



COMUNE DI NOVAFELTRIA
Provincia di Rimini

**Messa in sicurezza della strada
Via Donegani in località Miniera
di Peticara nel tratto adiacente
al crollo del pozzo Alessandro**

RELAZIONE GEOLOGICA

Gennaio 2023

SOMMARIO

SOMMARIO	1
PREMESSA	2
I – INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CARTOGRAFICO	3
II – INQUADRAMENTO GEOLOGICO	7
II.1 – GENERALITA'	7
II.2 – STRATIGRAFIA	8
II.3 – GEOMORFOLOGIA	12
II.4 – IDROLOGIA	14
III – CARATTERI GEOLOGICI AREA INTERVENTO	15
III.1 – ANALISI DEL DISSESTO	15
III.2 – STRATIGRAFIA LITOLOGICA	16
III.3 – STRATIGRAFIA GEOTECNICA	25
IV – SISMICITA'	32
IV.1 – CATEGORIA SOTTOSUOLO	32
IV.2 – CONDIZIONI TOPOGRAFICHE	32
IV.3 – ZONIZZAZIONE SISMICA	32
IV.4 – PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE	33
IV.5 – RISPOSTA SISMICA LOCALE	33
IV.6 – COEFFICIENTI SISMICI ORIZZONTALI E VERTICALI	33
IV.7 – PARAMETRI SISMICI	34
IV.8 – CONSIDERAZIONI SULLA LIQUEFAZIONE	36
V – INDIRIZZI PROPOSITIVI DI MONITORAGGIO	44
VI – STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE E VINCOLI	45
VII – TERRE E ROCCE DA SCAVO	47
CONCLUSIONI	48

PREMESSA

In relazione all'intervento di *MESSA IN SICUREZZA DELLA STRADA COMUNALE VIA DONEGANI IN LOCALITA' MINIERA DI PERTICARA NEL TRATTO ADIACENTE AL CROLLO DEL POZZO ALESSANDRO*, con determinazione n. 189 del 14/12/2022 - CIG Z24391C6FF del responsabile dell'Ufficio Tecnico comunale Arch. Fabrizio Guerra, ho ricevuto l'incarico di eseguire un'indagine geologica redatta in ottemperanza alla normativa tecnica vigente. Considerando che, l'area di intervento ricade nell'ambito di un territorio sismico, si è fatto riferimento alle seguenti norme: D.M. Infrastrutture 17 gennaio 2018.

Si è inoltre verificata preventivamente, l'esclusione dell'area di intervento dalla perimetrazione di cui al R.D.L. 3267/23 e successive norme inerenti al vincolo idrogeologico. L'area di progetto non è interessata da perimetrazioni di pericolosità molto elevata ed elevata da parte di:

- PAI Autorità di Bacino Interregionale Marecchia – Conca.
- PTCP Provincia Rimini

Allo scopo di identificare e caratterizzare adeguatamente il modello geologico locale, si è provveduto a soddisfare le seguenti principali determinazioni:

1. I caratteri geologici, geomorfologici e idrologici dell'area di intervento e di un intorno dove è riconoscibile una reciproca potenziale interazione.
2. L'andamento lito - stratigrafico dell'immediato sottosuolo e della eventuale presenza di circolazione/concentrazione idrica sotterranea.
3. La caratterizzazione geotecnica dei terreni.
4. Gli aspetti geodinamici e la sismicità locale.

L'acquisizione dei dati necessari a formulare un attendibile quadro conoscitivo si è risolta tramite l'attuazione del seguente programma di indagini:

- Investigazione geognostica:
 - N. 2 sondaggi a rotazione con carotaggio continuo.
- Caratterizzazione Geotecnica:
 - Esecuzione di prove SPT nel corso della perforazione.
 - Analisi e prove di laboratorio reperite su campione rappresentativo prelevato nella zona sui medesimi terreni sovrapposti al substrato formazionale compatto.
- Caratteri sismici locali:
 - Indagini geofisica sismica a stazione singola HVSR.

I – INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CARTOGRAFICO

L'area di progetto è compresa nell'estrema porzione sud – orientale della Sezione 266070 *Perticara* scala 1: 10.000 della C.T.R.

Il sito è posto nell'ambito dell'abitato di Miniera, circa alla quota di m 490, nel tratto medio - prossimale di versanti che immergono verso sud e SO, raccordati a valle col Rio Gaggio e Torrente Fanantello in destra orografica.

In particolare, l'area di intervento disposta in fregio alla strada comunale Via Donegani, corrisponde all'ubicazione di un pozzo minerario dismesso denominato *Pozzo Alessandro*, collassato al boccaforo che, impone, interventi di messa in sicurezza i quali, nella circostanza, sono inevitabilmente calibrati in rapporto alle risorse finanziarie disponibili.

Il centroide dell'area di intervento, è identificato dalle coordinate UTM:

Latitudine: 4864508.72 m N

Longitudine: 277159.90 m E



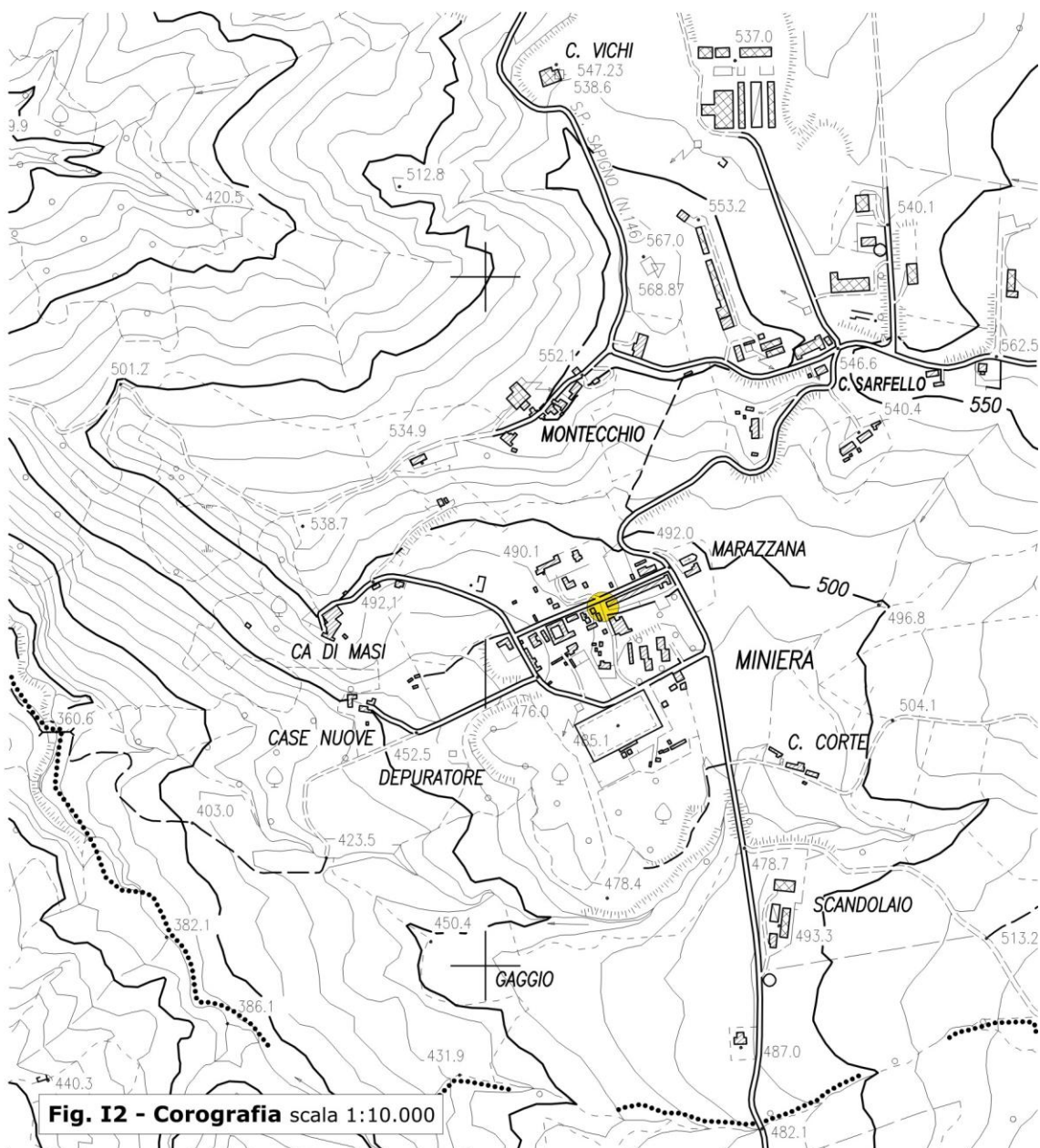




Fig. I3 - Vista da NO



Fig. I4 - Vista da nord



Fig. 15 - Vista da ovest



Fig. 16 - Vista da est

II – INQUADRAMENTO GEOLOGICO

II.1 – GENERALITA'

Il territorio che comprende l'area di intervento, esprime gli effetti indotti dall'evoluzione geologica dell'Appennino settentrionale che, ha prodotto come esito saliente, il sollevamento e la progradazione in senso adriatico della catena montuosa.

Il processo orogenetico, si è sviluppato tramite due principali fasi: una dominata da tensioni compressive alle quali sono associati fronti di sovrascorrimento e faglie inverse, l'altra, successiva, controllata da una tettonica distensiva durante la quale sono intervenute faglie dirette e retroscorrimenti.

La porzione territoriale oggetto di studio, propone depositi formazionali compresi nella Successione Neogenico – Quaternaria del margine Appenninico Padano e limitatamente delle Unità Liguri.

La Successione neogenica comprende formazioni autoctone mentre le Unità liguri sono quelle coinvolte nel movimento verso nord – est assumendo posizione spiccatamente autoctona e acquisendo notevole rimaneggiamento.

Nella zona di Perticara, il sovrascorrimento delle Unità liguri, ha causata una soluzione di continuità della sedimentazione delle formazioni neogeniche che, pertanto, sono distinte in antecedenti e successive al sovrascorrimento. Tale condizione interessa i Ghioli di letto e la formazione delle Argille azzurre plioceniche.

I substrati formazionali sono variamente sottoposti a depositi quaternari prodotti dall'evoluzione geomorfologica, rappresentati pressoché esclusivamente da depositi di frane in evoluzione e quiescenti.

La zona assunta come ambito rappresentativo per l'inquadramento geologico del territorio propone, come elemento tettonico più significativo, una faglia inversa denominata dalla cartografia mineraria reperita come *faglia sud* che, ha prodotto come esito saliente, la sovrapposizione dei Ghioli di letto in facies pelitica sulla Formazione gessoso solfifera.

La rappresentazione schematica dell'assetto strutturale acquisito dalla roccia in posto nell'ambito dell'area di progetto, è riprodotta in Fig. II.1.

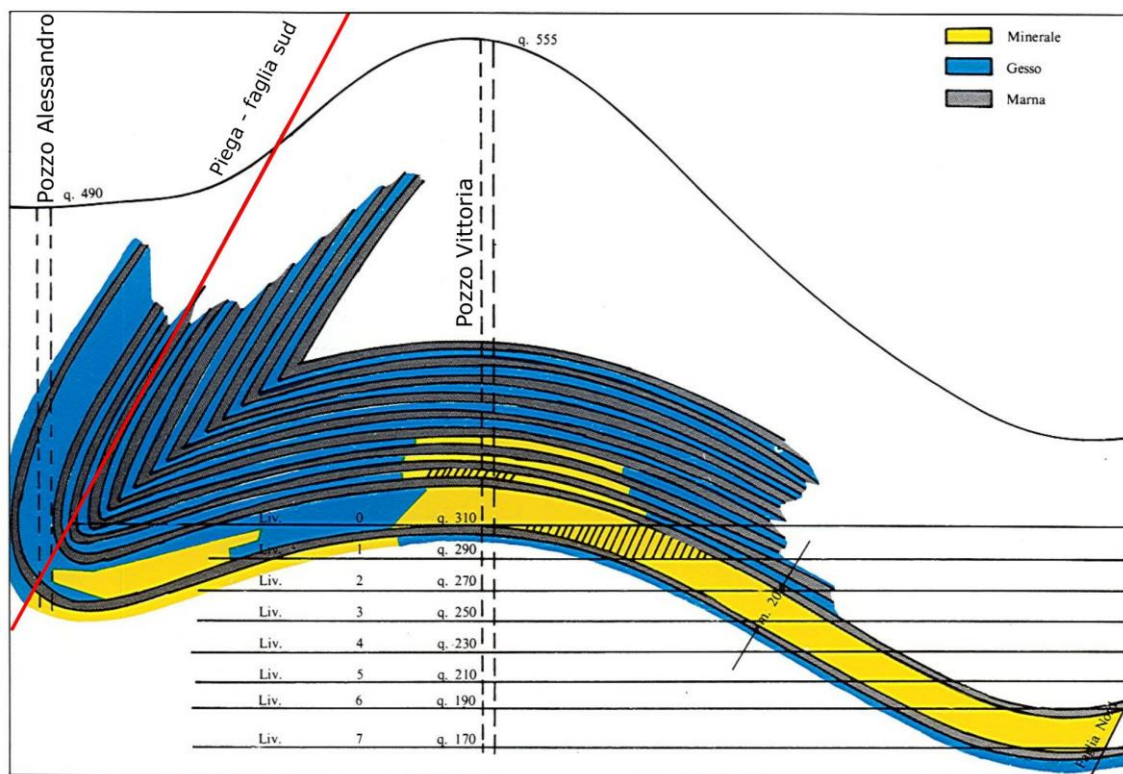


Fig. III1 - Struttura geologica (Perticara la miniera di zolfo la sua gente. Ido Rinaldi, 1988)

II.2 – STRATIGRAFIA

I depositi quaternari e le formazioni geologiche identificate nella porzione di territorio in esame, sono di seguito descritte nei loro caratteri essenziali.

