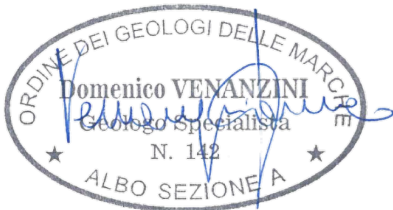


Ing. Stefano Leonori (responsabile)
Geol. Fabrizio Pontoni (responsabile)
Geol. Domenico Venanzini (responsabile)
Ing. Floresita Pascucci
Ing. Simone Bissonni
Geol. Angelo Beano
Geol. Roberta Pontoni
Geol. Franco Pontoni
Geom. Mariano Perugini



Comune di:

Muccia (MC)



Committente:

Amministrazione Comunale

Oggetto:

**INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO DEL
VERSANTE DELL'ABITATO DI COSTAFIORE
INTERESSATO DA UN MOVIMENTO FRANOSO
(L.61/98 - art.2, comma 3, let. e)**

PROGETTO ESECUTIVO

Elaborato:

EB

Titolo:

**Relazione geologica
e geotecnica**

Pagina:

1 di 23

N° commessa:

13_040

ID elaborato:

13_040_T_A_EB



Ediz.	Data	Motivazione	Redatto	Controllato	Approvato
A	Settembre 2020	Prima emissione	Angelo Beano	Domenico Venanzini	Fabrizio Pontoni

INDICE

1 - PREMESSA E METODOLOGIA DI INDAGINE.....	3
2 - INQUADRAMENTO TERRITORIALE E DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO IN PROGETTO.....	4
3 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	6
4 - GEOMORFOLOGIA E STABILITA' DELL'AREA.....	7
5 - INDAGINI GEOGNOSTICHE-CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA.....	9
6 - IDROGEOLOGIA.....	11
7 - CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	13
8 - INDAGINE GEOFISICA	14
9 - SISMICITA' DELL'AREA E MACROZONAZIONE.....	22

Tavole:

- G1a - Legenda mappa geologica-geomorfologica
- G1b - Mappa geologica-geomorfologica (scala 1:5.000)
- G2 - Sezione geologico-stratigrafiche 1-1' e 2-2' (scala 1:5.000)
- G3 - Planimetria rete di monitoraggio (scala 1:2.000)
- G4 - Sezione schematica della frana (scala 1:2.000)
- G5 - Mappa geologico geomorfologica opera di sostegno (scala 1:500)
- G6 - Sezione litostratigrafica A-A' (scala 1:250)

Allegati:

- (A) Sondaggi geognostici (reperiti)
- (B) Prove penetrometriche DPM (reperate)

RELAZIONE

1 - PREMESSA E METODOLOGIA DI INDAGINE

L'Amministrazione comunale di Muccia con D.G.C. n. 15 del 09/04/2013 ha affidato agli scriventi, l'incarico per la redazione del progetto definitivo-esecutivo relativo agli interventi di consolidamento dell'abitato di Costafiore interessato da un movimento franoso.

Il presente studio, eseguito in conformità a quanto previsto dalla normativa vigente (D.M. 14 gennaio 2008 "Nuove Norme tecniche per le costruzioni" - Circolare del Cons. Superiore dei LL.PP. del 02/02/2009), ha lo scopo di fornire, limitatamente agli aspetti geologici e geotecnici, tutti i dati qualitativi e quantitativi occorrenti per il sopra menzionato progetto ed il controllo del comportamento delle opere in rapporto alle caratteristiche geologiche, idrogeologiche, geotecniche e sismiche dell'area d'intervento.

L'area di studio è stata oggetto di indagini geologiche (1999-2000) a cui è seguita una fase di monitoraggio, ad iniziare dal 1999 fino al 2011, pertanto vista l'abbondante documentazione tecnica esistente, il presente rapporto si articola nelle seguenti fasi:

- inquadramento generale dell'area nel contesto geologico-stratigrafico e strutturale sulla base degli studi e delle pubblicazioni scientifiche attualmente disponibili;
- analisi e sintesi della documentazione relativa alle indagini geologiche eseguite nel 1999 dalla SITEC s.r.l., con sede in Jesi (AN), nell'ambito del "Programma di recupero di Costafiore (L. 61/98)" e dai successivi rapporti di progresso del monitoraggio (1999, 2002, 2004 e 2006);
- analisi e sintesi della documentazione relativa ai rapporti di progresso del monitoraggio redatti dallo studio scrivente nell'ambito del "Monitoraggio geotecnico e verifiche sismiche di una frana in Fraz. Costafiore di Muccia (art. 2 - L. 61/98)" datati novembre 2007, ottobre 2008 e settembre 2009;
- analisi e sintesi della documentazione relativa allo studio idrogeologico redatta dallo studio scrivente nell'ambito del "Monitoraggio geotecnico e idrogeologico di una frana complessa in località Costafiore di Muccia (art. 2 - L. 61/98)" del settembre 2011;
- indagini geofisiche mediante l'esecuzione di: n. 1 prova HVSR e n. 1 stendimento Masw;
- analisi e sintesi della "Indagine geologico-tecnica per la realizzazione di un muro di contenimento in località Costafiore nel Comune di Muccia (MC)" redatto dal Dott. Geol. Bruno Prugni dello Studio Sfera con sede in Tolentino (MC).

Come basi cartografiche sono state utilizzate:

- carta tecnica regionale in scala 1.10.000 (sez. 313090),
- planimetria a curve di livello in scala 1:2.000 ottenuta dalla restituzione di rilievo aerofotogrammetrico dell'intero versante instabile, realizzata dalla SITEC s.r.l. (1999) nell'ambito "Programma di recupero di Costafiore (L. 61/98)".

2 - INQUADRAMENTO TERRITORIALE E DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO IN PROGETTO

L'area oggetto di studio fa parte della dorsale umbro-marchigiana è situata sul versante orientale del Monte di Costafiore, tra la vetta ed un fosso affluente di destra del fiume Chienti di Gelagna (Fig. 1).

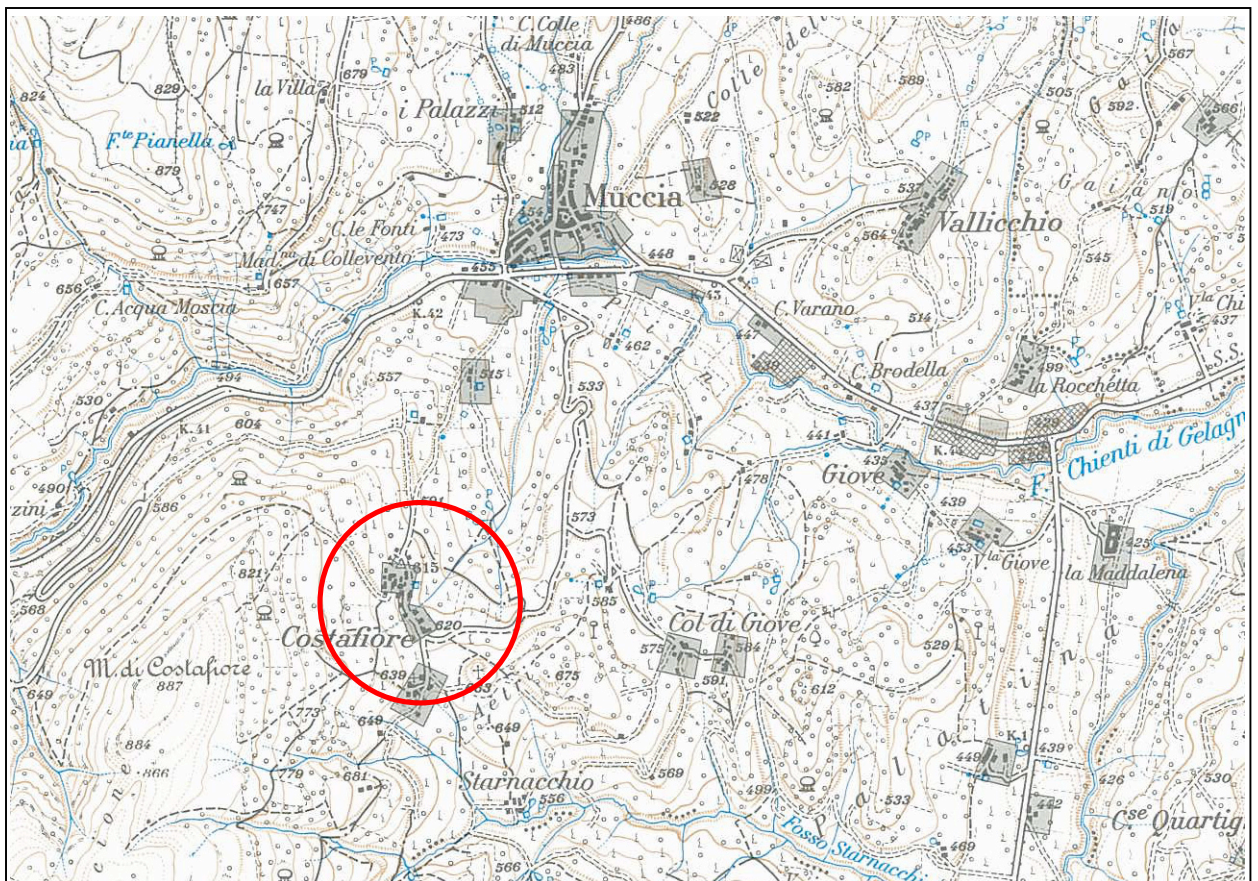


Fig. 1 - Corografia - Stralcio Carta Topografica Regionale quadrante 124 III (scala 1:25.000)

L'intervento in progetto consiste nella realizzazione di:

- n. 3 postazioni di dreni tubolari disposti a raggiera, in due i dreni sono lunghi 150 m mentre nella terza (a valle) sono lunghi 75 m, al fine di regimare il livello della falda idrica sotterranea;
- rete fognaria (acque bianche) per lo smaltimento delle acque intercettate dai dreni e allontanarle dal corpo di frana convogliandole nel fosso a valle dell'abitato;
- opera di presidio, costituita da terra armata (per un'altezza di circa 5,60m) fondata su una paratia di pali disposti a quinconce, del centro abitato prospiciente la zona interessata da una frana superficiale attiva e per il completamento di un'opera già iniziata e realizzata dall'Amministrazione comunale pochi anni or sono (progetto del 2009)

3 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il Monte di Costafiore, sul cui versante est si trova l'area di studio, è ubicato in corrispondenza di un'anticlinale secondaria della dorsale umbro-marchigiana, parallela alla macroanticlinale "Monte Cavallo – Monte Primo".

Il fianco orientale della suddetta struttura é caratterizzato da una faglia inversa che si sviluppa con direzione N-S e che dà origine a strutture asimmetriche compressive vergenti verso est.

In dettaglio l'assetto-geologico-strutturale dell'area di Costafiore è schematizzato nella carta geologica allegata (Tav. G1), dove sono state distinte le unità della copertura rispetto a quelle del bedrock. Quest'ultimo è costituito dalle formazioni calcareo-marnose della successione umbro-marchigiana dalla Scaglia rossa allo Schlier, che affiorano diffusamente nel settore occidentale ed in quello orientale dell'area esaminata.

Dal punto di vista strutturale il bedrock costituisce un'anticlinale rovesciata (Monte di Costafiore) ad andamento N-S, caratterizzata da una faglia inversa anch'essa con direzione principale N-S. Tale faglia mette in contatto tettonico la Formazione della Scaglia rossa con quella della Scaglia variegata.

Sono state inoltre riscontrati sistemi secondari di faglie ad andamento WSW-ENE.

Procedendo da ovest verso est, le giaciture riscontrate mostrano strati suborizzontali e a franapoggio con inclinazioni generalmente comprese tra 10° e 20°. Ad est della faglia inversa gli strati risultano invece rovesciati con inclinazioni comprese generalmente tra 30° e 40° e immersione prevalentemente verso ovest.

Tale assetto è ben evidente dalla ricostruzione delle sezioni geologiche (Tav. G2) ottenute dalla sintesi di tutti i dati acquisiti (indagine geognostica, geofisica e rilievi di superficie).

4 - GEOMORFOLOGIA E STABILITA' DELL'AREA

Il versante orientale del Monte di Costafiore é stato oggetto di rilievi geomorfologici anche con l'ausilio dell'analisi delle foto aeree disponibili.

La frana ha un'estensione areale di circa 40 ha ed un volume presunto di circa 8 milioni di metri cubi, ha una lunghezza di 1080 m ed una larghezza massima di 590 m, con superfici di scorrimento che superano i 50 m di profondità.

Nella tavola G1b si nota che i detriti di versante e i depositi colluviali sono coinvolti da un esteso e complesso movimento franoso, di tipo scorrimento roto-traslativo, quiescente, di notevole profondità che coinvolge l'intero nucleo abitato di Costafiore.

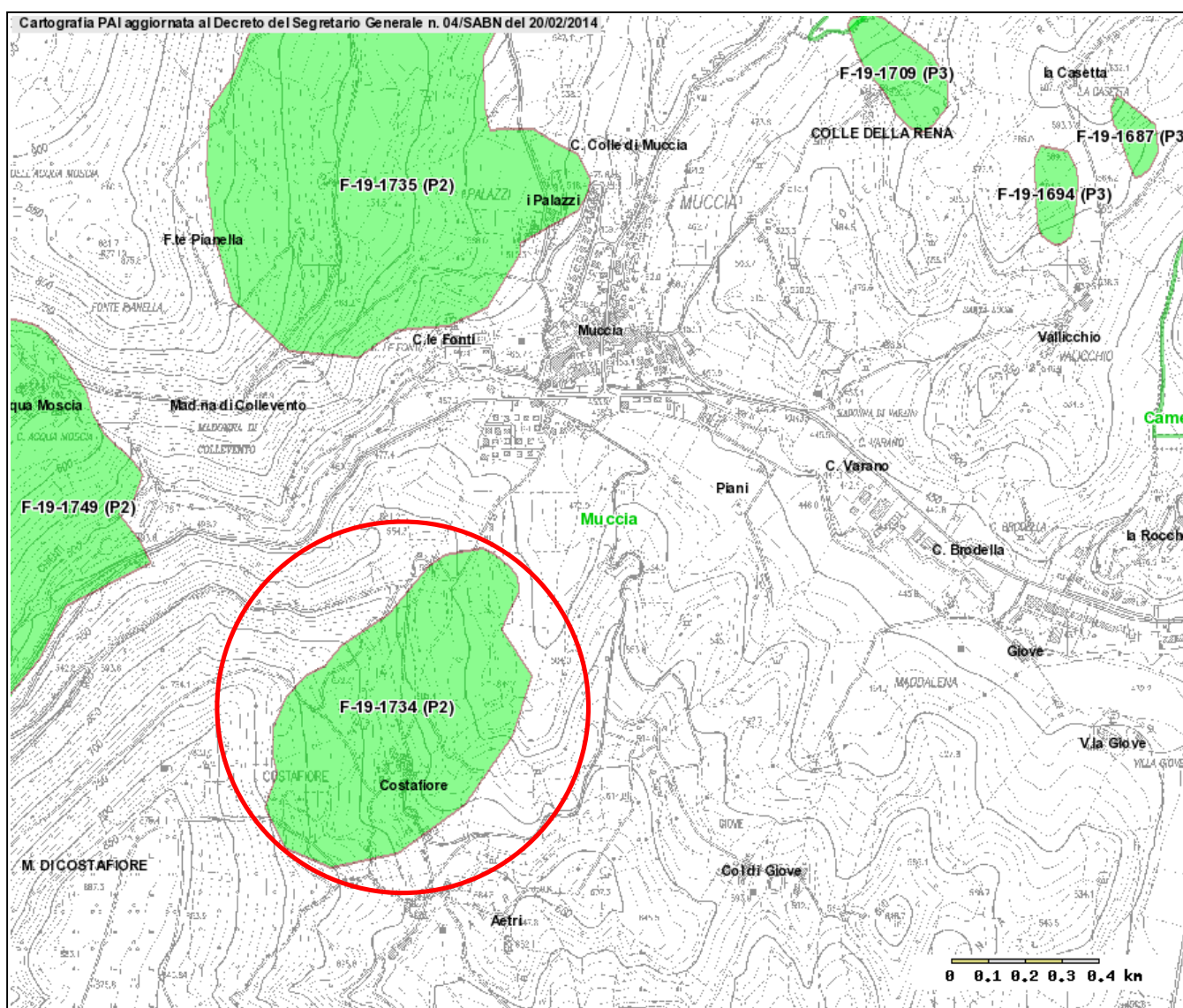


Fig. 2 – Stralcio P.A.I. (tratto da: <http://webgispcn.autoritabacino.marche.it>)

Tale fenomeno risulta morfologicamente ben riconoscibile per la presenza di contropendenze nella porzione sommitale, intermedia e basale, nonché di scarpate piuttosto nette, situate a più altezze e modellate nei detriti di versante e nei depositi colluviali.

Il margine sud-est della frana principale è interessato da un fenomeno franoso attivo di tipo "scorrimento traslativo" che si spinge fino a lambire l'abitato; a monte tale dissesto risulta invece quiescente e parzialmente "svuotato" mostrando spessori relativamente ridotti (circa 10 metri). Il corpo di frana attivo, è molto allungato e con ridotte dimensioni trasversali ed è caratterizzato da spessori comunque rilevanti (20÷25 metri).

I dati relativi agli inclinometri S9 e S10, raccolti durante il monitoraggio dal 2000 al 2011, evidenziano anche la presenza di una frana per scorrimento localizzata a valle dell'abitato, che interessa la porzione più superficiale del corpo di frana più profondo, ad evoluzione più lenta.

L'area di studio è catalogata, nel Piano d'Assetto Idrogeologico (PAI) della Regione Marche (vedi Fig. 2), con la sigla F-19-1734 (rischio 1, pericolosità 2).

5 - INDAGINI GEOGNOSTICHE-CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA

La ricostruzione del locale assetto geologico-stratigrafico e la caratterizzazione geomeccanica dei terreni, necessari per la definizione del modello geotecnico di riferimento per l'area d'intervento sono desunti dalle indagini precedentemente elencate inella premessa.

Nell'ambito del "Programma di recupero di Costafiore (L. 61/98)" la Società SITEC s.r.l. ha realizzato due campagne di sondaggi geognostici nel 1999 e nel 2000 e precisamente:

anno 1999:

- n. 8 sondaggi meccanici a carotaggio continuo e a distruzione di nucleo, di profondità compresa tra 30,0 e 76,0 metri;
- prelievo di n.1 campioni indisturbati e di n.12 campioni poco disturbati;
- n. 9 prove penetrometriche SPT in foro di sondaggio;
- installazione di n. 4 piezometri a tubo aperto nei sondaggi S.3, S.4, S.5, S.7;
- installazione di n. 6 piezometri tipo Casagrande nei sondaggi S.1, S.3, S.4, S.5 ed S.7;
- installazione di n. 3 tubi inclinometrici nei sondaggi S.2, S.6 ed S.8.

anno 2000:

- n. 3 sondaggi meccanici a carotaggio continuo e a distruzione di nucleo, di profondità compresa tra 25,0 e 36,0 metri;
- installazione di n. 1 piezometri a tubo aperto nei sondaggi S.11;
- installazione di n. 2 tubi inclinometrici nei sondaggi S.9 ed S.10;
- installazione di n. 2 misuratori di livello con acquisizione automatica dei dati nei piezometri S.4 e S.7.

