi base di calcolo, sono stati ricodificati interamente utilizzando la notazione unificata di che deriva dall'algoritmo proposto da Zhu et al (2005), ampliato e ulteriormente sviluppato, per permettere la applicazione nei più importanti metodi rigorosi per applicazione del metodo dell'equilibrio limite:

- Janbu rigoroso(1973);
- Spencer (1973)
- Sarma I (1973);
- Morgenstern & Price (1965);
- Chen&Morgestern (1983)
- Sarma II (1979)
- Borselli (2016)¹

In relazione al modello geologico, alla lunghezza e alla topografia dei profili analizzati, le verifiche sono state svolte mediante algoritmo di **Borselli**. Per le verifiche si è utilizzato il motore di ricerca **SNIFF RANDOM SEARCH**, che tende a massimizzare, durante la generazione di superfici *random*, il passaggio negli strati che hanno le caratteristiche di resistenza più scadenti.

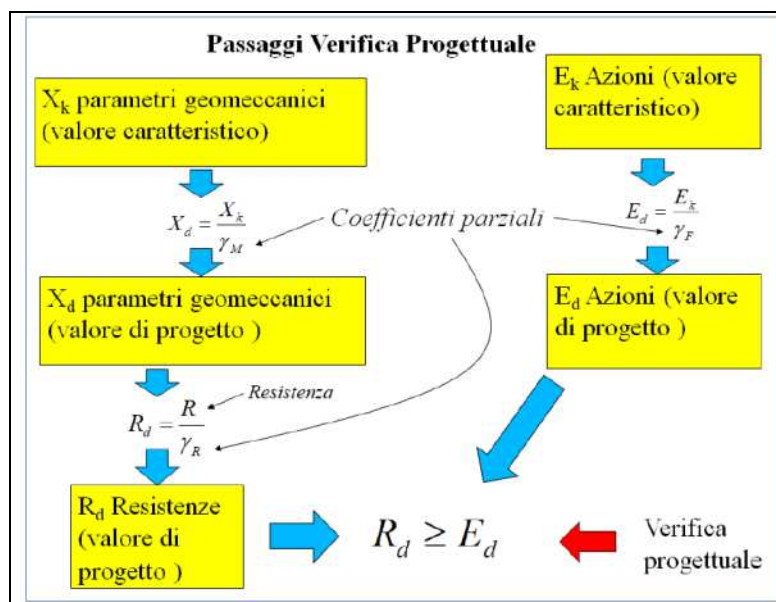
Le superfici di potenziale scivolamento sono, così, identificate alle fasce di passaggio tra i litotipi meno addensati e quelli più consistenti, ricercando le condizioni di potenziale instabilità; **dette superfici sono state analizzate e controllate in relazione alla geometria del versante, al rilievo plano-altimetrico eseguito, alle evidenze geomorfologiche evidenziate da rilevamento diretto e alle caratteristiche geotecniche delle unità individuate.**

Il D.M. 17/01/2018 indica che le verifiche consistono nel soddisfacimento della seguente condizione:

$$Ed \leq Rd$$

dove:

- *Ed rappresenta il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione;*
- *Rd rappresenta il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico.*



Le **verifiche in condizione statica** devono essere condotte secondo l'Approccio 1:

Combinazione 2: A2 + M2 + R2

in cui:

- A2 rappresenta il gruppo di coefficienti parziali γ_F da applicare alle azioni o all'effetto delle azioni;
- M2 rappresenta il gruppo di coefficienti parziali γ_M da applicare ai parametri del terreno;
- R2 rappresenta il gruppo di coefficienti parziali γ_R per le verifiche di sicurezza;

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente parziale (γ_F)	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	1.0	1.0
	Sfavorevole		1.3	1.0
Permanenti non strutturali	Favorevole	γ_{G2}	0.8	0.8
	Sfavorevole		1.5	1.3
Variabili	Favorevole	γ_Q	0.0	0.0
	Sfavorevole		1.5	1.3

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	Coefficiente parziale (γ_M)	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	γ'_{ϕ}	1.0	1.25
Coesione efficace	c'_k	γ_c	1.0	1.25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1.0	1.40
Peso dell'unità di volume	γ	γ_{γ}	1.0	1.00

Coefficiente (γ_R)	R2
γ_R	1.1

Per quanto riguarda i parametri geotecnici utilizzati, si è fatto riferimento ai parametri caratteristici presentati nel precedente paragrafo “Analisi geomeccanici dei terreni”, ottenendo quelli di progetto attraverso riduzione mediante l'utilizzo dei coefficienti parziali M2.

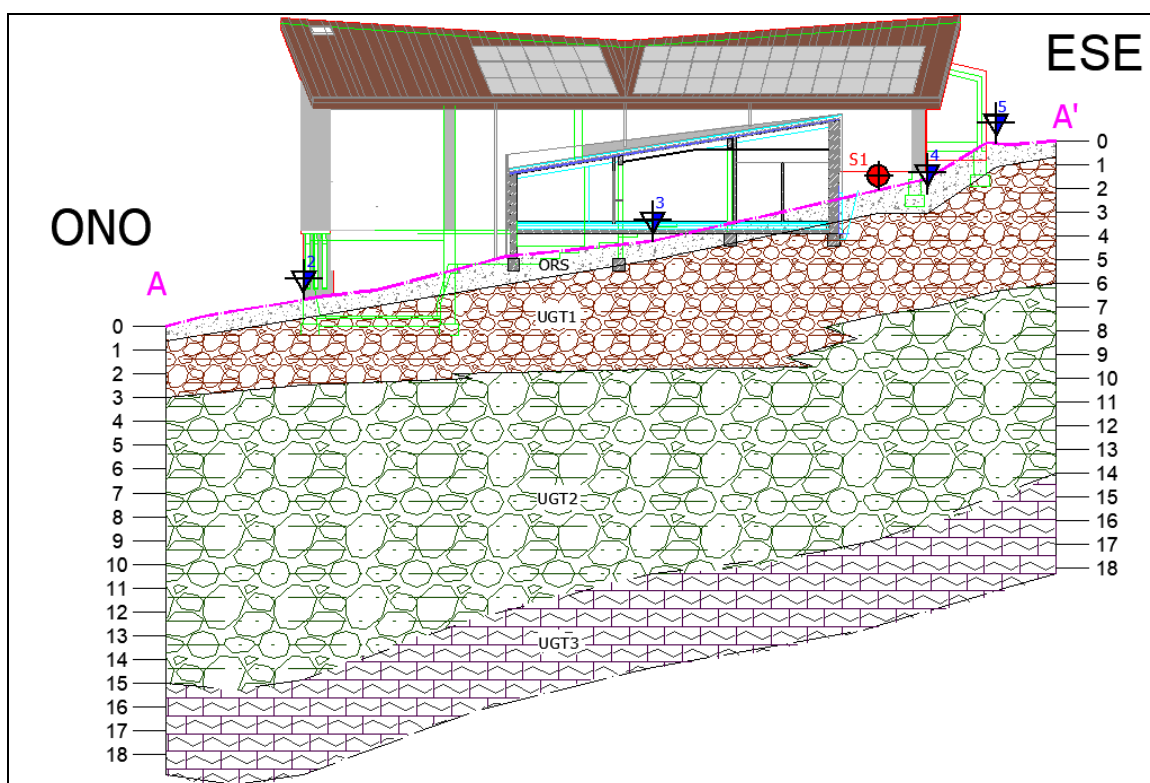
Le **verifiche in campo statico** sono state condotte ipotizzando presenza di battente idrico a varie profondità, nello specifico sono state sviluppate le seguenti condizioni di falda:

- battente idrico sotterraneo a -1,0 m p.c.
- battente idrico sotterraneo a -3,0 m p.c.
- battente idrico sotterraneo a -5,0 m p.c.

In relazione alla tipologia dei materiali costituenti il modello geologico – geotecnico e alla presenza di un processo gravitativo, le **verifiche con sollecitazione dinamica** sono state eseguite, in termini di tensioni efficaci drenate, considerando i parametri caratteristici del terreno.

VERIFICHE ESEGUITE

Il profilo analizzato deriva da rilevamenti topografici diretti e dall'analisi delle prospezioni geognostiche; le verifiche di stabilità si riferiscono, a simulazioni di carattere progettuale.



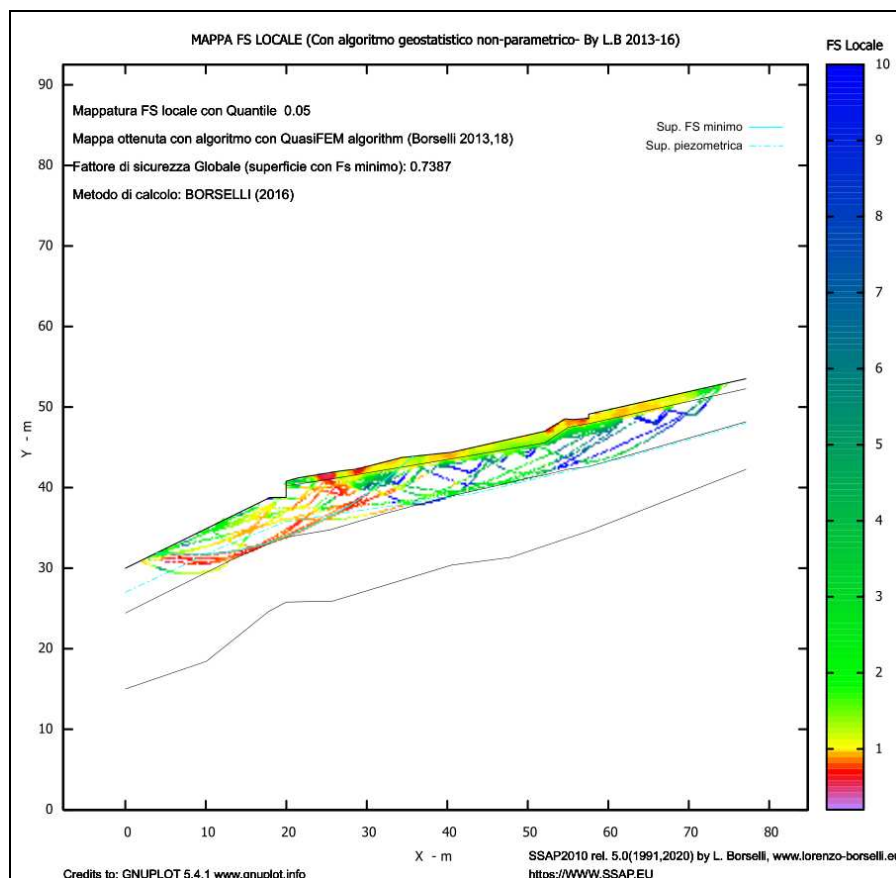
Sezione A-A' di ricostruzione stratigrafico - geotecnica

Legenda	
	ORS: Orizzonte rimaneggiato superficiale con presenza di riporti antropici.
	UGT1: Deposito clastico eterometrico a medio basso grado di consistenza.
	UGT2: Deposito clastico eterogeneo ed eterometrico a elevato grado di consistenza.
	UGT3: Siltiti pelitiche e calcareniti appartenenti alla formazione delle Arenarie del Monte Modino (MOD).

Legenda sezione.

Nel contesto delle azioni da inserire nelle simulazioni, per la sezione allo stato attuale è stato considerato il carico relativo all'edificio, assunto cautelativamente pari a 120 kN/ml; i valori di progetto sono stati, quindi, determinati mediante l'utilizzo dei coefficienti voluti dalle normative vigenti, nelle varie combinazioni di verifica.

Inizialmente, si è prodotta **un'analisi a grande spettro** per ogni sezione allo scopo di determinare i punti di debolezza sul versante, evidenziati dalle seguenti immagini.



Sezione A-A'

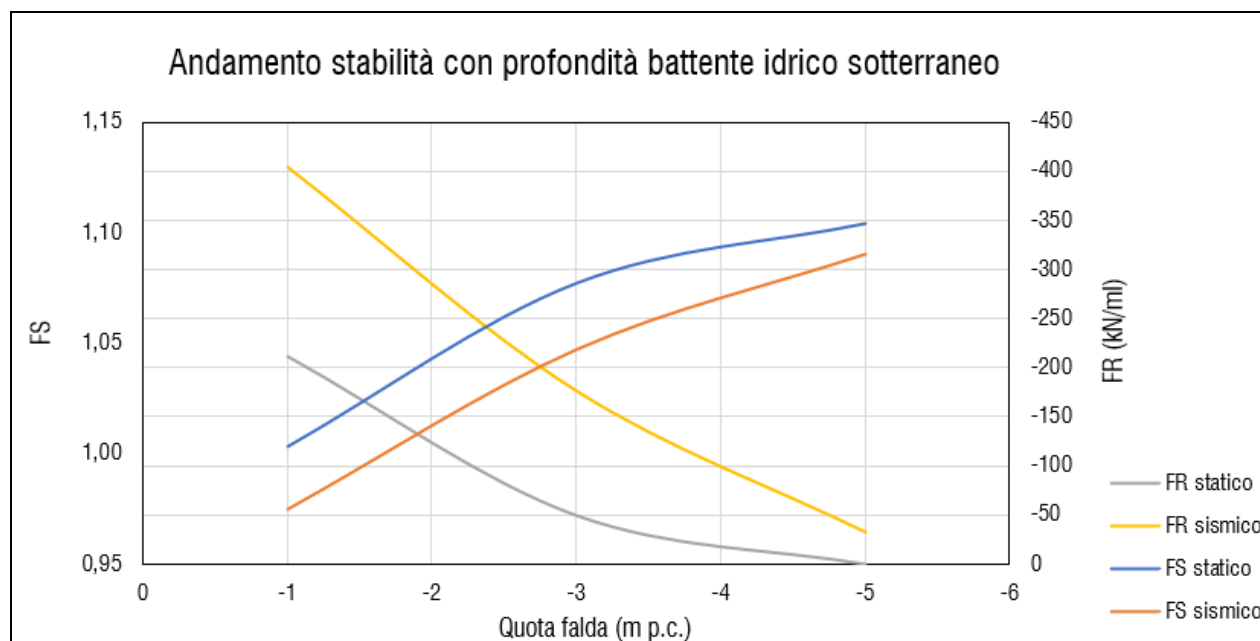
Successivamente, sono state sviluppate le simulazioni (1000 superfici generate col motore di ricerca Sniff Convex Random) in corrispondenza degli intervalli maggiormente critici (FS_{SCR}).

In allegato sono riportate le verifiche di stabilità eseguite nelle condizioni ritenute maggiormente significative (verifiche segnalate con campitura rossa).

SEZIONE A-A' - VERIFICHE LOCALI

	A2M2R2d SLU (Verifica Statica)		
	Battente idrico sotterraneo: - 1,0 m p.c.	Battente idrico sotterraneo: - 3,0 m p.c.	Battente idrico sotterraneo: - 5,0 m p.c.
F.S_{SCR}*	1,003	1,077	1,104
F.R_{SCR}*	-211,0	- 49,4	-

A2M2R2d SLV (Verifica Sismica)			
	Battente idrico sotterraneo: – 1,0 m p.c.	Battente idrico sotterraneo: – 3,0 m p.c.	Battente idrico sotterraneo: – 5,0 m p.c.
F.S _{SCR*}	0,975	1,047	1,090
F.R _{SCR*}	-404,2	- 175,7	-31,7



FS = coefficiente di stabilità; FR = forza reagente necessaria alla stabilità (in kN/ml)

L'analisi dei dati ottenuti evidenzia quanto segue:

- I coefficienti di sicurezza decrescono con l'aumentare della saturazione delle unità superficiali, come mostrato nel grafico precedente.
- Si rilevano condizioni di stabilità non in sicurezza con battente idrico profondo.
- In presenza di sollecitazione sismica e battente idrico superficiale, si denotano **condizioni di potenziale instabilità**.
- La stabilità del sistema è raggiungibile, **nella configurazione geometrica presentata e alle attuali condizioni al contorno**, valutando come situazione maggiormente rappresentativa quella rappresentata con saturazione idrica sino a – 3,0 m da piano campagna, mediante l'applicazione di una forza reagente pari a: **Fr = 175,7 kN/ml**.

ANALISI DELLE CAUSE DEI DISSESTI

L'attuale scenario di dissesto statico è imputabile all'azione sinergica di differenti fattori, riconducibili alle seguenti cause:

Amministrazione Comunale di Ventasso	<i>Relazione geologica, modellazione geotecnica e analisi dell'azione sismica</i>	Riqualificazione funzionale del cinema-teatro di Ligonchio.
--------------------------------------	---	---

- **Strutture fondali estremamente superficiali:** le tavole progettuali riportate hanno evidenziato come alcune delle strutture fondali siano caratterizzate da piano di appoggio superficiale ed alloggiato in materiali a scarso grado di consistenza.
- **Strutture fondali incastrate a quote differenziate rispetto al piano cortilivo e su unità geotecniche differenti:** in corrispondenza dell'area di valle è presente un vano interrato parziale, il quale assume uno sviluppo areale molto limitato rispetto al resto della struttura in elevazione. La presenza di tale elemento strutturale implica strutture fondali realizzate a quote differenti, le quali possono avere determinato una trasmissione assai eterogenea dei carichi al suolo e chiamato in causa orizzonti di terreno a diverso comportamento meccanico, sviluppando processi di consolidazione di entità significativamente differenziata.
- **Variabilità litologica del sottosuolo in esame e contesto geomorfologico dell'area:** le indagini geognostiche hanno evidenziato la significativa presenza di orizzonti contraddistinti da caratteristiche litomeccaniche e geotecniche diverse, che si traducono in comportamenti deformativi differenti, sia nel breve termine che nel lungo periodo in relazione ad eventuali cambiamenti delle condizioni al contorno (abbassamento falda, mutamenti del regime di deflusso delle acque superficiali, azioni antropiche, ecc...). Inoltre, la zona in oggetto è bene nota per diffusi processi di lento trascinamento gravitativo della coltre superficiale, legati alle caratteristiche dei depositi eluvio-colluviali e della loro genesi, della forte saturazione dei depositi, oltre che alla peculiare alterazione della porzione sommitale del substrato roccioso ivi presente.
- **Fenomeni di trascinamento verso valle:** i diagrammi i hanno evidenziato la presenza di orizzonti alleggeriti, potenzialmente detensionati e decompressi, i quali, sulla base delle risultanze delle verifiche di stabilità, denoterebbero la presenza di modesti movimenti trattivi verso valle, confermando le caratterizzazioni geologiche e geomorfologiche degli strumenti cartografici di più recente elaborazione.
- **Assenza di un efficace sistema di raccolta delle acque superficiali:** in adiacenza ai corpi di fabbrica in elevazione non è presente un sistema di raccolta ed allontanamento delle acque superficiali corrivanti sul pendio, non garantendo il corretto deflusso ed allentamento delle stesse e favorendo, al contempo, il detensionamento e il rimaneggiamento delle unità geotecniche superficiali.

INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO CONSIGLIATI

In funzione delle caratteristiche della successione litologico - geotecnica riscontrata nel primo sottosuolo, è consigliabile prevedere la **realizzazione di fondazioni profonde**, armate per tutto il fusto, che si intestino all'interno delle unità **UGT3 (il cui tetto è riscontrabile a profondità discretamente variabili in senso laterale, mediamente comprese tra – 12,0 e – 14,0 m p.c.)**, garantendo il trasferimento delle tensioni al suolo dalle strutture fondali esistenti agli elementi profondi.

Amministrazione Comunale di Ventasso	<i>Relazione geologica, modellazione geotecnica e analisi dell'azione sismica</i>	Riqualificazione funzionale del cinema-teatro di Ligonchio.
--------------------------------------	---	---

Le caratteristiche tipologiche e geometriche delle opere di fondazione saranno da verificarsi nel contesto delle progettazioni esecutive, con particolare attenzione a:

- **Tecnica, diametro di perforazione e profondità delle sottofondazioni profonde;**
- **Interasse e distribuzione nello spazio delle fondazioni profonde;**
- **interazione tra fondazioni esistenti e sottofondazioni profonde relative al consolidamento e realizzazione di nuovi cordoli;**
- **verifica relativa all'eccentricità del sistema di consolidamento prescelto;**
- **Portate nominali e caratteristiche delle singole verticali d'indagine;**
- **Capacità resistente del sistema terreno-fondazioni profonde;**
- **Verifiche geotecniche volute dalle normative vigenti;**
- **Interazione tra perforazioni e battente idrico sotterraneo:** le indagini hanno evidenziato la presenza di acqua a quote assai variabili. Il pendio è caratterizzato da discreta saturazione, differenziata sia in senso laterale che temporale.

Ove è presente il battente idrico, **non è garantito l'autosostentamento del foro**. Si dovranno, quindi, adottare adeguate tecniche di realizzazione delle fondazioni profonde. È, quindi, consigliabile l'esecuzione di alcuni pali pilota per verificare l'interazione tra foro aperto e livello idrico sotterraneo.

Nel contesto del calcolo della capacità portante degli elementi profondi, inoltre, **si consiglia di non tenere in considerazione contributi attritivi delle unità geotecniche costituenti l'orizzonte rimaneggiato superficiale (ORS).**

Si ricorda che, alle attuali condizioni al contorno, l'insieme terreno – struttura esige una forza reagente necessaria alla stabilità pari a:

$$FR = 175,7 \text{ kN/ml (con battente idrico pari a - 3,0 m p.c. attuale)}$$

Al fine di sgravare le strutture fondali dal contributo di resistenza necessaria alla stabilità, **si consiglia la realizzazione di un'opera di contenimento sul bordo orientale e settentrionale del fabbricato**, che fornisca le resistenze suddette e consenta ai pali di fondazione il solo compito di trasferire i carichi della struttura nel sottosuolo caratterizzato da migliori caratteristiche meccaniche; in tal caso, le sottofondazioni profonde per il solo fabbricato possono essere ancorate all'interno della unità geotecnica UGT2 (il cui tetto si trova a profondità comprese tra -7,0 ÷ - 9,0 m p.c.).

Si rimanda, inoltre, al tecnico competente incaricato, l'eventuale progettazione di elementi di consolidamento delle strutture in elevazione.

ACCORGIMENTI E SUGGERIMENTI PER LA FASE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA

- Il deposito eluviale – colluviale superficiale e le unità costituenti il rilevato antropico, essendo caratterizzate da processi di alterazione meteorica, infiltrazione da monte e dalla superficie oltre che da processi di consolidazione in atto, possono presentare **battente idrico sotterraneo effimero o venute locali d'acqua, anche a quote superiori rispetto a quelle rilevate** (già molto vicine all'attuale piano

Amministrazione Comunale di Ventasso	<i>Relazione geologica, modellazione geotecnica e analisi dell'azione sismica</i>	Riqualificazione funzionale del cinema-teatro di Ligonchio.
--------------------------------------	---	---

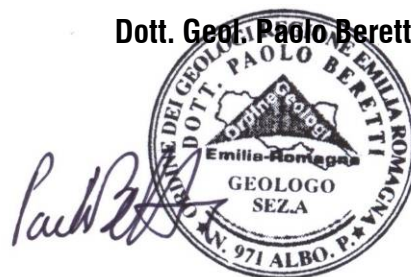
campagna); necessiterà, quindi, prevedere una possibile ed estemporanea saturazione idrica nei primi orizzonti del sottosuolo, sia a fini della fase di realizzazione degli scavi sia di quelli relativi a verticali profonde, oltre a considerare processi di risalita di umidità sulle strutture in elevazione.

- In relazione alle particolari caratteristiche del primo sottosuolo, contraddistinto da sensibile variabilità litologica laterale, è consigliabile la presenza di un tecnico abilitato, in fase di scavo e messa alla luce dei piani di posa fondali e delle verticali profonde, al fine di verificare le caratteristiche litologiche e geomeccaniche dei materiali affioranti e di certificare l'analogia di queste ai dati presentati in tale documento. **Nell'eventualità di rinvenimento, alle profondità progettuali previste, di materiali con caratteristiche meccaniche deficitarie rispetto a quelle attese** (si ricorda l'estrema variabilità laterale degli spessori e delle caratteristiche di deformabilità dei materiali costituenti il deposito a cui soggiace il substrato roccioso alterato), si provvederà, durante la fase di direzione lavori e della stessa esecuzione, all'estensione della lunghezza degli elementi profondi di fondazione, ove prevista la realizzazione di pali.
- Su tutto il comparto di versante in analisi, è consigliabile **l'esecuzione di scoline e assi idrici** (ad adeguata pendenza ed ubicazione) in grado di raccogliere e allontanare l'acqua corrivante sul pendio **oltre ad un efficace sistema di raccolta e veicolamento delle acque corrivanti sul pendio**, oltre alla buona gestione delle acque bianche. Tale intervento eviterà fenomeni di infiltrazione delle acque meteoriche, inducendo un notevole miglioramento sulle caratteristiche resistive del primo sottosuolo.
- Si valuti l'opportunità di **un'opera di monitoraggio** anche solo topografico sulle strutture consolidate.

Si ricorda, infine, che l'area oggetto d'intervento è inserita all'interno di un contesto geologico - geomorfologico dedito generalmente al dissesto gravitativo; le opere consigliate in detto documento sono funzionali ad aumentare la resistenza meccanica del solo comparto analizzato e dell'edificio in oggetto e non saranno sufficienti ad eliminare tutte le forze destabilizzanti in gioco all'interno dell'intero versante.

Quattro Castella, Aprile 2023

Dott. Geol. Paolo Beretti



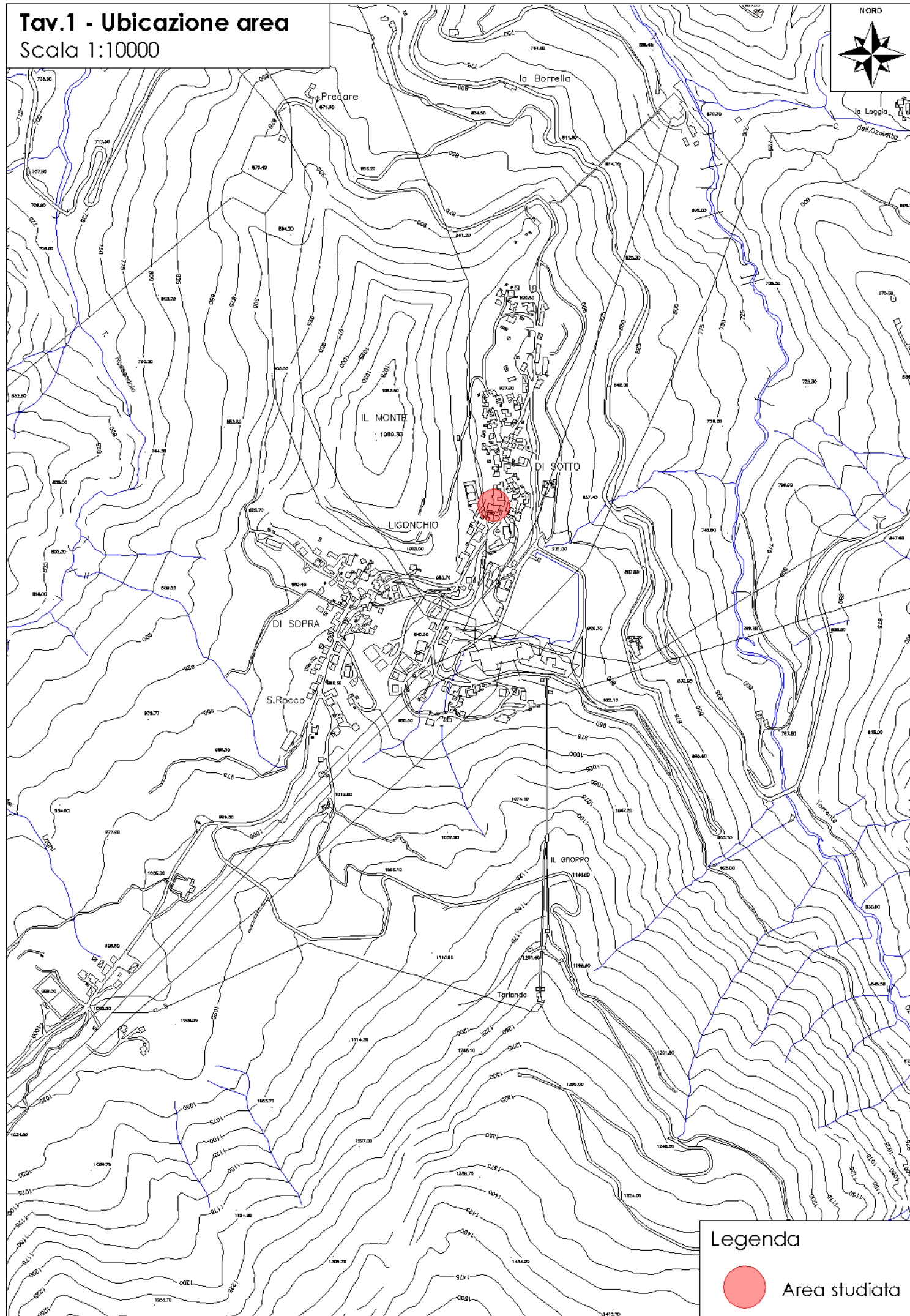
Amministrazione Comunale di Ventasso	<i>Relazione geologica, modellazione geotecnica e analisi dell'azione sismica</i>	Riqualificazione funzionale del cinema-teatro di Ligonchio.
---	---	--

ALLEGATI

- Tav. 1. Ubicazione area
- Tav. 2. Carta geologica regionale.
- Tav. 3. Ubicazione indagini in situ.
- Tav. 4. Sezione di ricostruzione geologico-geotecnica.
- Base sismica a rifrazione di nuova realizzazione.
- Base sismica a rifrazione pregressa.
- Stendimento sismico Re.Mi. – MASW.
- Sondaggio meccanico a carotaggio continuo di nuova realizzazione.
- Rapporto fotografico sondaggio meccanico a carotaggio continuo.
- Sondaggio pregresso.
- Prove penetrometriche dinamiche super pesanti DPSH.
- Analisi statistica prove penetrometriche dinamiche super pesanti DPSH.
- Verifiche di stabilità.
- Rapporto fotografico.

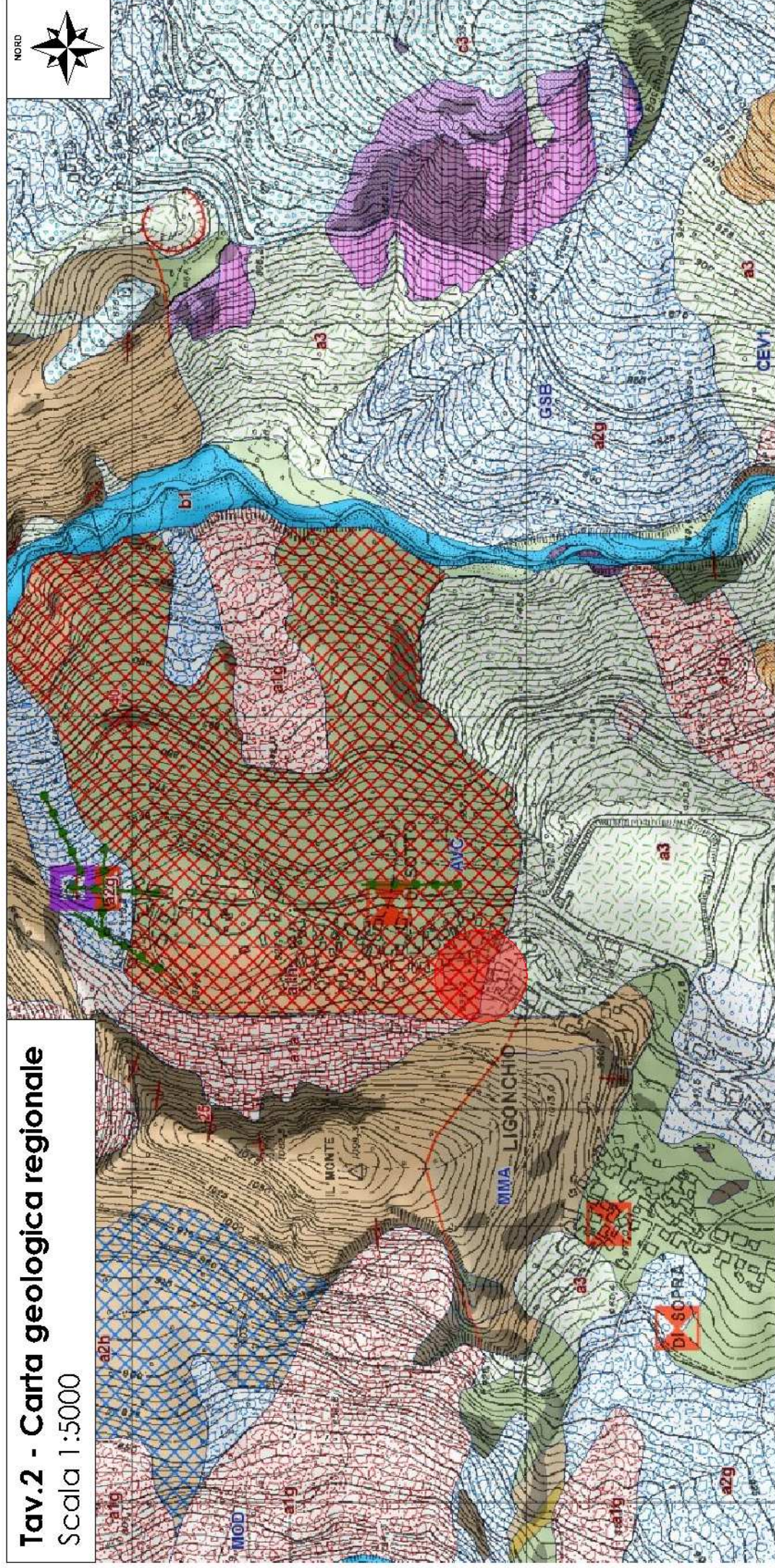
Tav.1 - Ubicazione area

Scala 1:10000



Tav.2 - Carta geologica regionale

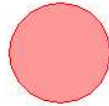
Scala 1:5000



LEGENDA

Unità geologiche

- AVC** - Argilliti variegati con calcari
- FIU** - Argille di Fiumalbo
- GSB** - Gessi di Sassalbo
- MMA** - Marne di Mammoreto
- MOD** - Arenarie del Monte Modino



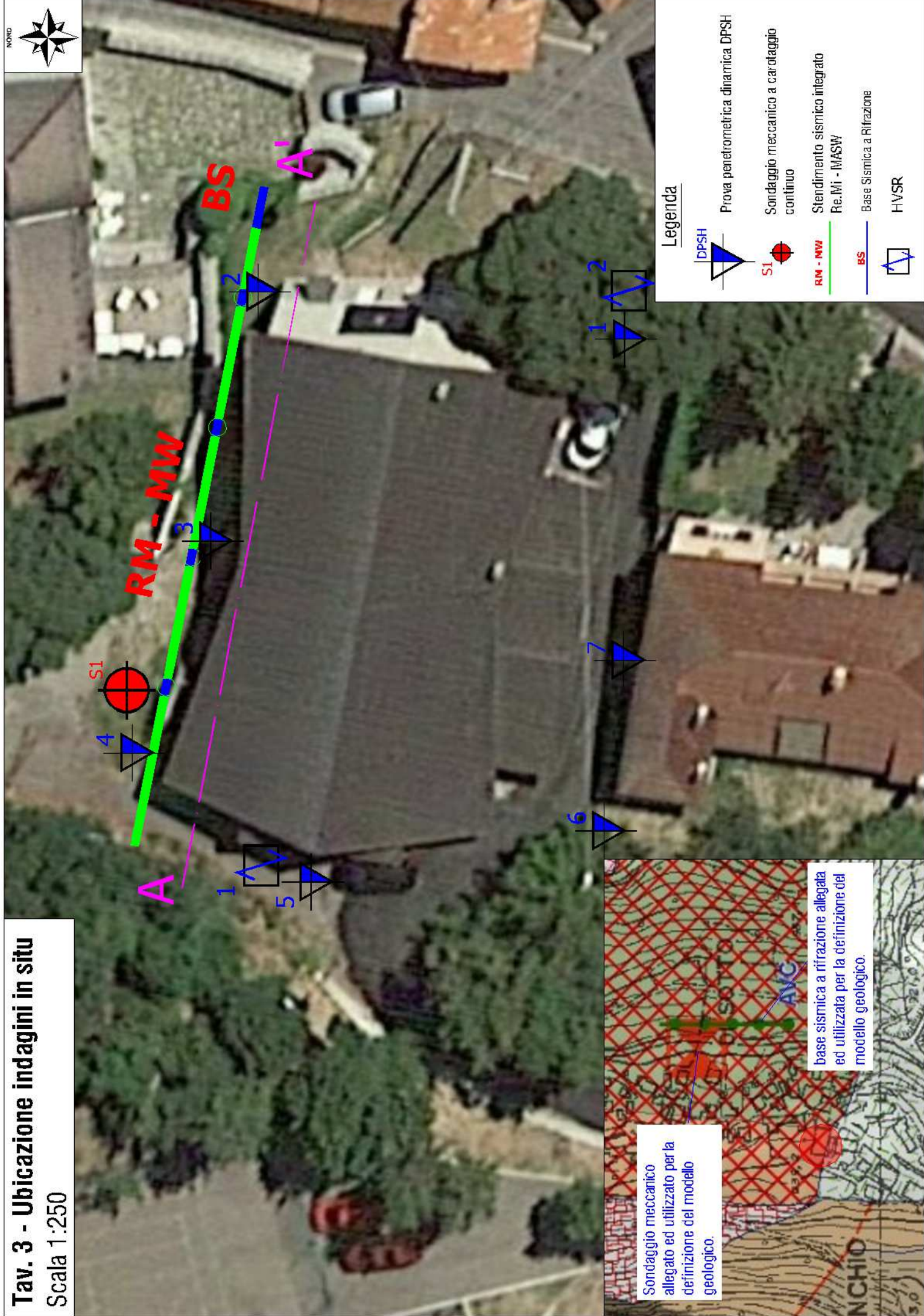
Area studiata

Depositi quaternari

- a1a** - Deposito di frana attiva per crollo e/o ribaltamento
- a1b** - Deposito di frana attiva per scivolamento
- a1g** - Deposito di frana attiva complessa
- a1h** - Deposito di frana attiva per scivolamento in blocco o DGPV
- a2b** - Deposito di frana quiescente per scivolamento
- a2g** - Deposito di frana quiescente complessa
- a2h** - Deposito di frana quiescente per scivolamento in blocco o DGPV
- a3** - Deposito di versante s.l.
- b1** - Deposito alluvionale in evoluzione