DEPOSITI QUATERNARI CONTINENTALI

Depositi di frana in evoluzione

Deposito gravitativo con evidenze di movimenti in atto o recenti, costituito da litotipi eterogenei, raramente monogenici, ed eterometrici, più o meno caotici. La tessitura dei depositi è condizionata dalla litologia del substrato e dal tipo di movimento prevalente. Si discriminano frane per colamento, scivolamento e complesse.

Depositi di frane quiescenti

Assimilabili per composizione e processi genetico evolutivi ai depositi delle corrispettive frane attive; rispetto quest'ultime, sono intervenute interruzioni di movimento talora perduranti da molto anni con possibilità di rimobilitazioni anche parziali non facilmente preventivabili.

SUCCESSIONE NEOGENICO QUATERNARIA DEL MARGINE PADANO

Formazione gessoso – solfifera (*Messiniano medio*)

Nel territorio oggetto di studio, la formazione è conseguita alla risedimentazione dei *gessi primari*, depositati in bacini poco profondi e semichiusi al tetto dei sovrascorrimenti che marciano l'avanzamento delle unità alloctone, promosso dalle tensioni orogenetiche agenti da SO verso NE in direzione adriatica. I processi di sollevamento, esposizione subaerea e smantellamento dei bacini evaporitici sede di deposizione dei gessi primari, si sono compiuti con la risedimentazione dei gessi primari in aree depresse del territorio romagnolo – marchigiano in bacini più profondi dove era già intervenuta la sedimentazione di peliti bituminose sterili. I gessi clastici risedimentati, sono compresi in tre facies principali:

1. Depositi caotici (rappresenta la facies più prossimale di flussi gravitativi poco evoluti di gesso e peliti): scivolamenti e frane, gessoruditi disorganizzati a matrice pelitica, strati gradati di gessoruditi e gessareniti massive grossolane con clasti pelitici, gessareniti grossolane laminate a stratificazione piano – parallela e gessareniti a grana medio – fine a stratificazione piano – parallela.
2. Depositi di lobo (prodotto di flussi gravitativi da alta a bassa densità): gessareniti a grana media con megaripples e stratificazione incrociata e gessareniti – gessosiltiti con livelli pelitici.
3. Drappeggi (rappresentano il risultato estremo dell'evoluzione dei flussi gravitativi): gessareniti – gessosiltiti con livelli pelitici, peliti, marne e calcari gessosi laminati.

Formazione dei Ghioli di letto (*Tortoniano inferiore - Messiniano Inferiore*)

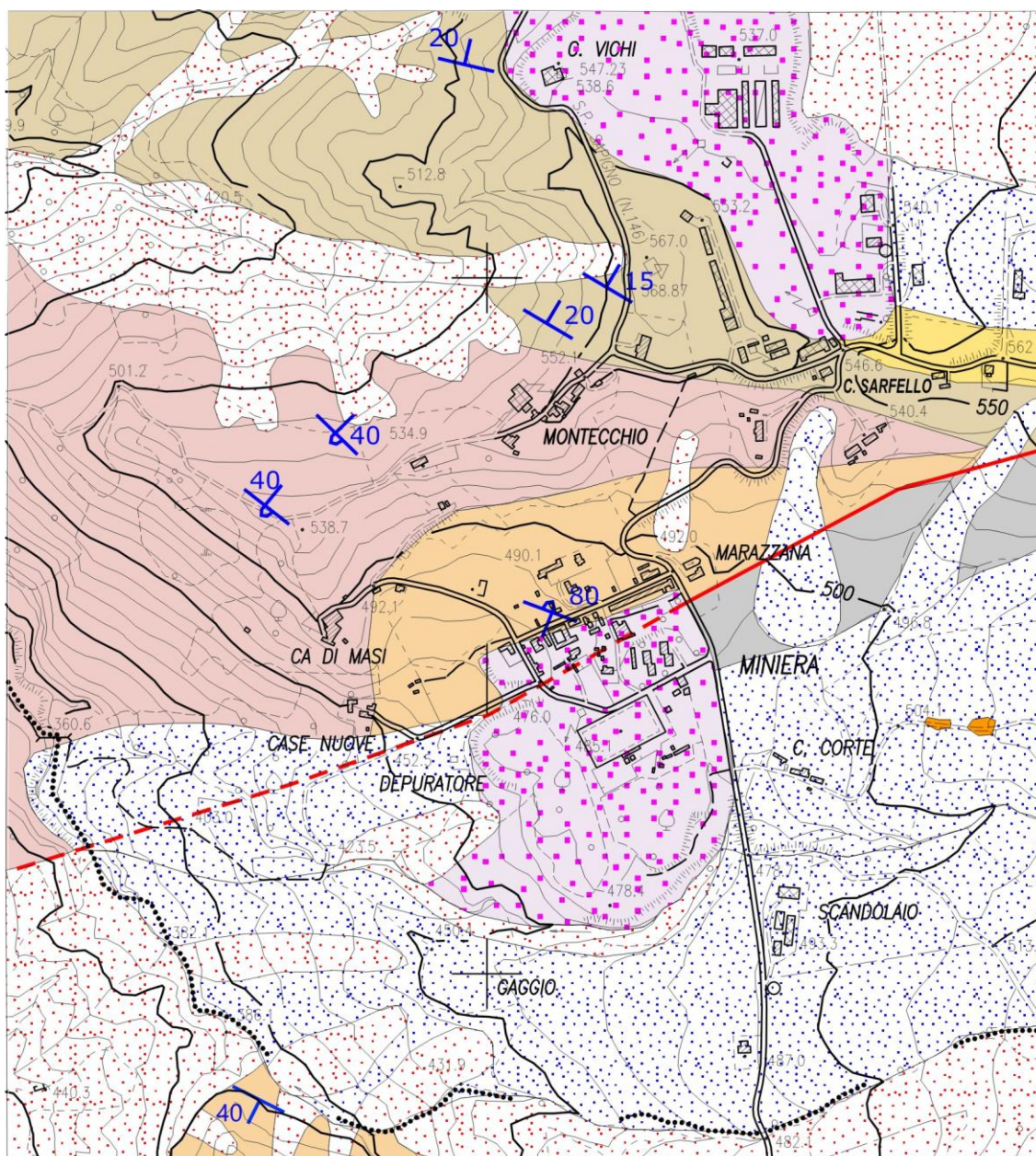
I Ghioli di letto segnano la cessazione degli apporti a provenienza alpina. Prevalgono marne e siltiti argillose grigio-azzurre o nocciola con sottili veli sabbiosi. Verso l'alto aumenta la frazione argillosa, mentre nella parte inferiore sopraggiungono intercalazioni di arenarie siltitiche grigio-giallastre in strati da sottili a medi fino allo strato arenaceo di base che rappresenta il livello guida. Tale strato assume uno spessore di un paio di metri, attestandosi poco al di sotto del passaggio Tortoniano-Messiniano; fanno seguito alcune decine di metri di peliti da grigio cenere a scure (bituminose). A varie altezze delle peliti si inseriscono due orizzonti costituiti dall'associazione di frane sottomarine e di arenarie risedimentate in lenti, che aumentano di frequenza e di spessore nelle aree di affioramento dei Ghioli sottostanti alla *Coltre della Valmarecchia*. Quest'ultima, sovrascorsa su

questa formazione nella zona tra Perticara e Pennabilli, suddivide i Ghioli di Letto in posteriori e antecedenti al contatto tettonico.

UNITA' EPILIGURI

Argille Varicolori (*Eocene Inferiore - Cretaceo Inferiore*)

Argille a argilliti policrome, argilliti e siltiti marnose tettonizzate grigio-verdi, nerastre e rosso scure, con subordinate arenarie e siltiti, calcilutiti e calcari marnosi e con blocchi budinati di calcilutiti bianche e verdini spesso brecciati, siltiti mangesifere, areniti grigie.



DEPOSITI QUATERNARI CONTINENTALI

Frana attiva Frana quiescente

DEPOSITI ANTROPICI

Discariche minerarie

SUCCESSIONE NEOGENICO - QUATERNARIA DEL MARGINE APPENNINICO PADANO

Argille azzurre ante sovrascorrimento Formazione a colombacci
Formazione gessoso-solfifera Ghioli di letto - Litofacies pelitica

UNITA' LIGURI

Argille varicolori

SEGNI CONVENZIONALI

Faglia Contatto tettonico sepolto o incerto

Giaciture

40 15 20 80

Fig. II2 - Carta Geologica scala 1:10.000

II.3 – GEOMORFOLOGIA

Le caratteristiche morfologiche del territorio, riflettono i condizionamenti indotti dalle composizioni dei depositi formazionali, dai loro assetti strutturali e dalle discontinuità/deformazioni tettoniche. Tali presupposti, influenzano anche le dinamiche di evoluzione geomorfologica dove intervengono, oltre alla resistenza, degradabilità e rapporti litostratigrafici fra i depositi formazionali, anche l'azione perturbante delle acque correnti e sotterranee.

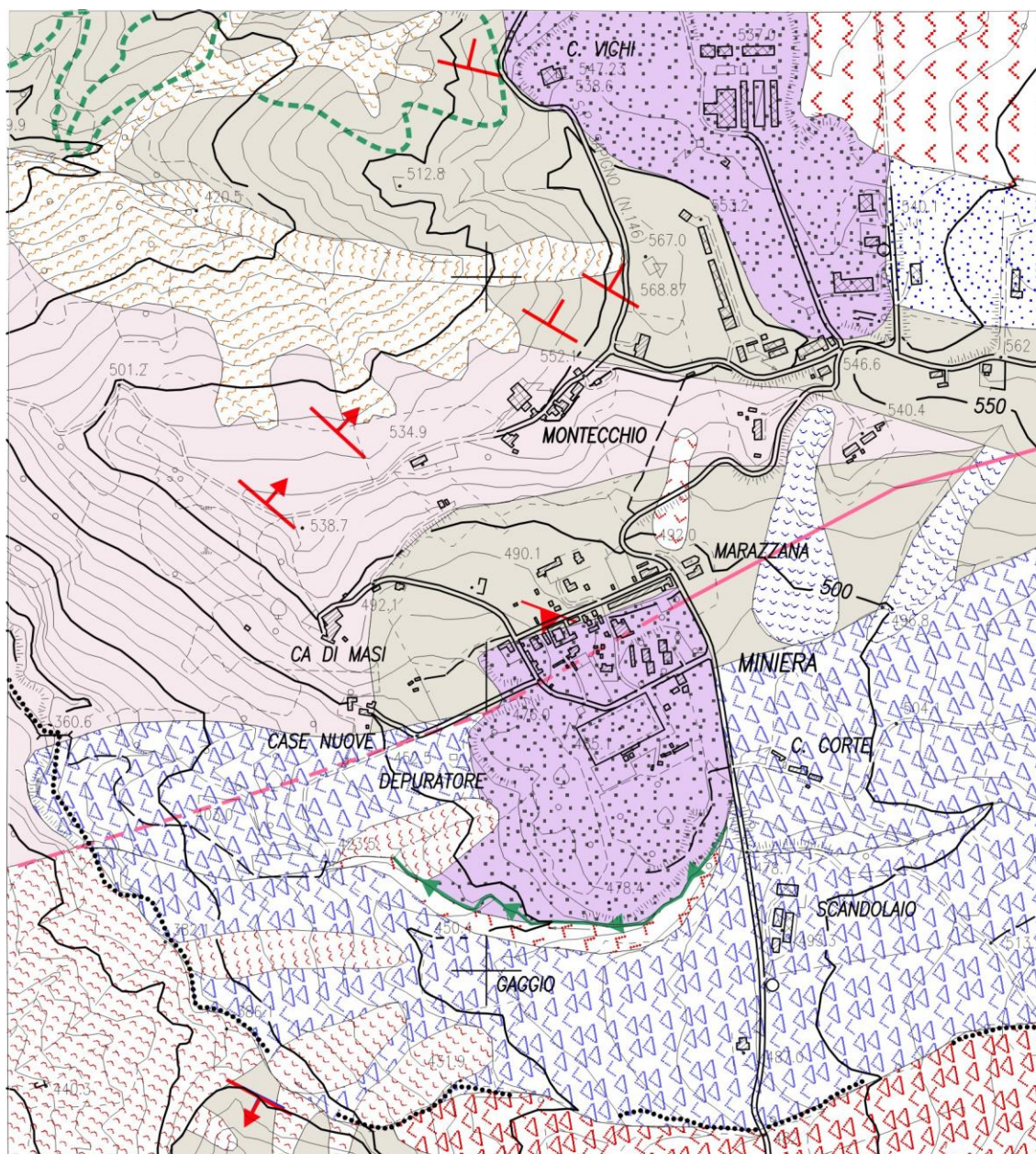
Nelle zone occupate dalla Formazione gessoso – solfifera, si aggiungono inoltre fenomeni di carsismo connessi alla solubilità del solfato di calcio ed enfatizzati da discontinuità tettoniche.