Nel successivo studio idrogeologico "Monitoraggio geotecnico e idrogeologico di una frana complessa in località Costafiore di Muccia (art. 2 - L. 61/98)" del 2011 sono stati realizzati:

- n. 2 sondaggi meccanici a distruzione di nucleo, di profondità compresa tra 35,0 e 60,0 metri;
- installazione di n. 2 piezometri a tubo aperto nei sondaggi S.12 e S.13;
- installazione di n. 3 misuratori di livello con acquisizione automatica dei dati nei 2 nuovi piezometri (S.12 e S.13) e nel piezometro esistente S.5.

Nel corso della "Indagine geologico-tecnica per la realizzazione di un muro di contenimento in località Costafiore nel Comune di Muccia (MC)" effettuata dal Dott. Geol. Bruno Prugni dello Studio Sfera con sede in Tolentino (MC) nel febbraio 2009 sono state realizzate:

- n. 3 prove penotrometriche dinamiche DPM fino a profondità comprese tra 7,10 e 8,00metri.

Nell'allegato A sono riportate le stratigrafie dei sondaggi geognostici sopra elencati, mentre l'allegato B comprende i grafici delle prove penetrometriche di cui sopra.

La successione litostratigrafica dell'area in esame è caratterizzata dalla presenza delle seguenti unità litologiche i cui spessori sono desunti dai report dei sondaggi geognostici eseguiti:

Terreni di riporto

Depositi litologicamente e tessituralmente molto eterogenei costituiti in prevalenza da limi argilloso-sabbiosi e/o sabbie limose con clasti poligenici eterometrici, a luoghi percentualmente prevalenti. Il loro spessore, generalmente modesto, non supera i 3,10 metri.

Depositi detritici di versante e depositi colluviali

I detriti di versante sono costituiti da elementi calcarei angolosi e subangolosi, di dimensioni medio-grossolane ($\phi=2-10\text{cm}$), provenienti principalmente dalla disgregazione delle formazioni calcaree e calcareo-marnose affioranti sul Monte di Costafiore (Scaglia rossa, Scaglia variegata e Scaglia Cinerea), con matrice limoso-argilloso-sabbiosa ("clast supported"). La percentuale di frazione fine risulta piuttosto variabile verticalmente ed orizzontalmente. Localmente la matrice può risultare scarsa o assente ("partially open work"). La percentuale di matrice fine aumenta procedendo da monte verso valle ed è più abbondante negli strati superficiali.

I depositi colluviali sono stati riscontrati durante le perforazioni eseguite nel centro abitato e a valle dello stesso; essi risultano costituiti in prevalenza da limi argilloso-sabbiosi e/o argille limose inglobanti clasti calcarei e calcareo-marnosi eterometrici. Lo spessore varia da 5,50 metri a 45,0 metri.

Substrato

Il substrato della zona esaminata è costituito dalle formazioni calcaree e calcareo-marnose della Scaglia rossa, Scaglia variegata, Scaglia cinerea, Bisciario e Schlier. I sondaggi eseguiti hanno tuttavia evidenziato soltanto la presenza della Scaglia cinerea, che è costituita da calcari marnosi e marne calcaree a stratificazione difficilmente distinguibile a causa dell'intenso clivaggio. La parte superiore, al contatto con i detriti di falda, si presenta fortemente alterata e fratturata, al punto da obliterare in molti casi l'originale struttura.

L'alterazione, la fratturazione e la struttura localmente caotica riscontrata nelle carote di sondaggio fanno ipotizzare il coinvolgimento del substrato nel movimento franoso oggetto di studio.

6 - IDROGEOLOGIA

I dati emersi durante il monitoraggio dell'area di studio e dettagliatamente descritti e commentati nel rapporto del settembre 2011 consentono di schematizzare il sottosuolo, dal punto di vista idrogeologico, in due mezzi a diversa permeabilità; il primo, più superficiale, è costituito dai terreni di copertura interessati da una falda libera mentre, il secondo è rappresentato dal substrato marnoso-argilloso a permeabilità molto bassa con circolazione idrica praticamente impedita.

Le misure piezometriche hanno evidenziato una correlazione diretta con il regime stagionale delle precipitazioni con dei picchi nei mesi di marzo-aprile e dei minimi in luglio-ottobre senza risentire dei singoli eventi meteorici anche intensi. Le variazioni di livello sono mediamente comprese tra 2 e 4 metri con picchi di 6 metri ad eccezione del piezometro S11 in cui le escursioni sono i 6-7 metri.

L'alimentazione profonda della falda è stata provata nel 2007 quando a causa delle scarse precipitazioni il livello della falda si è mantenuto comunque costante con un'unica differenza non è stato registrato il picco invernale-primaverile.

La rete di flusso nel versante, in condizioni di regime stazionario, si può assimilare a quella di un pendio indefinito, omogeneo, costituito da un mezzo superiore più permeabile, posto su un basamento impermeabile. La falda libera non raggiunge mai il piano campagna, ma risulta piuttosto depressa rispetto allo spessore dei terreni di copertura.

In condizioni di regime transitorio, la rete di flusso nel pendio non viene perturbata in maniera significativa, poiché gli apporti idrici del bacino di monte si propagano verso valle con dei picchi piezometrici, puntualmente intercettati in tempi successivi dai trasduttori di pressione posti a varie quote lungo il pendio, con un effetto paragonabile a quello della propagazione di «un'onda di piena» in un mezzo poroso saturo, che corre al di sopra della falda freatica presente.

Nella figura 3 (pagina seguente) è schematizzata la circolazione idrica sotterranea mediante la ricostruzione delle linee isopiezometriche e dell'andamento della falda in sezione. Quest'ultima risente ovviamente della geometria della frana caratterizzata da gradini tra i singoli corpi. Procedendo da monte verso valle il gradiente varia, riducendosi nella parte centrale in corrispondenza dell'abitato, per poi aumentare al piede. Inoltre non si evidenziano assi di drenaggio preferenziali.

Dall'esame del sistema informativo territoriale della provincia di Macerata (<http://www.sit.provincia.mc.it>) è stato verificato che l'area d'intervento non è soggetta a

vincolo idrogeologica ai sensi del R.D.L. n. 3267 del 30 dicembre 1923 e della L.R. n. 6 de 23 febbraio 2005.

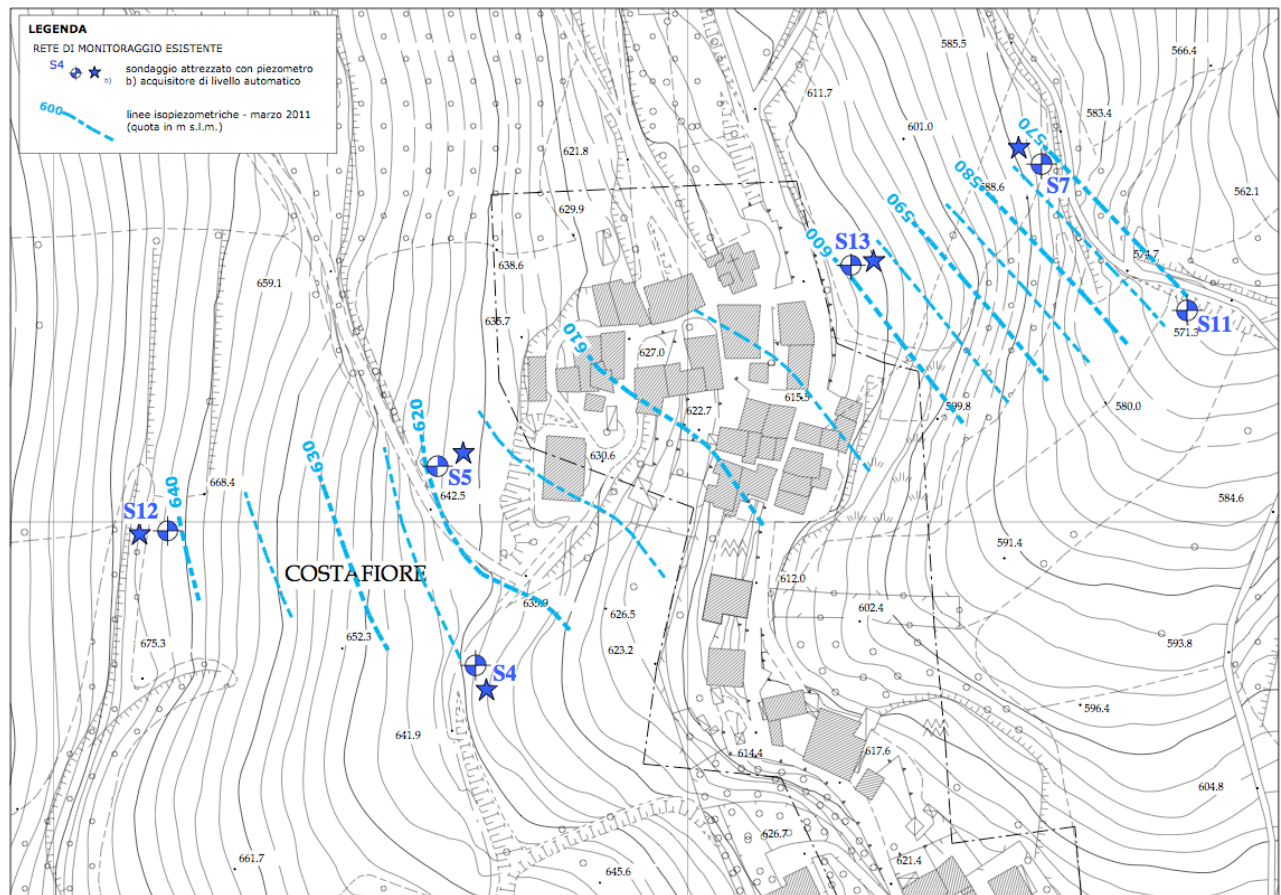


Fig. 3 – Planimetria isopiezometriche (tratto da: "Monitoraggio geotecnico e idrogeologico di una frana complessa in loc. Costafiore di Muccia" – Geoequipe S.T.A. settembre 2011)

7 - CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

La caratterizzazione geotecnica dei terreni nell'area d'indagine è stata effettuata approfonditamente, nella campagna del 1999, con prove in sito ed in laboratorio. Durante la perforazione dei sondaggi sono state effettuate n. 9 prove S.P.T. e sono stati prelevati n. 13 campioni che successivamente, in laboratorio, sono stati sottoposti a prove geotecniche i cui risultati sono riportati nella sottostante tabella.

SONDAGGIO N.	CAMPIONE N.	PROF. PRELIEVO (m)	QUALITÀ CAMP.	DESCRIZIONE LITOLOGICA	PROPRIETÀ INDICE - CLASSIFICAZIONE																			PROVA DI COMPRESSIONE E.L.L.		PROVA DI TAGLIO DIRETTO CD				PROVA DI COMPRESSIBILITÀ EDOMETRICA			
					γ_s (t/mc)	γ_d (t/mc)	G_c (t/mc)	W_c (%)	W_L (%)	W_p (%)	I_p (%)	I_L (%)	IL	Grado di Consistenza	USGS	CaCO ₃ (%)	GHIAIA (%)	SABBIA (%)	LIMO (%)	ARGILLA (%)	Chies. Arg.	q_u (Kg/cmq)	E_{50} (Kg/cmq)	C' (Kg/cmq)	C_r (Kg/cmq)	ϕ' (°)	ϕ_r (°)	E_{50} (1-2 Kg/cmq)	C_v (1-2 Kg/cmq)	K_v (1-2 Kg/cmq)			
S.4	CD2	23.9-24.3	Q3	limo argilloso-sabbioso	1,88			18,80	32,60	16,00	16,60	0,83	0,17	solido-plastica	CL-OL											0,04	0,01	27,80	21,20				
	CD3	49.1-49.7	Q4	marna argillosa	1,76			15,60	41,60	18,00	23,60	15,60	1,10	semi solida	CL-OL											0,05	0,00	26,20	19,60				
	CD1	4.00-4.20	Q4	Argilla con limo	1,84			28,20	70,90	25,20	45,70	0,93	0,07	solido-plastica	CH-OH											0,07	0,02	22,40	17,60				
S.5	CD2	5.80-6.00	Q3	limo argilloso debolmente sabbioso ghiaia in abbondante matrice sabbioso-argillosa				16,20	40,50	22,90	17,60	1,38	-0,38	solida	SC			32,70	21,19	46,11													
	CD3	22.0-22.3	Q1-2	ghiaia in abbondante matrice sabbioso-argillosa				15,50	/	/	non plastico	/	/		GM-GM/GC			63,86	16,08	20,06													
S.6	CD1	5.10-5.50	Q3	limo argilloso debolmente sabbioso				11,30	36,90	18,60	18,30	1,40	-0,40	solida	CL			22,59	25,91	51,50													
	CD2	21.0-21.5	Q3	limo argilloso-sabbioso				11,40	23,60	13,50	10,20	1,20	-0,20	semi solida	SC			33,64	29,72	36,64													
	CD3	34.1-34.4	Q4	limo argilloso debolmente sabbioso	2,14			14,30	39,20	17,90	21,30	1,17	-0,17	semi solida	CL-OL											0,06	0,01	28,10	20,10				
	CD4	41.0-41.4	Q4	limo argilloso debolmente sabbioso	2,12			18,30	48,80	21,50	27,30	1,12	-0,12	semi solida	CL-OL											0,16	0,03	27,80	20,50				
S.7	C1	6.5-7.10	Q5	argilla con limo	1,87	1,43	2,73	30,50	75,00	26,80	48,20	0,92	0,08	solido-plastica	CH-OH											0,12	0,03	23,00	17,60	416,67	1,44 E -0,3	3,47 E -0,9	
	CD1	11.2-11.5	Q3	limo argilloso-sabbioso				11,10	33,40	16,70	16,80	1,33	-0,33	solida	SC			39,00	21,35	36,64													
	CD2	35.6-36.0	Q4	limo argilloso debolmente sabbioso	2,08			14,10	41,40	18,80	22,60	1,21	-0,21	semi solida	CL-OL											0,11	0,02	27,80	20,20				
	CD3	48.0-48.3	Q4	marna	2,46			5,70										62,50							67,30								

Tab. 1 – Tabella riassuntiva prove geotecniche di laboratorio (tratto da: "Programma di recupero di Costafiore L.61/98" – SITEC s.r.l. settembre 1999)

8 – INDAGINE GEOFISICA

L'impiego congiunto delle due metodologie geofisiche HVSR e Masw consente di definire sia la frequenza di risonanza dei terreni, sia la velocità delle onde di taglio "S" in profondità. La prospezione HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio o tecnica di Nakamura) è una prospezione geofisica passiva che misura il "rumore sismico" presente sulla superficie terrestre. La tecnica H/V consiste nel calcolo del rapporto degli spettri di Fourier del rumore tra la componente orizzontale H (generalmente lo spettro H viene calcolato come media degli spettri di Fourier delle componenti orizzontali NS ed EW) e quella verticale V. Il metodo è stato introdotto da scienziati giapponesi agli inizi degli anni '70, tra i quali Nogoshi e Igarashi (1971) e Shiono et al. (1979), che indagarono sul significato fisico del rapporto H/V e mostrarono la sua relazione diretta con la curva di ellitticità delle onde di Rayleigh. Essi conclusero che il picco massimo di ampiezza si verifica alla frequenza di risonanza fondamentale della copertura di terreni. Nel 1989, Nakamura propose in inglese il rapporto H/V come stima affidabile della funzione di trasferimento delle onde S per un dato sito. Le argomentazioni usate da Nakamura sono estremamente qualitative e si basano sull'ipotesi che i microtrempi siano originati da sorgenti molto locali, come il traffico vicino al sismometro, e siano onde di Rayleigh che si propagano in un solo strato su un semispazio.

La prospezione sismica Masw (Multichannel Analysis of Surface Waves) consente di ottenere un modello verticale delle velocità delle onde "S", a partire dalle modalità di propagazione delle onde di superficie, in particolare delle onde di Rayleigh. Osservando le caratteristiche dispersive del sito è possibile stimare alcune proprietà meccaniche del sottosuolo; infatti è noto che nella propagazione delle onde nel sottosuolo stratificato e trasversalmente isotropo ogni frequenza è caratterizzata da una diversa velocità di propagazione correlata anche alla lunghezza d'onda, questo viene definito "dispersione di frequenza". Dall'elaborazione degli spettri delle velocità delle onde "S" si arriva alla definizione del modello di stratificazione del sottosuolo con i relativi parametri meccanici e sismici.

L'elaborazione congiunta dei dati HVSR e Masw permette di eliminare alcuni limiti insiti nei due metodi, ovvero tramite l'elaborazione dei dati acquisiti con tecnica Masw è possibile definire in modo univoco la velocità e gli spessori degli orizzonti più superficiali del sottosuolo; questi dati inseriti nell'elaborazione ed analisi della prova HVSR eliminando le "quasi infinite" soluzioni interpretative, consentono di stimare anche la velocità degli strati più profondi e non investigati tramite "la Masw".