Tav. 3 - Ubicazione indagini in situ

Scala 1:250



Scala 1:150



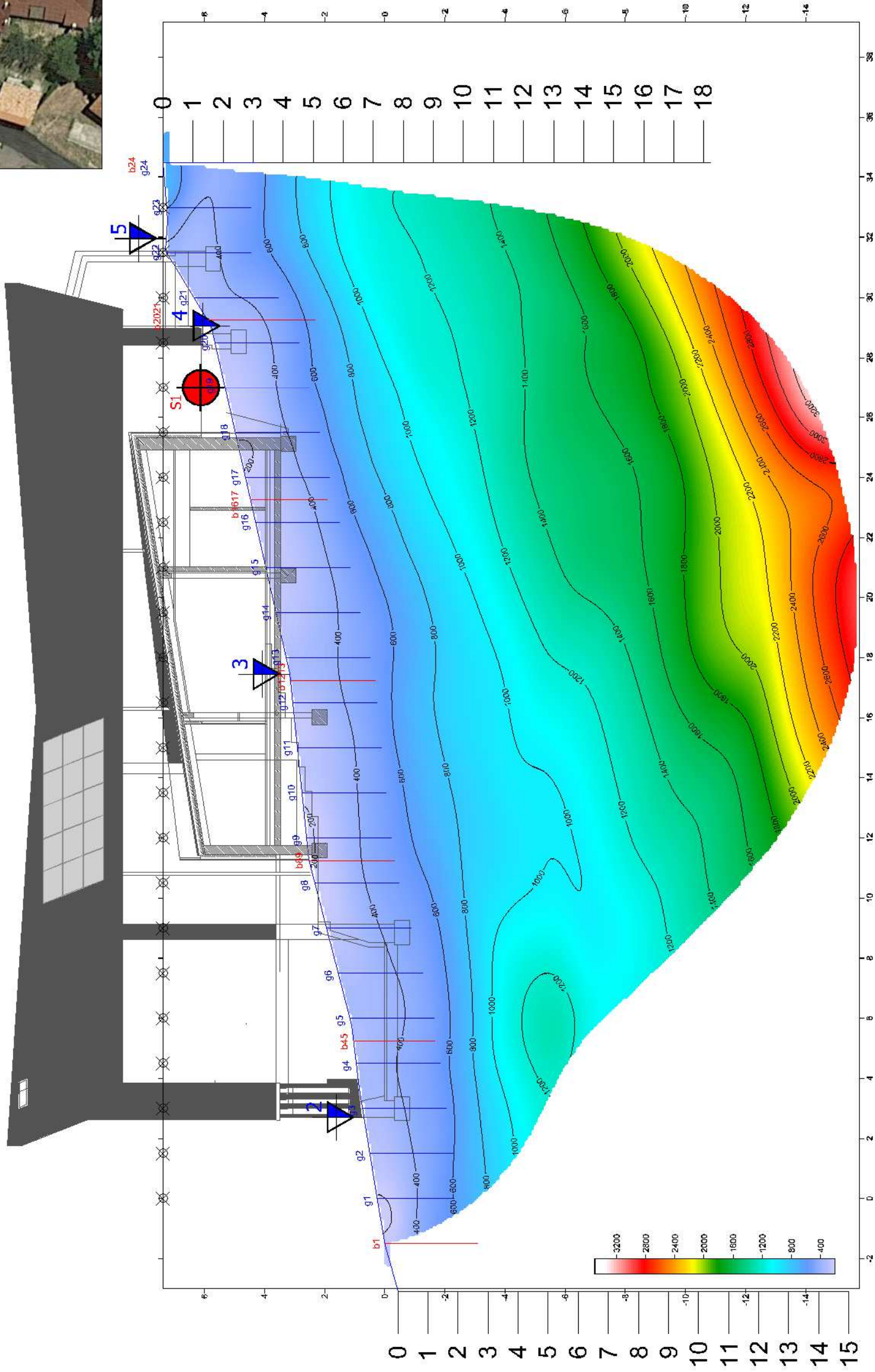
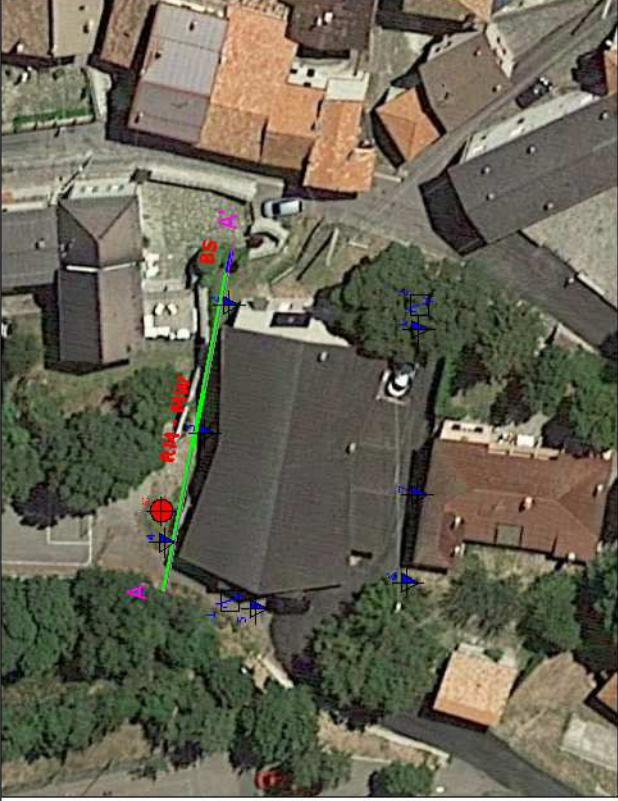
ORS: Orizzonte rimaneggiato superficiale con presenza di riporti antropici.

UGT1: Deposito clastico eterometrico a medio basso grado di consistenza.

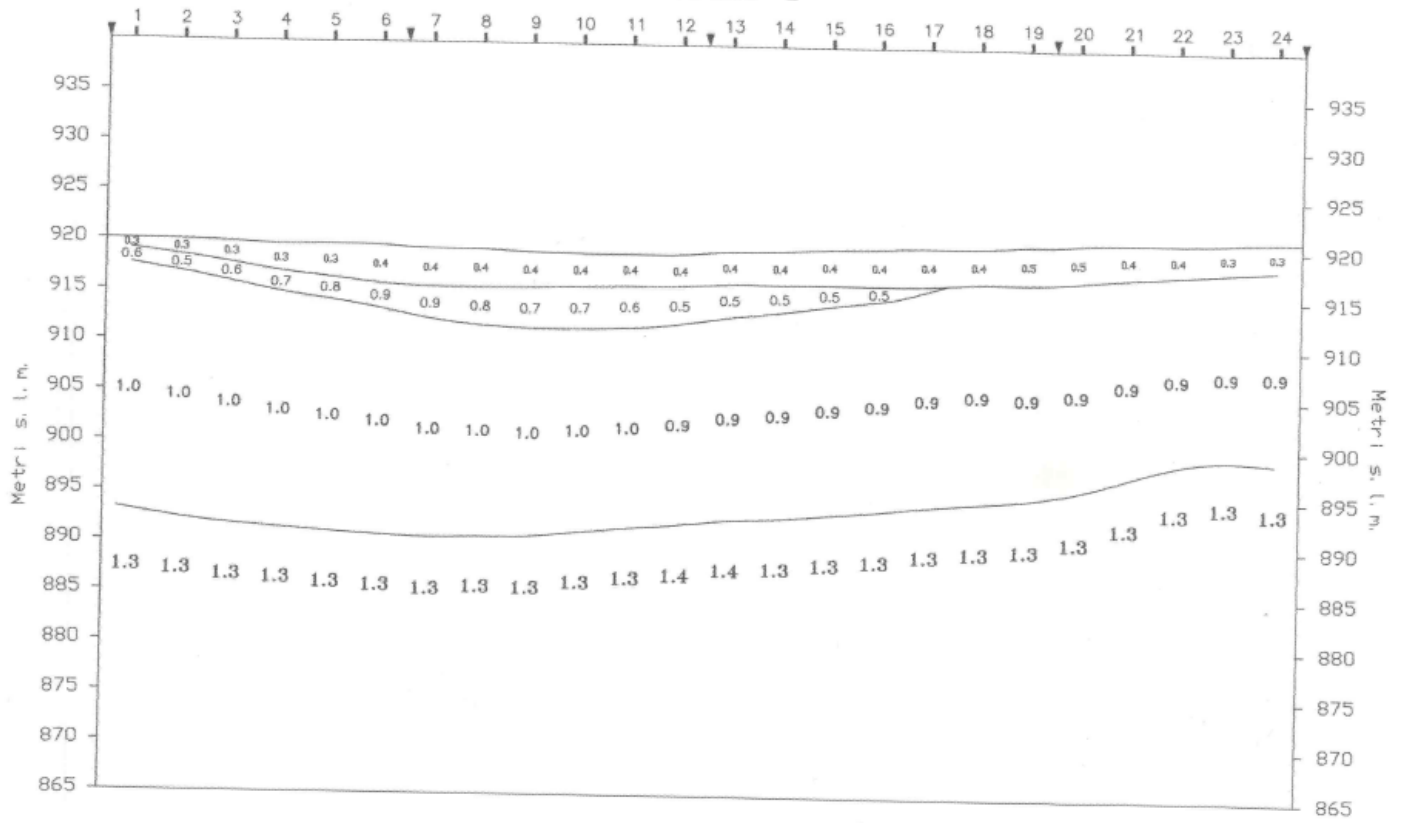
UGT2: Deposito clastico eterogeneo ed eterometrico a elevato grado di consistenza.

UGT3: Siltiti pelitiche e calcareniti appartenenti alla formazione delle Arenarie del Monte Modino (MOD)

Base sismica a rifrazione
Scala 1:150



PROFILO 1



1	2	Geofoni
▼	▼	Punti di energizzazione
0.4 1.0 1.3 2.5		Velocità sismiche (km/sec)

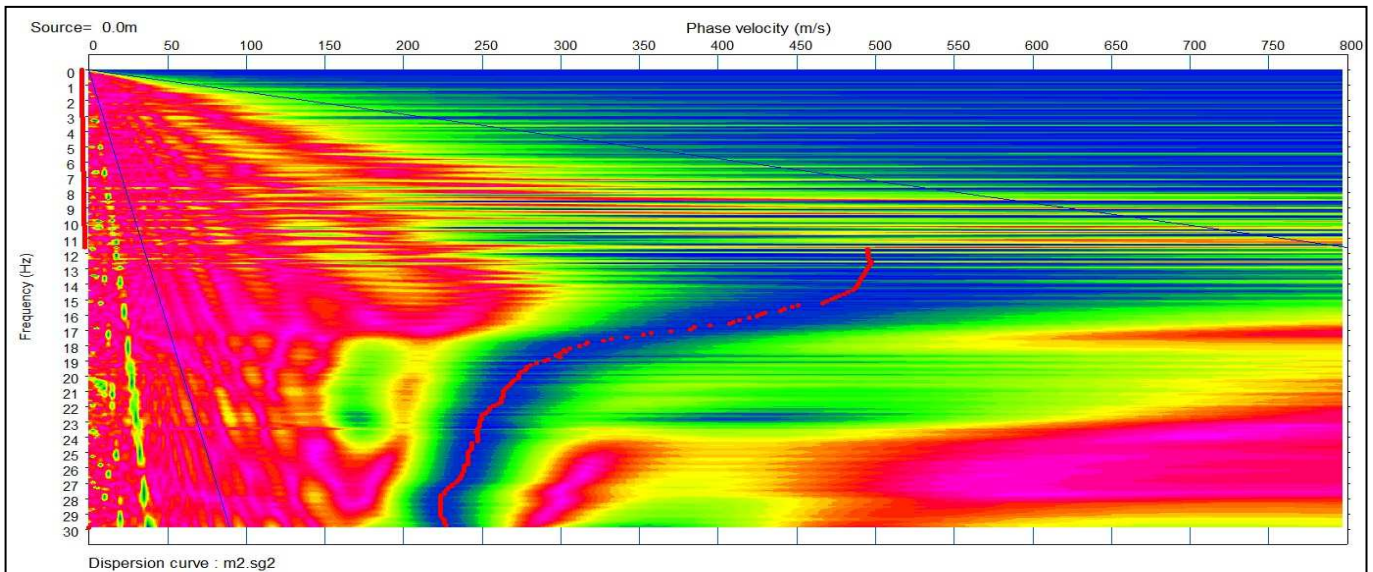


Fig. 1: Dispersion Remi - M.A.S.W.