I processi di mobilitazione gravitativa più frequenti e rappresentativi delle dinamiche di evoluzione geomorfologica territoriali, sono riassumibili in tre principali tipologie di dissesti:

- 1) Colamenti per ripetute destabilizzazioni di orizzonti superficiali soggetti a preliminare decompressione e successiva evoluzione gravitativa.
- 2) Scivolamenti coalescenti tendenti a riunirsi in ampi e spessi bacini di frana.
- 3) Frane complesse che dalla base del Monte della Perticara, raggiungono nella zona in esame il corso del Torrente Fanantello.

Ai maggiori processi di destabilizzazione, si aggiunge l'attività di erosione da parte delle acque correnti che, nel settore nord – occidentale della porzione di territorio rappresentato nelle carte tematiche allegate, hanno prodotto forme tipiche a calanchi.

In Fig. II.3 – Carta Geomorfologica, sono rappresentati i principali processi di evoluzione territoriale.



LITOLOGIA DEL SUBSTRATO

Rocce gessose
 Rocce marnose, marnoso-pelitiche e pelitiche

DEPOSITI QUATERNARI

Frana di colamento attiva
 Frana di colamento quiescente
 Frana di scorrimento attiva
 Frana di scorrimento quiescente
 Frana complessa attiva
 Frana complessa quiescente

FORME STRUTTURALI
 Faglia
 Contatto tettonico sepolto o incerto

FORME DOVUTE ALLE ACQUE CORRENTI SUPERFICIALI

Solco di erosione concentrata
 Area calanchiva

GIACITURE
 6 - 25 gradi
 26 - 45 gradi
 46 - 85 gradi

FORME ANTROPICHE

Discariche minerarie

Fig. II3 - Carta Geomorfologica scala 1:10.000

II.4 – IDROLOGIA

Il drenaggio superficiale delle acque meteoriche, si realizza con due principali dinamiche di scorrimento:

1. Laminazione diffusa nei tratti prossimali dei versanti e nelle aree dotate di assetti morfologici uniformemente inclinati.
2. Reticolo idrografico minore tributario localmente del Torrente Fanantello, improntato a pattern del drenaggio di assortite tipologie in rapporto alla permeabilità dei terreni, variabile da dendritico a sub – parallelo, entrambi erosivi.

L'attività idrogeologica, correlata alla morfologia e soprattutto alla permeabilità dei terreni, si esplica soprattutto nell'ambito della Formazione gessoso – solfifera, interessata anche da carsismo.

I depositi formazionali a prevalente composizione pelitica, dotati di bassa conducibilità idraulica, inibiscono un'apprezzabile circolazione idrica sotterranea.

Circolazioni idriche ipogee per soglie di permeabilità indefinite, possono essere attive nell'ambito dei depositi quaternari di frana anche dove predominano composizioni argillose, proponendosi come sostanziali fattori di condizionamento della stabilità dei versanti.

Nell'ambito dell'area di intervento, occupata dai Ghioli di letto litofacies pelitica, è sostanzialmente inibita l'attività idrogeologica. Assenza di acqua sotterranea, si è confermata anche nel corso dell'attività geognostica.

III – CARATTERI GEOLOGICI AREA INTERVENTO

III.1 – ANALISI DEL DISSESTO

Il collasso del boccaforo di un pozzo minerario denominato Pozzo Alessandro in fregio alla Via Donegani, ha prodotto una condizione di rischio per la pubblica e privata incolumità, sollecitando interventi di ripristino della sicurezza. Il pozzo minerario, realizzato nel 1812 dal conte Giovanni Cisterni concessionario della miniera di zolfo di Perticara, è stato chiuso in superficie tramite una soletta in cemento armato nel 1964 anno di definitiva dismissione della miniera.

Le pareti del pozzo non sono rivestite e potenzialmente soggette a locali fenomeni di crollo che, nel caso in esame, hanno provocato la destabilizzazione della soletta di chiusura richiamando al suo interno i materiali di riporto posti al tetto della roccia in posto. La mobilitazione dei terreni di riporto, ha ostruita la sezione del pozzo, prospettando tuttavia una condizione di notevole precarietà statica non escludendo incombenti prospettive di ulteriori episodi di collasso.

In Fig. III1 è rappresentata la situazione attuale dopo i primi interventi di messa in sicurezza eseguiti nelle fasi successive al crollo.



Fig. III1 - Boccaforo pozzo collassato e primi interventi consolidamento

III.2 – STRATIGRAFIA LITOLOGICA

Informazioni sui caratteri litostratigrafici dei terreni insediati nell'area di progetto, si sono acquisite tramite la realizzazione di n. 2 sondaggi a rotazione con carotaggio continuo.

In corrispondenza di S1 si è eseguita indagine geofisica sismica a stazione singola (HVSR).

In Fig. III.2 è riportata l'ubicazione dell'investigazione geognostica e dell'indagine geofisica.



La rappresentazione dei caratteri litostratigrafici locali emersi dall'indagine geognostica, è graficamente riprodotta in Fig. III.3.

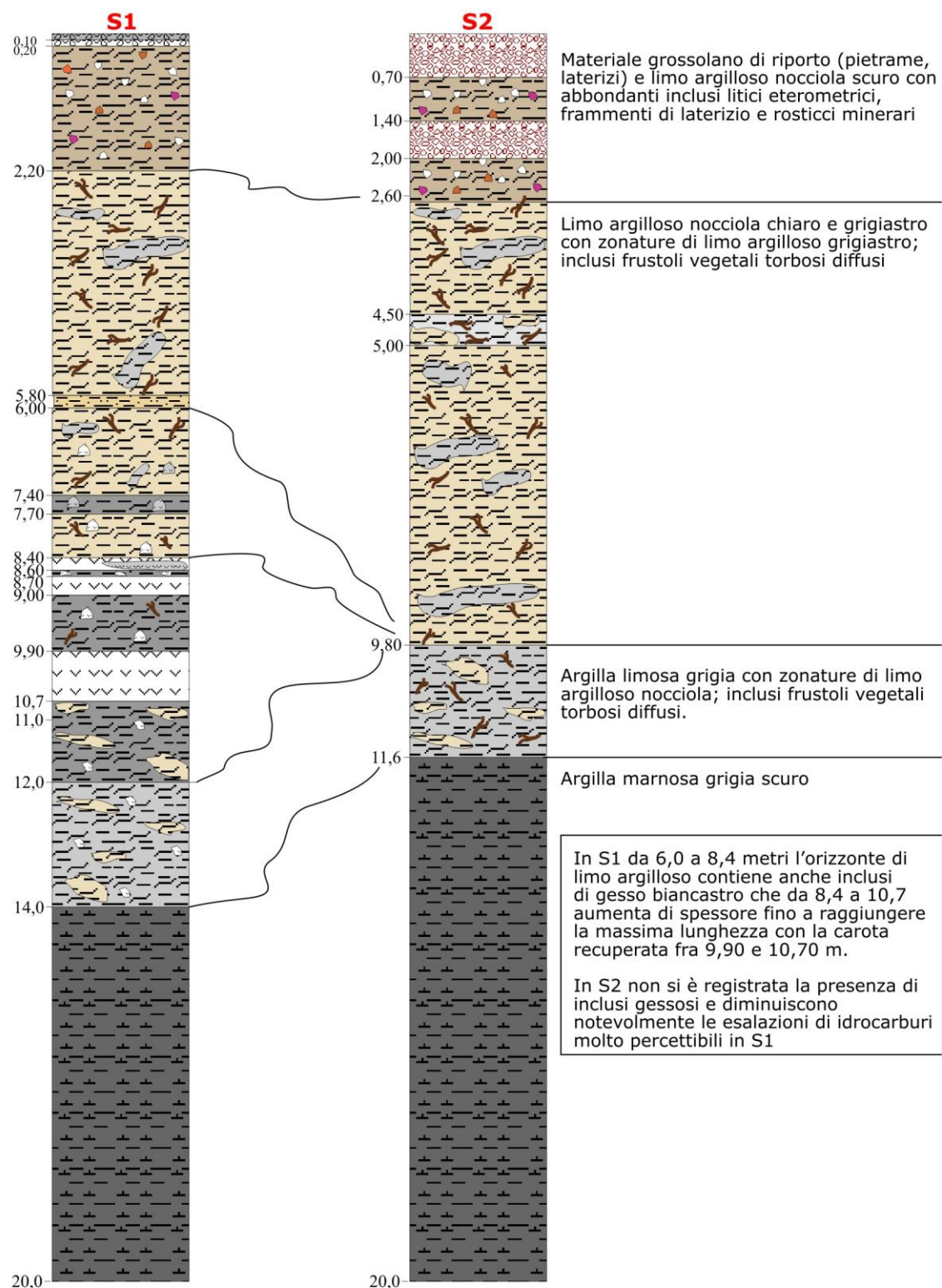


Fig. III13 - Stratigrafia litologica

Le condizioni litostratigrafiche dei terreni insediati nell'area di intervento, evidenziano la presenza del substrato formazionale di elevata consistenza a profondità di m 14,0 in S1 e m 11,6 in S2. Superiormente, la roccia in posto rappresentata dai Ghioli di letto in facies pelitica, si dimostra alterata e di bassa consistenza. La stratigrafia si chiude al tetto con materiali eterogenei di riporto.

Le stratigrafie dei due sondaggi, evidenziano una singolare differenziazione:

- in S1, l'orizzonte superiore propone l'intercettazione di intervalli di gessoruditi spessi fino a cm 80, preceduti da inclusi eterometrici di gesso e gessosiltiti dispersi nell'intervallo superiore limoso argilloso ricco di frustoli vegetali torbosi;
- in S2 non si è registrata la presenza di gesso e diminuiscono notevolmente le esalazioni di idrocarburi, alquanto percettibili in S1 nell'intervallo corrispondente alla presenza degli inclusi di gesso della Formazione gessoso - solfifera.

È sostenibile supporre che, le difformità fra le due stratigrafie, seppure non sostanziali ai fini del progetto di consolidamento, possono essere ricondotte agli effetti della tettonica, responsabile di avere invertito l'originario ordine di sovrapposizione fra i Ghioli di letto e la Formazione gessoso solfifera e di avere prodotto locali compenetrazioni.