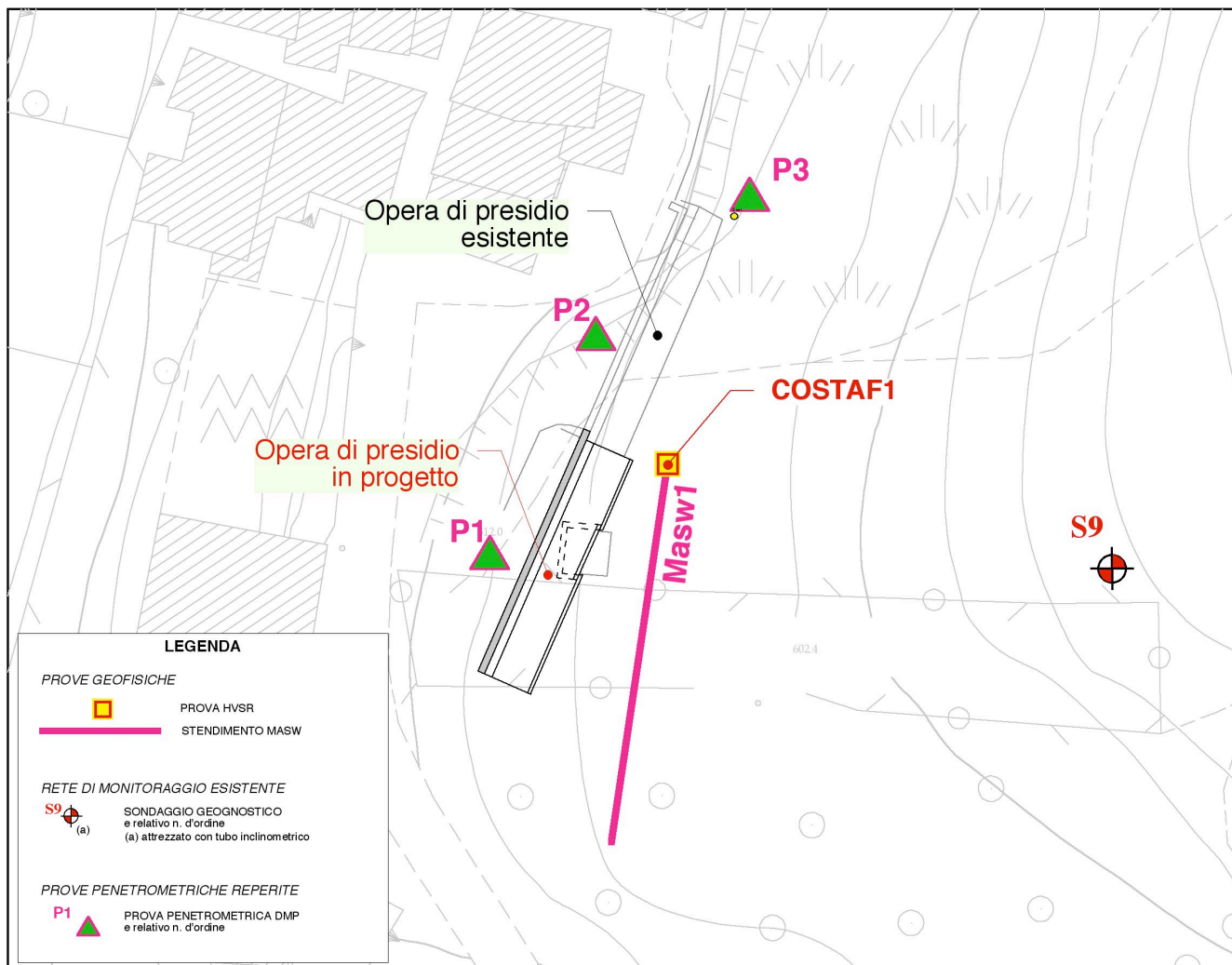


Fig. 4 – Planimetria indagini geofisiche (HVSR e stendimento Masw)

Queste prove, ampiamente utilizzate da anni nel settore sismologico, negli ultimi anni sono sempre più impiegate in campo geotecnico/ingegneristico per derivare i seguenti parametri:

- la frequenza fondamentale di risonanza F_0 dei terreni presenti nel sottosuolo;
- la stima del profilo del terreno in termini delle velocità delle onde "S" e della densità e quindi delle velocità V_{s30} (relativamente ai primi 30 m dal piano campagna);

Essendo disponibili dati stratigrafici molto dettagliati e ben distribuiti, è stata possibile un'ottimale "taratura" della prova.

Complessivamente sono state realizzate n. 1 prove HVSR e n. 1 stendimento Masw (Allegato G5).

La strumentazione impiegata.

La strumentazione utilizzata è costituita da un sismometro (tromometro) triassiale, completo di registratore digitale costituito da:

- canali velocimetrici (saturazione $\pm 1,2$ mm/s);
- canali velocimetrici (saturazione ± 50 mm/s);
- canali accelerometrici;
- 1 canale analogico (trigger esterno);
- frequenze di campionamento 128, 256, 512, 1024 Hz su tutti i canali;

La successiva elaborazione dei dati è stata eseguita con un software specifico strutturato in moduli:

- Modulo scarico dei dati;
- Modulo gestione ed archiviazione dei tracciati in un database
- Modulo di routine per analisi dei dati del sottosuolo (Frequenze di risonanza): analisi dei dati spettrale, direzionale, di sito di riferimento (SSR) e H/V e secondo le linee guida europee (SESAME 2005 ecc.); pulizia delle tracce nei domini delle frequenze e dei tempi, automatica e manuale;
- Modulo report automatico (in formato .doc di Word™ e .rft)
- Modulo uscita dati in formati adatti all'uso in software di contouring.
- Modulo per la stima del parametro Vs30 tramite fit vincolato della curva H/V.

La strumentazione è stata programmata per un'acquisizione della durata di 16 minuti, con un campionamento di 512Hz.

Risultati indagine.

Dall'esame sommario della registrazione HVSR si è notata la presenza di frequenze originate da sorgenti antropiche (6,3 e 12,3 Hz) nei pressi dell'area di studio pertanto le registrazioni risultano un po' disturbate ma comunque interpretabili.

L'elaborazione e la seguente interpretazione dei dati registrati nello stendimento Masw ha consentito la definizione delle caratteristiche dei sismostrati (velocità delle onde "S" e spessore) costituenti la porzione più superficiale del sottosuolo fino ad una profondità di circa 10 metri.

Si è quindi proceduto all'elaborazione dei dati HVSR che hanno subito un prima "pulizia" per eliminare i "transienti", successivamente è stato applicato un filtraggio per una modesta lisciatura della curva H/V; successivamente sono state introdotte le informazioni ricavate dagli stendimenti Masw; alla fine è stata applicata la routine per la verifica dei criteri di significatività stabiliti dal progetto SESAME.

Prova COSTAF1 – Dall'esame della curva H/V e dai grafici delle singole componenti si notano tre picchi a 23,3, 7,5 e 3,25 Hz aventi rispettivamente ampiezze di 2,05, 2,17 e 2,6; pertanto la frequenza di 3,25 con ampiezza 2,6 è da considerare come la frequenza di risonanza. L'elaborazione dei dati ha soddisfatto tutti i criteri SESAME; la stima della sismostratigrafia del sito ha raggiunto la profondità di circa 35-40 m, utilizzando come

parametri vincolanti sia i dati delle prove Masw che le stratigrafie dei sondaggi eseguiti nell'area. Il parametro Vs30 ricavato è di 377 m/s.

Bibliografia

- Aki K., 1964. A note on the use of microseisms in determining the shallow structures of the earth's crust, *Geophysics*, 29, 665-666.
- Ben-Menahem A., Singh S.J., 1981. *Seismic Waves and Sources*, Springer-Verlag, New York.
- Castellaro S., Mulargia F. e Bianconi L., 2005. Stratigrafia sismica passiva: una nuova tecnica accurata, rapida ed economica, *J. Geotech. Environm. Geol.*, 3, 51-77.
- Castellaro S. e Mulargia F., 2007. Vs30 estimates using constrained H/V measurements, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 99, 761-773.
- Castellaro S. e Mulargia F., 2008. The effect of velocity inversions on H/V, *Pure Appl. Geophys.*, 166, 567-592.
- Ibs-von Seht M. e Wohlenberg J., 1999. Microtremor measurements used to map thickness of soft sediments, *Bull. Seismol. Soc. America*, 89, 250-259.
- Kanai K., 1957. The requisite conditions for predominant vibration of round, *Bull. Earthquake Res. Inst. Tokyo Univ.*, 31, 457.
- Nakamura Y., 1989. A method for dynamic characteristics estimates of subsurface using microtremor on the round surface, *QR of RTRI*, 30, 25-33.
- SESAME Project, 2004. Guidelines for the implementation of H/V spectral ratio on ambient vibrations: Measurements, processing an interpretation, SESAME European Research Project WP12, deliverable no. D23.12, http://sesame-fp5.obs.ujf-grenoble.fr/Papers/HV_User_Guidelines.pdf.

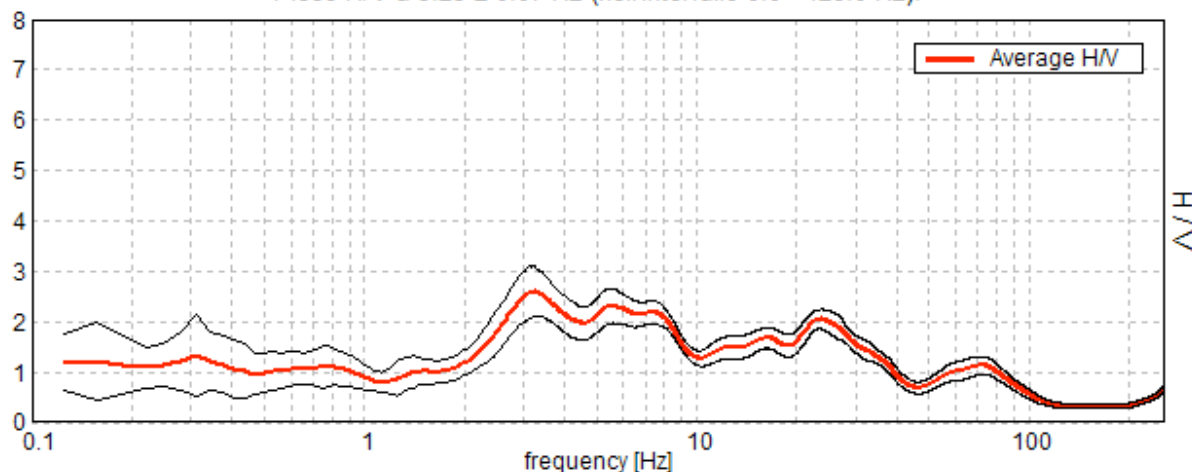
Registrazioni HVSR

COSTAF1

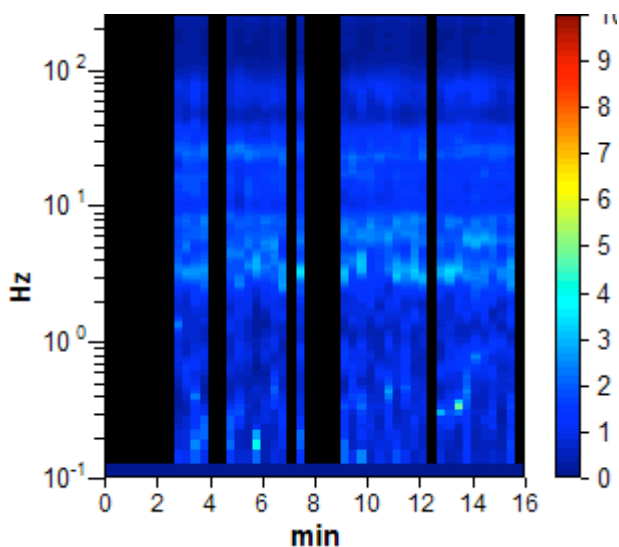
Strumento: TE3-0007/01-13
Inizio registrazione: 14/03/14 10:11:01 Fine registrazione: 14/03/14 10:27:01
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN ; TRG + TRG -
Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h16'00". Analizzato 65% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 512 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 20%

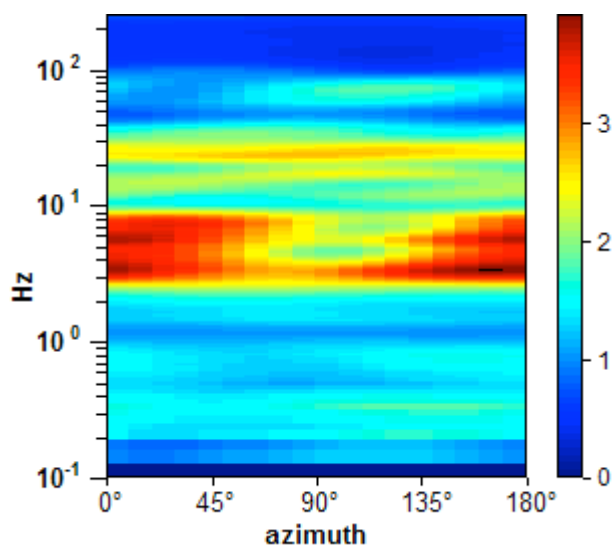
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE
Picco H/V a 3.25 ± 0.07 Hz (nell'intervallo 0.0 - 128.0 Hz).



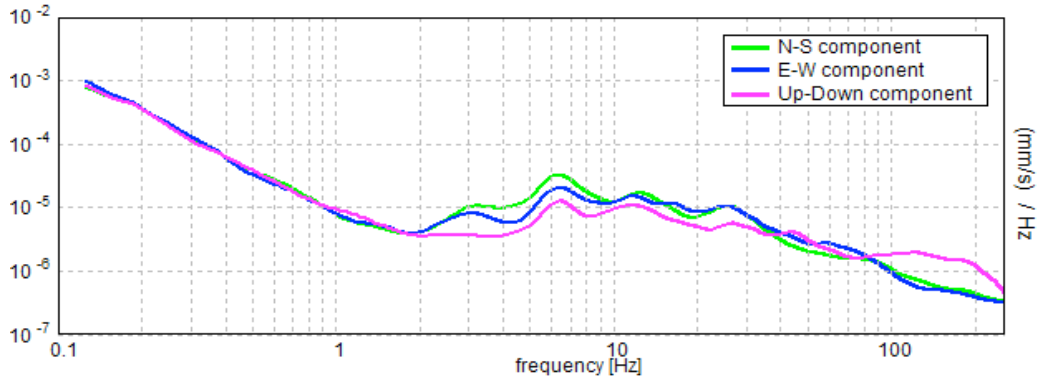
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V

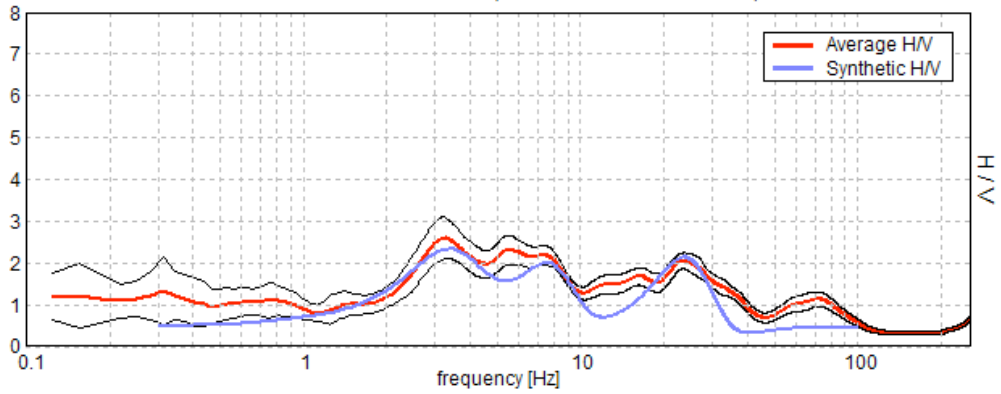


SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



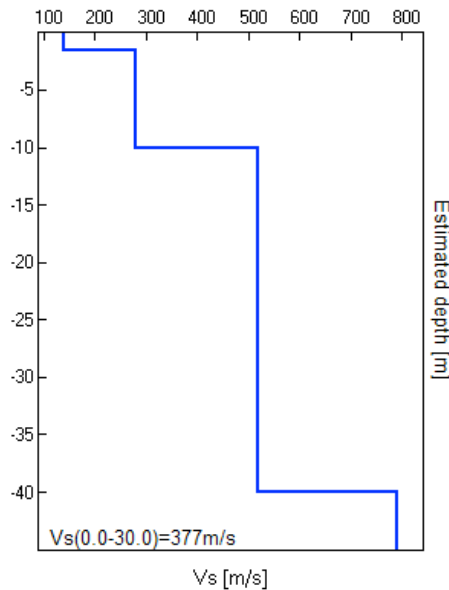
H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

Picco H/V a 3.25 ± 0.07 Hz (nell'intervallo 0.0 - 128.0 Hz).



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
1.50	1.50	140	0.42
10.00	8.50	280	0.42
40.00	30.00	520	0.42
inf.	inf.	790	0.42

$V_s(0.0-30.0)=377\text{m/s}$



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

Picco H/V a 3.25 ± 0.07 Hz (nell'intervallo 0.0 - 128.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$3.25 > 0.50$	OK
$n_c(f_0) > 200$	$2015.0 > 200$	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 157	OK

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	2.125 Hz	OK
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	9.906 Hz	OK
$A_0 > 2$	$2.60 > 2$	OK
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02051 < 0.05$	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.06665 < 0.1625$	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.5001 < 1.58$	OK

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

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

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

STENDIMENTO MASW: MASW1

MASW1, [Z]

Inizio registrazione: 14/03/14 10:11:01 Fine registrazione: 14/03/14 10:27:01

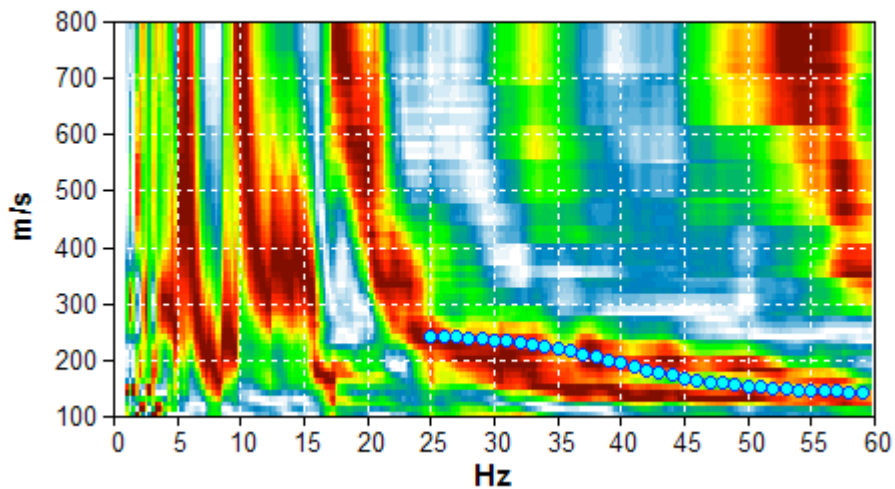
Durata registrazione: 0h00'01".

Freq. campionamento: 512 Hz

Nomi canali: B1; B2; B3; B4; B5; B6; B7; B8; B9; B10

Array geometry (x): 0.0 3.0 6.0 9.0 12.0 15.0 18.0 21.0 24.0 27.0 m.

SPETTRO DI VELOCITA' DI FASE DELL'ONDA DI RAYLEIGH PER LO STENDIMENTO MASW1



Pallini azzurri: curva di dispersione teorica per il modello di sottosuolo proposto per la prova

Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
1.50	1.50	140	0.42
10.00	8.50	280	0.42
40.00	30.00	520	0.42
inf.	inf.	790	0.42

$V_s(0.0-30.0)=377\text{m/s}$

9 - SISMICITA' DELL'AREA E MACROZONAZIONE

Per quanto riguarda la macrozonazione sismica il Comune di Muccia in cui ricade l'intervento in progetto, ai sensi della D.G.R. n.1046 del 29/07/2003: "*Indirizzi generali per la prima applicazione dell'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003 – Individuazione e formazione dell'elenco delle zone sismiche nella Regione Marche*", risulta classificato in zona sismica 2, che rappresenta la "pericolosità sismica di base" del sito in questione.

L'area in oggetto è caratterizzata dalle seguenti coordinate geografiche (ED50):

- latitudine: 43°0719377
- longitudine: 13°038557

Ai fini dell'azione sismica di progetto si fa riferimento alla normativa vigente costituita dal D.M. 14/01/2008 (Norme tecniche per le costruzioni) e alla relativa circolare esplicativa del 02/02/2009 n.617/C.S.LL.PP..

Tale normativa (punto 3.2.2) prevede la valutazione dell'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto del suolo in superficie, mediante studi specifici di risposta sismica locale. In mancanza di tali studi la normativa consente un approccio semplificato distinguendo alcune "categorie di suolo di fondazione", sulla base della stima dei valori della velocità media delle onde sismiche di taglio Vs, ovvero del numero di colpi medio N_{spt} ottenuti in una prova penetrometrica dinamica, ovvero sulla base della coesione non drenata media Cu.