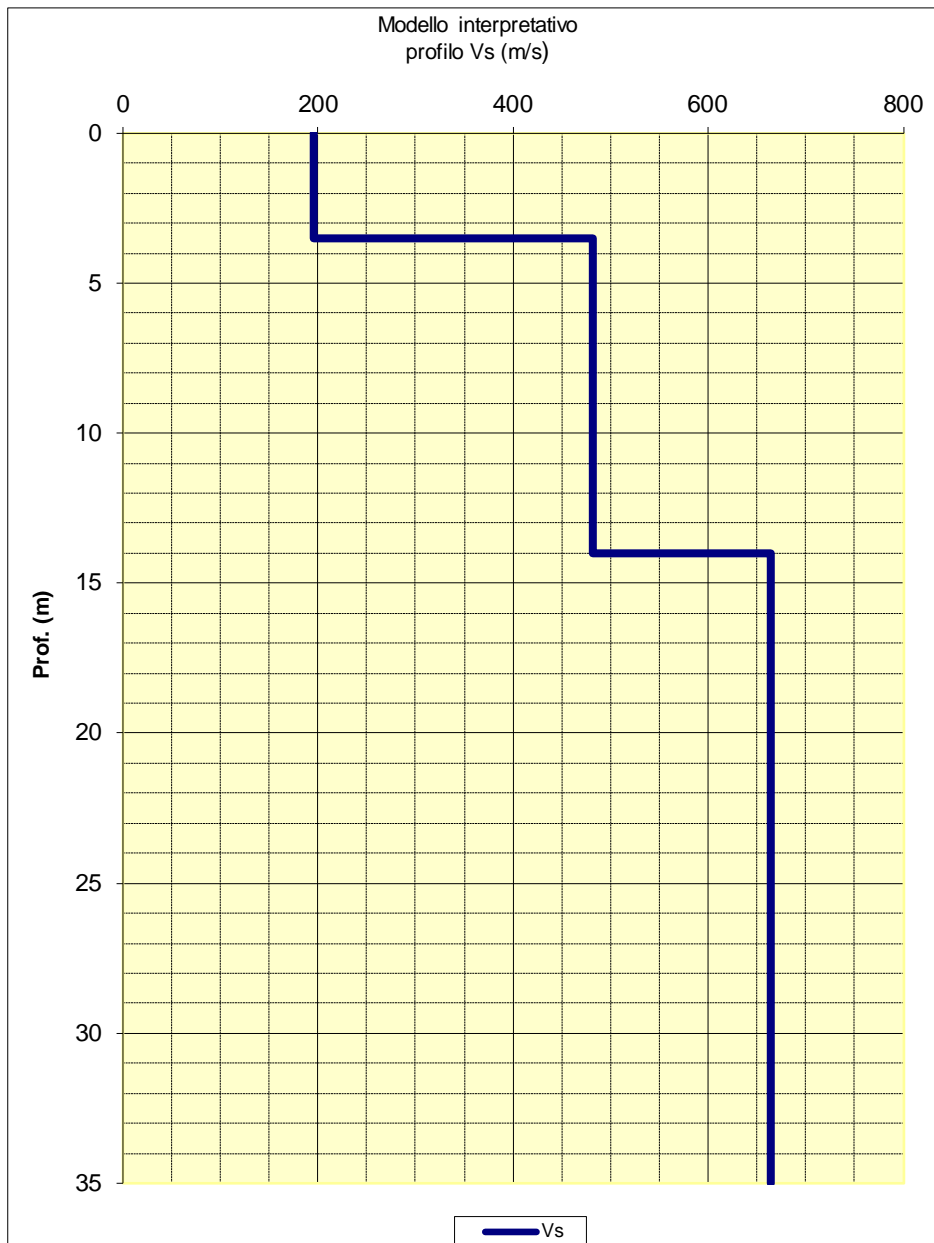


Fig. 2: Profilo onde VS

		Dott. Geol. PAOLO BERETTI Via De Gasperi 2/1 - 42020 Quattro Castella (RE) tel 0522 1695098 - cell. 3486902667 e-mail: studio.beretti@gmail.com			SONDAGGIO S1 a carotaggio continuo		COMMITTENTE: Amministrazione Comunale Ventasso		
		RILEVATORI: Dr. P. Beretti			LOCALITA': Ligonchio			CANTIERE: Cinema - Ligonchio	
		FOGLIO IGM:			Quota: piano stradale			Falda: -5,10 m p.c.	Data: 23-24/03/23
Unità geotecnica	Profondità	Colonna stratigrafica	P.P. kg/cmq	TV kg/cmq	SPT	DESCRIZIONE LITOSTRATIGRAFICA			Falda
O.R.S.	0		0,80 m	0,80 m		Terreno agrario di matrice limoso argillosa di colore bruno oliva scuro. Presenza di elementi laterizi, clasti eterometrici e apparati radicali.			
UGT1	1		1,20 m 1,40 m	3,1 (1,20 m) 3,2 (1,30 m)		Limo argilloso di colore nocciola rimaneggiato con clasti eterometrici.			
						Argilla con limo di colore bruno oliva scuro a medio elevato grado di consistenza.			
						Detrito eterometrico in matrice argilloso limosa. Colore di massa bruno oliva scuro. Clasti di dimensione compresa tra pochi mm e 5-6 cm.			
	2		2,00 m	3,3 (2,20 m) 1,9 (2,50 m) 5,3 (2,80 m) > 6,0 (3,10 m)	2,50 m	Detrito spigoloso medio fine in matrice limoso argillosa. Colore di massa bruno oliva chiaro. Clasti di dimensione compresa tra 0,5-2 cm, di natura prevalentemente calcarenitica e calcarea.			
					SPT1 12:10/11	Rara presenza di clasti grossolani (3-5 cm).			
			3,40 m		2,95 m	Detrito medio fine in massa di fondo limoso, limoso argillosa di colore bruno oliva scuro. Dimensione dei clasti compresa tra 0,5-1,5 cm.			
	4		4,10 m	2,1 (3,70 m) 4,8 (3,80 m)		Detrito grossolano in matrice talora sabbioso limosa, talora limoso argillosa. Presenza di rari ciottoli. Dimensione media dei clasti compresa tra 2,5-5 cm, di natura prevalentemente arenitica.			
					5,05 m	Detrito medio fine in matrice limoso argillosa consistente. Colore di massa bruno rossastro. Dimensione dei clasti compresa tra 0,5-1 cm.			
	5		5,25 m	> 6,0 (5,50 m)	SPT2 17:17/15	Presenza di livelli clastici grossolani con blocchi di natura sia calcarea che arenitica.			
					5,50 m	Limo con argilla di colore bruno oliva, con presenza di numerosi clasti di dimensioni millimetriche e centimetriche.			
UGT2			6,50 m			Presenza di sottili livelli limoso sabbiosi.			
	7		7,60 m		7,60 m	Detrito medio grossolano immerso in massa di fondo talora limoso sabbiosa, talora limoso argillosa a medio basso grado di consistenza. Colore bruno oliva.			
					SPT3 8:7/10	Presenza di rari blocchi.			
			8,60 m	> 6,0 (8,80 m)		Limo argilloso o limo con argilla di colore bruno rossastro, con presenza di ciottoli e blocchi di natura prevalentemente calcarea e arenacea.			
				2,6 (9,30 m)		Argilla limosa di colore grigio-grigio blastro con presenza di clasti eterometrici. Sostanza organica diffusa in velli e puntature nerastre. Materiale rimaneggiato a medio bassa consistenza.			
	10		10,90 m	1,9 (8,80 m)	10,10 m	Detrito medio grossolano in massa di fondo limoso argillosa di colore bruno oliva tendente, con la profondità, al grigio blastro. Sostanza organica diffusa e patine di ossidazione color ocra. Dimensione dei clasti che diminuisce con la profondità. Rari ciottoli.			
					SPT4 14:17/20				
			10,70 m		10,55 m	Limo con argilla di colore grigio-grigio blastro, con numerosi clasti eterometrici anche grossolani.			
	11			2,3 (11,10 m) 4,3 (11,50 m) 5,2 (11,60 m)					
			11,80 m			Detrito (ghiaia, ciottoli e blocchi) immerso in massa di fondo talora limoso sabbiosa, talora limoso argillosa rimaneggiata per presenza d'acqua. Presenza di livelli decimetrici a maggior contenuto coesivo. Clasti di natura siltitica e arenitica.			
UGT3	12								
	13								
	14								
	15		14,70 m		15,00 m				
					SPT5 R (*0 cm)				
					15,45 m				
	16								
	17								
	18								
	19								
	20					FINE SONDAGGIO			

-5,10 m



RAPPORTO FOTOGRAFICO SONDAGGI

Sondaggio meccanico a carotaggio continuo – S1



S1 da – 0,0 m a – 5,0 m p.c.



S1 da – 5,0 m a – 10,0 m p.c.



S1 da – 10,0 m a – 15,0 m p.c.



S1 da – 15,0 m a – 20,0 m p.c.

Cantiere LIGONCHIO	N. sondaggio LIG 3 I
Committente REGIONE EMILIA ROMAGNA - REGGIO E.	Scala sondaggio 1:100
Perforatore CASOLI & LODINI SNC - MAMIANO	Geologo DR. FAUSTO SALATI
Coord.	Quota (p.c.)
Metodo perf. CAROT. CONT. E DISTRUZ. DI NUCLEO	Data ultimazione 05-08/11/2001

Scala 1:100	Campioni	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	Pocket 1 2 3 4	% CAROT.	R.Q.D %	NOTE
1				COPERTURA DI ASFALTO (10 cm) CON SOTTOSTANTE TERRENO DETRITICO COSTITUITO DA SABBIA, SABBIA LIMOSA DI COLORE MARRONE, MARRONE-NOCCIOLA CON SPARSI ED ABBASTANZA FREQUENTI CLASTI DI SOLA NATURA ARENACEA PER LO PIU' ALTERATI DI PEZZATURA MOLTO VARIABILE (ANCHE > 13 cm). DENSO ALL'AVVANZAMENTO.		0		FORO ESEGUITO CON DIAM. 127 mm A SECCO POI CON CAROTIERE DOPPIO FINO A -6.80 m (A CORONA DIAMANTATA). IN SEGUITO CON CAROTIERE SEMPLICE FINO A -17.50 m, POI CON T2 CON DIAMANTE FINO A -20.00 m. IL FORO E' PROSEGUITO CON CAROTIERE SEMPLICE. DA -22.80 A -29.80 m CON MARTELLO A F.F. IN SEGUITO CON CAROTIERE SEMPLICE.
2								
3								
4								
5								
6		5.60		DETRITO DI ROCCIA ARENACEA IDEM C.S. (= DETRITO DI FALDA) MA CON FREQUENTI LITOIDI MOLTI DEI QUALI DI DIAM. > 10 cm. SONO A SPIGOLI VIVI O SOLO DI PARZIALE ARROTONDAMENTO ED IN GENERE CON OSSIDAZIONI MARRONI SULLA SUPERFICIE.		27	0	
7							0	
8								
9								
10								PERDITA DELL'ACQUA DI PERFORAZIONE FRA -5.70 E -5.80 m CON RIVESTIMENTO A -5.70 m.
11								
12								
13							0	ACQUA ASSENTE IN TUTTO IL FORO.
14								TUBO INCLINOMETRICO A -30.00 m.
15		14.50		TERRENO DETRITICO COSTITUITO DA ELEMENTI LAPIDEI DI PEZZATURA MOLTO VARIABILE (ANCHE > 10 cm) IN MATRICE, A VOLTE ABBONDANTE, LIMO-SABBIOSA MARRONE, MARRONE/SCURO.				POZZETTO METALLICO CON POZZETTO DI CLS CON CHIUSURA IN GHISA.
16								
17								
18		17.50		SERIE DI BLOCCHI CALCAREO-MARNOSI DI COLORE GRIGIO CON OSSIDAZIONI MARRONI SULLE SUPERFICI.				
19								
		19.70						

Cantiere LIGONCHIO	N. sondaggio LIG 3 I
Committente REGIONE EMILIA ROMAGNA - REGGIO E.	Scala sondaggio 1:100
Perforatore CASOLI & LODINI SNC - MAMIANO	Geologo DR. FAUSTO SALATI
Coord.	Quota (p.c.)
Metodo perf. CAROT. CONT. E DISTRUZ. DI NUCLEO	Data ultimazione 05-08/11/2001

Scala 1:100	Campioni	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	Pocket 1 2 3 4	% CAROT.	R.Q.D %	NOTE
20		19.70		DETRITO CALCAREO-MARNOSO IN MATRICE LIMO-SA O LIMO SABBIOSA GRIGIASTRA. PRESENTI TROVANTI E BLOCCHI ANCHE DI DIAM. > 30 cm. INIZIO PERFORAZIONE A DISTRUZIONE DI NUCLEO.				
21								
22								
23		22.80		DETRITO DI TERRENO CALCAREO-MARNOSO GRIGIO CON SABBIA +/- LIMOSA GRIGIASTRA.				
24								
25						0		
26								
27		27.00		DETRITO DI TERRENO PER LO PIU' ARENACEO.				
28								
29								
30		29.70 30.00		PROBABILE ROCCIA ARENACEA A GRANA MEDIO-GROSSOLANA.			0	

<div>Dott. Geol. Paolo Beretti</div> <div>Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali</div> <div>Sede: Via De Gasperi 2/1, Quattro Castella (RE)</div> <div>Tel 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell 348 6902667</div>				Prova penetrometrica dinamica super pesante				COMMITTENTE:		Amm. Com. Ventasso			
								DPSH		1		CANTIERE:	
				ATTREZZO:		Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200				Data:		14/03/2023	
				OPERATORE:		Dott. P. Beretti		Quota:		p.c.		Profondità falda:	
Letture di campagna e elaborazioni													
Asta	PROF.	Numero	qd	Asta	PROF.	Numero	qd	Asta	PROF.	Numero	qd	Caratteristiche strumentali	
n°	m.	colpi	kgf/cmq	n°	m.	colpi	kgf/cmq	n°	m.	colpi	kgf/cmq		
1	0,2	0,5	5,38	6	5,2			11	10,2				Peso Maglio (kg)
1	0,4	2	21,54	6	5,4			11	10,4				63,5
2	0,6	12	118,75	7	5,6			12	10,6				Volata (cm)
2	0,8	5,5	54,43	7	5,8			12	10,8				75
2	1	1,5	14,84	7	6			12	11				Aste (Kg al m)
2	1,2	6	59,38	7	6,2			12	11,2				6,2
2	1,4	7	69,27	7	6,4			12	11,4				Area della punta (cmq)
3	1,6	4	36,61	8	6,6			13	11,6				20
3	1,8	10	91,53	8	6,8			13	11,8				Peso incudine
3	2	4	36,61	8	7			13	12				0,5
3	2,2	5	45,77	8	7,2			13	12,2				Avanzamento (cm)
3	2,4	9	82,38	8	7,4			13	12,4				20
4	2,6	6	51,08	9	7,6			14	12,6				Angolo punta
4	2,8	4	34,06	9	7,8			14	12,8				90°
4	3	8	68,11	9	8			14	13				
4	3,2	4	34,06	9	8,2			14	13,2				
4	3,4	5	42,57	9	8,4			14	13,4				
5	3,6	5	39,79	10	8,6			15	13,6				
5	3,8	14	111,42	10	8,8			15	13,8				
5	4	40	318,34	10	9			15	14				
5	4,2			10	9,2			15	14,2				
5	4,4			10	9,4			15	14,4				
6	4,6			11	9,6			16	14,6				
6	4,8			11	9,8			16	14,8				
6	5			11	10			16	15				

63,5

75

6,2

20

0,5

20

90°

Dott. Geol. Paolo Beretti

Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali

Sede: Via De Gasperi 2/1, Quattro Castella (RE)

Tel 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell 348 6902667

Prova penetrometrica dinamica super pesante

DPSH

1

COMMITTENTE: Amm. Com. Ventasso

CANTIERE: Cinema di Ligonchio

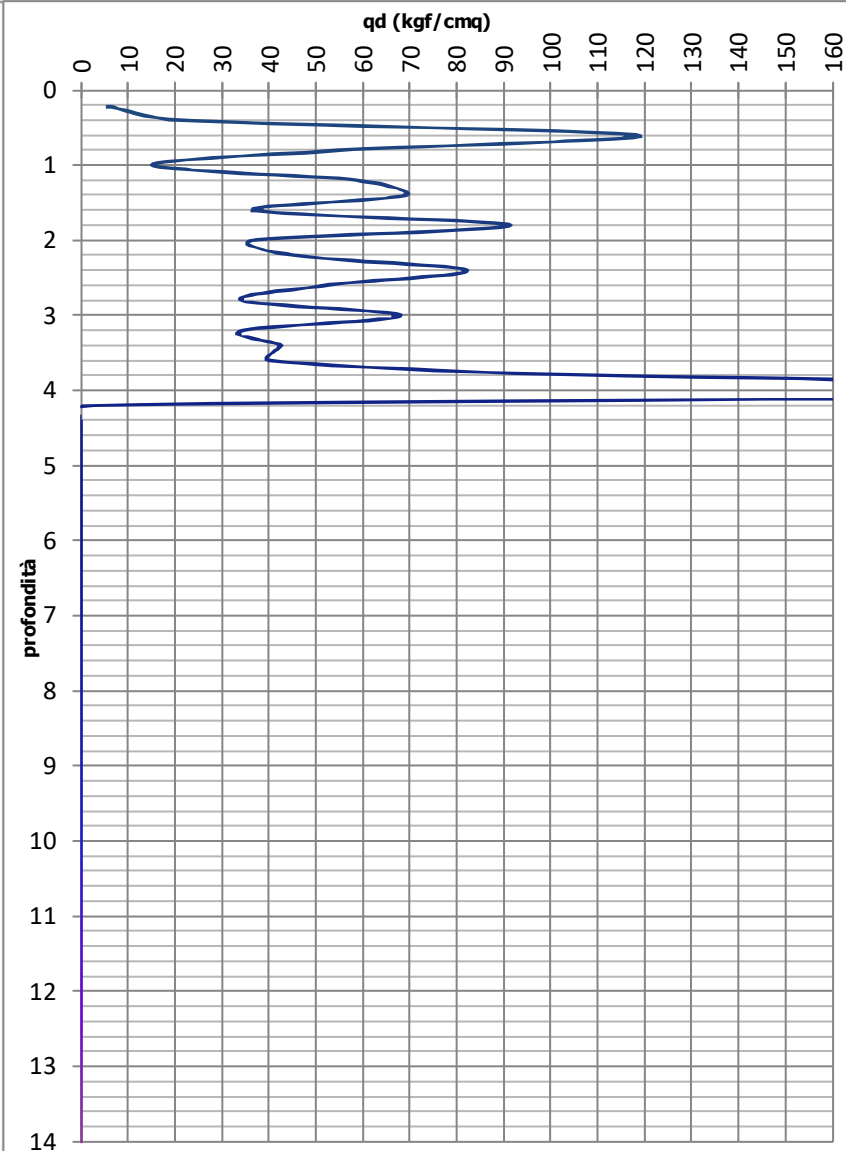
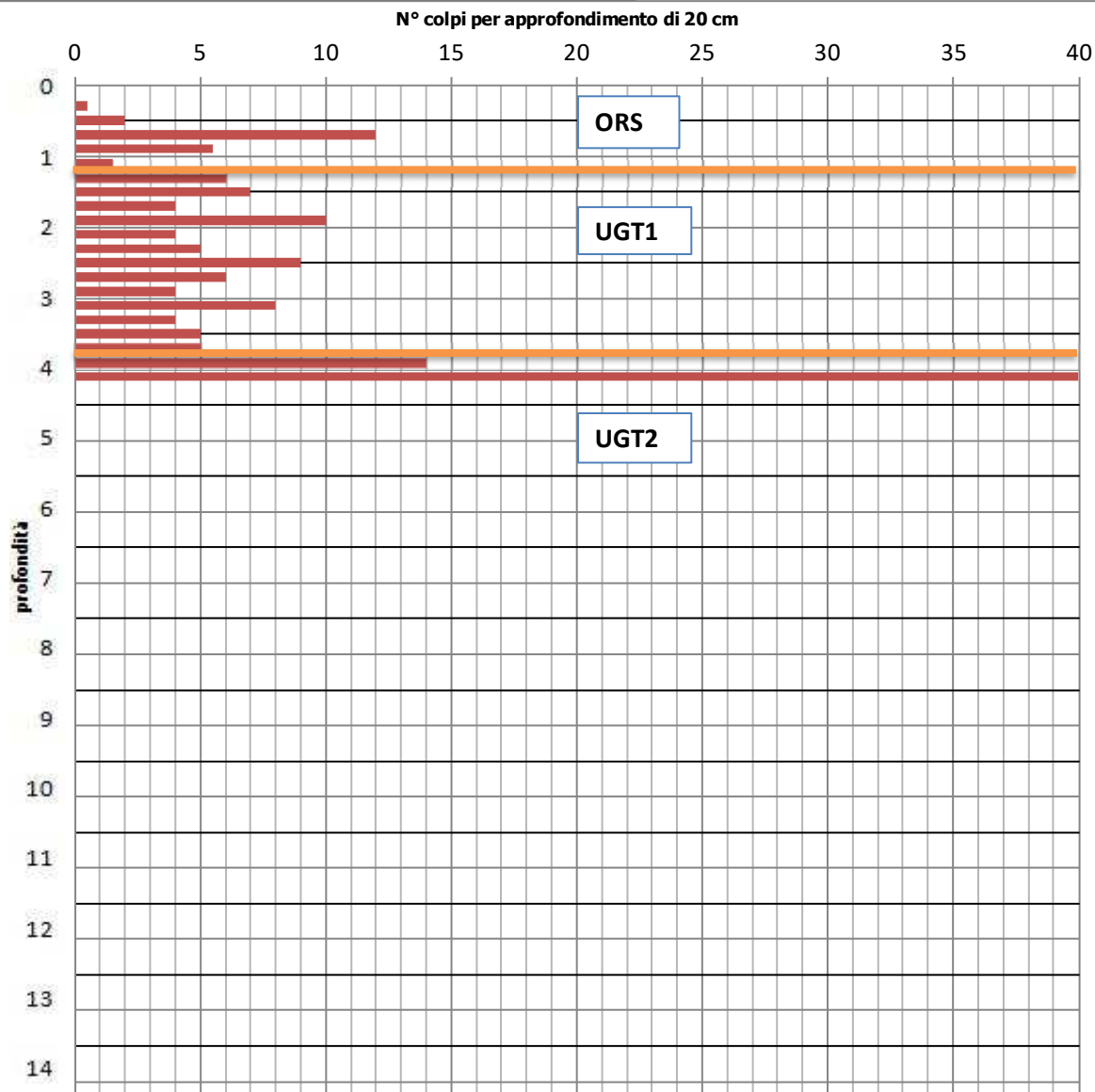
ATTREZZO: Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200

Data: 14/03/2023

OPERATORE: Dott. P. Beretti

Quota: p.c.

Profondità falda: Foro chiuso a - 1,15 m p.c.