TECNOSONDAGGI di Brugiapaglia Claudio Osimo				Attrezzatura: sonda MORI S30		SONDAGGIO	PROFONDITA'			
				Metodo di perforazione: carotaggio continuo		N 1	m 20,00			
COMMITTENTE: Comune Novafeltria (RN)				Rivestimento: 0,0 - 15,0 metri		DATA				
				Attrezzo di perforazione: carotiere ϕ 101 mm		Inizio: 16 Gennaio 2023				
CANTIERE: Via Donegani - Pozzo Alessandro				Inclinometro:		Fine: 16 Gennaio 2023				
						Quota s.l.m.				
CAMPIONI: disturbato (d) indisturbato (i) A - da carotiere semplice C - da carotiere triplo (i) E - da carotiere a pistone (i) B - da carotiere doppio (i) D - da S.P.T. (d) F - da Schelby (i)				OPERATORE: Tommaso Brugiapaglia OPERATORE: Claudio Brugiapaglia						
Pocket Penetrometer Kg/cmq	Vane test Kg/cmq	Profondità m	Simbolo Stratigrafico	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	Recupero (%) R.O.D. (%) 25% 75% 50%	CAMPIONI Tipo Numero Profondità m	Prof. Acqua Data lettura	Perdita acqua o fanghi m	SPT Profondità m N. Colpi Profondità M Letture valore H Resistenza alla Letture valore H kg/cm ²	Schmidt test
0,5 0,8 1,3 1,4 1,7 2,0 2,5	0,4 0,4 0,4 0,6 0,6 0,6 0,6	0,10 0,20		Manto bituminoso stradale Ghiaietto di sottofondo stradale						
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20		Limo argilloso nocciola scuro con abbondanti inclusi litici eterometrici, frammenti di laterizio e rosticci minerari (materiali eterogenei di riporto)						
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20		Limo argilloso nocciola chiaro e grigiastro con zonature di limo argilloso grigiastro; inclusi frustoli vegetali torbosi diffusi.					3,00 3 SPT1 7 5,45 10	
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20		Limo sabbioso ocra con subordinata frazione argillosa					6,00 3 SPT2 4 6,45 9	
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20		Limo argilloso nocciola chiaro e grigiastro; inclusi frustoli vegetali torbosi, rari frammenti di gesso biancastro e gessosiltiti grigie						
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20		Argilla limosa grigio scuro con frammenti eterometrici di gessosiltiti grigie						
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20		Limo argilloso nocciola chiaro e grigiastro; inclusi frustoli vegetali torbosi e frammenti di gesso biancastro						
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20		Gessoruditi biancastre e gessosiltiti grigie						
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20		Argilla limosa grigio scuro con frammenti di gesso						
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20		Gesso biancastro e grigio chiaro						
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20		Argilla limosa grigio scuro con frammenti di gesso frustoli vegetali torbosi; esalazioni di idrocarburi						
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20		Gessoruditi biancastre						
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20		Argilla limosa grigio scuro con frammenti eterometrici di gesso e zonature di limo argilloso; esalazioni di idrocarburi						
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20		Argilla limosa grigia con frammenti di gesso biancastro e zonature di limo argilloso ocra						
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20		SUBSTRATO FORMAZIONALE (Ghioli di letto) DI CONSISTENZA MOLTO ELEVATA					13,50 4 SPT3 7 13,95 12	
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20		Argilla marnosa grigia scuro con forti esalazioni di idrocarburi					15,00 19 SPT4 37 15,45 50 (12 cm)	
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20								
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20								
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20								
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20								
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20								
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20								
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20								
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20								
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20								
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20								
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20								
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20								
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20								
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20								
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20								
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20								
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20								
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20								
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20								
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20								
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20								
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20								
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20								
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20								
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20								
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20								
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20								
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20								
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20								
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20								
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20								
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20								
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20								
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20								
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20								
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20								
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20								
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20								
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20								
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20								
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20								
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20								
2,5 2,8 2,8 3,0 2,0 2,2 2,5 2,0 2,5 4,8 4,0 3,5 2,0 2,2	0,6 0,8 1,0 1,2 0,6 0,8 0,8 0,6 0,8 2,0 0,8 0,8 0,4 0,6	2,20								

Fig. III4 - Stratigrafia S1

COMMITTENTE: **Comune di Novafeltria**

INTERVENTO: **Messa in sicurezza Via Donegani**

ALLEGATO: **Cassette catalogatrici Sondaggio S1**

DATA: **16/Gennaio/2023**

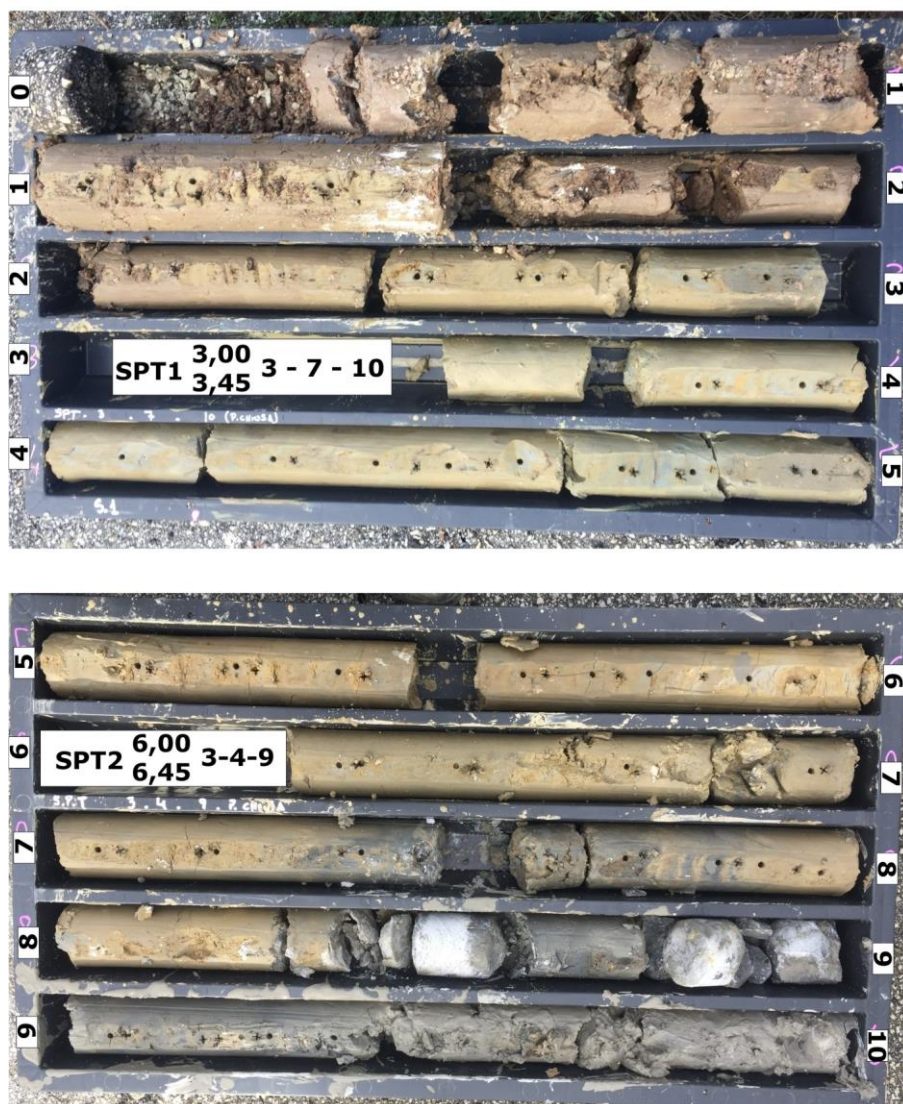


Fig. IIII5a - Cassette catalogatrici S1 da 0 a 10 metri

COMMITTENTE: **Provincia di Rimini**

INTERVENTO: **Consolidamento frana SP 146 località Sapigno**

ALLEGATO: **Cassette catalogatrici Sondaggio S1**

DATA: **04/05/Ottobre/2022**



Fig. III5b - Cassette catalogatrici S1 da 10 a 20 metri

TECNOSONDAGGI di Brugiapaglia Claudio Osimo				Attrezzatura: sonda MORI S30				SONDAGGIO		PROFONDITÀ					
				Metodo di perforazione: carotaggio continuo				N 2		m 20,00					
COMMITTENTE: Comune Novafeltria (RN)				Rivestimento: 0,0 - 15,0 metri				DATA							
				Attrezzo di perforazione: carotiere ϕ 101 mm				Inizio: 16 Gennaio 2023							
CANTIERE: Via Donegani - Pozzo Alessandro								Fine: 16 Gennaio 2023							
				Inclinometro:				Quota s.l.m.							
CAMPIONI: disturbato (d) indisturbato (i) A - da carotiere semplice C - da carotiere triplo (i) E - da carotiere a pistone (i) B - da carotiere doppio (i) D - da S.P.T. (d) F - da Schelby (i)								OPERATORE: Tommaso Brugiapaglia							
								OPERATORE: Claudio Brugiapaglia							
Pocket Penetrometer		Vane test		Profondità		DESCRIZIONE		Recupero (%)		CAMPIONI		Prof. Acqua		Schmidt test	
Kg/cm ²		Kg/cm ²		m		Simbolo Stratigrafico		R.Q.D. (%)		Tipo		Data lettura		Perdita acqua o fanghi	
								25% 75% 50%		Numero				SPT	
										Profondità m				Profondità m	
														N. Colpi	
														Lettura valore H	
														Resistenza alla	
														N	
														M	
														m	
														m	
														M	
														N	
														M	
														m	
														m	
														M	
														N	
														M	
														m	
														m	
														M	
														N	
														M	
														m	
														m	
														M	
														N	
														M	
														m	
														m	
														M	
														N	
														M	
														m	
														m	
														M	
														N	
														M	
														m	
														m	
														M	
														N	
														M	
														m	
														m	
														M	
														N	
														M	
														m	
														m	
														M	
														N	
														M	
														m	
														m	
														M	
														N	
														M	
														m	
														m	
														M	
														N	
														M	
														m	
														m	
														M	
														N	
														M	
														m	
														m	
														M	
														N	
														M	
														m	
														m	
														M	
														N	
														M	
														m	
														m	
														M	
														N	
														M	
														m	
														m	
														M	
														N	
														M	
														m	
														m	
														M	
														N	
														M	
														m	
														m	
														M	
														N	
														M	
														m	
														m	
														M	
														N	
														M	
														m	
														m	
														M	
														N	
														M	
														m	
														m	
														M	
														N	
														M	
														m	
														m	
														M	
														N	
														M	
														m	
														m	
														M	
														N	
														M	
														m	
														m	
														M	
														N	
														M	
														m	
														m	
														M	
														N	
														M	
														m	
														m	
														M	
														N	
														M	
														m	
														m	
														M	
														N	
														M	
														m	
														m	
														M	
														N	
														M	
														m	
														m	
														M	
														N	
														M	
														m	
														m	
														M	
														N	
														M	
														m	
														m	
														M	
														N	
														M	
														m	
														m	
														M	
														N	
														M	
														m	
														m	
														M	
														N	
														M	
														m	
														m	
														M	
														N	
														M	
														m	
														m	
														M	
														N	
														M	
														m	
														m	
														M	
														N	
														M	
														m	

Fig. III6 - Stratigrafia S2

COMMITTENTE: **Comune di Novafeltria**

INTERVENTO: **Messa in sicurezza Via Donegani**

ALLEGATO: **Cassette catalogatrici Sondaggio S2**

DATA: **16/Gennaio/2023**



Fig. III7a - Cassette catalogatrici S2 da 0 a 10 metri

COMMITTENTE: **Comune di Novafeltria**

INTERVENTO: **Messa in sicurezza Via Donegani**

ALLEGATO: **Cassette catalogatrici Sondaggio S2**

DATA: **16/Gennaio/2023**



Fig. III7b - Cassette catalogatrici S2 da 10 a 20 metri

III.3 – STRATIGRAFIA GEOTECNICA

La caratterizzazione geotecnica dei depositi insediati nell'area di intervento, si è risolta tramite le seguenti determinazioni:

- Analisi e prove di laboratorio reperite su un campione indisturbato prelevato alla profondità di 1,50÷2,00 metri.
- Calcolo dei parametri geotecnici in termini di sforzi totali dalle relazioni che intercorrono con la resistenza opposta dai terreni alla penetrazione dinamica SPT.