Le prove geofisiche (HVSR e stendimento Masw) eseguite nel sito in oggetto hanno fornito valori di Vs30 pari a **377 m/s**.

In tale situazione di variabilità, a favore della sicurezza, è possibile attribuire le condizioni litostratigrafiche locali alla categoria di sottosuolo "C" (tab. 3.2.II-DM 14/01/2008).

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, 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> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione (tabella 3.2.IV del DM 14/01/2008):

Tabella 3.2.IV – Categorie topografiche

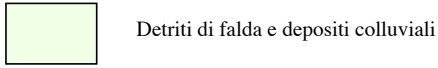
Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Sulla base della tabella sopra riportata e delle pendenze medie rilevate nell'area di stretta pertinenza progettuale (generalmente $\sim 10^\circ - 13^\circ$) si evince che l'area è classificabile nella **categoria T1**, per cui non è previsto un incremento ulteriore dell'azione sismica.

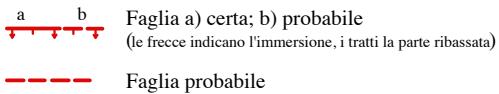
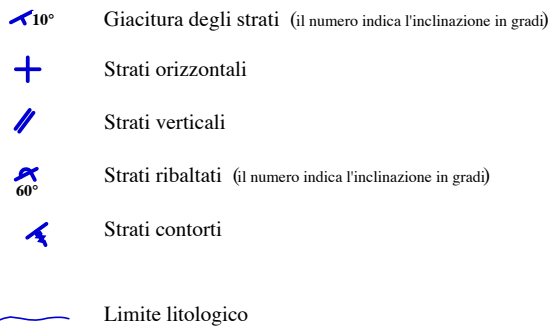
Le caratteristiche dei terreni riscontrati ed il loro assetto stratigrafico, per quanto riguarda il potenziale di liquefazione, consentono di escludere il verificarsi di tali fenomeni. Non si esclude tuttavia la possibilità di modesti e localizzati assestamenti per "densificazione" nei terreni sciolti incoerenti nel caso di sollecitazioni sismiche particolarmente intense e prolungate.

LEGENDA

UNITA' DELLA COPERTURA



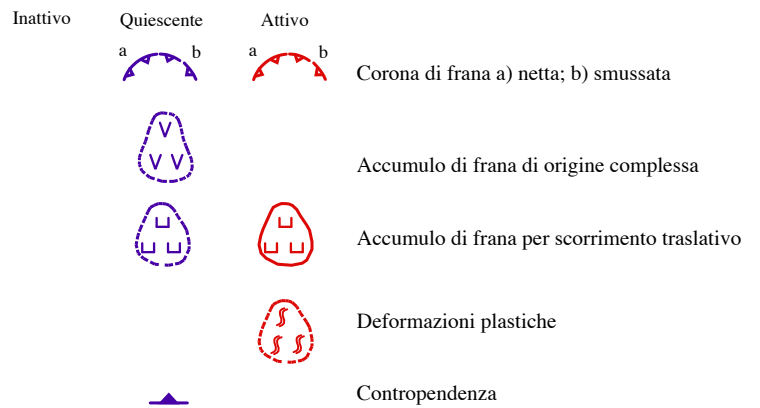
UNITA' DEL SUBSTRATO



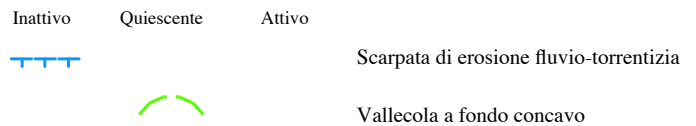
FORME POLIGENICHE



FORME DEPOSITI E PROCESSI DOVUTI ALLA GRAVITA'



FORME DEPOSITI E PROCESSI DOVUTI ALL'AZIONE DELLE ACQUE CORRENTI SUPERFICIALI



geoequipe
GEOLOGIA - INGEGNERIA

Studio Tecnico Associato - via S. Pertini, 55 ~ 62029 Tolentino (MC)

CSQ **ISO 9001**
Sistema Qualità Certificato
UNI EN ISO 9001
Cert. n. 9175.GEOE
IQNet Reg.n. IT-37310

COMUNE DI MUCCIA (MC)

*INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE DELL'ABITATO DI COSTAFIORE
INTERESSATO DA UN MOVIMENTO FRANOSO*

Committente: Amministrazione Comunale

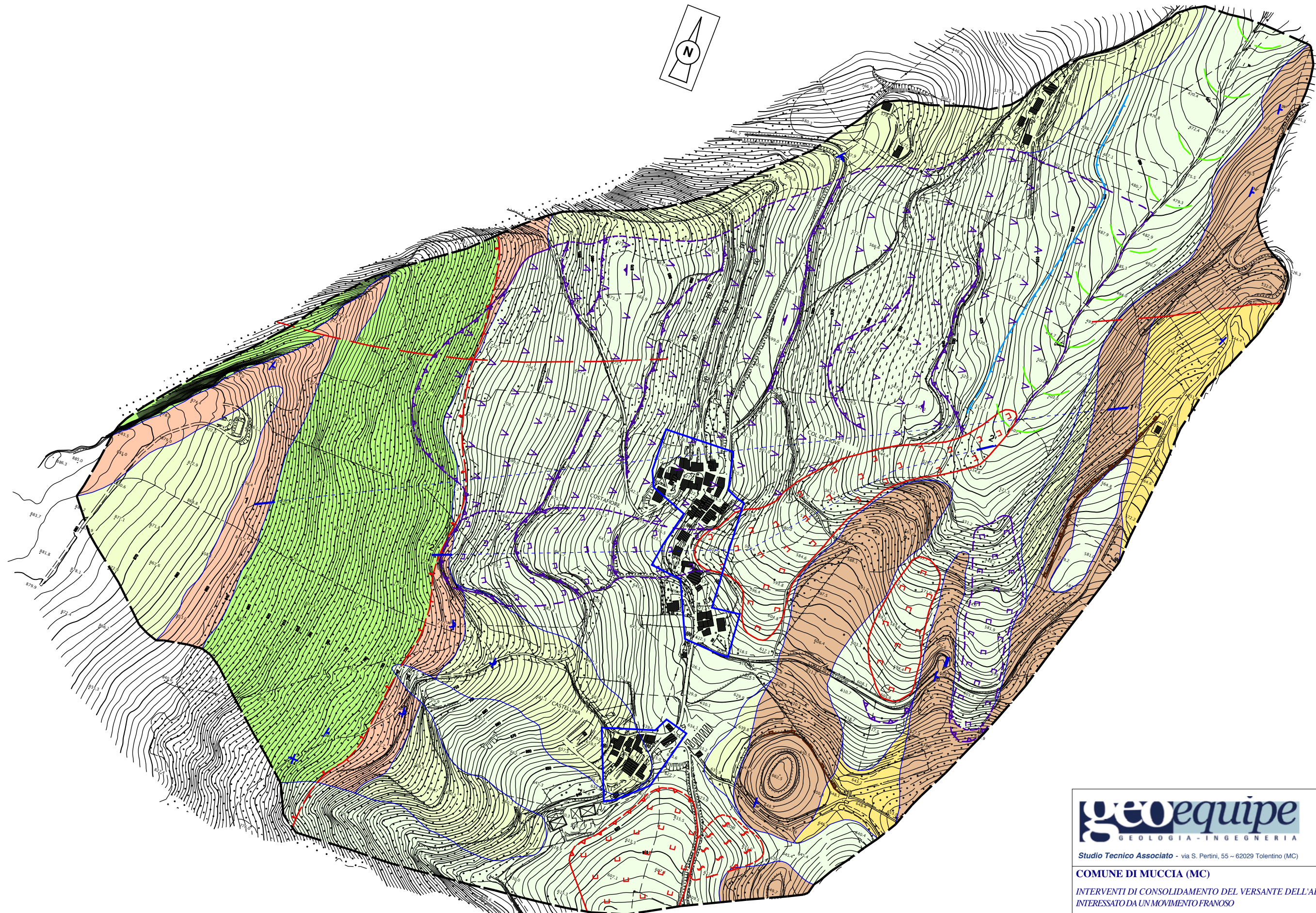
Tav. n°:

EB.1a

Legenda mappa geologica geomorfologica

ID elaborato:

13_040_T_A_EB_1-a



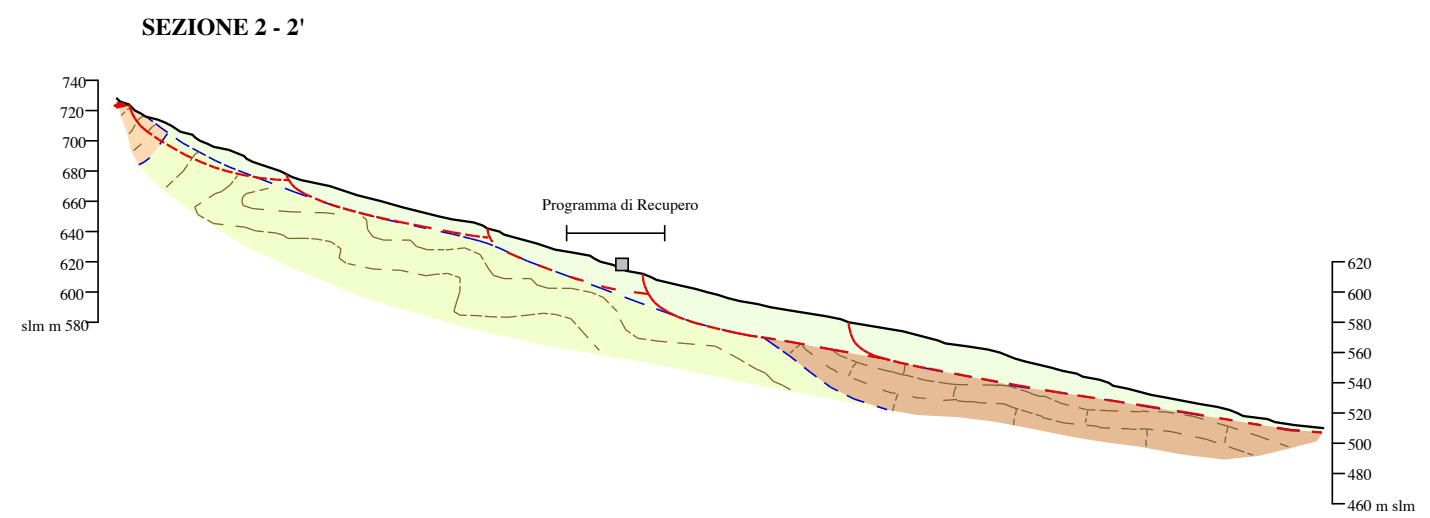
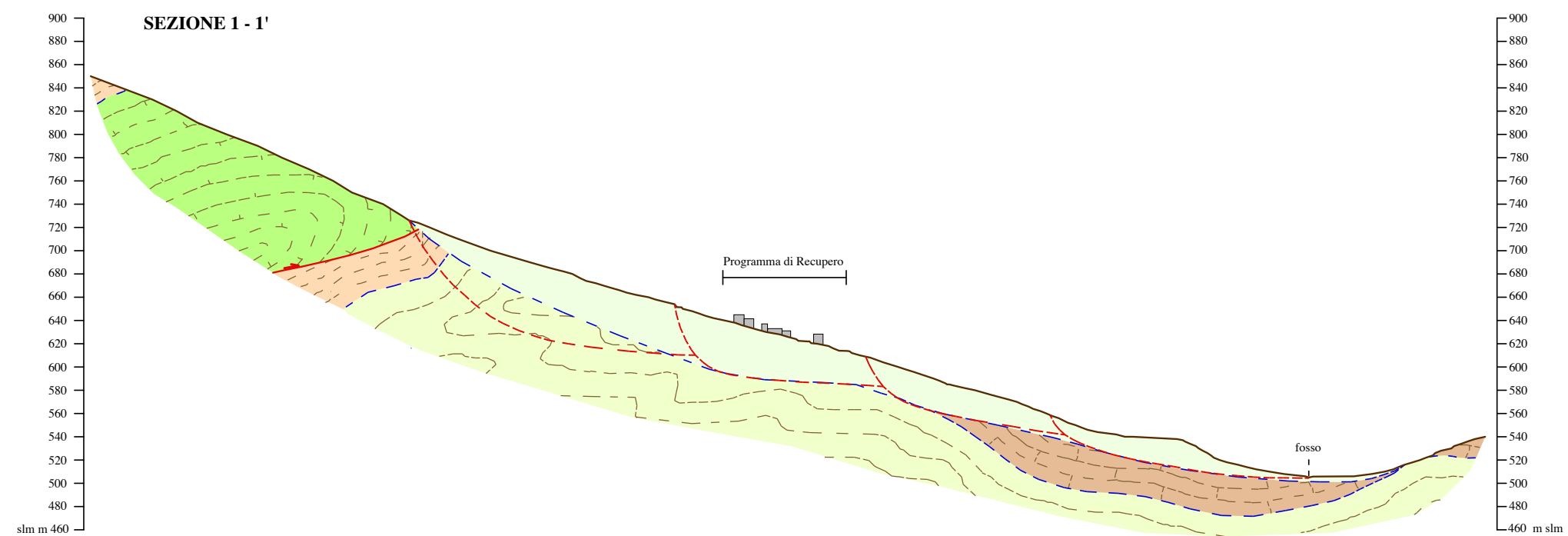
geoequipe
GEOLOGIA - INGEGNERIA

Studio Tecnico Associato - via S. Pertini, 55 - 62029 Tolentino (MC)

CSQ
Sistema Qualità Certificato
UNI EN ISO 9001
Cert. n. 9175.GEOE
IQNet Reg.n. IT-37310

COMUNE DI MUCCIA (MC)
INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE DELL'ABITATO DI COSTAFIORE
INTERESSATO DA UN MOVIMENTO FRANOSO
Committente: Amministrazione Comunale

Tav. n°:	EB.1b Mappa geologica-geomorfologica
Scala:	1:5.000
ID elaborato:	13_040_T_A_EB_1-b



LEGENDA

UNITA' DELLA COPERTURA	
Detriti di falda e depositi colluviali	Faglia inversa
UNITA' DEL SUBSTRATO	
Bisciaro	Superficie di scorrimento ipotizzata
Scaglia cinerea	
Scaglia variegata	
Scaglia rossa	

U&P engineering

CSQ

Sistema Qualità Certificato
UNI EN ISO 9001
Cert. n. 9175.GEOE
IQNet Reg.n. IT-37310

COMUNE DI MUCCIA (MC)









INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE DELL'ABITATO DI COSTAFIORE INTERESSATO DA UN MOVIMENTO FRANOSO

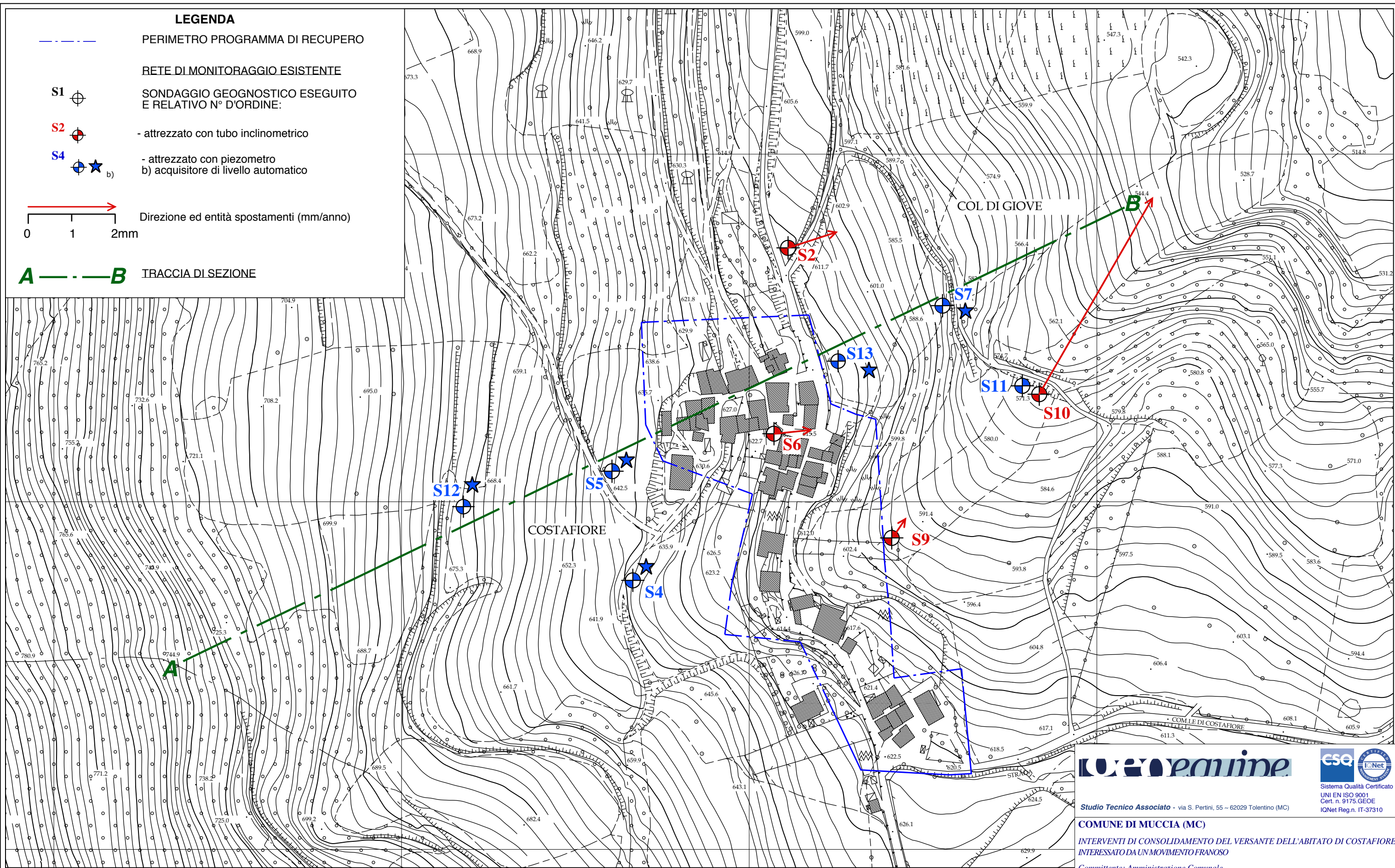
Committente: Amministrazione Comunale

Tav. n°: **EB.2** Sezioni geologico-stratigrafiche 1-1' e 2-2'

Scala: 1:5.000 ID elaborato: 13_040_T_A_EB_2

LEGENDA

-  PERIMETRO PROGRAMMA DI RECUPERO
- RETE DI MONITORAGGIO ESISTENTE**
- S1**  SONDAGGIO GEOGNOSTICO ESEGUITO E RELATIVO N° D'ORDINE:
- S2**  - attrezzato con tubo inclinometrico
- S4**  - attrezzato con piezometro
b)  b) acquirente di livello automatico
-  Direzione ed entità spostamenti (mm/anno)
-  0 1 2mm
- A**  **B** TRACCIA DI SEZIONE