<div>Dott. Geol. Paolo Beretti</div> <div>Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali</div> <div>Sede: Via De Gasperi 2/1, Quattro Castella (RE)</div> <div>Tel 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell 348 6902667</div>				Prova penetrometrica dinamica super pesante				COMMITTENTE:		Amm. Com. Ventasso					
								DPSH		2		CANTIERE:		Cinema di Ligonchio	
				ATTREZZO:		Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200						Data:		14/03/2023	
				OPERATORE:		Dott. P. Beretti			Quota:		p.c.		Profondità falda:		Foro vuoto
Letture di campagna e elaborazioni															
Asta	PROF.	Numero	qd	Asta	PROF.	Numero	qd	Asta	PROF.	Numero	qd	Caratteristiche strumentali			
n°	m.	colpi	kgf/cmq	n°	m.	colpi	kgf/cmq	n°	m.	colpi	kgf/cmq				
1	0,2	0,5	5,38	6	5,2			11	10,2					Peso Maglio (kg)	63,5
1	0,4	3	32,31	6	5,4			11	10,4					Volata (cm)	
2	0,6	1,5	14,84	7	5,6			12	10,6					Aste (Kg al m)	6,2
2	0,8	1,5	14,84	7	5,8			12	10,8					Area della punta (cmq)	20
2	1	3	29,69	7	6			12	11					Peso incudine	0,5
2	1,2	3	29,69	7	6,2			12	11,2					Avanzamento (cm)	20
2	1,4	4	39,58	7	6,4			12	11,4					Angolo punta	90°
3	1,6	4	36,61	8	6,6			13	11,6						
3	1,8	3	27,46	8	6,8			13	11,8						
3	2	4	36,61	8	7			13	12						
3	2,2	4	36,61	8	7,2			13	12,2						
3	2,4	4	36,61	8	7,4			13	12,4						
4	2,6	4	34,06	9	7,6			14	12,6						
4	2,8	5	42,57	9	7,8			14	12,8						
4	3	4	34,06	9	8			14	13						
4	3,2	4	34,06	9	8,2			14	13,2						
4	3,4	4	34,06	9	8,4			14	13,4						
5	3,6	6	47,75	10	8,6			15	13,6						
5	3,8	17	135,29	10	8,8			15	13,8						
5	4	40	318,34	10	9			15	14						
5	4,2			10	9,2			15	14,2						
5	4,4			10	9,4			15	14,4						
6	4,6			11	9,6			16	14,6						
6	4,8			11	9,8			16	14,8						
6	5			11	10			16	15						

Dott. Geol. Paolo Beretti

Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali

Sede: Via De Gasperi 2/1, Quattro Castella (RE)

Tel 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell 348 6902667

Prova penetrometrica dinamica super pesante

DPSH

2

COMMITTENTE: Amm. Com. Ventasso

CANTIERE: Cinema di Ligonchio

ATTREZZO: Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200

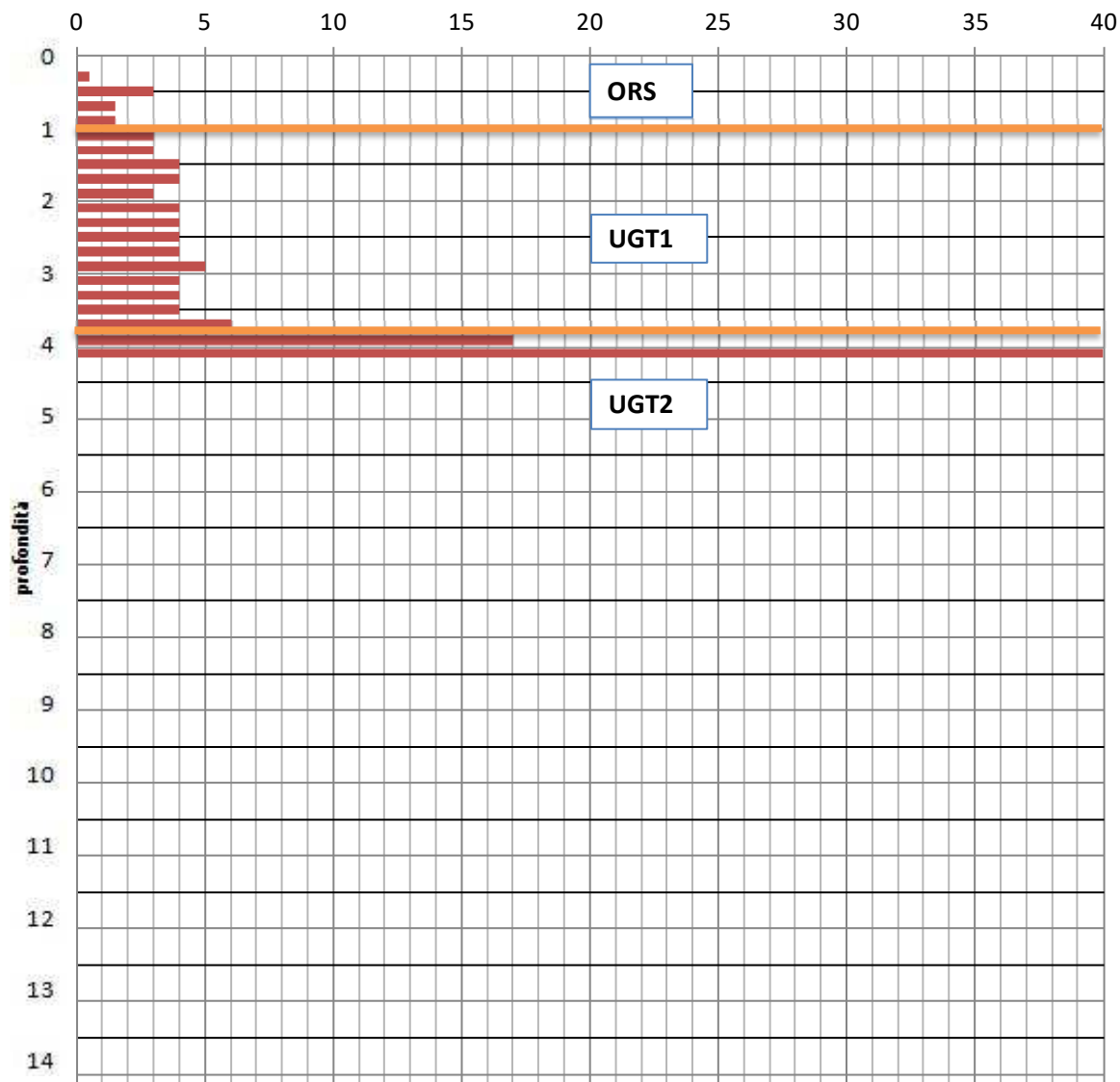
Data: 14/03/2023

OPERATORE: Dott. P. Beretti

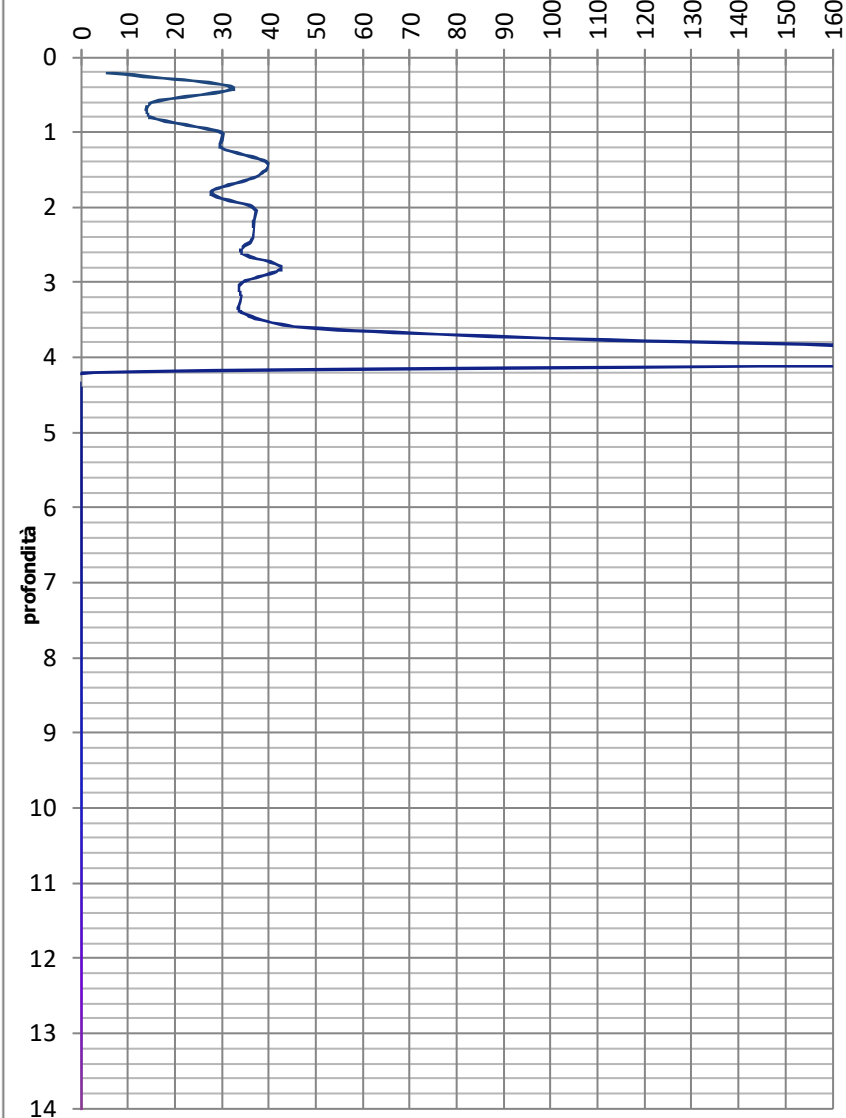
Quota: p.c.

Profondità falda: Foro vuoto

N° colpi per approfondimento di 20 cm



qd (kgf/cm²)



<div>Dott. Geol. Paolo Beretti</div> <div>Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali</div> <div>Sede: Via De Gasperi 2/1, Quattro Castella (RE)</div> <div>Tel 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell 348 6902667</div>				Prova penetrometrica dinamica super pesante				COMMITTENTE: Amm. Com. Ventasso					
				DPSH		3		CANTIERE: Cinema di Ligonchio					
				ATTREZZO:		Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200				Data: 14/03/2023			
				OPERATORE:		Dott. P. Beretti		Quota: p.c.		Profondità falda: Foro chiuso a - 4,45 m p.c.			
Letture di campagna e elaborazioni													
Asta	PROF.	Numero	qd	Asta	PROF.	Numero	qd	Asta	PROF.	Numero	qd	Caratteristiche strumentali	
n°	m.	colpi	kgf/cmq	n°	m.	colpi	kgf/cmq	n°	m.	colpi	kgf/cmq		
1	0,2	0,5	5,38	6	5,2	6	44,82	11	10,2				Peso Maglio (kg)
1	0,4	2	21,54	6	5,4	22	164,36	11	10,4				63,5
2	0,6	0,5	4,95	7	5,6	40	281,58	12	10,6				Volata (cm)
2	0,8	4	39,58	7	5,8			12	10,8				75
2	1	3,5	34,64	7	6			12	11				Aste (Kg al m)
2	1,2	3	29,69	7	6,2			12	11,2				6,2
2	1,4	4	39,58	7	6,4			12	11,4				Area della punta (cmq)
3	1,6	3	27,46	8	6,6			13	11,6				20
3	1,8	4	36,61	8	6,8			13	11,8				Peso incudine
3	2	3	27,46	8	7			13	12				0,5
3	2,2	4	36,61	8	7,2			13	12,2				Avanzamento (cm)
3	2,4	4	36,61	8	7,4			13	12,4				20
4	2,6	3	25,54	9	7,6			14	12,6				Angolo punta
4	2,8	4	34,06	9	7,8			14	12,8				90°
4	3	4	34,06	9	8			14	13				
4	3,2	5	42,57	9	8,2			14	13,2				
4	3,4	5	42,57	9	8,4			14	13,4				
5	3,6	3	23,88	10	8,6			15	13,6				
5	3,8	3	23,88	10	8,8			15	13,8				
5	4	3	23,88	10	9			15	14				
5	4,2	3	23,88	10	9,2			15	14,2				
5	4,4	3	23,88	10	9,4			15	14,4				
6	4,6	5	37,35	11	9,6			16	14,6				
6	4,8	6	44,82	11	9,8			16	14,8				
6	5	3	22,41	11	10			16	15				

Dott. Geol. Paolo Beretti

Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali

Sede: Via De Gasperi 2/1, Quattro Castella (RE)

Tel 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell 348 6902667

Prova penetrometrica dinamica super pesante

DPSH

3

COMMITTENTE: Amm. Com. Ventasso

CANTIERE: Cinema di Ligonchio

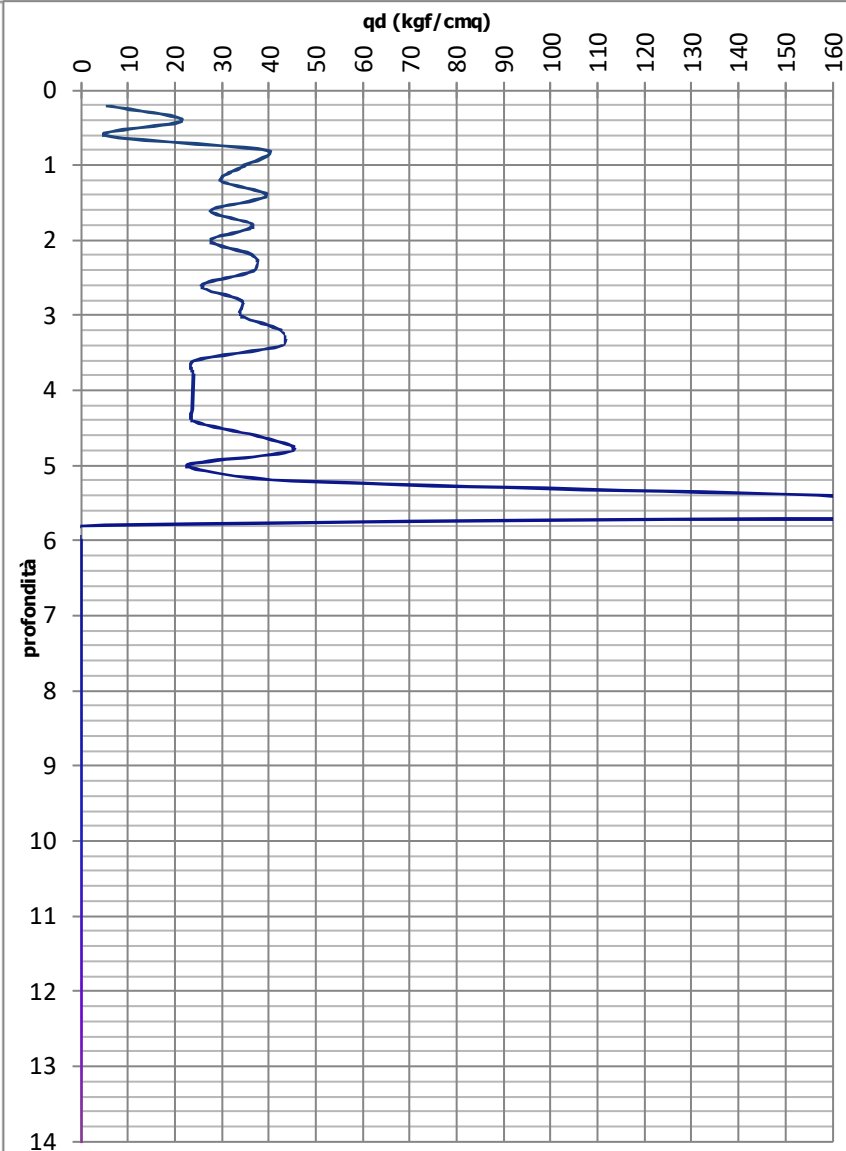
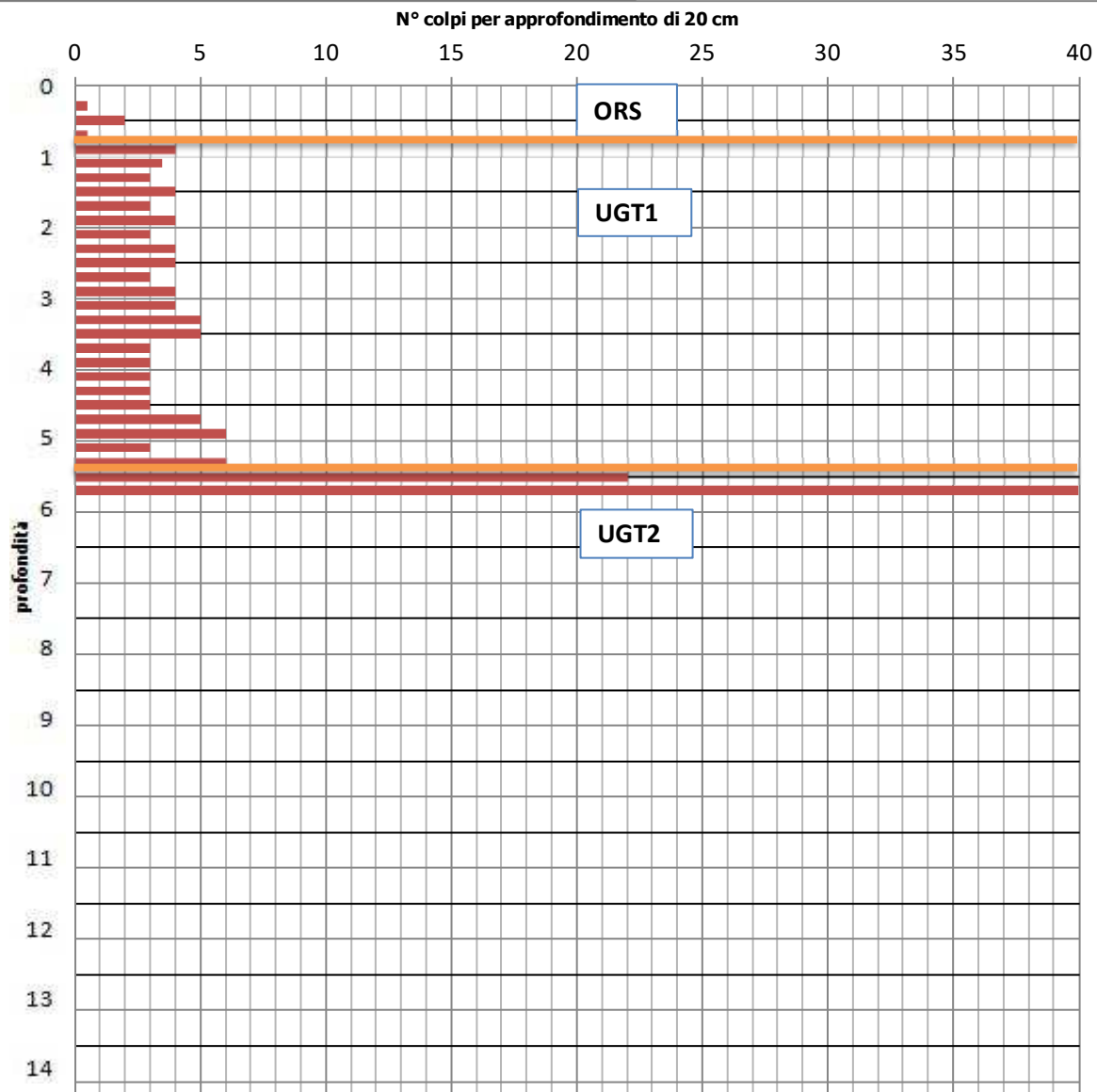
ATTREZZO: Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200

Data: 14/03/2023

OPERATORE: Dott. P. Beretti

Quota: p.c.