Sono di seguito riportate le relazioni utilizzate per integrare la determinazione dei parametri geotecnici dei terreni di fondazione assumendo come riferimenti le velocità delle onde trasversali e le resistenze all'avanzamento penetrometrico:

- Peso di volume naturale γ : da *Mayne, 2001* $\gamma = 8,32 \times \text{Log}(Vs) - 1,61 \times \text{Log } z$
- Coesione non drenata c_u : da *Shioi – Fukui* per argille ad alta plasticità
 $c_u = 0,05 N_{\text{SPT}}$

- Modulo Edometrico E_d : da *Stroud e Butler* $E_d = 4N_{\text{SPT}}$

- Modulo dinamico di Taglio G_0 : da *Ohsaki & Iwasaki* $G_0 = \alpha R_p^b$

$$\alpha = 140$$

$$b = 0,78$$

DETERMINAZIONI ANALITICHE DI LABORATORIO:

Campione prelevato a profondità 1,50-2,00 metri

CARATTERISTICHE VOLUMETRICHE

$W_n = 27\%$ (contenuto in acqua)

$\gamma = 19,6 \text{ kN/m}^3$ (peso di volume umido)

$\gamma_d = 15,43 \text{ kN/m}^3$ (peso di volume secco)

$G_0 = 27,42 \text{ kN/m}^3$ (peso di volume secco)

$e = 0,777$ (indice dei vuoti)

$s = 95,31$ (grado di saturazione)

GRANULOMETRIA

Sabbia 1%

Limo 42 %

Argilla 57%

Classificazione AGI: *argilla con limo*

LIMITI DI ATTERBERG

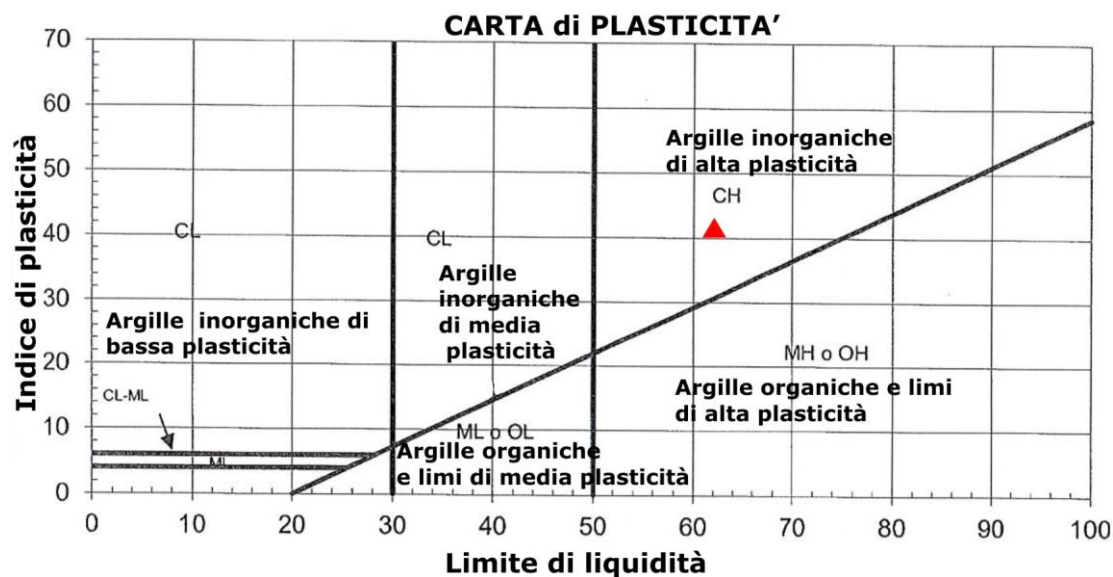
LL 62% (limite di liquidità)

LP 22% (limite di plasticità)

IP 40% (indice plastico)

IC 0,88 (indice di consistenza)

Secondo l'abaco di Casagrande, il terreno è classificato *argille inorganiche di alta plasticità*.



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

$\phi = 23$ gradi (angolo di attrito CD)

$c' = 0,00$ (coesione efficace)

RESISTENZA

$q_u = 190,0$ KPa (Pocket penetrometer)

$c_u = 110,0$ KPa (Vane test)

In Fig. III8 è graficamente schematizzata la stratigrafia geotecnica dei terreni.

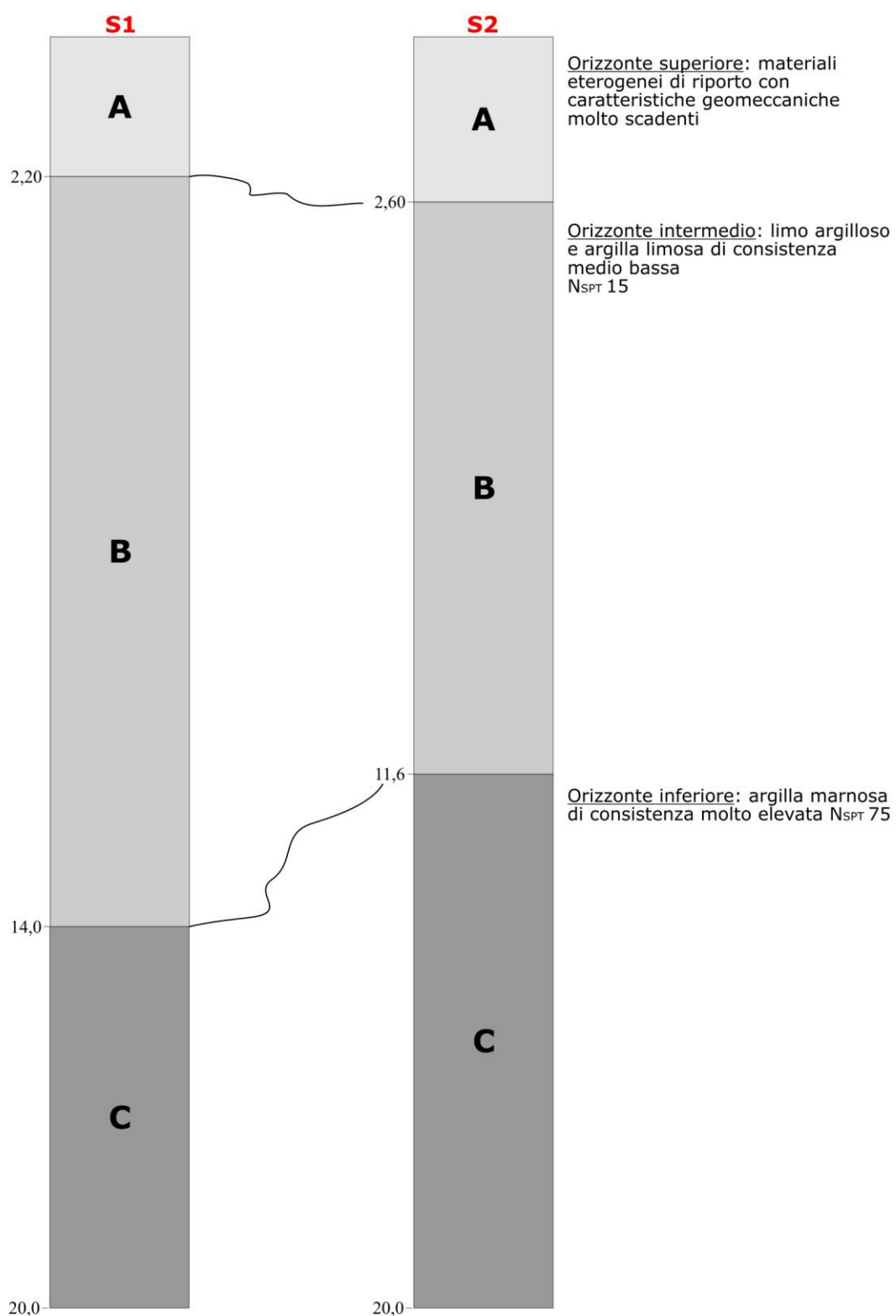


Fig. IIII8 - Stratigrafia geotecnica

PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI

Orizzonte A

$$\gamma = 19,6 \text{ kN/m}^3$$

$$\phi = 25 \text{ gradi}$$

$$c' = 0$$

$$c_u = 0$$

Orizzonte B

$$\gamma = 19,8 \text{ kN/m}^3$$

$$\phi = 27,0 \text{ gradi}$$

$$c' = 5,0 \text{ KPa}$$

$$c_u = 75,0 \text{ KPa}$$

$$E_d = 6,0 \text{ MPa}$$

$$G_o = 115,0 \text{ MPa}$$

Orizzonte C

$$\gamma = 21,5 \text{ kN/m}^3$$

$$\phi = 23,0 \text{ gradi}$$

$$c' = 15,0 \text{ KPa}$$

$$c_u = 375,0 \text{ KPa}$$

$$E_d = 30,0 \text{ MPa}$$

$$G_o = 406,0 \text{ MPa}$$

In rapporto al DM 17 gennaio 2018 i caratteri di resistenza vanno regolarizzati secondo gli approcci di verifica adottati così come indicato dalla Tabella 6.2.II (*Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno*).

Approccio 1 Combinazione 1 e Approccio 2:

$$\gamma_d = \gamma_k / 1$$

$$\phi'_d = \tan \phi'_k / 1$$

$$c'_d = c'_k / 1$$

$$c_{u,d} = c_{u,k} / 1$$

Approccio 1 Combinazione 2:

$$\gamma_d = \gamma_k / 1$$

$$\phi'_d = \tan \phi'_k / 1,25$$

$$c'_d = c'_k / 1,25$$

$$c_{u,d} = c_{u,k} / 1,40$$



INTERGEO S.r.l. - Servizi Geologici
 Via Ramatello, 37 - 00199 Roma - Italia
 tel. 06 2447949/533 2108374 - www.intergeo.it
 Cod. Cg. Rg. 8021197

Cantiere: Novafeltria (RN) - Miniera, Cà de Masi	Data: Marzo 2011
Sondaggio: 2	Campione n.: 1
	Profondità mt.: 1,50+2,00

Descrizione del campione: Argilla limosa di colore grigio verde

Stato del campione: disturbato

Caratteristiche fisico - meccaniche

caratteristiche generali		limiti di consistenza	
Contenuto in acqua	w = 27 %	Limite di liquidità	WL = 62 %
Peso di volume umido	y = 1,96 gr/cm ³	Limite di plasticità	Wp = 22 %
Peso di volume secco	yd = 1,543 gr/cm ³	Limite di ritiro	Ws = " %
Peso specifico	Gs = 2,742 gr/cm ³	Ritiro lineare	R = " %
Indice dei vuoti	e = 0,777	Indice di plasticità	Ip = 40 %
Grado di saturazione	s = 95,31 %	Indice di consistenza	Ic = 0,88

resistenza	
Penetrometro tascabile	qu = 1,90 Kg/cm ²
Vane test	cu = 1,10 Kg/cm ²

granulometria	classificazione A.G.I.
ghiaia : " % sabbia : 1 % limo : 42 % argilla : 57 %	Argilla con limo

prova di taglio in condizioni consolidate drenate C.D.	
angolo di attrito	$\phi' = 23^\circ$
coesione	c' = 0,00 Kg/cm ²



INTERGEO S.r.l. - Servizi Geologici
 Via Panofaglia, 37 - 47899 Sanareddo - R.S.M.
 tel. 020 2447949/033 2208374 - www.intergeo-rm.com
 Cod. Op. Ec. 8M211297

Cantiere: Novafeltria (RN) - Miniera, Cà de Masi	Data: Marzo 2011
Sondaggio : 2	Campione n. : 1
	Profondità mt.: 1,50÷2,00

Analisi granulometrica

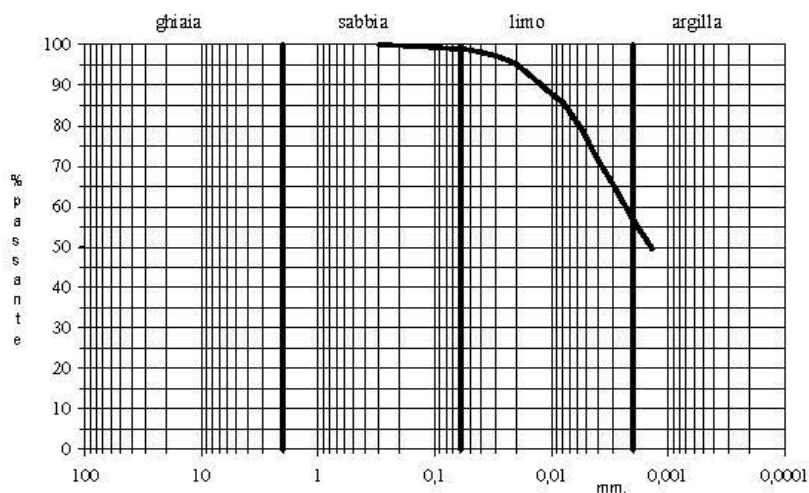
Metodo della prova: per setacciatura e sedimentazione

Stato del campione: indisturbato

Peso secco netto: 45,74 gr.

setacci A.S.T.M. n.	luce netta mm.	passante %
50	0,300	100,00
100	0,150	99,68
200	0,075	99,09

Descrizione (Classificazione A.G.I.)	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %
Argilla con limo	"	1	42	57