		
Studio Tecnico Associato - via S. Pertini, 55 - 62029 Tolentino (MC)		
COMUNE DI MUCCIA (MC) INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE DELL'ABITATO DI COSTAFIORE INTERESSATO DA UN MOVIMENTO FRANOSO Committente: Amministrazione Comunale		
Tav. n°:	EB.3	Planimetria rete di monitoraggio
Scala:	1:2.000	ID elaborato: 13_040_T_A_EB_3

LEGENDA

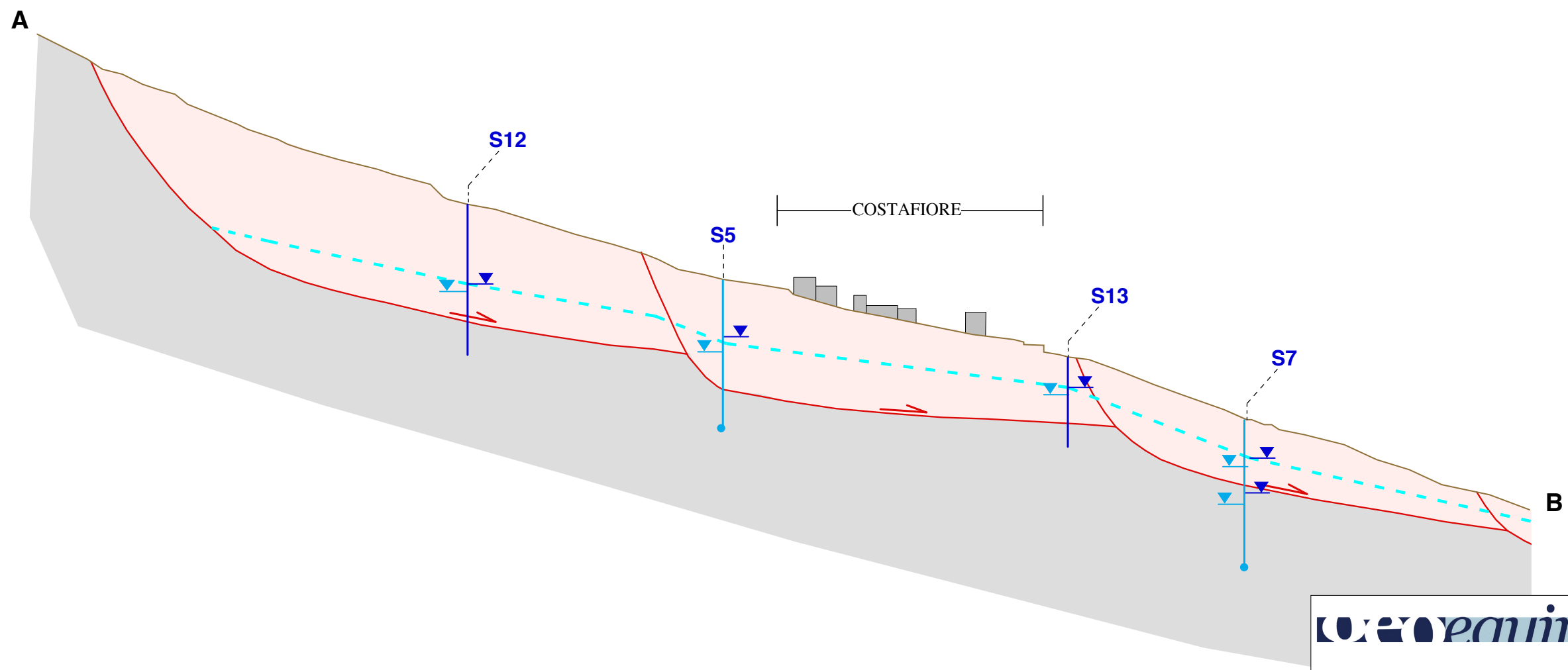
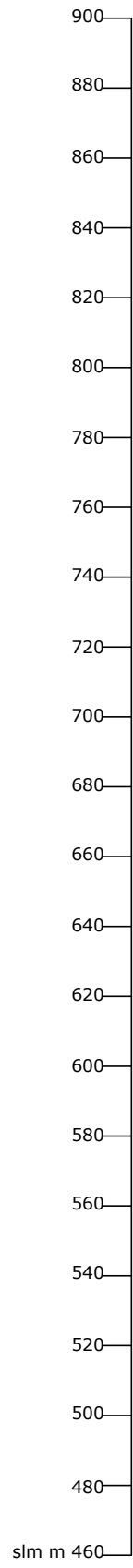
- Accumulo di frana
- Terreno in posto
- Superficie di scorrimento ipotizzata
- Superficie piezometrica presunta (livelli di morbida - marzo 2011)

Sondaggio attrezzato con piezometro:

- S9
- | a tubo aperto
- |
- S4
- | tipo Casagrande
- |
-

Massimo livello piezometrico rilevato (giugno 1999 - settembre 2011):

- ▼ massimo
- ▼ minimo



Studio Tecnico Associato - via S. Pertini, 55 - 62029 Tolentino (MC)

Sistema Qualità Certificato
UNI EN ISO 9001
Cert. n. 9175.GEOE
IQNet Reg.n. IT-37310

COMUNE DI MUCCIA (MC)



INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE DELL'ABITATO DI COSTAFIORE
INTERESSATO DA UN MOVIMENTO FRANOSO

Committente: Amministrazione Comunale



Tav. n°:	EB.4	Sezione schematica della frana
Scala:	1:2.000	ID elaborato:
		13_040_T_A_EB_4

LEGENDA

PROVE GEOFISICHE

-  PROVA HVSR
-  STENDIMENTO MASW

RETE DI MONITORAGGIO ESISTENTE

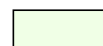
-  **S1** (a) SONDAGGIO GEOGNOSTICO e relativo n. d'ordine
-  **S4** (b) SONDAGGIO GEOGNOSTICO e relativo n. d'ordine
- (a) attrezzato con tubo inclinometrico
- (b) attrezzato con piezometro

PROVE PENETROMETRICHE REPERITE




-  **P1** PROVA PENETROMETRICA DMP e relativo n. d'ordine

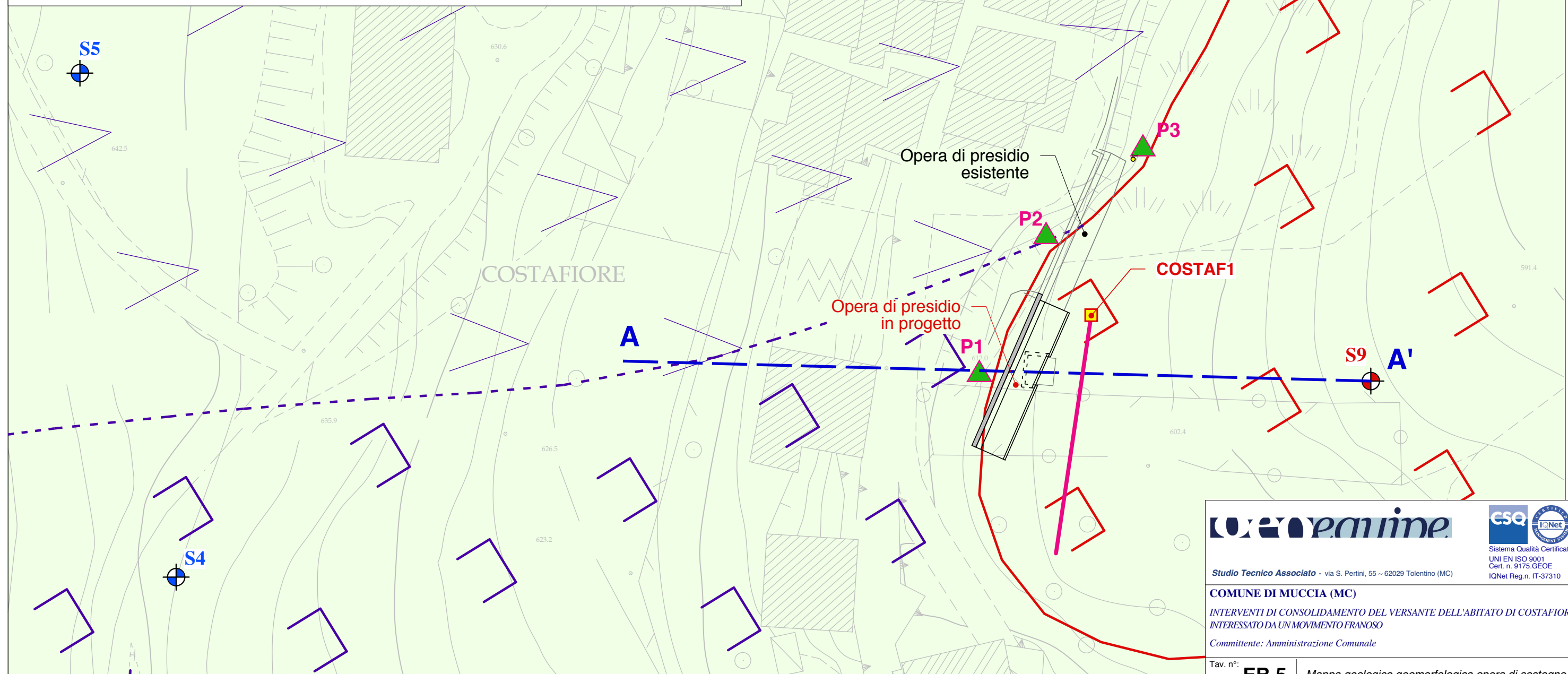
-  **A** TRACCIA DI SEZIONE

UNITA' DELLA COPERTURA

-  Detriti di falda e depositi colluviali

FORME DEPOSITI E PROCESSI DOVUTI ALLA GRAVITA'

- Quiescente Attivo
-  Accumulo di frana di origine complessa
-  Accumulo di frana per scorrimento traslativo
- 



U&P ENGINEERING

csq  **IQNet**

Sistema Qualità Certificato
UNI EN ISO 9001
Cert. n. 9175.GEOE
IQNet Reg.n. IT-37310

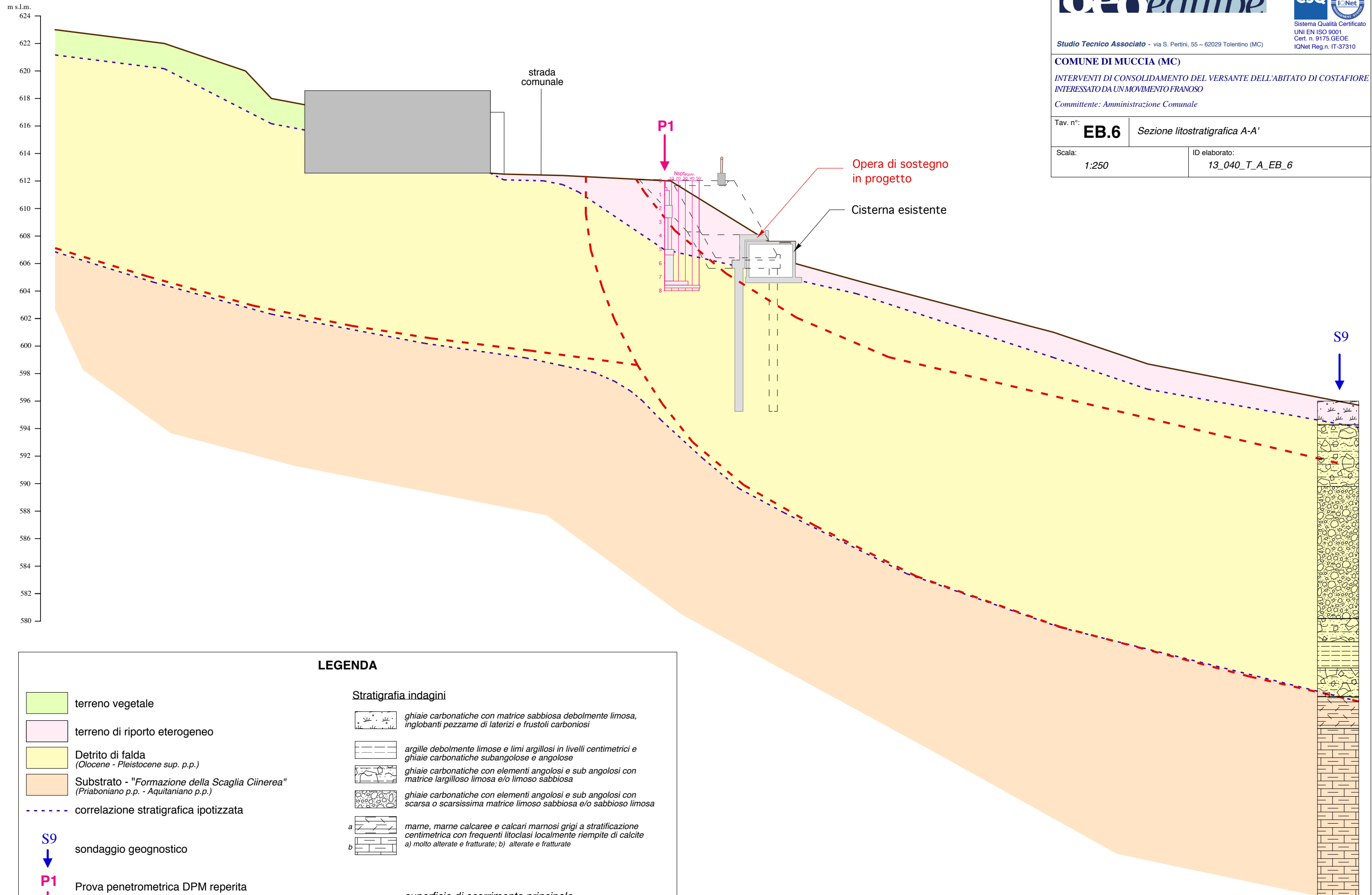
Studio Tecnico Associato - via S. Pertini, 55 - 62029 Tolentino (MC)

COMUNE DI MUCCIA (MC)

*INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE DELL'ABITATO DI COSTAFIORE
INTERESSATO DA UN MOVIMENTO FRANOSO*

Committente: Amministrazione Comunale

Tav. n°:	EB.5	Mappa geologico geomorfologica opera di sostegno
Scala:	1:500	ID elaborato: 13_040_T_A_EB_5



LEGENDA

- terreno vegetale
- terreno di riporto eterogeneo
- Detrito di falda
(Olocene - Pleistocene sup. p.p.)
- Substrato - "Formazione della Scaglia Ciinerea"
(Priaboniano p.p. - Aquitaniano p.p.)

correlazione stratigrafica ipotizzata

S9
sondaggio geognostico

P1
Prova penetrometrica DPM reperita

Stratigrafia indagata

- ghiaie carbonatiche con matrice sabbiosa debolmente limosa, inglobanti pezzame di laterizi e frustoli carboniosi
- argille debolmente limose e limi argillosi in livelli centimetrici e ghiaie carbonatiche subangolose e angolose
- ghiaie carbonatiche con elementi angolosi e sub angolosi con matrice larghioso limosa e/o limoso sabbiosa
- ghiaie carbonatiche con elementi angolosi e sub angolosi con scarsa o scarsissima matrice limoso sabbiosa e/o sabbioso limosa
- a) marni, marne calcaree e calcari marnosi grigi a stratificazione centimetrica con frequenti litoclasti localmente riempite di calcite
- b) alterate e fratturate

superficie di scorrimento principale ipotizzata

COMUNE DI MUCCIA
Committente: AMMINISTRAZIONE COMUNALE

INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE DELL'ABITATO DI COSTAFIORE
INTERESSATO DA UN MOVIMENTO FRANOSO

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA – Settembre 2020 - Comm. 13_040

ALLEGATO (A)

SONDAGGI GEOGNOSTICI (reperiti)

Cantere: Costafiore (MC)	N. sondaggio: S2
Committente: SITEC S.r.l.	Scala sondaggio: 1:100
Perforatore: Geotecnica Lavori S.r.l.	Geologo: S.G.A. Studio Geologi Associati - PG
Data inizio: 10.05.99	Quota (p.c.): n.r.
Metodo perf.: Carotaggio continuo - carotiere semplice	Data ultimazione: 13.05.99

Scala 1:100	Profondita'	Carotaggio (%) 20406080	Cassetta	Stratigrafia	Descrizione	R.Q.D. (%) 20406080	Numero colpi S.P.T.	Pocket 1 2 3 4	Campioni	Tubo Inclinometrico	Piezometro Casagrande	Piezometro Tubo Aperto
1	0.70				Argilla limosa mediamente consistente marrone rossastra con clasti poligenici centimetrici angolosi e frammenti vegetali (Terreno di riporto)							
2			1		Argilla limosa marrone rossastra mediamente consistente con clasti calcarei centimetrici angolosi (Detrito di falda = D.F.)							
3	3.00				Ghiaia con clasti calcarei micritici biancastri angolosi e sub arrotondati e frammenti di selce rossa in matrice sabbiosa a tratti limosa avana rossastra. (D.F.)							
4	4.00				Ghiaia con clasti calcarei biancastri (0.2 - 9 cm) in abbondante matrice sabbiosa limosa scarsamente compatta marrone rosata. (D.F.)							
5					Ghiaia con clasti calcarei biancastri (0.2 - 9 cm) in abbondante matrice sabbiosa limosa scarsamente compatta marrone rosata. (D.F.)							
6			2		Ghiaia con clasti calcarei biancastri (0.2 - 9 cm) in abbondante matrice sabbiosa limosa scarsamente compatta marrone rosata. (D.F.)		5.50					
7					Ghiaia con clasti calcarei biancastri (0.2 - 9 cm) in abbondante matrice sabbiosa limosa scarsamente compatta marrone rosata. (D.F.)		5.95					
8	8.00				Ghiaia con clasti calcarei biancastri (0.2 - 9 cm) in abbondante matrice sabbiosa limosa scarsamente compatta marrone rosata. (D.F.)							
9					Clasti calcarei bianchi e rosati (0.2 - 3 cm) angolosi e sub angolosi. (D.F.)							
10	9.50				Ghiaia con clasti calcarei bianchi e rosati angolosi e sub angolosi (0.5 - 5 cm) in matrice limo sabbiosa marrone rosata. (D.F.)							
11			3		Ghiaia con clasti calcarei bianchi e rosati angolosi e sub angolosi (0.5 - 5 cm) in matrice limo sabbiosa marrone rosata. (D.F.)							
12	11.50				Ghiaia con clasti calcarei, calcareo marnosi e di selce rossa angolosi e sub angolosi (1 - >10 cm) in matrice limosa debolmente sabbiosa scarsamente consistente verde chiaro - avana. (D.F.)							
13					Ghiaia con clasti calcarei, calcareo marnosi e di selce rossa angolosi e sub angolosi (1 - >10 cm) in matrice limosa debolmente sabbiosa scarsamente consistente verde chiaro - avana. (D.F.)							
14	13.10				Ghiaia con clasti calcarei e calcareo marnosi angolosi e sub angolosi (1 - >10 cm) in matrice limosa debolmente sabbiosa scarsamente consistente verde chiaro - avana. (D.F.)							
15	14.50				Ghiaia con clasti calcarei e calcareo marnosi angolosi e sub angolosi (1 - >10 cm) in matrice limosa debolmente sabbiosa scarsamente consistente verde chiaro - avana. (D.F.)							
16			4		Clasti calcarei micritici e calcareo marnosi verdastri e bianchi angolosi e sub angolosi (0.5 - 8 cm) in scarsa matrice limosa debolmente sabbiosa presente a tratti. (D.F.)							
17					Clasti calcarei micritici e calcareo marnosi verdastri e bianchi angolosi e sub angolosi (0.5 - 8 cm) in scarsa matrice limosa debolmente sabbiosa presente a tratti. (D.F.)							
18	18.20				Argilla limosa mediamente consistente nocciola versastra con clasti calcarei e calcareo marnosi bianchi e verdi (0.5 - 2 cm) angolosi e sub angolosi. (D.F.)							
19	19.00		5		Argilla limosa mediamente consistente nocciola versastra con clasti calcarei e calcareo marnosi bianchi e verdi (0.5 - 2 cm) angolosi e sub angolosi. (D.F.)							
20					Clasti calcarei angolosi e sub angolosi (0.5 - 5 cm) bianchi e grigi in scarsa matrice argillosa nocciola - avana. (D.F.)							