Profondità falda: Foro chiuso a - 4,45 m p.c.



<div>Dott. Geol. Paolo Beretti</div> <div>Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali</div> <div>Sede: Via De Gasperi 2/1, Quattro Castella (RE)</div> <div>Tel 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell 348 6902667</div>				Prova penetrometrica dinamica super pesante				COMMITTENTE:		Amm. Com. Ventasso					
								DPSH		4		CANTIERE:		Cinema di Ligonchio	
				ATTREZZO:		Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200						Data:		14/03/2023	
				OPERATORE:		Dott. P. Beretti			Quota:		p.c.		Profondità falda:		Foro vuoto
Letture di campagna e elaborazioni															
Asta	PROF.	Numero	qd	Asta	PROF.	Numero	qd	Asta	PROF.	Numero	qd	Caratteristiche strumentali			
n°	m.	colpi	kgf/cmq	n°	m.	colpi	kgf/cmq	n°	m.	colpi	kgf/cmq				
1	0,2	0,5	5,38	6	5,2	13	97,12	11	10,2					Peso Maglio (kg)	63,5
1	0,4	1	10,77	6	5,4	40	298,83	11	10,4					Volata (cm)	
2	0,6	4	39,58	7	5,6			12	10,6					Aste (Kg al m)	6,2
2	0,8	2,5	24,74	7	5,8			12	10,8					Area della punta (cmq)	20
2	1	2,5	24,74	7	6			12	11					Peso incudine	0,5
2	1,2	2,5	24,74	7	6,2			12	11,2					Avanzamento (cm)	20
2	1,4	2,5	24,74	7	6,4			12	11,4					Angolo punta	90°
3	1,6	3	27,46	8	6,6			13	11,6						
3	1,8	3	27,46	8	6,8			13	11,8						
3	2	3	27,46	8	7			13	12						
3	2,2	3,5	32,04	8	7,2			13	12,2						
3	2,4	3,5	32,04	8	7,4			13	12,4						
4	2,6	3	25,54	9	7,6			14	12,6						
4	2,8	4	34,06	9	7,8			14	12,8						
4	3	4	34,06	9	8			14	13						
4	3,2	3,5	29,80	9	8,2			14	13,2						
4	3,4	3,5	29,80	9	8,4			14	13,4						
5	3,6	4	31,83	10	8,6			15	13,6						
5	3,8	4	31,83	10	8,8			15	13,8						
5	4	4	31,83	10	9			15	14						
5	4,2	4	31,83	10	9,2			15	14,2						
5	4,4	4,5	35,81	10	9,4			15	14,4						
6	4,6	6,5	48,56	11	9,6			16	14,6						
6	4,8	5	37,35	11	9,8			16	14,8						
6	5	11	82,18	11	10			16	15						

Dott. Geol. Paolo Beretti

Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali

Sede: Via De Gasperi 2/1, Quattro Castella (RE)

Tel 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell 348 6902667

Prova penetrometrica dinamica super pesante

DPSH

4

COMMITTENTE: Amm. Com. Ventasso

CANTIERE: Cinema di Ligonchio

ATTREZZO: Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200

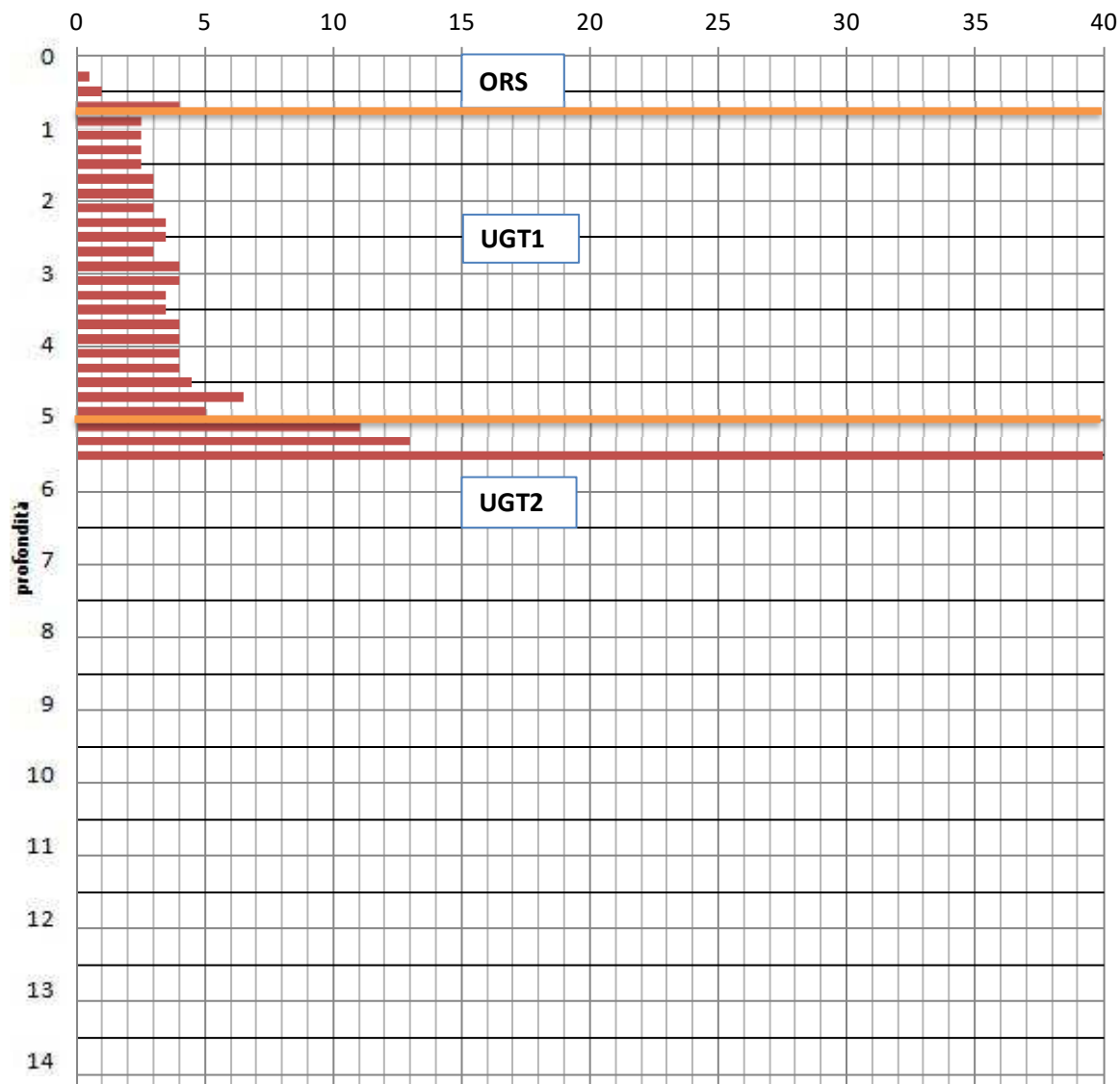
Data: 14/03/2023

OPERATORE: Dott. P. Beretti

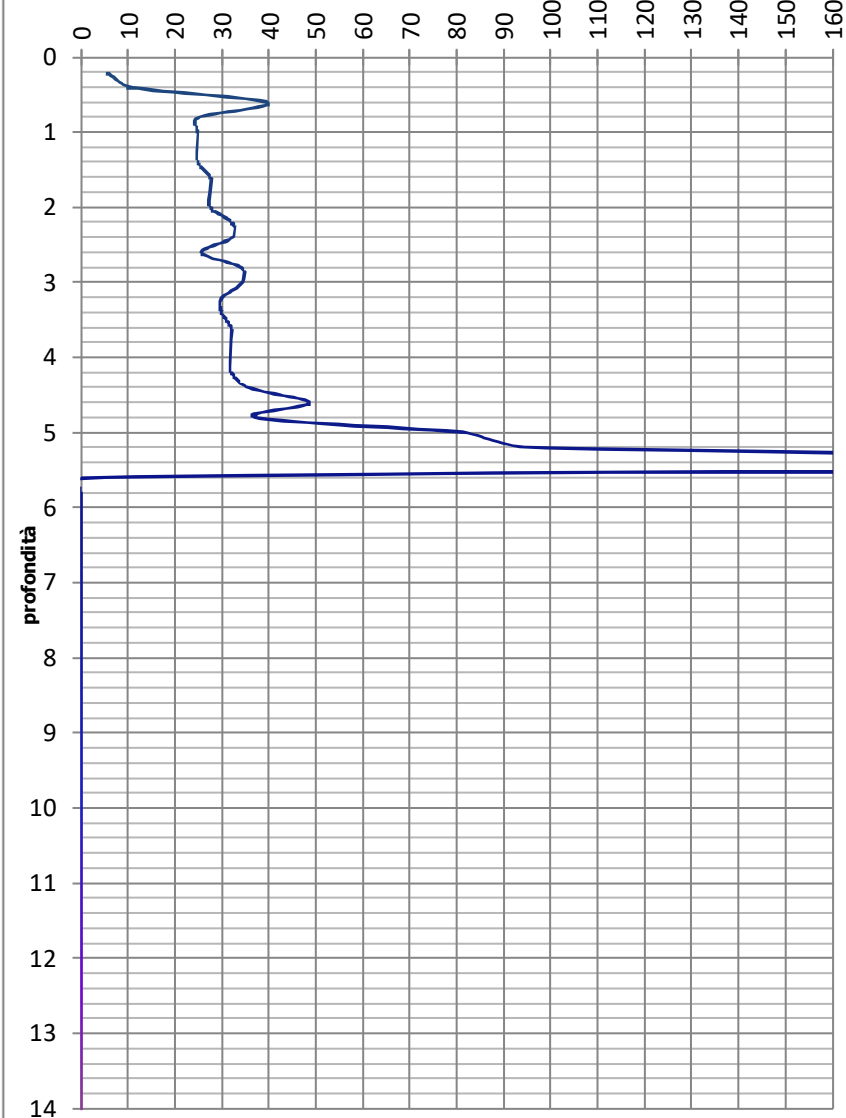
Quota: p.c.

Profondità falda: Foro vuoto

N° colpi per approfondimento di 20 cm



qd (kgf/cm²)



<div>Dott. Geol. Paolo Beretti</div> <div>Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali</div> <div>Sede: Via De Gasperi 2/1, Quattro Castella (RE)</div> <div>Tel 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell 348 6902667</div>				Prova penetrometrica dinamica super pesante				COMMITTENTE:		Amm. Com. Ventasso					
								DPSH		5		CANTIERE:		Cinema di Ligonchio	
				ATTREZZO:		Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200						Data:		14/03/2023	
				OPERATORE:		Dott. P. Beretti			Quota:		p.c.		Profondità falda:		Foro vuoto
Letture di campagna e elaborazioni															
Asta	PROF.	Numero	qd	Asta	PROF.	Numero	qd	Asta	PROF.	Numero	qd	Caratteristiche strumentali			
n°	m.	colpi	kgf/cmq	n°	m.	colpi	kgf/cmq	n°	m.	colpi	kgf/cmq				
1	0,2			6	5,2	3	22,41	11	10,2					Peso Maglio (kg)	63,5
1	0,4	5	53,85	6	5,4	4	29,88	11	10,4					Volata (cm)	
2	0,6	6	59,38	7	5,6	3,5	24,64	12	10,6					Aste (Kg al m)	75
2	0,8	4	39,58	7	5,8	3,5	24,64	12	10,8						6,2
2	1	3,5	34,64	7	6	2,5	17,60	12	11					Area della punta (cmq)	20
2	1,2	2,5	24,74	7	6,2	4,5	31,68	12	11,2					Peso incudine	0,5
2	1,4	4	39,58	7	6,4	12	84,47	12	11,4					Avanzamento (cm)	20
3	1,6	3	27,46	8	6,6	12	79,86	13	11,6					Angolo punta	90°
3	1,8	2,5	22,88	8	6,8	40	266,21	13	11,8						
3	2	2,5	22,88	8	7			13	12						
3	2,2	2	18,31	8	7,2			13	12,2						
3	2,4	1,5	13,73	8	7,4			13	12,4						
4	2,6	3	25,54	9	7,6			14	12,6						
4	2,8	2,5	21,29	9	7,8			14	12,8						
4	3	2,5	21,29	9	8			14	13						
4	3,2	2,5	21,29	9	8,2			14	13,2						
4	3,4	3	25,54	9	8,4			14	13,4						
5	3,6	3,5	27,85	10	8,6			15	13,6						
5	3,8	3,5	27,85	10	8,8			15	13,8						
5	4	3,5	27,85	10	9			15	14						
5	4,2	3,5	27,85	10	9,2			15	14,2						
5	4,4	7	55,71	10	9,4			15	14,4						
6	4,6	3	22,41	11	9,6			16	14,6						
6	4,8	3	22,41	11	9,8			16	14,8						
6	5	3	22,41	11	10			16	15						

Dott. Geol. Paolo Beretti

Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali

Sede: Via De Gasperi 2/1, Quattro Castella (RE)

Tel 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell 348 6902667

Prova penetrometrica dinamica super pesante

DPSH

5

COMMITTENTE: Amm. Com. Ventasso

CANTIERE: Cinema di Ligonchio

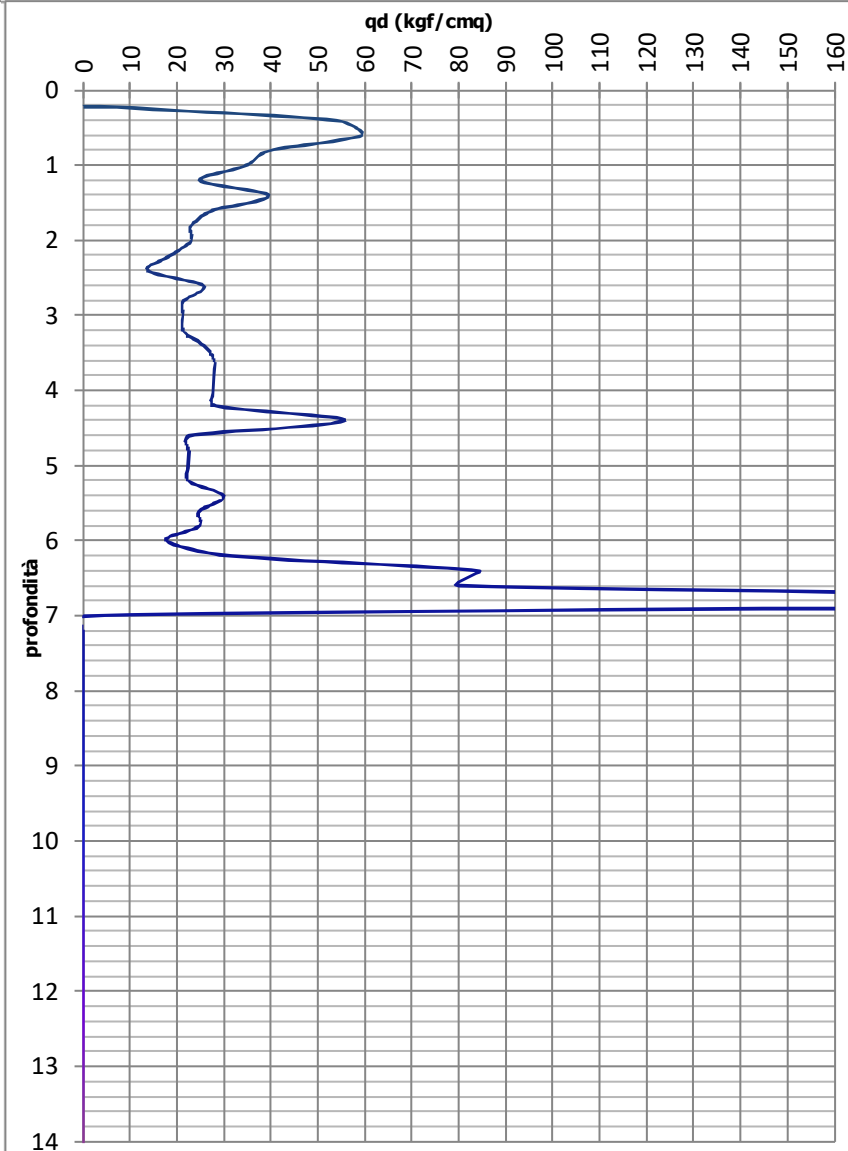
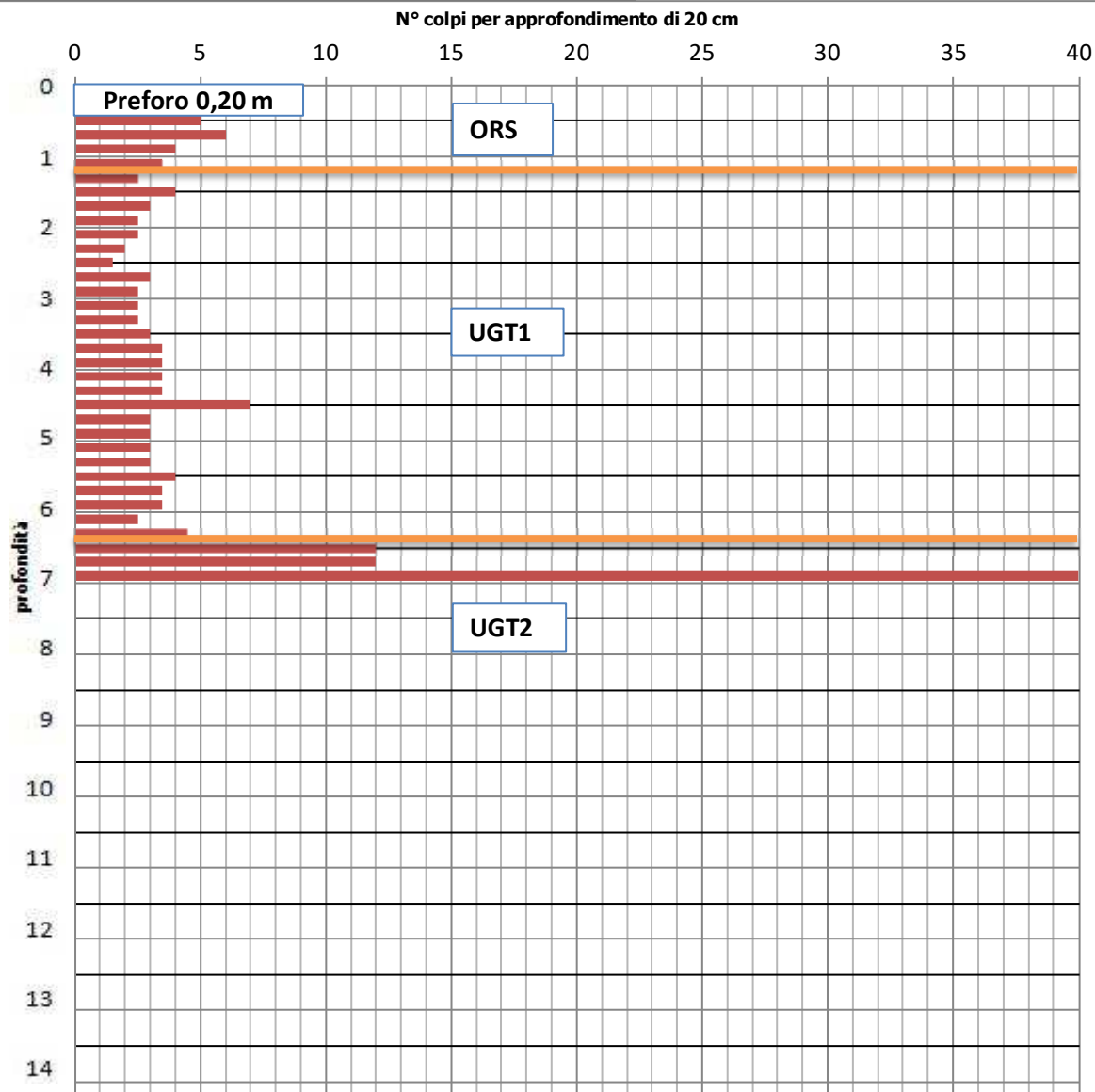
ATTREZZO: Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200

Data: 14/03/2023

OPERATORE: Dott. P. Beretti

Quota: p.c.