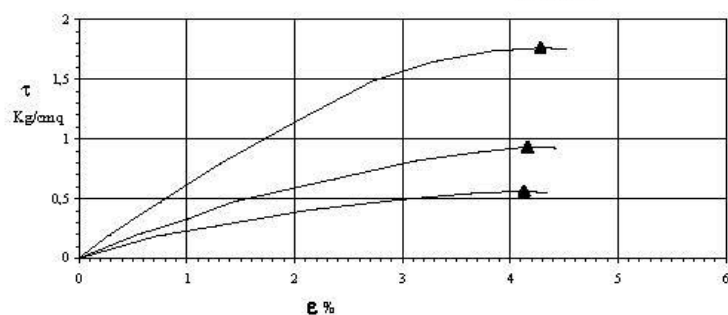
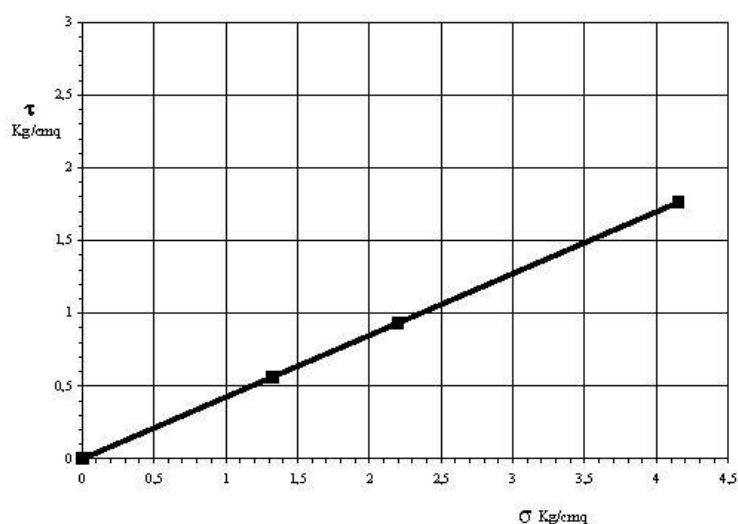
Cartiere: Novafeltria (RN) - Miniera, Cà de Masi	Data: Marzo 2011
Sondaggio: 2	Campione: 1
	Profondità mt.: 1,50÷2,00

Prova di taglio diretto C.D.

provino n.	dimensione iniziale		consolidamento			fase di rottura			valori a rottura		
	ϕ (mm)	H cm.	t (ore)	σ (Kg/cmq)	ΔH (mm)	v (mm/min)	t (min)	σ (Kg/cmq)	ϵ %	ΔH (mm)	τ (Kg/cmq)
1	60	20	24	0,790	0,87	0,002	1320	1,330	4,13	0,03	0,56
2	60	20	24	1,320	1,12	0,002	1380	2,200	4,16	0,01	0,93
3	60	20	24	2,200	2,31	0,002	1530	4,154	4,28	0,06	1,76

$C' = 0,00 \text{ Kg/cmq}$

$\phi' = 23^\circ$



IV – SISMICITA'

IV.1 – CATEGORIA SOTTOSUOLO

La determinazione delle proprietà dinamiche dei terreni e nello specifico la valutazione della risposta sismica del sottosuolo necessaria a determinare la categoria di suolo, si è ricavata tramite indagine geofisica sismica a stazione singola HVSR. La prova geofisica con la quale si è potuto ottenere la stratigrafia di velocità delle onde trasversali V_s da cui ricavare il parametro V_{S30} ha misurato velocità delle onde di taglio fra 0 e 30 metri pari a 258 m/sec cui corrisponde una categoria di suolo C. Picco non chiaro alla frequenza di 21,2 Hz (Cfr. rapporto prova).

IV.2 – CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Le condizioni topografiche locali, sono configurate da un assetto morfologico sub pianeggiante cui corrispondono condizioni topografiche assegnabili alla categoria T1 (Tab. 3.2IV delle NTC).

IV.3 – ZONIZZAZIONE SISMICA

Il territorio nazionale è classificato sismicamente in quattro zone, definito da un reticolo sismico mediante coordinate geografiche di latitudine e longitudine (λ e ϕ), per periodi discreti di ritorno (Tr) di 35, 50, 72, 101, 140, 201, 475, 975 e 2475 anni. In tali nodi della maglia viene definito il valore dell'accelerazione orizzontale massima (ag) riferita ad un suolo rigido di categoria A, il fattore di accelerazione massima del suolo (Fo) ed il periodo caratteristico (Tc^*) dello spettro (zona a velocità di risposta lineare). I parametri sismici del reticolo, sono forniti dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ed allegati alle NTC del DM 14 gennaio 2008. Per poter definire il periodo di ritorno sismico con il quale entrare nel reticolo sismico è necessario conoscere i dati dell'opera che riguardano:

- Vita nominale (V_n) in base alla Tab. 2.4.I delle NTC
- Classe d'uso e coefficiente d'uso (C_u) in base alla Tab. 2.4.II delle NTC
- Periodo di riferimento sismico (V_r)

dato dalla relazione $V_r = V_n \times C_u$

- Probabilità di superamento (P_{vr}) dello stato limite di progetto nel periodo di riferimento V_r in base alla Tab. 3.2.I
- Periodo di ritorno sismico (T_r)
dato dalla relazione $T_r = -V_n / \ln(1 - P_{vr})$

IV.4 – PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE

Per la determinazione delle azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, è necessario conoscere la pericolosità sismica di base definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa (a_g) in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate di spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento. I parametri di sito sono definiti in base alle coordinate geografiche e alle caratteristiche dell'opera.

IV.5 – RISPOSTA SISMICA LOCALE

Il moto sismico alla superficie di un sito, associato a ciascuna categoria di suolo è definito mediante a_{max} attesa in superficie ed una forma spettrale ancorata ad essa.

$$a_{max} = S \cdot a_g$$

$$S = S_s + S_t$$

S_s = coefficiente di amplificazione stratigrafico dipendente dalla categoria di sottosuolo (tab. 3.2.V- NTC)

S_t = coefficiente di amplificazione topografico (tab. 3.2.VI- NTC)

IV.6 – COEFFICIENTI SISMICI ORIZZONTALI E VERTICALI

$K_h = \beta_s \cdot a_{max}/g$ (Coefficiente orizzontale)

$K_v = \pm 0,5 K_h$ (Coefficiente verticale)

β_s = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito (Tab.7.11.I NTC)

g = accelerazione di gravità

I valori specifici della zona in progetto vengono riportati nel seguente rapporto sviluppato mediante elaborazione da software Geostru.

IV.3 – PARAMETRI SISMICI

Tipo di elaborazione: **PARATIE NTC 2018**

Sito in esame.

Latitudine: 43,900931

Longitudine: 12,226203

Classe:2

Vita nominale:50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 19628 Lat: 43,8775 Lon: 12,1724 Distanza: 5038,894

Sito 2 ID: 19629 Lat: 43,8783 Lon: 12,2418 Distanza: 2813,668

Sito 3 ID: 19407 Lat: 43,9282 Lon: 12,2407 Distanza: 3251,944

Sito 4 ID: 19406 Lat: 43,9275 Lon: 12,1713 Distanza: 5296,102

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50 anni

Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %

Tr	ag	Fo	Tc*
30 [anni]	0,063 g	2,443	0,268 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %

Tr	ag	Fo	Tc*
50[anni]	0,079 g	2,432	0,277 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %

Tr	ag	Fo	Tc*
475[anni]	0,191 g	2,432	0,317 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %

Tr	ag	Fo	Tc*
975[anni]	0,242 g	2,486	0,325 [s]

Coefficienti Sismici

SLO:

Ss	Cc	St	Kh	Kv	Amax	Beta
1,500	1,620	1,000	0,049	0,000	0,921	0,520

SLD:

Ss	Cc	St	Kh	Kv	Amax	Beta
1,500	1,600	1,000	0,062	0,000	1,164	0,520

SLV:

Ss	Cc	St	Kh	Kv	Amax	Beta
1,420	1,530	1,000	0,141	0,000	2,655	0,520

SLC:

Ss	Cc	St	Kh	Kv	Amax	Beta
1,340	1,520	1,000	0,169	0,000	3,181	0,520

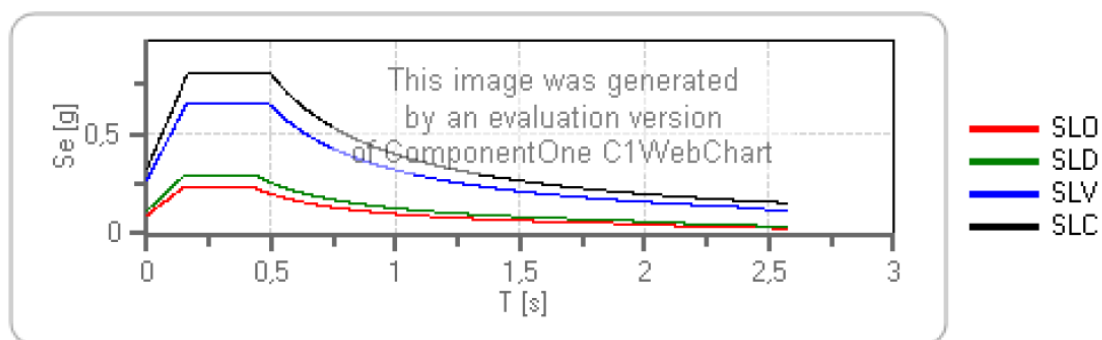
SPETTRI di RISPOSTA

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali e verticali

- Coefficiente di smorzamento viscoso = 5%

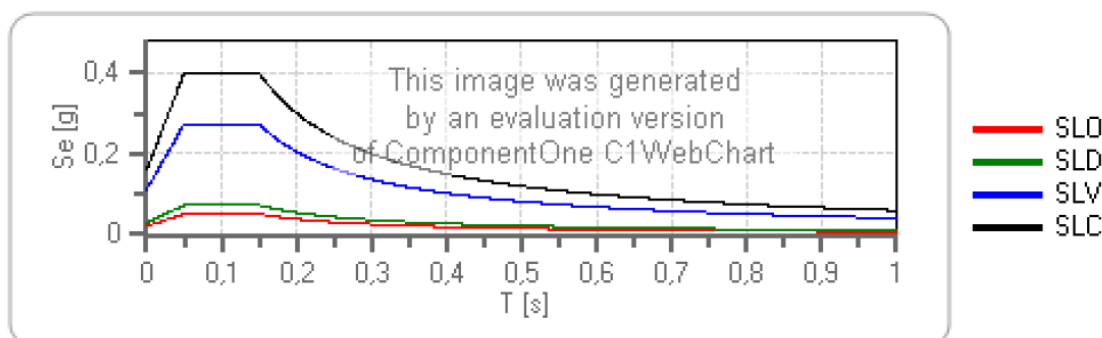
- Coefficiente che altera lo spettro elastico = 1,000

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S		TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	1	0,063	2,443	0,268	1,500	1,620	1,000	1,500	1,000	0,144	0,433	1,850
SLD	1	0,079	2,432	0,277	1,500	1,600	1,000	1,500	1,000	0,148	0,443	1,916
SLV	1	0,191	2,432	0,317	1,420	1,530	1,000	1,420	1,000	0,161	0,484	2,363
SLC	1	0,242	2,486	0,325	1,340	1,520	1,000	1,340	1,000	0,165	0,494	2,568

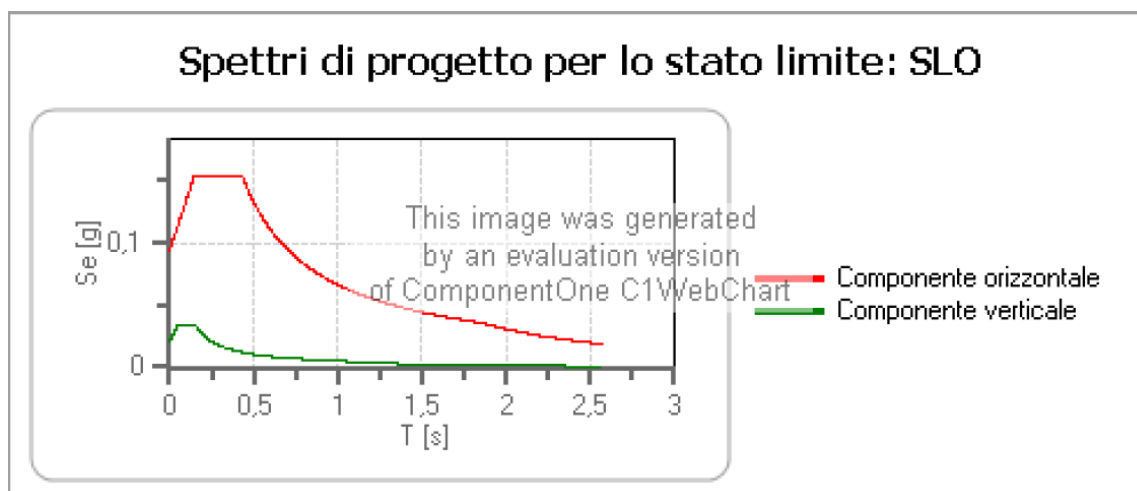
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S		TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	1	0,063	2,443	0,268	1,000	1,620	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLD	1	0,079	2,432	0,277	1,000	1,600	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLV	1	0,191	2,432	0,317	1,000	1,530	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLC	1	0,242	2,486	0,325	1,000	1,520	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000

Spettro di progetto

- Coefficiente di struttura q per lo spettro orizzontale = 1,5
per lo spettro orizzontale = 0,667
 - Coefficiente di struttura q per lo spettro verticale = 1,5
per lo spettro verticale = 0,667
- Stato limite: SLO



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S	q	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO orizzontale	1	0,063	2,443	0,268	1,500	1,620	1,000	1,500	1,500	0,144	0,433	1,850
SLO verticale	1	0,063	2,443	0,268	1,500	1,620	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000

IV.8 – CONSIDERAZIONI SULLA LIQUEFAZIONE

Le NTC del DM 17 gennaio 2018 al capitolo §7.11.3.4 affrontano il tema della liquefazione.