Cantiere: Costafiore (MC)	N. sondaggio: S2
Committente: SITEC S.r.l.	Scala sondaggio: 1:100
Perforatore: Geotecnica Lavori S.r.l.	Geologo: S.G.A. Studio Geologi Associati - PG
Data inizio: 10.05.99	Quota (p.c.): n.r.
Metodo perf.: Carotaggio continuo - carotiere semplice	Data ultimazione: 13.05.99

Scala 1:100	Profondita'	Carotaggio (%)	Cassetta	Stratigrafia	Descrizione	R.Q.D. (%)	Numero colpi S.P.T.	Pocket	Campioni	Tubo Inclino metrico	Piezometro Casagrande	Piezometro Tubo Aperto
		20 40 60 80				20 40 60 80		1 2 3 4				
61	60.50				Calcarei marnosi e subordinate marne grigie compatti con set di discontinuità prevalente subverticale con superfici vitree. (S.C.)							
62			11		Calcarei marnosi e subordinate marne grigie compatti con set di discontinuità prevalente subverticale con superfici vitree. (S.C.)							
63												
64	63.50				Marne calcaree prevalenti compatte grigie con set principale di discontinuità subverticale con superfici traslucide. (S.C.)					63.00		
65			12									
66	66.00											

NOTE:
 Macchina operatrice: SOIL MEC 400
 Profondità camicie: 63 m
 Diametro perforazione: Phi 101 mm
 I valori del pocket penetrometer sono espressi in Kg/cm²
 (c) = Standard penetration test eseguito con scarpa chiusa
 Perdita temporanea di fluidi a m 32.5, a m 59 e a m 63
 Rottura corona a m 54

Cantiere: Costafiore (MC)	N. sondaggio: S4
Committente: SITEC S.r.l.	Scala sondaggio: 1:100
Perforatore: Geotecnica Lavori S.r.l.	Geologo:
Data inizio: 17.05.99	Quota (p.c.): n.r.
Metodo perf.: Carotaggio continuo - carotiere semplice	Data ultimazione: 20.05.99

Scala 1:100	Profondita'	Carotaggio (%)	Cassetta	Stratigrafia	Descrizione	R.Q.D. (%)	Numero colpi S.P.T.	Pocket	Campioni	Tubo Inclinatorico	Piezometro Casagrande	Piezometro Tubo Aperto
	40.50	20 40 60 80			Calcari marnosi fratturati grigiastri con sets di discontinuità con inclinazione tra 70 ed 80° e tra 20 e 30° il secondo sistema è caratterizzato da superfici traslucide. (S.C.)							
	41.50		6		Marne fratturate marroni. (S.C.)							
	43				Marne calcaree a tratti compatte nocciola fratturate con sets di discontinuità con inclinazione da 40 a 50° e da 10 a 20°. (S.C.)							
	44.20				Marne argillose fratturate grigio verdastre. (S.C.)							
	47.20				Marne argillose compatte con leggera fogliettatura grigio verdastre. (S.C.)							
	47.50				Marne argillose e marne calcaree fratturate e fogliettate. (S.C.)							
	49		7									
	51.20				Marne calcaree compatte con set di discontinuità con inclinazione da 60 a 70° con superfici traslucide. (S.C.)							
	51.80				Marne argillose fratturate e fogliettate grigio scure. (S.C.)							
	53.50											
										49.10 CD3 49.70	49.50	

NOTE:

Macchina operatrice: SOIL MEC 400

Profondità camicie: 51 m

Diametro perforazione: Phi 101 mm

CDn: Campione disturbato

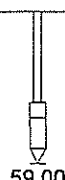
Piezometro con cella casagrande con tubi da 0.5 pollici

Piezometro a tubo aperto con tubo da 40 mm; 10 m cieco, 18 metri fessurato

Cantiere: Costafiore (MC)	N. sondaggio: S5
Committente: SITEC S.r.l.	Scala sondaggio: 1:100
Perforatore: Geotecnica Lavori S.r.l.	Geologo:
Data inizio: 20.05.99	Quota (p.c.): n.r.
Metodo perf.: Carotaggio continuo - carotiere semplice	Data ultimazione: 27.05.99

Scala 1:100	Profondita'	Carotaggio (%) 20 40 60 80	Cassetta	Stratigrafia	Descrizione	R.Q.D. (%) 20 40 60 80	Numero colpi S.P.T.	Pocket 1 2 3 4	Campioni	Tubo Inclino metrico	Piezometro Casagrande	Piezometro Tubo Aperto
1	1.00				Limo argilloso mediamente consistente marrone rossastro con abbondanti clasti calcarei centimetrici poligenici e frammenti vegetali. (Terreno vegetale)							
2					Ghiaia con clasti calcarei e di selce (1 - 3 cm) in abbondante matrice limo argilloso scarsamente consistente marrone rossastra. (Detrito di falda = D.F.)							
3	3.10		1		Limo argilloso mediamente consistente marrone rossastro con abbondanti clasti angolosi e sub arrotondati calcarei (0.5 - 2 cm). (D.F.)							
4					Limo sabbioso mediamente consistente nocciola con clasti angolosi calcarei rosati e bianchi angolosi (0.2 - 3 cm). (D.F.)							
5	4.50				Limo sabbioso mediamente consistente nocciola con clasti angolosi calcarei rosati e bianchi angolosi (0.2 - 3 cm). (D.F.)							
6	5.50				Ghiaia con clasti calcarei angolosi e sub angolosi centimetrici rossi e bianchi in matrice limosa marrone rossastra. (D.F.)							
7	6.00				Ghiaia con clasti calcarei angolosi e sub angolosi (1-7 cm) rossi e bianchi in scarsa matrice limosa rosata - avana. (D.F.)							
8	8.00				Ghiaia con clasti calcarei angolosi e sub angolosi (1-7 cm) rossi e bianchi in scarsa matrice limosa rosata - avana. (D.F.)							
9					Clasti calcarei angolosi e sub angolosi (1 - >10 cm) rossi e bianchi. (D.F.)							
10					Clasti calcarei angolosi e sub angolosi (1 - >10 cm) rossi e bianchi in scarsa matrice limosa rosa - avana. (D.F.)							
11			2		Clasti calcarei angolosi e sub angolosi (1 - >10 cm) rossi e bianchi in scarsa matrice limosa rosa - avana. (D.F.)							
12	12.00				Clasti calcarei angolosi e sub angolosi (1 - >10 cm) rossi e bianchi in scarsa matrice limosa rosa - avana. (D.F.)							
13					Clasti calcarei angolosi e sub angolosi (1 - >10 cm) rossi e bianchi in scarsa matrice limosa rosa - avana. (D.F.)							
14					Clasti calcarei angolosi e sub angolosi (1 - >10 cm) rossi e bianchi in scarsa matrice limosa rosa - avana. (D.F.)							
15	15.00				Ghiaia con clasti calcarei angolosi e sub angolosi (1 - >10 cm) in matrice limosa rosata - avana. (D.F.)							
16					Ghiaia con clasti calcarei angolosi e sub angolosi (1 - >10 cm) in matrice limosa rosata - avana. (D.F.)							
17			3		Ghiaia con clasti calcarei angolosi e sub angolosi (1 - >10 cm) in matrice limosa rosata - avana. (D.F.)							
18	18.00				Ghiaia con clasti calcarei angolosi e sub angolosi (1 - >10 cm) in matrice limosa rosata - avana. (D.F.)							
19					Clasti calcarei angolosi e sub angolosi (1 - 5 cm) rossi e bianchi. (D.F.)							

Cantiere: Costafiore (MC)	N. sondaggio: S5
Committente: SITEC S.r.l.	Scala sondaggio: 1:100
Perforatore: Geotecnica Lavori S.r.l.	Geologo:
Data inizio: 20.05.99	Quota (p.c.): n.r.
Metodo perf.: Carotaggio continuo - carotiere semplice	Data ultimazione: 27.05.99

Scala 1:100	Profondita'	Carotaggio (%)	Cassetta	Stratigrafia	Descrizione	R.Q.D. (%)	Numero colpi S.P.T.	Pocket	Campioni	Tubo Inclino metrico	Piezometro Casagrande	Piezometro Tubo Aperto
	58	20406080			Marne calcaree fogliettate e calcari marnosi fratturati, con set di discontinuità prevalente con inclinazione da 45 a 60°. (S.C.)	20406080		1 2 3 4			 59.00	
	59		8									
	60											
	60.50											

NOTE:

Macchina operatrice:SOIL MEC 400

Profondità camicie:58.5 m

Diametro perforazione:Phi 101 mm

Piezometro con cella casagrande con tubi da 0.5 pollici e 40 mm

Piezometro a tubo aperto con tubo da 32 mm; 9 m cieco, 21 m fessurato

Rottura carotiere a m 45

Cantiere: Costafiore (MC)	N. sondaggio: S6
Committente: SITEC S.r.l.	Scala sondaggio: 1:100
Perforatore: Geotecnica Lavori S.r.l.	Geologo:
Data inizio: 03.06.99	Quota (p.c.): n.r.
Metodo perf.: Carotaggio continuo - carotiere semplice	Data ultimazione: 07.06.99

Scala 1:100	Profondita'	Carotaggio (%)	Cassetta	Stratigrafia	Descrizione	R.Q.D. (%)	Numero colpi S.P.T.	Pocket	Campioni	Tubo Inclinometrico	Piezometro Casagrande	Piezometro Tubo Aperto
		20 40 60 80				20 40 60 80		1 2 3 4				
1	0.40			× × ×	Clasti calcarei poligenici centimetrici in matrice limo argillosa marrone mediamente consistente. (Terreno di riporto)							
2					Limo debolmente sabbioso mediamente consistente nocciola rossastro con clasti calcarei angolosi millimetrici. (Detrito di falda = D.F.)							
3	2.50		1		Clasti calcarei angolosi e sub arrotondati (0.2 - 5 cm) bianchi e rossi. (D.F.)		3.00					
4							3.15					
5												
6	5.50				Clasti calcarei (0.2 - 1 cm) in scarsa matrice limosa marrone rossastra. (D.F.)					5.10		
7										CD1		
8	7.00				Clasti calcarei sub angolosi (0.5 - 8 cm) in scarsa matrice limosa marrone chiaro - rossastra. (D.F.)							
9												
10	8.50				Clasti angolosi centimetrici (max. 5 cm) in scarsa matrice limo sabbiosa marrone rossastra. (D.F.)							
11												
12	11.50		2		Ghiaia con clasti calcarei sub angolosi (0.2 - 5 cm) bianchi, verdastri e rosati in matrice limosa sabbiosa nocciola rossastra. (D.F.)							
13												
14												
15												
16												
17												
18	17.50											
19			3		Ghiaia con clasti calcarei e calcareo marnosi angolosi e sub angolosi (0.2 - 8 cm) bianchi verdastri e rosati in matrice limo sabbiosa nocciola verdastra. (D.F.)		17.50					
20							17.65					

Cantiere: Costafiore (MC)	N. sondaggio: S6
Committente: SITEC S.r.l.	Scala sondaggio: 1:100
Perforatore: Geotecnica Lavori S.r.l.	Geologo:
Data inizio: 03.06.99	Quota (p.c.): n.r.
Metodo perf.: Carotaggio continuo - carotiere semplice	Data ultimazione: 07.06.99

Scala 1:100	Profondita'	Carotaggio (%)	Cassetta	Stratigrafia	Descrizione	R.Q.D. (%)	Numero colpi S.P.T.	Pocket	Campioni	Tubo Inclinometrico	Piezometro Casagrande	Piezometro Tubo Aperto
		20 40 60 80				20 40 60 80		1 2 3 4				
41			5		Marne e marne calcaree alterate e fratturate grigio verdi con fiamme ocracee. (S.C.)				41.00 CD4 41.40			
42												
43	42.90				Marne argillose e marne calcaree alterate e fratturate da grigio scuro a nocciola. (S.C.)							
44												
45	44.50				Marne calcaree fogliettate, a tratti compatte, grigio chiare. (S.C.)							
46												
47												
48	47.50		6		Marne argillose e marne calcaree fogliettate grigie con fiamme ocracee. (S.C.)							
49												
50												
51	50.50				Marne argillose fogliettate e fratturate grigie. (S.C.)							
52												
53												
54												
55												
56												
57	56.50		7		Marne debolmente calcaree fogliettate grigie. (S.C.)							
58												
59												
60	59.50				Marne calcaree compatte grigie con set prevalente di discontinuità con inclinazione da 50 a 70° con superfici vitree. (S.C.)							

Cantiere: Costafiore (MC)	N. sondaggio: S6
Committente: SITEC S.r.l.	Scala sondaggio: 1:100
Perforatore: Geotecnica Lavori S.r.l.	Geologo:
Data inizio: 03.06.99	Quota (p.c.): n.r.
Metodo perf.: Carotaggio continuo - carotiere semplice	Data ultimazione: 07.06.99

Scala 1:100	Profondita'	Carotaggio (%)	Cassetta	Stratigrafia	Descrizione	R.Q.D. (%)	Numero colpi S.P.T.	Pocket	Campioni	Tubo Inclino metrico	Piezometro Casagrande	Piezometro Tubo Aperto
		20406080				20406080		1 2 3 4				
61	61.00		7	+	Marne calcaree compatte grigie con set prevalente di discontinuità con inclinazione da 50 a 70° con superfici vitree. (S.C.)							
62				+	Marne calcaree e marne argillose fogliettate grigie. (S.C.)							
63			8	+	Marne calcaree e marne argillose compatte grigie con set prevalente di discontinuità con inclinazione da 50 a 70° con superfici vitree. (S.C.)							
64				+						64.70		
65	65.00			+								

NOTE:
 Macchina operatrice: SOIL MEC 400
 Profondità camicie: 63 m
 Diametro perforazione: Phi 101 mm
 (c) = Standard penetration test eseguito con scarpa chiusa.
 CDn = Campione disturbato

Cantiere: Costafiore (MC)	N. sondaggio: S7
Committente: SITEC S.r.l.	Scala sondaggio: 1:100
Perforatore: Geotecnica Lavori S.r.l.	Geologo:
Data inizio: 08.06.99	Quota (p.c.): n.r.
Metodo perf.: Carotaggio continuo - carotiere semplice	Data ultimazione: 10.06.99

Scala 1:100	Profondita'	Carotaggio (%) 20 40 60 80	Cassetta	Stratigrafia	Descrizione	R.Q.D. (%) 20 40 60 80	Numero colpi S.P.T.	Pocket 1 2 3 4	Campioni	Tubo Inclinometrico	Piezometro Casagrande	Piezometro Tubo Aperto
58			10		Calcarei marnosi compatti grigi con sets di discontinuità con inclinazione da 50 a 60° e sub verticali con riempimenti di calcite striata o con superfici traslucide. (S.C.)						58.00	
59												
60	60.00		11									

NOTE:

Macchina operatrice: SOIL MEC 400

Profondità camicie: 57 m

Diametro perforazione: Phi 101 mm

(a) = Standard penetration test eseguito con scarpa aperta.

(c) = Standard penetration test eseguito con scarpa chiusa.

Cn = Campione indisturbato - campionatore mod. Shelby

CDn = Campione disturbato

Piezometro con cella casagrande con tubi da 0.5 pollici e 40 mm

Piezometro a tubo aperto con tubo da 32 mm; 9 m cieco, 21 m fessurato

Cantiere: Costafiore (MC)	N. Sondaggio: S 9
Committente: SITEC S.r.l.	Scala sondaggio: 1:100
Perforatore: Geotecnica Lavori S.r.l.	Data inizio: 04.07.2000
Geologo: S.G.A. Studio Geologi Associati (PG)	Data fine: 06.07.2000
Metodo perf.: Carotaggio contin. - Car. sempl. e doppio	Quota (p.c.): n.r.

Scala 1:100	Profondita'	Cassetta	Carotaggio	Stratigrafia	Descrizione	Pocket (kg/cm ²)	R.Q.D.	Inclinometro
			20408080			1 2 3 4	20408080	
1	1.3				(TERRENO DI RIPORTO - T.R.) - Ghiaia carbonatica ad elementi subangolosi e angolosi (0.2-3 cm), con rari frammenti lateritici, con matrice sabbiosa deb.limosa marrone chiara, presenti fustoli vegetali, clasti/matrice 70/30, med./deb.addensata.			
2	1.7	1			(T.R.) - Ghiaia carbonatica ad elementi subangolosi (0.2-3 cm), con rari frammenti lateritici, con matrice limoso-sabbiosa deb.argillosa marrone, cl/mat 60-70/40-30, med.addensata.			
3	2.6				(DETRITO DI FALDA - D.F.) - Ghiaia carbonatica ad elementi subangolosi e angolosi (0.2-2 cm), con matrice argilloso-limosa marrone, con fiamme e pigmentazioni nerastre organiche, cl/mat 60/40, med.addensata.			
4	3.0				(D.F.) - Ghiaia carbonatica ad elementi subangolosi e angolosi (0.2-2 cm), con matrice sabbioso-limosa marrone cl/mat 60/40, deb.addensata.			
5					(D.F.) - Ghiaia carbonatica ad elementi angolosi e subangolosi (0.2-3 cm), con matrice argilloso-limosa marrone con abbondanti fiammate e pigmentazioni nerastre organiche, cl/mat 60-50/40-50, med.addensata.			
6	6.2	2						
7					(D.F.) - Ghiaia carbonatica ad elementi angolosi e subangolosi (0.2-1 cm), con matrice sabbioso-limosa avana, cl/mat 80-70/20-30, med./deb.addensata.			
8	8.1							
9	8.3				(D.F.) - Ghiaia carbonatica ad elementi angolosi e subangolosi (0.2-1 cm), con matrice limoso-argillosa marrone scuro, cl/mat 60/40, deb.addensata.			
10					(D.F.) - Ghiaia carbonatica ad elementi angolosi e subangolosi (0.2-3 cm), con matrice sabbioso-limosa e limoso-sabbiosa avana, cl/mat 80-70/20-30, med./deb. e med.addensata.			
11		3						
12	12.0				(D.F.) - Ghiaia carbonatica ad elementi angolosi e subangolosi (0.2-9 cm), con scarsa matrice sabbiosa deb.limosa nocciola, cl/mat 80-90/20-10, med./deb.addensata.			
13								
14	13.6	4			(D.F.) - Ghiaia carbonatica ad elementi angolosi e subangolosi (0.2-5 cm), con scarsa matrice sabbioso-limosa nocciola, cl/mat 80/20, med.addensata.			
15	14.5				(D.F.) - Ghiaia carbonatica ad elementi angolosi e subangolosi (0.2-5 cm), con scarsa matrice sabbioso-limosa nocciola, dilavata, cl/mat 80-90/20-10, med.addensata.			
16	15.8				(D.F.) - Ghiaia carbonatica ad elementi angolosi e subangolosi (0.2-2 cm), con matrice limosa deb.sabbiosa e limosa grigia, cl/mat 70-80/30-20, med.addensata.			
17								
18	17.5	5			(D.F.) - Argille deb.limose e limi-argillosi grigi e grigio scuri con fiammate nerastre organiche, in livelli centimetrici e millimetrici, con clasti carbonatici subangolosi e angolosi (0.2-1 cm), cl/mat 40/60, med./alta consistenza.			
19								
20	19.4				(D.F.) - Ghiaia carbonatica ad elementi angolosi e subangolosi (0.2-3 cm), con matrice sabbioso-limosa e deb.limosa marrone-ocracea, cl/mat 70-80/30-20, med.addensata.			