Profondità falda: Foro vuoto



<div>Dott. Geol. Paolo Beretti</div> <div>Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali</div> <div>Sede: Via De Gasperi 2/1, Quattro Castella (RE)</div> <div>Tel 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell 348 6902667</div>				Prova penetrometrica dinamica super pesante				COMMITTENTE: Amm. Com. Ventasso					
				DPSH		6		CANTIERE: Cinema di Ligonchio					
				ATTREZZO:		Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200				Data: 14/03/2023			
				OPERATORE:		Dott. P. Beretti		Quota: p.c.		Profondità falda: Foro vuoto			
Letture di campagna e elaborazioni													
Asta	PROF.	Numero	qd	Asta	PROF.	Numero	qd	Asta	PROF.	Numero	qd	Caratteristiche strumentali	
n°	m.	colpi	kgf/cmq	n°	m.	colpi	kgf/cmq	n°	m.	colpi	kgf/cmq		
1	0,2			6	5,2			11	10,2				Peso Maglio (kg)
1	0,4	14	150,78	6	5,4			11	10,4				63,5
2	0,6	17	168,23	7	5,6			12	10,6				Volata (cm)
2	0,8	6	59,38	7	5,8			12	10,8				75
2	1	9	89,06	7	6			12	11				Aste (Kg al m)
2	1,2	6	59,38	7	6,2			12	11,2				6,2
2	1,4	5	49,48	7	6,4			12	11,4				Area della punta (cmq)
3	1,6	5	45,77	8	6,6			13	11,6				20
3	1,8	3,5	32,04	8	6,8			13	11,8				Peso incudine
3	2	3,5	32,04	8	7			13	12				0,5
3	2,2	4	36,61	8	7,2			13	12,2				Avanzamento (cm)
3	2,4	4	36,61	8	7,4			13	12,4				20
4	2,6	6	51,08	9	7,6			14	12,6				Angolo punta
4	2,8	3,5	29,80	9	7,8			14	12,8				90°
4	3	2,5	21,29	9	8			14	13				
4	3,2	7	59,60	9	8,2			14	13,2				
4	3,4	8	68,11	9	8,4			14	13,4				
5	3,6	6	47,75	10	8,6			15	13,6				
5	3,8	4	31,83	10	8,8			15	13,8				
5	4	12	95,50	10	9			15	14				
5	4,2	40	318,34	10	9,2			15	14,2				
5	4,4			10	9,4			15	14,4				
6	4,6			11	9,6			16	14,6				
6	4,8			11	9,8			16	14,8				
6	5			11	10			16	15				

Dott. Geol. Paolo Beretti

Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali

Sede: Via De Gasperi 2/1, Quattro Castella (RE)

Tel 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell 348 6902667

Prova penetrometrica dinamica super pesante

DPSH

6

COMMITTENTE: Amm. Com. Ventasso

CANTIERE: Cinema di Ligonchio

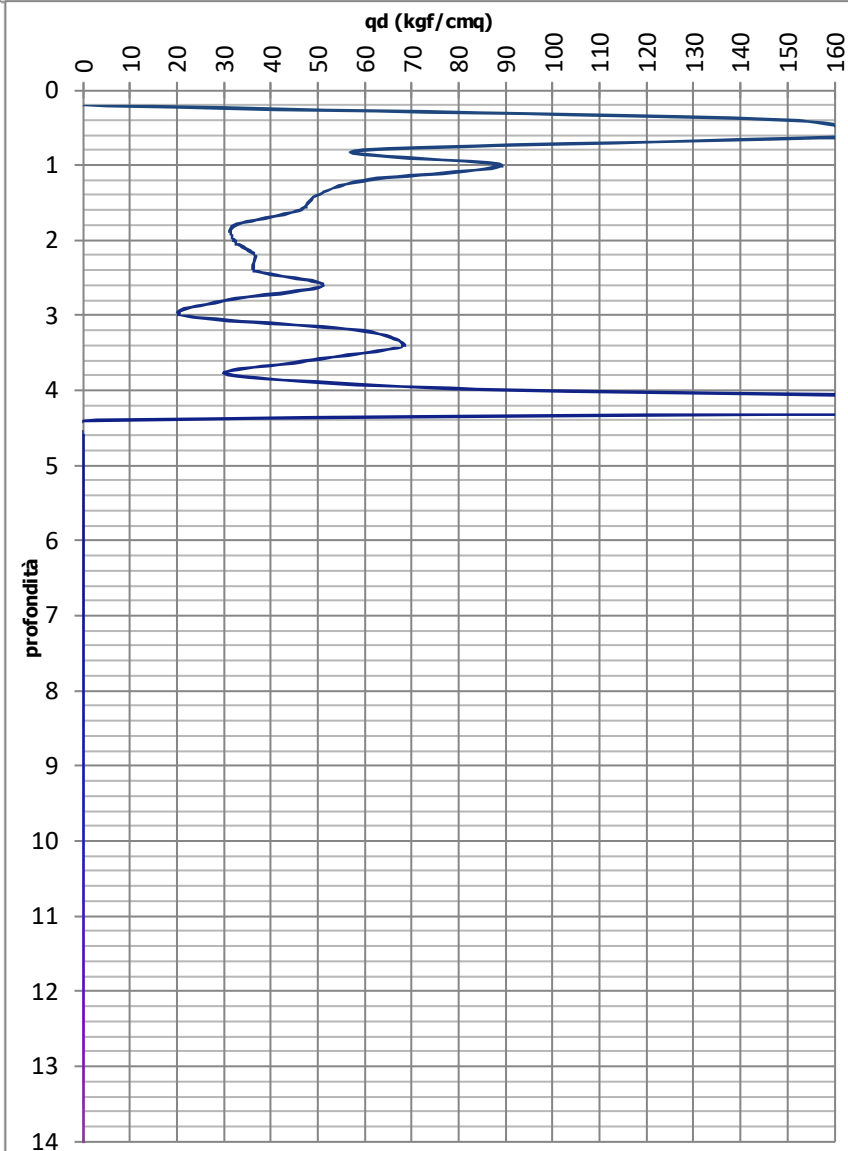
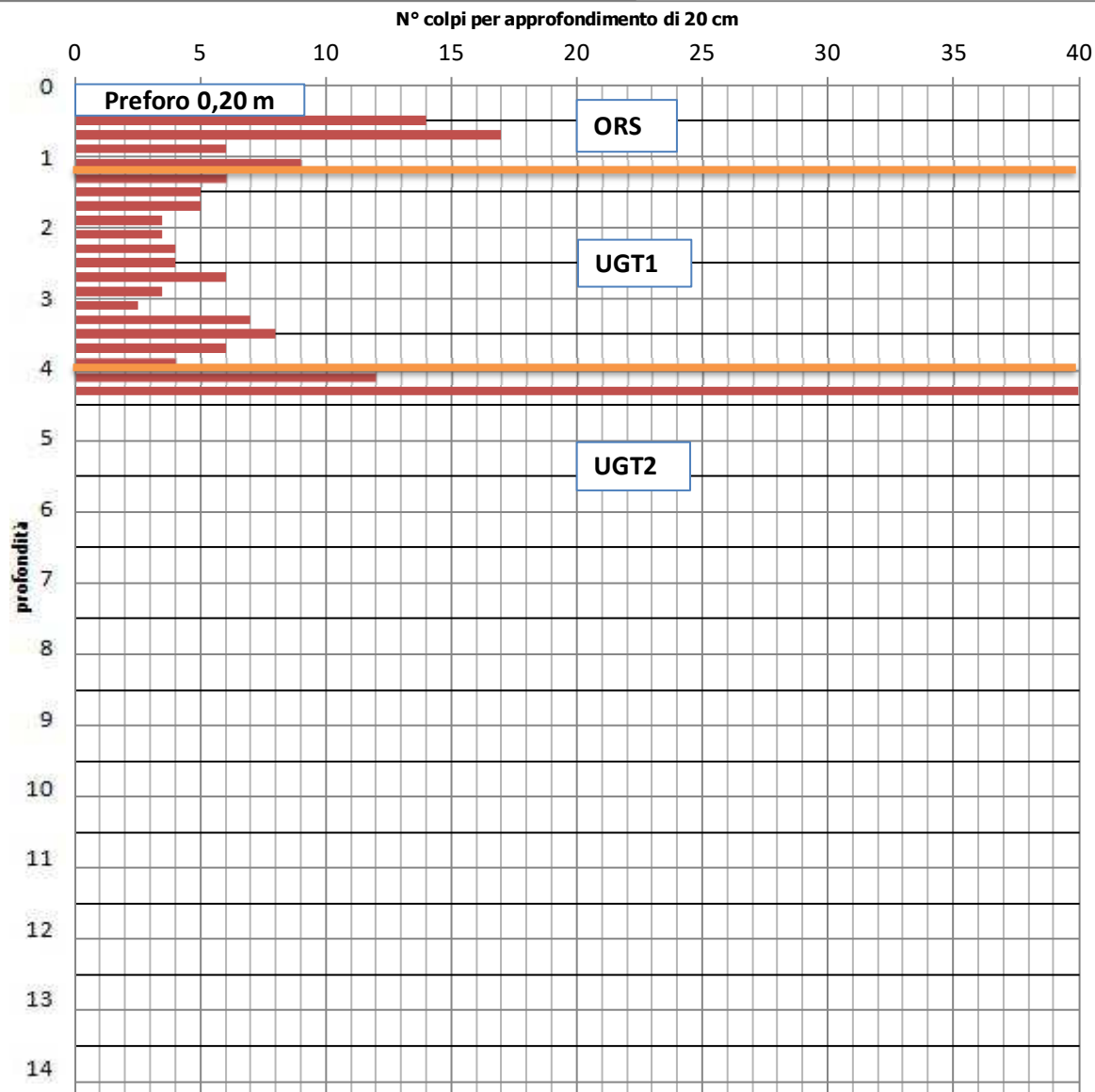
ATTREZZO: Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200

Data: 14/03/2023

OPERATORE: Dott. P. Beretti

Quota: p.c.

Profondità falda: Foro vuoto



<div>Dott. Geol. Paolo Beretti</div> <div>Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali</div> <div>Sede: Via De Gasperi 2/1, Quattro Castella (RE)</div> <div>Tel 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell 348 6902667</div>				Prova penetrometrica dinamica super pesante				COMMITTENTE:		Amm. Com. Ventasso			
								DPSH		7		CANTIERE:	
				ATTREZZO:		Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200				Data:		14/03/2023	
				OPERATORE:		Dott. P. Beretti		Quota:		p.c.		Profondità falda:	
Letture di campagna e elaborazioni													
Asta	PROF.	Numero	qd	Asta	PROF.	Numero	qd	Asta	PROF.	Numero	qd	Caratteristiche strumentali	
n°	m.	colpi	kgf/cmq	n°	m.	colpi	kgf/cmq	n°	m.	colpi	kgf/cmq		
1	0,2			6	5,2			11	10,2				Peso Maglio (kg)
1	0,4	9	96,93	6	5,4			11	10,4				63,5
2	0,6	15	148,44	7	5,6			12	10,6				Volata (cm)
2	0,8	9	89,06	7	5,8			12	10,8				75
2	1	3,5	34,64	7	6			12	11				Aste (Kg al m)
2	1,2	3,5	34,64	7	6,2			12	11,2				6,2
2	1,4	2,5	24,74	7	6,4			12	11,4				Area della punta (cmq)
3	1,6	2,5	22,88	8	6,6			13	11,6				20
3	1,8	2,5	22,88	8	6,8			13	11,8				Peso incudine
3	2	4,5	41,19	8	7			13	12				0,5
3	2,2	8	73,22	8	7,2			13	12,2				Avanzamento (cm)
3	2,4	6	54,92	8	7,4			13	12,4				20
4	2,6	12	102,17	9	7,6			14	12,6				Angolo punta
4	2,8	22	187,31	9	7,8			14	12,8				90°
4	3	40	340,56	9	8			14	13				
4	3,2			9	8,2			14	13,2				
4	3,4			9	8,4			14	13,4				
5	3,6			10	8,6			15	13,6				
5	3,8			10	8,8			15	13,8				
5	4			10	9			15	14				
5	4,2			10	9,2			15	14,2				
5	4,4			10	9,4			15	14,4				
6	4,6			11	9,6			16	14,6				
6	4,8			11	9,8			16	14,8				
6	5			11	10			16	15				

Dott. Geol. Paolo Beretti

Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali

Sede: Via De Gasperi 2/1, Quattro Castella (RE)

Tel 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell 348 6902667

Prova penetrometrica dinamica super pesante

DPSH

7

COMMITTENTE: Amm. Com. Ventasso

CANTIERE: Cinema di Ligonchio

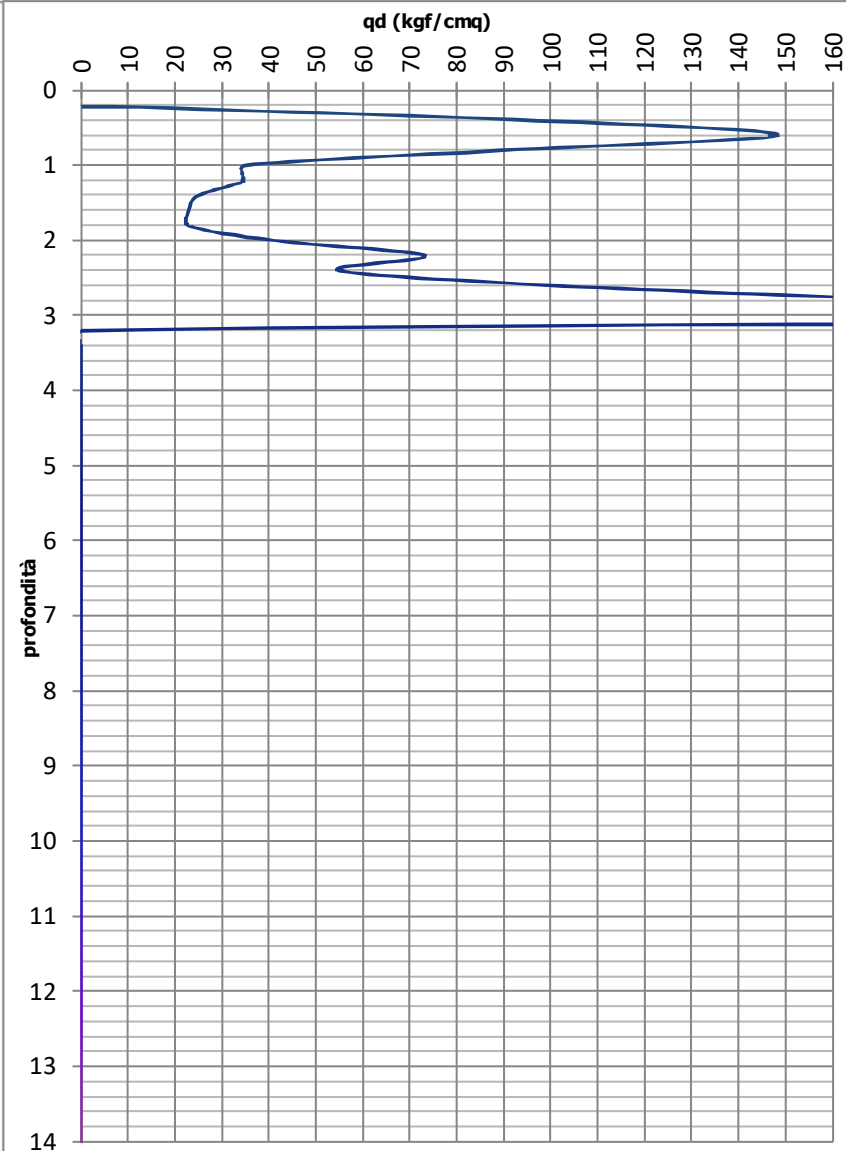
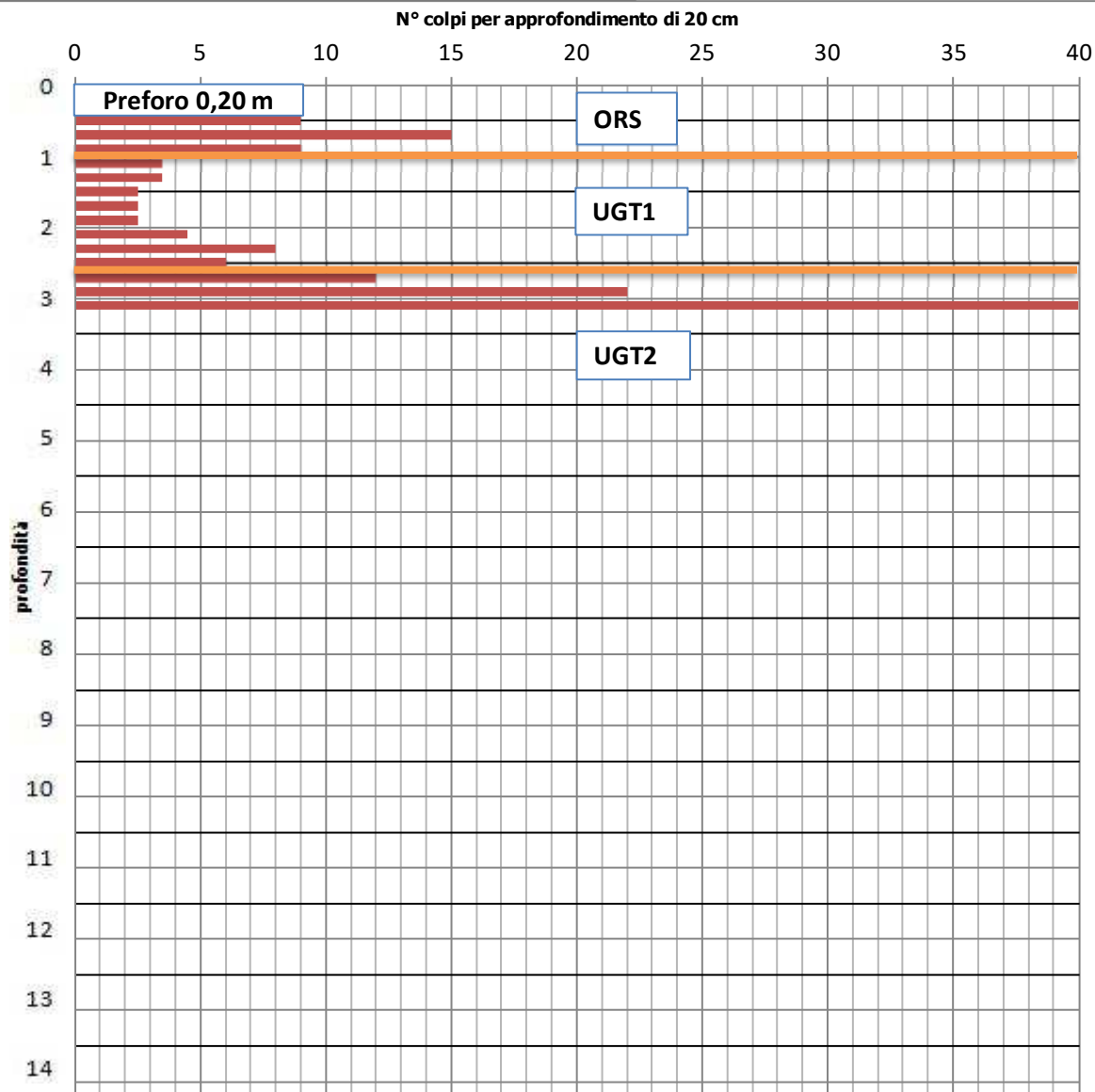
ATTREZZO: Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200