In terreni predisposti alla liquefazione, gli effetti conseguenti appaiono tali da influire sulle condizioni di stabilità di pendii o manufatti, rendendo necessario in caso di accertata suscettibilità a questo fenomeno, introdurre provvedimenti di consolidamento e misure in grado di trasferire le azioni delle strutture in strati di terreno non liquefacibile. Nell'ambito dell'area di progetto, non sussistono presupposti e condizioni di vulnerabilità dei terreni nei confronti della liquefazione per la composizione prevalentemente pelitica del substrato formazionale e l'assenza di

falda; in ragione di queste condizioni locali e quanto indicato al capitolo §7.11.3.4.2 delle NTC, è esentata la verifica.

Con riferimento alla normativa regionale vigente, nonostante non sussistano condizioni di liquefacibilità dei depositi insediati nell'area di progetto, si provvede a fornire riferimenti sull'indice del potenziale di liquefazione IL, valore correlato al fattore di sicurezza F o FL definito dalla seguente relazione:

$$I_L = \int_0^{z_{crit}} F(z) \cdot w(z) \cdot dz$$

$$w(z) = \frac{200}{z_{crit}} \cdot \left(1 - \frac{z}{z_{crit}} \right)$$

z_{crit} è la profondità critica, (profondità massima entro la quale può verificarsi la liquefazione, che di norma si assuma pari a 20 m).

In base al valore stimato dell'indice del potenziale di liquefazione IL si definiscono le seguenti classi di pericolosità (Sonmez, 2003):

IL = 0 Non liquefacibile (FL $\geq$ 1.2)

0 < IL $\leq$ 2 Potenziale basso

2 < IL $\leq$ 5 Potenziale moderato

5 < IL $\leq$ 15 Potenziale alto

15 < IL Potenziale molto alto

F(z) = 0 per FL $\geq$ 1.2

F(z) = $2 \cdot 106 \cdot (-18.427 \cdot FL)$ per 1.2 > FL $\geq$ 0.95

F(z) = 1 - FL per FL $\leq$ 0.95

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE DA PROVA SISMICA Metodo di Andrus e Stokoe (1997)									
PARAMETRI:									
γ	=	2	g/cm ³						
σ_{vo}	=	0,44	kg/cm ²						
σ'_{vo}	=	0,44	kg/cm ²						
profondità della prova	=	220	cm						
profondità falda	=	220	cm						
γ_{H2O}	=	1	g/cm ³						
Pressione neutra	=	0	kg/cm ²						
z	=	2,2	m						
V_s	=	193							
V_{S1C}	=	200	m/s	FC<5%	FC=20%	FC>35%			
				220	210	200			
V_{S1}	=	236,97							
M	=	6,1							
MSF	=	1,94	se M≤7.5						
		1,67	se M>7.5						
FORMULE:							RISULTATI:		
V_{S1}	=	$V_s(1/\sigma_{vo})^{0,25}$					236,97	V_{S1}	
R	=	$0,03 \cdot (V_{S1}/100)^2 + (0,9/(V_{S1C}-V_{S1})) - (0,9/V_{S1C})$				=	0,139621155	R	
T	=	$0,65 \cdot ((a_{max}/g) \cdot (\sigma_{vo}/\sigma'_{vo}))^4 \cdot r_d \cdot 1/MSF$				se M≤7.5	0,069835062	$T_{M \leq 7,5}$	
						se M>7.5	0,081008594	$T_{M > 7,5}$	
a_{max}/g	=	0,25							
r_d	=	0,8317							
$F_s=R/T$	>	1		se M≤7.5		1,999298801	Verificato F_s		
				se M>7.5		1,723535095	Verificato F_s		

Il fattore di sicurezza di $F = 1,999$ ($F = 1,723$ per una magnitudo $> 7,5$ più elevata di quella attribuita alla zona sismica sede dell'intervento) è ampiamente superiore a $F 1,2$ da cui è confermata la non liquefacibilità del deposito e un corrispettivo basso indice del potenziale di liquefazione.

**TECNOSONDAGGI
DI BRUGIAPAGLIA CLAUDIO**

VIA ABBADIA 39 – 60027 OSIMO (AN)
TECNOSONDAGGIOSIMO@LIBERO.IT – CELL. 335 6686573
P.I. 01511970426 – WWW.TECNOSONDAGGI.IT

INDAGINE SISMICA

PROSPEZIONE SISMICA PASSIVA – METODO HVSR

**VIA DONEGANI – POZZO ALESSANDRO
NOVAFELTRIA (RN)**

Committente: Comune di Novafeltria (RN)

TECNOSONDAGGI
di Brugiapaglia Claudio
Via Abbadia 39 - 60027 OSIMO (AN)
Tel. & Fax 071 781640
Cod. Fisc. BPG CLD 68003 A271 M
Part. IVA 01511970426

OSIMO, gennaio 2023

Tecnosondaggi Via Abbadia 39 60027 Osimo (AN)

EEG Via del Legorino, 30 21018 Sesto Calende (VA)

1 PREMESSA

Il giorno 16 gennaio 2023, su committenza del Comune di Novafeltria (RN) e sotto la direzione tecnica del Dott. Geol. Fabio Fabbri, si è eseguita un'indagine geofisica mediante una Prospezione Sismica Passiva – METODO HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) per la stima delle frequenze di risonanza dei terreni e della Velocità delle onde Vs.

2 INDAGINE EFFETTUATA

Nel caso in esame la strumentazione è composta da:

- **Material & coating:** powder coated aluminium
- **Water resistance:** IP 54
- **Display:** OLED 128 x 64
- **Weight:** 1700g
- **Internal sensors:** three geophone 4,5 Hz
- **Functions:** vibrometer, HVSR, Masw, refraction
- **Channel:** 4 differential
- **Resolution:** 22 bit equivalent
- **Power reserve:** 100 hours
- **Dimensions:** 150 x 120 x 90 mm
- **sismografo Maravivib EEG**
 - - il segnale dei velocimetri (3) è acquisito in sito per un tempo t, e digitalizzato a 16 bit con due linee di preamplificatori .



3 PROSPEZIONE SISMICA PASSIVA – METODO HVSR

La metodologia sismica HVSR (Horizontal to Vertical Spectrum Ratio) misura il rumore sismico ambientale che è presente ovunque sulla superficie terrestre, ed è prodotto dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, microterremoti, vento) e dall'attività antropica.

Il rumore sismico ambientale viene anche chiamato microtremore in quanto costituito da oscillazioni di piccolissima ampiezza se confrontate con quelle associate ai terremoti.

La denominazione di sismica passiva dipende dal fatto che il rumore non viene generato *artificialmente*, come nelle energizzazione della sismica attiva, ma è presente naturalmente.

In qualsiasi luogo pianeggiante sono sempre presenti delle vibrazioni associate alle onde oceaniche con dei picchi a 0,14 e 0,07 Hz. A questo comportamento spettrale di "fondo", sempre presente in varia forma, e soggetto a scarsissima attenuazione, si sovrappongono le sorgenti locali dovute alle attività antropiche (traffico, macchinari ecc.) e naturali. L'effetto di queste sorgenti locali è soggetto ad attenuazioni quanto maggiori all'aumentare della frequenza e dovute all'assorbimento anelastico associato all'attrito interno delle rocce e dei terreni.

La metodologia HVSR è stata introdotta da Nakamura (1989) per fornire, qualora siano presenti picchi significativi, una stima relativa ai contrasti d'impedenza presenti nel suolo ed un'indicazione della frequenza del modo principale, in un campo d'onde costituito arbitrariamente da onde di Rayleigh. Recenti studi hanno messo in evidenza che la curva HVSR misurata in campagna non sia rappresentativa solo dell'ellitticità delle onde di Rayleigh, bensì dal risultato dell'azione congiunta delle onde di Rayleigh e di Love.

La Curva HVSR da sola è insufficiente a definire puntualmente un profilo Vs e la soluzione migliore è utilizzare l'analisi congiunta con altri dati geofisici (dispersione delle onde di Superficie) e dati geotecnici diretti (stratigrafie di sondaggio / prove SPT).

Per calcolare la frequenza principale di sito ed eventuali modi superiori è necessario calcolare la funzione di trasferimento del moto sismico dal bedrock alla superficie.

- il segnale dei velocimetri (3) è acquisito in sito per un tempo t , e digitalizzato a 16 bit con due linee di preamplificatori.

Per ciascuna delle 3 componenti del moto, il software esegue le seguenti elaborazioni:

- divide il tracciato acquisito in finestre di lunghezza L (in questo lavoro generalmente 26 s);
- elimina il trend da ciascuna finestra;
- fa il "pad" di ciascuna finestra con degli zero;
- calcola la trasformata di Fourier (FFT) per ciascuna finestra;
- calcola lo spettro di ampiezza per ciascuna finestra;
- liscia lo spettro di ogni finestra secondo opportuno smoothing;
- calcola il rapporto spettrale HVSR ad ogni frequenza, per ciascuna finestra.

La funzione HVSR finale è data dalle media degli HVSR di ciascuna finestra.

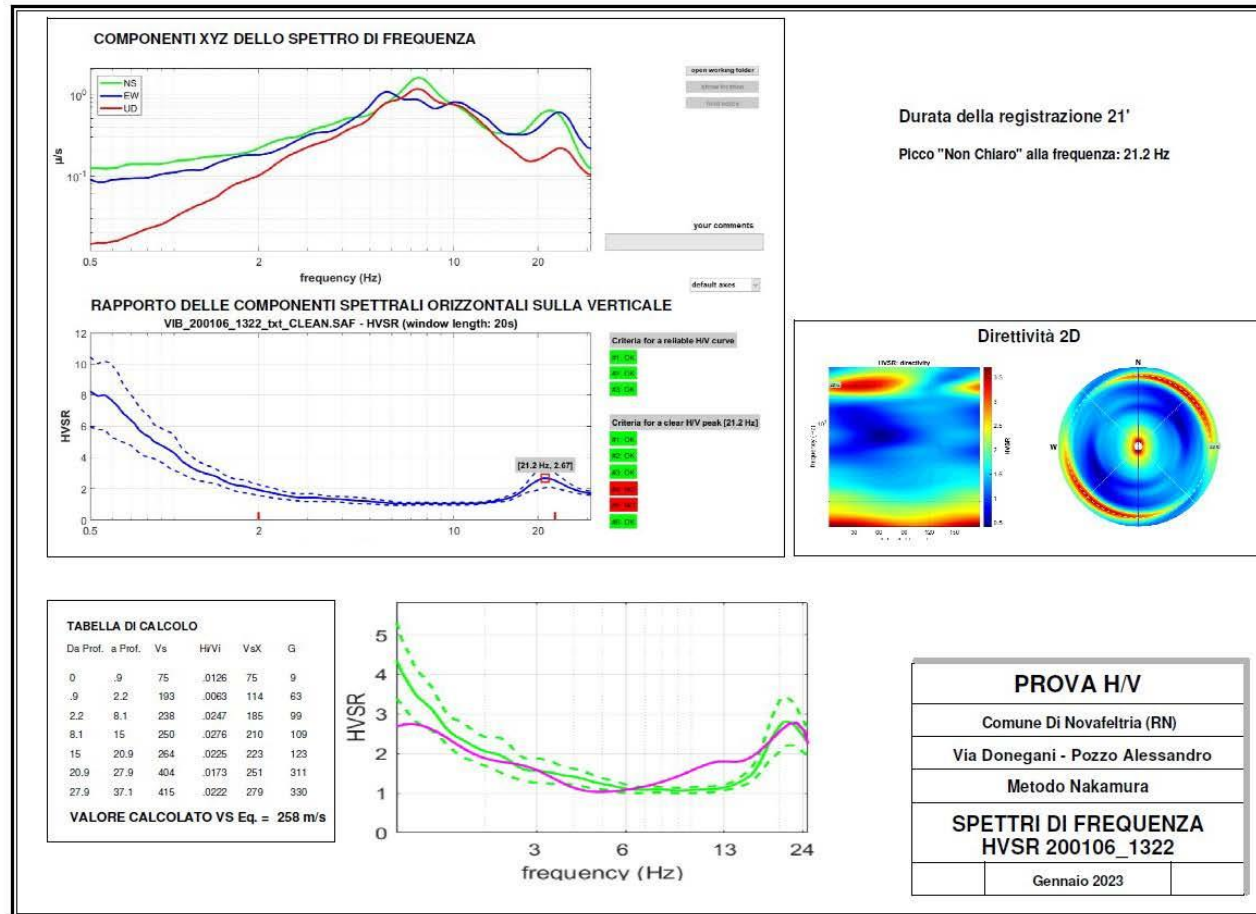
Il sito verrà classificato sulla base del valore di V_S come riportato nella seguente tabella:

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

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

La v_{seq} calcolata dal piano campagna è:

$V_{seq} = 258 \text{ m/sec}$ Picco “non chiaro” alla frequenza di 21.2 Hz



V – INDIRIZZI PROPOSITIVI DI MONITORAGGIO

Le scelte sulle tipologie e dimensionamento delle opere di consolidamento sono esclusiva prerogativa del progettista strutturale che, potrà fare riferimento, alle condizioni litostratigrafiche e geotecniche peculiari dei terreni insediati nell'area di progetto.