Cantiere: Costafiore (MC)	N. Sondaggio: S 9
Committente: SITEC S.r.l.	Scala sondaggio: 1:100
Perforatore: Geotecnica Lavori S.r.l.	Data inizio: 04.07.2000
Geologo: S.G.A. Studio Geologi Associati (PG)	Data fine: 06.07.2000
Metodo perf.: Carotaggio contin. - Car. sempl. e doppio	Quota (p.c.): n.r.

Scala 1:100	Profondita'	Cassetta	Carotaggio	Stratigrafia	Descrizione	Pocket (kg/cm ²)	R.Q.D.	Inclinometro
			20406080			1 2 3 4	20406080	
	21				(D.F.) - Ghiaia carbonatica ad elementi angolosi e subangolosi (0.2-3 cm), con matrice sabbioso-limosa e deb.limosa marrone-ocracea, cl/mat 70-80/30-20, med.addensata.			
	21.5	6			(FORMAZIONE SCAGLIA CINEREA ALTERATA - S.C.) - Marne calcaree grigie a stratificazione sottile max 2-3 cm, con frequenti litoclasti subverticali con superfici spesso ossidate bruno-rossastre, alterate, med./deb.compatte.			
	23							
	23.8				(FORMAZIONE SCAGLIA CINEREA - S.C.) - Marne calcaree e calcari marnosi grigi a stratificazione sottile max 2-3 cm inclinata c.ca 30°, con frequenti litoclasti subverticali (80-85°), con superfici ossidate bruno-rossastre fino 26.10 m, med./alta compattezza.			
	25	7						
	26							
	27							
	28.0				(S.C.) - Calcari marnosi grigi a stratificazione centimetrica inclinata c.ca 30°, con frequenti litoclasti subverticali e c.ca 50-60°, con frequenti riempimenti calcitici, compatte.			
	29	8						
	30							
	31							
	31.6				(S.C.) - Marne calcaree e calcari marnosi grigi a stratificazione centimetrica inclinata c.ca 30°, med./alta compattezza.			
	32.3				Cutting distrutto non recuperato.			
	33							
	33.8	9			(S.C.) - Marne calcaree e calcari marnosi grigi a stratificazione centimetrica inclinata c.ca 30°, med./alta compattezza.			
	34.1				(S.C.) - Calcari marnosi grigi a stratificazione centimetrica inclinata c.ca 30-40°, con tratti marnoso calcareo in strati sottili max 2 cm, con litoclasti subverticali, compatte.			
	35							
	36.0							36.00

NOTE: Macchina operatrice:MAIT T 14

Carotaggio: carotiere semplice - phi 127 mm 0.00-3.30 m; - phi 101 mm 3.30-23.00 32.30-34.00 m

carotiere doppio - phi 101 mm 24.00-32.30 34.00-36.00.

Rivestimento: phi 127 mm 0.00-22.50 m.

Perforazione a secco: 0.00-14.50; con acqua: 14.50-36.00 m.

Cutting distrutto non recuperato: 32.3-33.8 m.

Cantiere: Costafore (MC)	N. Sondaggio: S 10
Committente: SITEC S.r.l.	Scala sondaggio: 1:100
Perforatore: Geotecnica Lavori S.r.l.	Data inizio: 23.06.2000
Geologo: S.G.A. Studio Geologi Associati (PG)	Data fine: 29.06.2000
Metodo perf.: Carotaggio contin. - Car. sempl. e doppio	Quota (p.c.): n.r.

Scala 1:100	Profondita'	Cassetta	Carotaggio	Stratigrafia	Descrizione	Pocket (kg/cm2)				R.Q.D.	Inclinometro
						1	2	3	4		
			20406080							20406080	
1	1.2				(TERRENO DI RIPORTO - T.R.) - Ghiaia carbonatica ad elementi subangolosi e angolosi (0.2-3 cm), con rari frammenti lateritici, con matrice sabbiosa deb.limosa marrone chiara, presenti fustoli vegetali, clasti/matrice 70-80/30-20, med.addensata.						
2	1.7	1			(T.R.) - Ghiaia carbonatica ad elementi subangolosi (0.2-2 cm), con rari frammenti lateritici, con matrice limoso-sabbiosa deb.argillosa marrone-nocciola, clasti/matrice 60-70/40-30, med.addensata.						
3	2.4				(DETRITO DI FALDA - D.F.) - Ghiaia carbonatica ad elementi subangolosi e angolosi (0.2-2 cm), con matrice limoso-argillosa marrone-rossastra, clasti/matrice 60-50/40-50, med.addensata.						
4	3.6				(D.F.) - Argilla-limosa marrone-rossastra con abbondanti clasti carbonatici angolosi e subangolosi (0.2-3 cm), cl/mat 40/60, med./deb.consistente.						
5	4.2				(D.F.) - Ghiaia carbonatica ad elementi angolosi (0.2-1.5 cm), con matrice limosa-argilloso/sabbiosa avana-nocciola, clasti/matrice 60-50/40-50, med./deb.addensata.						
6	5.2				(D.F.) - Limo-argilloso deb.sabbioso marrone e marrone-avana con abbondanti fiammate bruno-marroni organiche, con abbondanti clasti carbonatici angolosi (0.2-2 cm), cl/mat 30-40/70-60, deb./med.consistente.						
7	5.5	2			(D.F.) - Argilla-limosa bruno-marrone con fiammate e pigmentazioni nerastre organiche, med.consistente.						
8					(D.F.) - Limo-sabbioso/argilloso marrone-nocciola con fiammate bruno-marroni e ocracee, con abbondanti clasti carbonatici angolosi e subangolosi (0.2-2 cm), cl/mat 40-50/60-50, med./alta consistenza.						
9	8.7				(D.F.) - Argilla deb.limosa marrone con scarsi clasti carbonatici subangolosi e subarrotondati (0.2-1 cm), max 10%, deb.consistente.						
10	8.9				(D.F.) - Limo-argilloso, con tratti argilloso-sabbiosi, marrone-verdastro con fiammate grigiastre e rosate, con clasti carbonatici a tratti abbondanti, angolosi e subangolosi (0.2-2 cm), cl/mat 20-50/80-50, med./alta consistenza.						
11	10.6	3			(D.F.) - Ghiaia carbonatica ad elementi subangolosi e angolosi (0.2-3 cm), con matrice sabbioso-limosa rosata, cl./mat. 70-80/30-20, addensata.						
12	11.5				(D.F.) - Ghiaia carbonatica ad elementi subangolosi e angolosi (0.2-5 cm), con matrice, a tratti prevalente, sabbiosa deb.limosa e sabbioso-limosa, marrone-nocciola e marrone-rosata, cl./mat. 70-80/30-20, a tratti 40/60, addensata.						
13											
14											
15											
16	16.0	4									
17					(D.F.) - Ghiaia carbonatica ad elementi subangolosi e angolosi (0.2-5 cm, rari >2 cm), con matrice, sabbioso-limosa e limoso-sabbioso, avana-nocciola, cl./mat. 70-60/30-40, addensata.						
18	18.0										
19											
20	20.0	5			(D.F.) - Ghiaia carbonatica ad elementi subangolosi e angolosi (0.2-7 cm, rari >3 cm), con matrice, limoso-argillosa deb.sabbiosa, avana chiaro-nocciola, cl./mat. 70-80/30-20, med.addensata.						

Cantiere: Costaflore (MC)	N. Sondaggio: S 10
Committente: SITEC S.r.l.	Scala sondaggio: 1:100
Perforatore: Geotecnica Lavori S.r.l.	Data inizio: 23.06.2000
Geologo: S.G.A. Studio Geologi Associati (PG)	Data fine: 29.06.2000
Metodo perf.: Carotaggio continuo - Car. semplice	Quota (p.c.): n.r.

Scala 1:100	Profondita'	Cassetta	Carotaggio	Stratigrafia	Descrizione	Pocket (kg/cm2)	R.Q.D.	Inclinometro
			20406080			1 2 3 4	20406080	
21	20.0				(D.F.) - Ghiaia carbonatica ad elementi subangolosi e angolosi (0.2-4 cm), con matrice limoso-argillosa deb.sabbiosa, marrone-rosata, cl./mat. 80/20, med./alto addensamento.			
22	21.8	6			(FORMAZIONE SCAGLIA CINEREA ALTERATA - S.C.) - Marne calcaree marroni e grigie a stratificazione sottile max 2-3 cm inclinata c.ca 30°, con frequenti litoclasti subverticali con superfici spesso ossidate bruno-rosastre, alterate, med./deb.compacte.			
23	22.8				(FORMAZIONE SCAGLIA CINEREA - S.C.) - Marne calcaree grigie a stratificazione sottile max 2-3 cm inclinata c.ca 30°, con frequenti litoclasti subverticali (80-85°), con superfici spesso striate (trascorrenti), med./alta compattezza.			
24	24.0				(S.C.) - Marne calcaree grigie a stratificazione sottile max 2-3 cm inclinata c.ca 20-25° fino 26.50 e 40° da 26.50 in poi, con rari tratti calcareo-marnosi in strati centimetrici, con frequenti litoclasti subverticali e c.ca 30-40°, con frequenti riempimenti calcitici, compatte.			
25					(S.C.) - Marne calcaree grigie a stratificazione sottile max 2-3 cm inclinata c.ca 20-25° fino 26.50 e 40° da 26.50 in poi, con rari tratti calcareo-marnosi in strati centimetrici, con frequenti litoclasti subverticali e c.ca 30-40°, con frequenti riempimenti calcitici, compatte.			
26		7			(S.C.) - Marne calcaree grigie a stratificazione sottile max 2-3 cm inclinata c.ca 20-25° fino 26.50 e 40° da 26.50 in poi, con rari tratti calcareo-marnosi in strati centimetrici, con frequenti litoclasti subverticali e c.ca 30-40°, con frequenti riempimenti calcitici, compatte.			
27					(S.C.) - Marne calcaree grigie a stratificazione sottile max 2-3 cm inclinata c.ca 20-25° fino 26.50 e 40° da 26.50 in poi, con rari tratti calcareo-marnosi in strati centimetrici, con frequenti litoclasti subverticali e c.ca 30-40°, con frequenti riempimenti calcitici, compatte.			
28					(S.C.) - Marne calcaree grigie a stratificazione sottile max 2-3 cm inclinata c.ca 20-25° fino 26.50 e 40° da 26.50 in poi, con rari tratti calcareo-marnosi in strati centimetrici, con frequenti litoclasti subverticali e c.ca 30-40°, con frequenti riempimenti calcitici, compatte.			
29					(S.C.) - Marne calcaree grigie a stratificazione sottile max 2-3 cm inclinata c.ca 20-25° fino 26.50 e 40° da 26.50 in poi, con rari tratti calcareo-marnosi in strati centimetrici, con frequenti litoclasti subverticali e c.ca 30-40°, con frequenti riempimenti calcitici, compatte.			
30	30.2	8			(S.C.) - Calcarei marnosi grigi a stratificazione centimetrica inclinata c.ca 40°, con tratti marnoso calcarei in strati sottili max 2 cm, con frequenti litoclasti subverticali, con frequenti riempimenti calcitici, compatte.			
31					(S.C.) - Calcarei marnosi grigi a stratificazione centimetrica inclinata c.ca 40°, con tratti marnoso calcarei in strati sottili max 2 cm, con frequenti litoclasti subverticali, con frequenti riempimenti calcitici, compatte.			
32					(S.C.) - Calcarei marnosi grigi a stratificazione centimetrica inclinata c.ca 40°, con tratti marnoso calcarei in strati sottili max 2 cm, con frequenti litoclasti subverticali, con frequenti riempimenti calcitici, compatte.			
33					(S.C.) - Calcarei marnosi grigi a stratificazione centimetrica inclinata c.ca 40°, con tratti marnoso calcarei in strati sottili max 2 cm, con frequenti litoclasti subverticali, con frequenti riempimenti calcitici, compatte.			
34		9			(S.C.) - Calcarei marnosi grigi a stratificazione centimetrica inclinata c.ca 40°, con tratti marnoso calcarei in strati sottili max 2 cm, con frequenti litoclasti subverticali, con frequenti riempimenti calcitici, compatte.			
35					(S.C.) - Calcarei marnosi grigi a stratificazione centimetrica inclinata c.ca 40°, con tratti marnoso calcarei in strati sottili max 2 cm, con frequenti litoclasti subverticali, con frequenti riempimenti calcitici, compatte.			
36	36.0				(S.C.) - Calcarei marnosi grigi a stratificazione centimetrica inclinata c.ca 40°, con tratti marnoso calcarei in strati sottili max 2 cm, con frequenti litoclasti subverticali, con frequenti riempimenti calcitici, compatte.			35.50

NOTE: Macchina operatrice:MAIT T 14
Carotaggio: carotiere semplice - phi 127 mm 0.00-3.20 m; - phi 101 mm 3.20-23.00 m;
carotiere doppio - phi 101 mm 23.00-36.00.
Rivestimento: phi 127 mm 0.00-22.50 m.
Perforazione a secco: 0.00-16.00; con acqua: 16.00-36.00 m.

Cantiere: Costafiore (MC)	N. Sondaggio: S 11
Committente: SITEC S.r.l.	Scala sondaggio: 1:200
Perforatore: Geotecnica Lavori S.r.l.	Data inizio: 29.06.2000
Geologo: S.G.A. Studio Geologi Associati (PG)	Data fine: 30.06.2000
Metodo perf.: Distruzione di nucleo	Quota (p.c.): n.r.

Scala 1:200	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	Piezometro tubo aperto
2			(DETRITO DI FALDA - D.F.) - Ghiaie carbonatiche ad elementi angolosi e subangolosi centimetrici con matrice, a tratti prevalente, da sabbioso-limosa ad argillosa.	
4				
6				
8				
10				
12				
14				
16				
18				
20				
22	22.0			(FORMAZIONE SCAGLIA CINEREA - S.C.) - Marne calcaree e calcari marnosi grigi.
24				
25.0				

25.00

NOTE: Macchina operatrice:MAIT T 14
 Perforazione a distruzione di nucleo: punta trilama e aste elicoidali.
 Rivestimento: phi 127 mm 0.00-25.00 m.
 Piezometro Tubo Aperto: phi 40 mm, cieco 0.00-2.00 m, fessurato con drenaggio in ghiaia 2.00-25.00.

COMUNE DI MUCCIA
Committente: AMMINISTRAZIONE COMUNALE

INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE DELL'ABITATO DI COSTAFIORE
INTERESSATO DA UN MOVIMENTO FRANOSO

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA – Settembre 2020 - Comm. 13_040

ALLEGATO (B)

PROVE PENETROMETRICHE DPM (reperate)

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA - N. 1
DEEP DRILL DM30(60)

Committente: Dott. Geol. Bruno Prugni

data: 9/02/09

località: Costafiore - Muccia (MC)

quota inizio: Piano Campagna

cantiere:

quota falda: abbondante manifestazione idrica a - 3,0 metri

m	N	Rpd kg/cm ²	N spt equiv.	N colpi		Rpd Kg/cm ²	Litologia	Componente granulare					Componente coesiva					
				0	20			Dr	φ'	γ _{sat}	γ _d	E ₅₀	Edi	Cu	γ _{sat}	Ed	Eu	
0,1	1	3,8	0,8	1			limi argillosi molto molli							0,30				
0,2	1	3,8	0,8	1						19-21					0,50	1,80	5	7
0,3	1	3,8	0,8	1			limi argillosi molli							0,74	1,85	23	34	
0,4	1	3,8	0,8	1						23-26					0,70			
0,5	1	3,8	0,8	1			limi argillosi moderatamente consistenti o sedimenti granulari sciolti							0,86	1,90	32	48	
0,6	4	15,4	3,1	4						24-27					0,90			
0,7	5	19,2	3,8	5			o sedimenti granulari sciolti							0,97	1,90	41	62	
0,8	6	23,1	4,6	6						25-27					1,98			
0,9	7	25,3	5,4	7			limi argillosi sabbiosi molli o sedimenti granulari estremamente sciolti							0,97	1,90	41	62	
1,0	7	25,3	5,4	7						25-27					1,98			
1,1	8	28,9	6,1	8			limi argillosi sabbiosi molli o sedimenti granulari estremamente sciolti							0,50				
1,2	9	32,5	6,9	9						23-26					0,74	1,98	23	34
1,3	7	25,3	5,4	7			limi argillosi sabbiosi molli o sedimenti granulari estremamente sciolti							0,40	1,95	19	29	
1,4	9	32,5	6,9	9						22-25					0,69	1,98		
1,5	10	36,1	7,7	10			limi argillosi sabbiosi molli o sedimenti granulari estremamente sciolti							0,40	1,95	19	29	
1,6	12	43,4	9,2	12						22-25					0,69	1,98		
1,7	12	43,4	9,2	12			limi argillosi sabbiosi molli o sedimenti granulari estremamente sciolti							0,40	1,95	19	29	
1,8	10	36,1	7,7	10						22-25					0,69	1,98		
1,9	14	47,7	10,7	14			limi argillosi sabbiosi molli o sedimenti granulari estremamente sciolti							0,40	1,95	19	29	
2,0	17	58,0	13,0	17						22-25					0,69	1,98		
2,1	15	51,1	11,5	15			limi argillosi sabbiosi molli o sedimenti granulari estremamente sciolti							0,40	1,95	19	29	
2,2	16	54,6	12,3	16						22-25					0,69	1,98		
2,3	16	54,6	12,3	16			limi argillosi sabbiosi molli o sedimenti granulari estremamente sciolti							0,40	1,95	19	29	
2,4	15	51,1	11,5	15						22-25					0,69	1,98		
2,5	14	47,7	10,7	14			limi argillosi sabbiosi molli o sedimenti granulari estremamente sciolti							0,40	1,95	19	29	
2,6	12	40,9	9,2	12						22-25					0,69	1,98		
2,7	10	34,1	7,7	10			limi argillosi sabbiosi molli o sedimenti granulari estremamente sciolti							0,40	1,95	19	29	
2,8	7	23,9	5,4	7						22-25					0,69	1,98		
2,9	5	16,1	3,8	5			limi argillosi sabbiosi molli o sedimenti granulari estremamente sciolti							0,40	1,95	19	29	
3,0	9	29,0	6,9	9						22-25					0,69	1,98		
3,1	9	29,0	6,9	9			limi argillosi sabbiosi molli o sedimenti granulari estremamente sciolti							0,40	1,95	19	29	
3,2	9	29,0	6,9	9						22-25					0,69	1,98		
3,3	9	29,0	6,9	9			limi argillosi sabbiosi molli o sedimenti granulari estremamente sciolti							0,40	1,95	19	29	
3,4	7	22,1	5,3	7						22-25					0,69	1,98		
3,5	6	19,0	4,5	6			limi argillosi sabbiosi molli o sedimenti granulari estremamente sciolti							0,40	1,95	19	29	
3,6	6	19,1	4,5	6						22-25					0,69	1,98		
3,7	5	16,0	3,8	5			limi argillosi sabbiosi molli o sedimenti granulari estremamente sciolti							0,40	1,95	19	29	
3,8	5	16,1	3,8	5						22-25					0,69	1,98		
3,9	4	12,3	3,1	4			limi argillosi sabbiosi molli o sedimenti granulari estremamente sciolti							0,40	1,95	19	29	
4,0	6	18,6	4,6	6						22-25					0,69	1,98		
4,1	5	15,6	3,9	5			limi argillosi sabbiosi molli o sedimenti granulari estremamente sciolti							0,40	1,95	19	29	
4,2	4	12,7	3,2	4						22-25					0,69	1,98		
4,3	4	12,8	3,2	4			limi argillosi sabbiosi molli o sedimenti granulari estremamente sciolti							0,40	1,95	19	29	
4,4	4	12,9	3,2	4						22-25					0,69	1,98		
4,5	8	25,3	6,3	8			limi argillosi sabbiosi molli o sedimenti granulari estremamente sciolti							0,40	1,95	19	29	
4,6	9	28,4	7,1	9						22-25					0,69	1,98		
4,7	6	19,4	4,8	6			limi argillosi sabbiosi molli o sedimenti granulari estremamente sciolti							0,40	1,95	19	29	
4,8	4	13,3	3,3	4						22-25					0,69	1,98		
4,9	6	17,5	4,6	6			limi argillosi sabbiosi molli o sedimenti granulari estremamente sciolti							0,40	1,95	19	29	
5,0	4	12,9	3,4	4						22-25					0,69	1,98		