Data: 14/03/2023

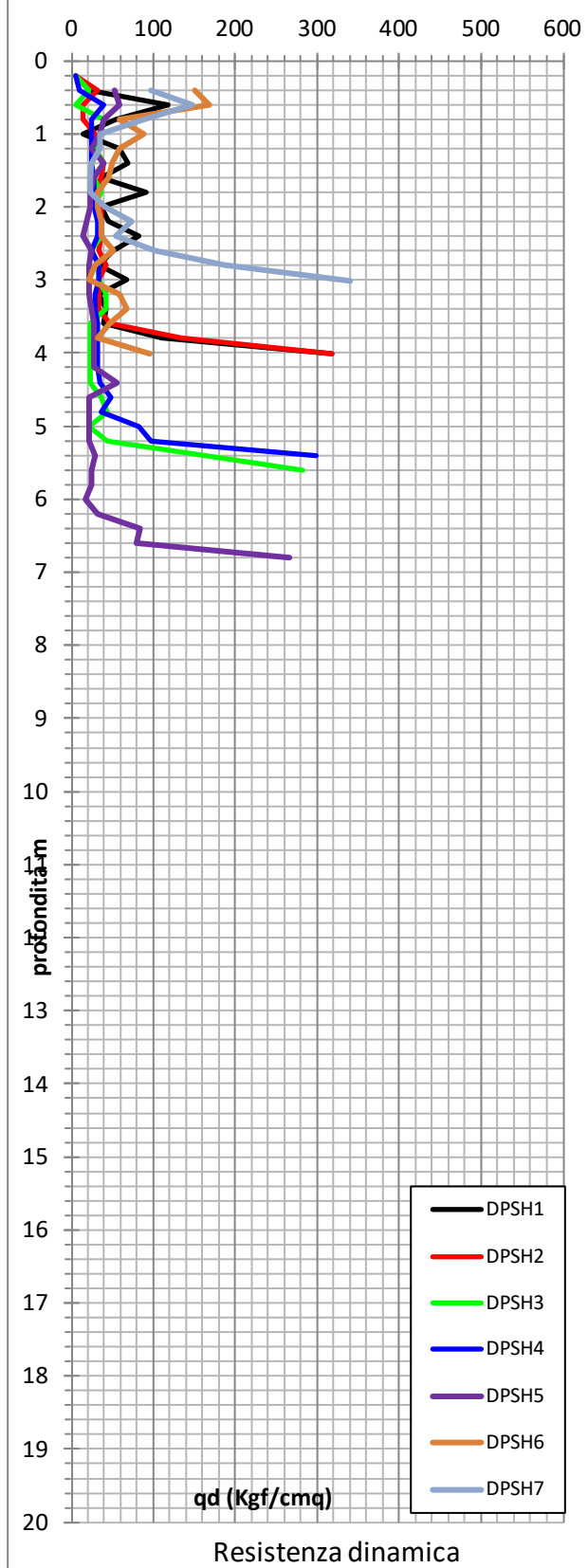
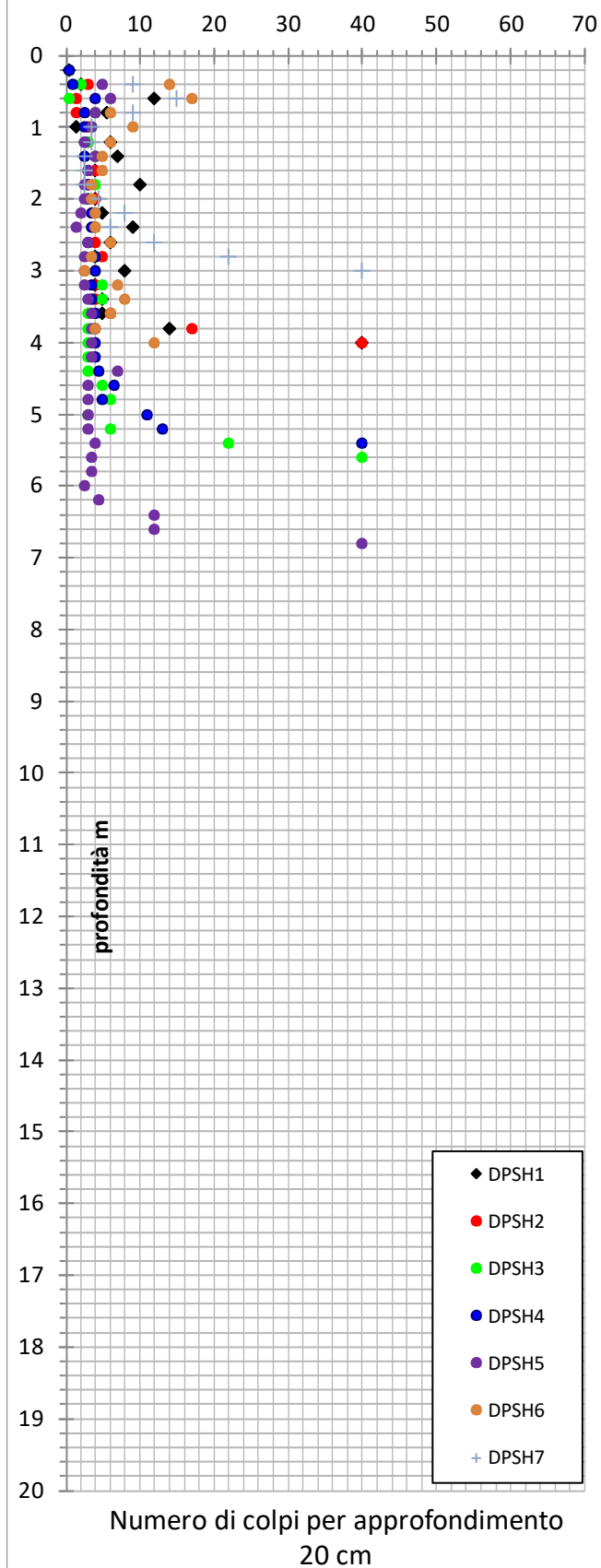
OPERATORE: Dott. P. Beretti

Quota: p.c.

Profondità falda: Foro chiuso a -2,20 m p.c.



Analisi statistica dati penetrometrici - Dinamiche super pesanti DPSH



N20 (kgf/cm²)						
	ORS	UGT1	UGT2			
campioni	26	119	17			
Minimo	0,50	1,50	11,00			
Massimo	17,00	10,00	40,00			
Media	5,15	4,04	25,12			
Moda	0,50	4,00	40,00			
Mediana	3,75	4,00	22,00			
Dev. Stand.	4,82	1,48	12,82			
Media tronca	4,59	3,84	25,07			
t student	1,71	1,66	1,75			
N20k	3,51	3,82	19,52			

Fs minimo : 1.0772
Range Fs : 1.0772 1.1477
Differenza % Range Fs : 6.15
Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0000
Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0000

Campione Superfici - N.: 200
Lunghezza media segmenti (m) : 3.1
Range X inizio generazione : 0.0 - 6.0
Range X termine generazione : 60.0 - 75.6
Livello Y minimo considerato : 0.0

Parametri Geotecnici degli strati

N.	phi` deg	C` kPa	Cu kPa	Gamm kN/m3	GammSat kN/m3	sgci MPa	GSI	mi	D
..						
1	14.57	0.00	0	18.00	18.00	0	0	0	0
2	17.91	3.20	0	19.30	19.30	0	0	0	0
3	23.04	9.60	0	20.00	20.00	0	0	0	0
4	27.45	22.40	0	21.00	21.00	0	0	0	0

SSAP 5.0 (2020) - Slope Stability Analysis Program
Software by Dr.Geol. L.Borselli - www.lorenzo-borselli.eu
SSAP/DXF generator rel. 2.0 (2020)

Data : 3/4/2023
Localita' : Ligonchio
Descrizione :
[n] = N. strato o lente
Sn --> Sovraccarico



DATI 10 SUP. CON MINOR Fs GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Fs minimo : 1.0469
Range Fs : 1.0469 1.1014
Differenza % Range Fs : 4.95
Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0770
Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0385

Campione Superfici - N.: 200
Lunghezza media segmenti (m) : 3.1
Range X inizio generazione : 0.0 - 6.0
Range X termine generazione : 60.0 - 75.6
Livello Y minimo considerato : 0.0

Parametri Geotecnici degli strati

N.	phi` deg	C` kPa	Cu kPa	Gamm kN/m3	GammSat kN/m3	sgci MPa	GSI	mi	D
..						
1	18.00	0.00	0	18.00	18.00	0	0	0	0
2	22.00	4.00	0	19.30	19.30	0	0	0	0
3	28.00	12.00	0	20.00	20.00	0	0	0	0
4	33.00	28.00	0	21.00	21.00	0	0	0	0

SSAP 5.0 (2020) - Slope Stability Analysis Program
Software by Dr.Geol. L.Borselli - www.lorenzo-borselli.eu
SSAP/DXF generator rel. 2.0 (2020)

Data : 3/4/2023
Localita' : Ligonchio
Descrizione :
[n] = N. strato o lente
Sn --> Sovraccarico



Fs minimo : 1.1036
Range Fs : 1.1036 1.1670
Differenza % Range Fs : 5.43
Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0000
Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0000

Campione Superfici - N.: 200
Lunghezza media segmenti (m) : 3.1
Range X inizio generazione : 0.0 - 6.0
Range X termine generazione : 60.0 - 75.6
Livello Y minimo considerato : 0.0

Parametri Geotecnici degli strati

N.	phi` deg	C` kPa	Cu kPa	Gamm kN/m3	GammSat kN/m3	sgci MPa	GSI	mi	D
..						
1	14.57	0.00	0	18.00	18.00	0	0	0	0
2	17.91	3.20	0	19.30	19.30	0	0	0	0
3	23.04	9.60	0	20.00	20.00	0	0	0	0
4	27.45	22.40	0	21.00	21.00	0	0	0	0

SSAP 5.0 (2020) - Slope Stability Analysis Program
Software by Dr.Geol. L.Borselli - www.lorenzo-borselli.eu
SSAP/DXF generator rel. 2.0 (2020)

Data : 3/4/2023
Localita' : Ligonchio
Descrizione :
[n] = N. strato o lente
Sn --> Sovraccarico



DATI 10 SUP. CON MINOR Fs GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Fs minimo : 1.0899
Range Fs : 1.0899 1.1372
Differenza % Range Fs : 4.16
Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0770
Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0385

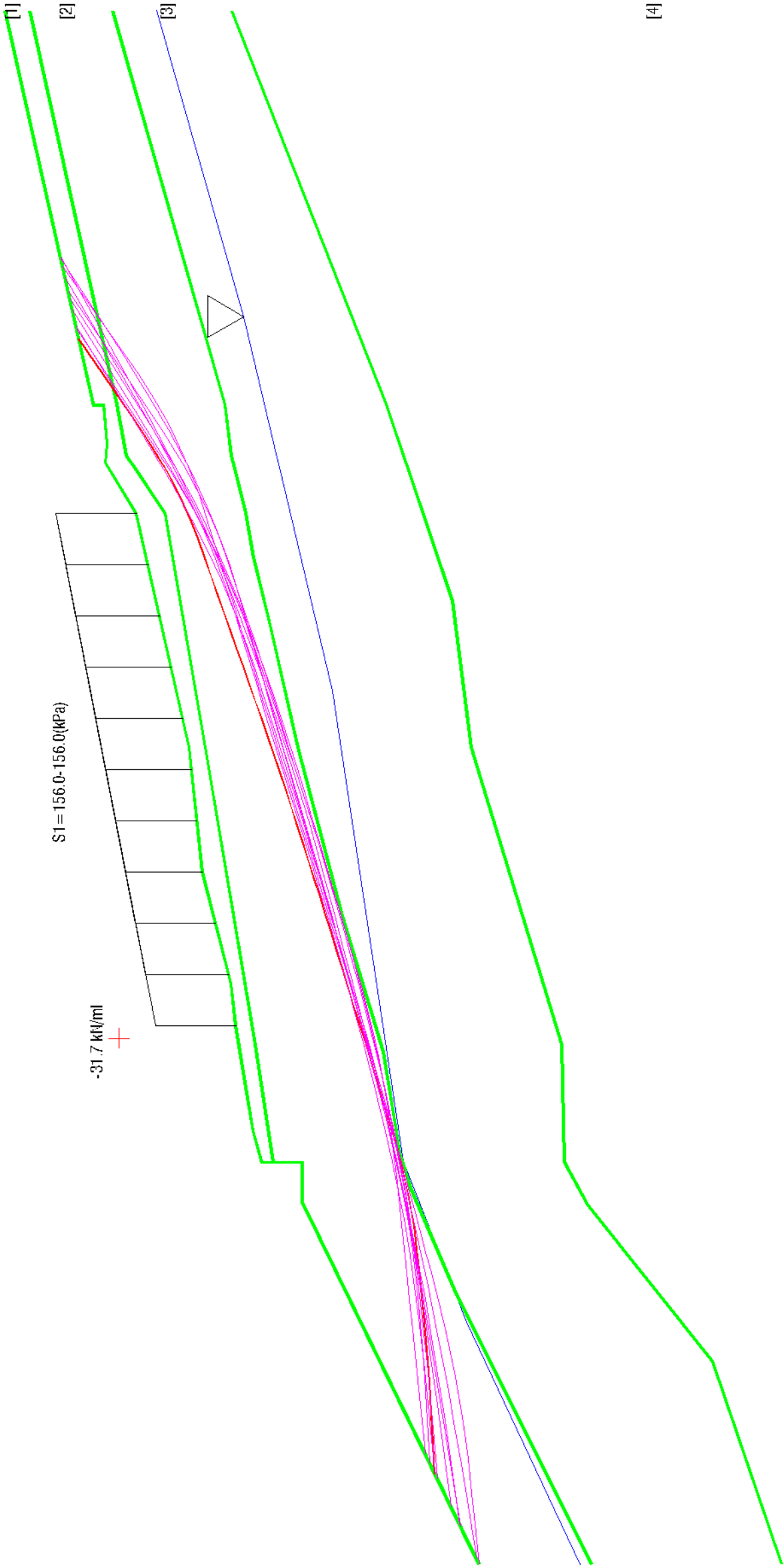
Campione Superfici - N.: 200
Lunghezza media segmenti (m) : 3.1
Range X inizio generazione : 0.0 - 6.0
Range X termine generazione : 60.0 - 75.6
Livello Y minimo considerato : 0.0

Parametri Geotecnici degli strati

N.	phi` deg	C` kPa	Cu kPa	Gamm kN/m3	GammSat kN/m3	sgci MPa	GSI	mi	D
..						
1	18.00	0.00	0	18.00	18.00	0	0	0	0
2	22.00	4.00	0	19.30	19.30	0	0	0	0
3	28.00	12.00	0	20.00	20.00	0	0	0	0
4	33.00	28.00	0	21.00	21.00	0	0	0	0

SSAP 5.0 (2020) - Slope Stability Analysis Program
Software by Dr.Geol. L.Borselli - www.lorenzo-borselli.eu
SSAP/DXF generator rel. 2.0 (2020)

Data : 3/4/2023
Localita' : Ligonchio
Descrizione :
[n] = N. strato o lente
Sn --> Sovraccarico



RAPPORTO FOTOGRAFICO

Prove penetrometriche



DPSH1



DPSH2



DPSH3



DPSH4



DPSH5



DPSH6



DPSH7

Sondaggio meccanico a carotaggio continuo



Prospezioni geofisiche



Re.Mi. – MASW 34.5 e BS 37,5 m



HVSR1



HVSR2