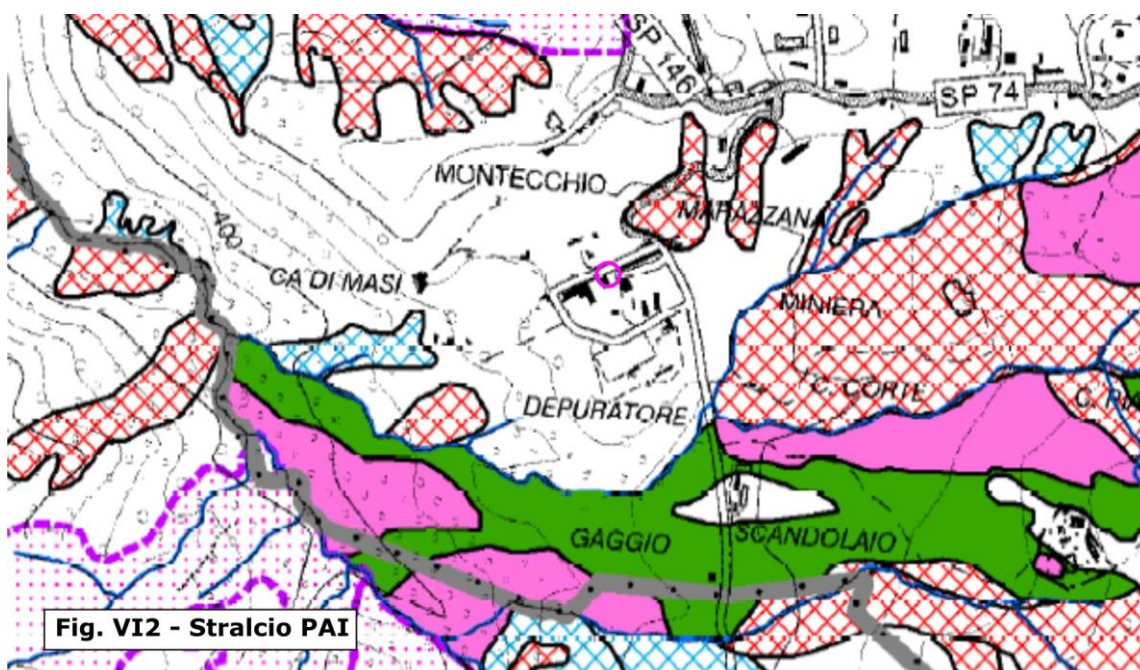
Si ritiene invece, di rimarcare la necessità di installare attrezzature finalizzate a monitorare nel tempo lo stato di conservazione e l'eventuale evoluzione della canna del pozzo minerario al di sotto delle opere previste nel presente progetto.

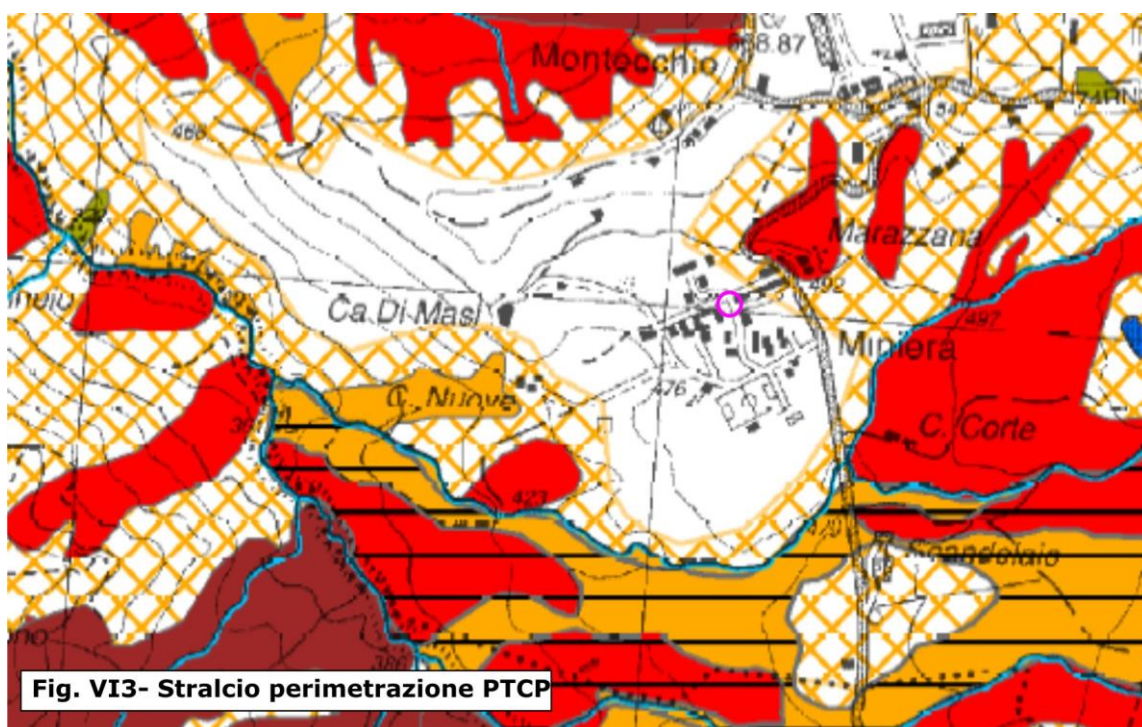
Ciò per evitare di subire, senza preavvisi e per l'inconsapevolezza dello stato di affidabilità statica complessiva dell'opera mineraria ipogea (sprovvista di rivestimento e realizzata nel 1812), ulteriori potenziali eventi di destabilizzazione.

Considerando l'attuale indisponibilità di risorse finanziarie per installare le attrezzature e attivare l'attività di monitoraggio, si sollecitano interessanti e sollecitazioni affinché si possa provvedere in tal senso nel prossimo futuro.

VI – STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE E VINCOLI

La zona che include l'area di progetto, non è compresa nella perimetrazione relativa al R.D.L. 3267/23 e successive norme statali e regionali inerenti al vincolo idrogeologico (Fig. VI.1). Inoltre, non è interessata da perimetrazioni di pericolosità geologica da parte del PAI (Fig. VI.2) e del PTCP (Fig. VI3).





Rispetto ai vincoli territoriali prima citati, l'attuazione del progetto è compatibile poiché finalizzato a ripristinare locali condizioni di stabilità a difesa di una struttura viaria pubblica e di edifici privati adiacenti all'area di intervento.

VII – TERRE E ROCCE DA SCAVO

La disciplina normativa e tecnica delle terre e rocce da scavo, è sancita dal D.Lgs. 152/2006, Codice dell'Ambiente, e dalle successive modifiche ed integrazioni al medesimo decreto.

Nella predisposizione dei progetti esecutivi di opere ed interventi che riguardino lo scavo e la movimentazione terra in generale, è quindi fondamentale organizzare le fasi di lavoro e verificare preventivamente i rapporti fra sterri e riporti, allo scopo di pianificare, per quanto espresso nel rigore normativo citato, le modalità di scavo, di caratterizzazione delle terre e rocce di risulta, di accantonamento delle stesse, della sistemazione e del riutilizzo.

Gli sterri sono rappresentati dagli scavi per alloggiare le opere strutturali previste in progetto.

Il terreno naturale di scavo, rappresentato da materiali argillosi, sarà riutilizzato in sito per rinterri e impermeabilizzazioni della superficie.

CONCLUSIONI

Il collasso del boccaforo del pozzo minerario denominato *Pozzo Alessandro* posto nell'ambito dell'abitato di Miniera, ha prodotto una incombente situazione di rischio per la pubblica e privata incolumità. Ai primi interventi di mitigazione dello scenario di precarietà statica intervenuto a causa del crollo, fanno seguito in questa circostanza ulteriori provvedimenti per la messa in sicurezza del sito, a difesa della strada comunale Via Donegani e dei fabbricati più prossimi al dissesto.

Il sito è posto nell'ambito dell'abitato di Miniera, circa alla quota di m 490, nel tratto medio - prossimale di versanti che immergono verso sud e SO, raccordati a valle col Rio Gaggio e Torrente Fanantello in destra orografica.

Il territorio che comprende l'area di intervento, esprime gli effetti indotti dall'evoluzione geologica dell'Appennino settentrionale che ha prodotto, come esito saliente, il sollevamento e la progradazione in senso adriatico della catena montuosa.

La zona assunta come ambito rappresentativo per l'inquadramento geologico del territorio, propone come più significativo elemento tettonico, una piega-faglia (faglia sud) che ha rovesciato la normale sequenza dei Ghioli di letto originariamente sottoposti alla Formazione gessoso – solfifera.

Il quadro conoscitivo emerso dall'attività di investigazione geognostica, risolta tramite la realizzazione di n. 2 sondaggi a rotazione con carotaggio continuo, propone una sequenza litostratigrafica caratterizzata da materiali eterogenei di riporto al tetto, cui segue un orizzonte di limi argillosi e argille marnose di consistenza medio bassa fino all'intercettazione del substrato dotato di consistenza molto elevata, attestato a profondità comprese fra 11,6 e 14,0 metri.

La caratterizzazione geotecnica dei terreni insediati nell'area di intervento, si è definita utilizzando le resistenze opposte alla penetrazione dinamica, rilevate tramite esecuzione di SPT in foro a varie profondità. Ulteriori riferimenti, si sono acquisiti da prove e analisi di laboratorio reperite su campione rappresentativo dell'orizzonte stratigrafico intermedio limoso argilloso e argilloso limoso.

La caratterizzazione sismica del suolo si è risolta con la realizzazione di indagine sismica a stazione singola HVSR ubicata in corrispondenza dei sondaggi S1 che ha registrato le stratigrafie di velocità delle onde trasversali Vs da cui ricavare il parametro V_{S30} . Gli esiti dell'indagine permettono di attribuire al suolo la categoria C. La composizione prevalentemente pelitica dei terreni e l'assenza di falda, escludono sensibilità alla liquefazione.

Le scelte sulle tipologie e dimensionamento delle opere di consolidamento sono esclusiva prerogativa del progettista strutturale che, potrà fare riferimento, alle condizioni litostratigrafiche e geotecniche peculiari dei terreni insediati nell'area di progetto.

Si ritiene invece, di sostanziale importanza l'installazione di attrezzature finalizzate a monitorare nel tempo lo stato di conservazione e l'eventuale evoluzione della canna del pozzo minerario al di sotto delle opere previste nel presente progetto. Ciò per evitare di subire, senza preavvisi e per l'inconsapevolezza dello stato di affidabilità statica complessiva dell'opera mineraria ipogea (sprovvista di rivestimento e realizzata nel 1812), ulteriori potenziali eventi di destabilizzazione.

Considerando l'attuale indisponibilità di risorse finanziarie per installare le attrezzature e attivare l'attività di monitoraggio, si sollecitano interessanti e sollecitazioni affinché si possa provvedere in tal senso nel prossimo futuro.

L'attuazione del progetto è compatibile rispetto ai vincoli territoriali cui è sottoposta la zona, non interessata da perimetrazioni di cui al R.D.L. 3267/23 e successive norme statali e regionali inerenti al vincolo idrogeologico, nonché da pericolosità geologiche rispetto al PAI e PTCP.

Gli sterri sono rappresentati dagli scavi per alloggiare le opere strutturali previste in progetto. Il terreno naturale di scavo, rappresentato da materiali argillosi, sarà riutilizzato in sito per rinterri e impermeabilizzazioni della superficie.