Dr= densità relativa; φ'= angolo di attrito efficace; γ_{sat}, γ_d(t/m³)= peso di volume saturo e secco; E₅₀(kg/cm²)= Modulo di Young
Cu(kg/cm²)= coesione non drenata; Ed / Ed(kg/cm²)= modulo edometrico incoerenti / coesivi; Eu(kg/cm²)= Modulo di Deformazione non Drenato;
G₀(kg/cm²)= Modulo dinamico di taglio

LA PROVA E' STATA EFFETTUATA MEDIANTE L'UTILIZZO DI ASTE DI RIVESTIMENTO ANTIATTRITO LATERALE

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA - N. 1

DEEP DRILL DM30(60)

Committente: Dott. Geol. Bruno Prugni
 località: Costafiore - Muccia (MC)
 cantiere:

data: 9/02/09
 quota inizio: Piano Campagna
 quota falda: abbondante manifestazione idrica a - 3.0 metri

m	N	Rpd kg/cm ²	N spt equiv.	N colpi	Rpd Kg/cm ²	Litologia	Componente granulare					Componente coesiva						
							Dr	φ'	γ _{sat}	γ _d	E ₅₀	Edi	Cu	γ _{sat}	Ed	Eu		
5.1	10	30,5	8,0	10		limi argillosi												
5.2	51	147,2	38,7	51		sabbiosi						0,40	1,95					
5.3	4	10,3	2,7	4		molli	22-25					0,69	1,98	19	29			
5.4	5	13,3	3,5	5		con ciottoli												
5.5	9	25,1	6,6	9								0,80						
5.6	11	31,0	8,2	11			25-27					0,95	1,98	40	60			
5.7	9	25,3	6,7	9														
5.8	14	40,0	10,5	14														
5.9	12	33,4	9,2	12														
6	16	43,8	12,1	16														
6.1	17	45,9	12,6	17														
6.2	13	36,8	10,1	13		materiale granulari												
6.3	12	33,4	9,2	12		sciolti												
6.4	12	32,7	9,0	12		con livelli												
6.5	16	43,1	11,9	16		argillosi	31	27	1,98	1,46	100	70						
6.6	20	56,3	15,5	20		moderatamente												
6.7	18	50,0	13,8	18		consistenti												
6.8	19	52,8	14,6	19														
6.9	15	39,9	11,5	15														
7	27	71,8	20,7	27														
7.1	22	58,5	16,9	22														
7.2	45	119,6	34,5	45														
7.3	10	26,6	7,7	10			26-28					0,95	1,0	1,98	46	69		
7.4	39	103,7	29,9	39														
7.5	37	98,3	28,3	37		sedimenti granulari												
7.6	57	151,5	43,7	57		addensati	60	32	2,04	1,67	390	334						
7.7	152	404,0	116,4	152														
7.8	150	398,7	114,9	150		sedimenti granulari												
7.9						molto addensati	82	36	2,10	1,95	765	816						
8						o substrato												
8.1						lapideo ?												
8.2																		
8.3																		
8.4																		
8.5																		
8.6																		
8.7																		
8.8																		
8.9																		
9																		
9.1																		
9.2																		
9.3																		
9.4																		
9.5																		
9.6																		
9.7																		
9.8																		
9.9																		
10																		

Dr= densità relativa; φ= angolo di attrito efficace; γ_{sat}, γ_d(t/m³)= peso di volume saturo e secco; E₅₀(kg/cm²)= Modulo di Young
 Cu(kg/cm²)= coesione non drenata; Ed / Ed(kg/cm²)= modulo edometrico incoerenti / coesivi; Eu(kg/cm²)= Modulo di Deformazione non Drenato;
 G₀(kg/cm²)= Modulo dinamico di taglio

LA PROVA E' STATA EFFETTUATA MEDIANTE L'UTILIZZO DI ASTE DI RIVESTIMENTO ANTIATTRITO LATERALE

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA - N. 2
DEEP DRILL DM30(60)

Committente: Dott. Geol. Bruno Prugni
località: Costafiore - Muccia (MC)
cantiere:

data: 9/02/09
quota inizio: Piano Campagna
quota falda: abbondante manifestazione idrica a - 5.0 metri

m	N	Rpd kg/cm ²	N spt equiv.	m	N colpi	Rpd Kg/cm ²	Litologia	Componente granulare						Componente coesiva						
								Dr	φ'	γ _{sat}	γ _d	E ₅₀	Ed _i	Cu	γ _{sat}	Ed	Eu			
0,1	1	3,8	0,8	0,1	1		limi argillosi molto molli													
0,2	1	3,8	0,8	0,2	1															
0,3	1	3,8	0,8	0,3	1															
0,4	1	3,8	0,8	0,4	1		limi argillosi molli													
0,5	2	7,7	1,5	0,5	2															
0,6	4	15,4	3,1	0,6	4															
0,7	5	19,2	3,8	0,7	5		materiali granulari sciolti con matrice argillosa													
0,8	8	30,8	6,1	0,8	8															
0,9	11	39,8	8,4	0,9	11															
1,0	12	43,4	9,2	1,0	12															
1,1	12	43,4	9,2	1,1	12															
1,2	12	43,4	9,2	1,2	12															
1,3	13	47,0	10,0	1,3	13															
1,4	12	43,4	9,2	1,4	12															
1,5	14	50,6	10,7	1,5	14															
1,6	18	65,1	13,8	1,6	18															
1,7	13	47,0	10,0	1,7	13		sedimenti granulari mediamente addensati													
1,8	21	75,9	16,1	1,8	21															
1,9	15	51,1	11,5	1,9	15															
2,0	16	54,6	12,3	2,0	16															
2,1	19	64,8	14,6	2,1	19															
2,2	19	64,8	14,6	2,2	19															
2,3	20	68,2	15,3	2,3	20															
2,4	21	71,6	16,1	2,4	21															
2,5	15	51,1	11,5	2,5	15															
2,6	29	98,9	22,2	2,6	29															
2,7	44	150,0	33,7	2,7	44															
2,8	24	81,8	18,4	2,8	24															
2,9	17	54,9	13,0	2,9	17															
3,0	18	58,1	13,8	3,0	18															
3,1	17	54,9	13,0	3,1	17															
3,2	21	67,8	16,1	3,2	21															
3,3	28	90,4	21,4	3,3	28															
3,4	18	58,1	13,8	3,4	18															
3,5	26	83,9	19,9	3,5	26															
3,6	29	93,6	22,2	3,6	29															
3,7	19	61,3	14,6	3,7	19															
3,8	21	67,8	16,1	3,8	21															
3,9	25	76,6	19,2	3,9	25															
4,0	24	73,5	18,4	4,0	24															
4,1	32	98,0	24,5	4,1	32															
4,2	18	55,1	13,8	4,2	18															
4,3	19	58,2	14,6	4,3	19															
4,4	19	58,2	14,6	4,4	19															
4,5	48	147,0	36,8	4,5	48															
4,6	36	110,3	27,6	4,6	36															
4,7	40	122,5	30,6	4,7	40															
4,8	55	168,5	42,1	4,8	55															
4,9	30	87,4	23,0	4,9	30															
5,0	21	61,2	16,1	5,0	21															

Dr= densità relativa; φ'= angolo di attrito efficace; γ_{sat}, γ_d(t/m³)= peso di volume saturo e secco; E₅₀(kg/cm²)= Modulo di Young
Cu(kg/cm²)= coesione non drenata; Ed_i / Ed(kg/cm²)= modulo edometrico incoerenti / coesivi; Eu(kg/cm²)= Modulo di Deformazione non Drenato;
G₀(kg/cm²)= Modulo dinamico di taglio

LA PROVA E' STATA EFFETTUATA MEDIANTE L'UTILIZZO DI ASTE DI RIVESTIMENTO ANTIATTRITO LATERALE

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA - N. 2

DEEP DRILL DM30(60)

Committente: Dott. Geol. Bruno Prugni
 località: Costafiore - Muccia (MC)
 cantiere:

data: 9/02/09
 quota inizio: Piano Campagna
 quota falda: abbondante manifestazione idrica a - 5,0 metri

m	N	Rpd kg/cm ²	N spt equiv.	N colpi	Rpd Kg/cm ²	Litologia	Componente granulare						Componente coesiva			
							Dr	φ'	γ _{sat}	γ _d	E ₅₀	Ed _i	Cu	γ _{sat}	Ed	Eu
5,1	34	99,1	26,0	34		sedimenti granulari mediamente addensati con livelli più addensati	51	32 33	2,01	1,62	197	163				
5,2	36	104,9	27,6	36												
5,3	37	107,8	28,3	37												
5,4	45	131,2	34,5	45												
5,5	28	81,6	21,4	28												
5,6	43	125,3	32,9	43												
5,7	62	180,7	47,5	62												
5,8	90	262,3	68,9	90												
5,9	28	77,8	21,4	28												
6	32	89,0	24,5	32												
6,1	31	86,2	23,7	31		sedimenti granulari addensati	68	33 35	2,08	1,74	428	415				
6,2	24	66,7	18,4	24												
6,3	84	233,5	64,3	84												
6,4	81	225,2	62,0	81												
6,5	47	130,7	36,0	47												
6,6	73	203,0	55,9	73												
6,7	92	255,8	70,5	92												
6,8	64	177,9	49,0	64												
6,9	39	103,7	29,9	39												
7	150	398,7	114,9	150												
7,1	170	451,8	130,2			sedimenti granulari molto addensati o substrato lapideo ?	90	37	2,10	1,89	814	925				
7,2																
7,3																
7,4																
7,5																
7,6																
7,7																
7,8																
7,9																
8																
8,1																
8,2																
8,3																
8,4																
8,5																
8,6																
8,7																
8,8																
8,9																
9																
9,1																
9,2																
9,3																
9,4																
9,5																
9,6																
9,7																
9,8																
9,9																
10																

Dr= densità relativa; φ'= angolo di attrito efficace; γ_{sat}, γ_d(t/m³)= peso di volume saturo e secco; E₅₀(kg/cm²)= Modulo di Young
 Cu(kg/cm²)= coesione non drenata; Ed_i / Ed(kg/cm²)= modulo edometrico incoerenti / coesivi; Eu(kg/cm²)= Modulo di Deformazione non Drenato;
 G₀(kg/cm²)= Modulo dinamico di taglio

LA PROVA E' STATA EFFETTUATA MEDIANTE L'UTILIZZO DI ASTE DI RIVESTIMENTO ANTIATTRITO LATERALE

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA - N. 3
DEEP DRILL DM30(60)

Committente: Dott. Geol. Bruno Prugni
località: Costafiore - Muccia (MC)
cantiere:

data: 9/02/09
quota inizio: Piano Campagna
quota falda: manifestazione idrica a - 4,0 metri

m	N	Rpd kg/cm ²	N spt equiv.	N colpi	Rpd Kg/cm ²	Litologia	Componente granulare						Componente coesiva						
							Dr	φ'	γ _{sat}	γ _d	E ₅₀	Edi	Cu	γ _{sat}	Ed	Eu			
0,1	10	38,4	7,7	10		limi argillosi sabbiosi molti													
0,2	9	34,6	6,9	9					23-26					0,50					
0,3	7	26,9	5,4	7									0,74	1,95	23	34			
0,4	5	19,2	3,8	5															
0,5	8	30,8	6,1	8															
0,6	27	103,8	20,7	27															
0,7	23	88,4	17,6	23															
0,8	15	57,7	11,5	15															
0,9	18	65,1	13,8	18															
1	20	72,3	15,3	20															
1,1	15	54,2	11,5	15				41	29	1,98	1,49	137	82						
1,2	14	50,6	10,7	14															
1,3	15	54,2	11,5	15															
1,4	15	54,2	11,5	15															
1,5	12	43,4	9,2	12															
1,6	21	75,9	16,1	21															
1,7	13	47,0	10,0	13															
1,8	13	47,0	10,0	13															
1,9	21	71,6	16,1	21				32	27	1,98	1,47	100	71	1,15	1,98	55	83		
2	22	75,0	16,9	22															
2,1	13	44,3	10,0	13															
2,2	12	40,9	9,2	12															
2,3	20	68,2	15,3	20															
2,4	30	102,3	23,0	30															
2,5	30	102,3	23,0	30															
2,6	100	341,0	76,6	100															
2,7	84	286,4	64,3	84															
2,8	54	184,1	41,4	54															
2,9	61	196,8	46,7	61															
3	32	103,3	24,5	32															
3,1	28	90,4	21,4	28															
3,2	49	158,1	37,5	49															
3,3	69	222,7	52,9	69															
3,4	79	254,9	60,5	79															
3,5	80	258,2	61,3	80															
3,6	100	322,7	76,6	100															
3,7	114	367,9	87,3	114															
3,8	80	258,2	61,3	80															
3,9	83	254,2	63,6	83															
4	65	199,1	49,8	65															
4,1	69	211,3	52,9	69															
4,2	140	428,8	107,2	140															
4,3	139	425,8	106,5	139															
4,4	70	214,4	53,6	70															
4,5	33	101,1	25,3	33															
4,6	25	76,6	19,2	25															
4,7	36	110,3	27,6	36															
4,8	27	82,7	20,7	27															
4,9	34	99,1	26,0	34															
5	22	64,1	16,9	22															

Dr= densità relativa; φ'= angolo di attrito efficace; γ_{sat}, γ_d(t/m³)= peso di volume saturo e secco; E₅₀(kg/cm²)= Modulo di Young
Cu(kg/cm²)= coesione non drenata; Ed_i / Ed(kg/cm²)= modulo edometrico incoerenti / coesivi; Eu(kg/cm²)= Modulo di Deformazione non Drenato;
G₀(kg/cm²)= Modulo dinamico di taglio

LA PROVA E' STATA EFFETTUATA MEDIANTE L'UTILIZZO DI ASTE DI RIVESTIMENTO ANTIATTRITO LATERALE

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA - N. 3

DEEP DRILL DM30(60)

Committente: Dott. Geol. Bruno Prugni
 località: Costafiore - Muccia (MC)
 cantiere:

data: 9/02/09
 quota inizio: Piano Campagna
 quota falda: manifestazione idrica a - 4,0 metri

m	N	Rpd kg/cm ²	N spt equiv.	N col/pl	Rpd Kg/cm ²	Litologia	Componente granulare						Componente coesiva			
							Dr	φ'	γ _{sat}	γ _d	E ₅₀	Edi	Cu	γ _{sat}	Ed	Eu
5,1	21	60,3	15,9	21		sedimenti granulari mediamente addensati	48	31	2,00	1,59	185	147				
5,2	35	103,2	27,1	35												
5,3	27	79,0	20,8	27		limi argillosi	23/26					0,610,8	1,98	28	43	
5,4	31	89,8	23,6	31												
5,5	31	88,9	23,4	31		sedimenti granulari da mediamente addensati ad addensati	51	31	2,02	1,62	200	166				
5,6	6	18,1	4,7	6												
5,7	70	203,7	53,5	70		sedimenti granulari mediamente addensati	48	31	2,00	1,59	185	147				
5,8	31	89,2	23,4	31												
5,9	89	248,3	68,4	89		sedimenti granulari addensati	60	32	2,04	1,66	375	326				
6	69	191,8	52,9	69												
6,1	102	283,6	78,1	102		sedimenti granulari estremamente addensati o substrato lapideo	76	36	2,20		1045	1523				
6,2	23	63,9	17,6	23												
6,3	27	75,1	20,7	27												
6,4	33	91,8	25,3	33												
6,5	53	147,4	40,6	53												
6,6	36	100,1	27,6	36												
6,7	39	108,4	29,9	39												
6,8	42	116,8	32,2	42												
6,9	37	98,3	28,3	37												
7	102	271,1	78,1	102												
7,1	73	194,0	55,9	73												
7,2	39	103,7	29,9	39												
7,3	20	53,2	15,3	20												
7,4	37	98,3	28,3	37												
7,5	48	127,6	36,8	48												
7,6	55	146,2	42,1	55												
7,7	47	124,9	36,0	47												
7,8	55	146,2	42,1	55												
7,9	46	117,1	35,2	46												
8	280	712,7	214,5													
8,1																
8,2																
8,3																
8,4																
8,5																
8,6																
8,7																
8,8																
8,9																
9																
9,1																
9,2																
9,3																
9,4																
9,5																
9,6																
9,7																
9,8																
9,9																
10																

Dr= densità relativa; φ'= angolo di attrito efficace; γ_{sat}, γ_d(t/m³)= peso di volume saturo e secco; E₅₀(kg/cm²)= Modulo di Young
 Cu(kg/cm²)= coesione non drenata; Ed / Ed(kg/cm²)= modulo edometrico incoerenti / coesivi; Eu(kg/cm²)= Modulo di Deformazione non Drenato;
 G₀(Kg/cm²)= Modulo dinamico di taglio

LA PROVA E' STATA EFFETTUATA MEDIANTE L'UTILIZZO DI ASTE DI RIVESTIMENTO ANTIATTRITO LATERALE