



Comune di
CAMERINO



Responsabile del procedimento

Ing. Gian Luca Marucci



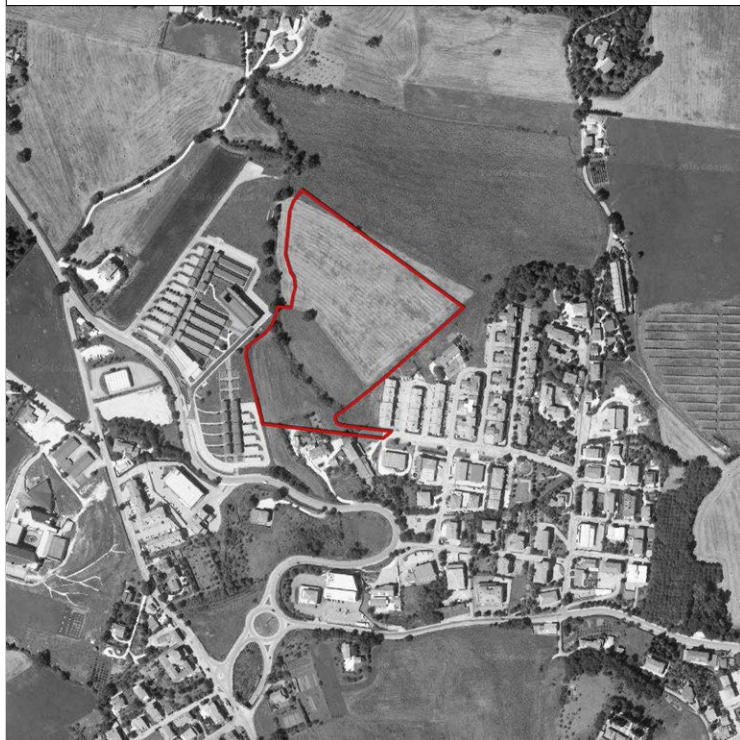
AREA TECNICA EDILIZIA

PIANO PARTICOLAREGGIATO

Piano Piano Particolareggiato PP6

per l'ampliamento del Campus Universitario UNICAM e la realizzazione
di nuovi posti letto per la gestione dell'emergenza abitativa post-sisma

VARIANTE 1



RELAZIONE GEOLOGICA COMPATIBILITA' IDRAULICA e schema dell'INVARIANZA IDRAULICA

Il Geologo
Dott. Maurizio Consoli



GIUGNO 2020

1	PREMESSA.....	3
2	UBICAZIONE.....	4
3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	5
4	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO.....	6
5	RAPPORTI CON IL PAI.....	7
6	IDROLOGIA, IDROGEOLOGIA E PERMEABILITÀ DEI TERRENI.....	8
7	LITOSTRATIGRAFIA.....	9
8	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE.....	10
9	SISMICITÀ, TERREMOTO ATTESO.....	11
9.1	analisi macrosismica dell'area.....	11
9.2	studio della disaggregazione della PGA.....	13
9.3	zonazione sismogenetica e valutazione della magnitudo.....	15
10	PERICOLOSITÀ SISMICA.....	17
11	PERICOLOSITÀ GEOLOGICA DEL SITO.....	17
12	CONCLUSIONI.....	18
13	COMPATIBILITA' IDRAULICA DEL Piano Particolareggiato PP6.....	20
13.1	Premessa.....	20
13.2	AMBITO E CARATTERISTICHE DEL SITO.....	22
13.3	VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA.....	23
14	INVARIANZA IDRAULICA.....	25

Tav. 1 Ubicazione dell'area	(sc. 1:10.000)
Tav. 2 Stralcio PAI Regione Marche	(sc. 1:5.000)
Tav. 3 Carta geologica	(sc. 1:10.000)
Tav. 4 Carta Geologico-geomorfologica	(sc. 1:5.000)
Tav. 4 Carta geomorfologica di dettaglio.....	(sc. 1:2.000)
Tav. 6 Progetto PP6.....	(sc. 1:2.000)
Tav. 7 Planimetria, ubicazione prove e sezioni	(sc. 1:2.000)
Tav. 8 Sezione geologica	(sc. 1:500)
Tav. 9 Foto aerea IGM 1955	(f.s.)
Tav. 10 Foto panoramica area	(f.s.)
Tav. 11 Carta Pericolosità Geologiche	(sc. 1:4.000)

Appendice 1: Stratigrafie sondaggi eseguiti

Appendice 2: Calcoli stabilità

1 PREMESSA

Su incarico del Università degli Studi di Camerino è stato eseguito uno studio a carattere geologico geomorfologico finalizzato alla redazione della variante Piano Particolareggiato PP6.

La variante si rende necessaria al fine di variare la forma e dimensione del lotto 7, dove verrà realizzato un edificio per attrezzature universitarie di seguito denominato Student Center e per ottimizzare la posizione dei parcheggi, sia privati che pubblici, in funzione del loro utilizzo cercando di contenere le loro distanze dagli edifici o dai luoghi che caratterizzano l'area migliorando quindi la fruibilità.

Gli impianti planimetrici e dimensionali dei fabbricati non variano, così come le loro caratteristiche tecnologiche.

Lo sviluppo del progetto dello "Student Center" ne delinea in questa variante forma, dimensione e andamento del lotto.

Variano leggermente i tracciati viari esistenti e si prevede l'inserimento di un secondo (per la viabilità interna del campus). Ciò comporta delle minime variazioni alle superfici dei lotti e alla superficie di sedime.

La filosofia di base dell'impianto planimetrico del Piano Particolareggiato non varia, ed anzi assumono ancor più rilevanza le caratteristiche proprie del "campus universitario" costituito da fabbricati di altezza massima di 7,00 ml per le residenze e 15,00 ml per le attrezzature, disposti in modo tale da privilegiare l'accesso e la fruibilità delle aree verdi, sia di pertinenza dei singoli lotti sia di quelle comuni, tale da aumentare, altresì, la vivibilità ed il confort degli alloggi stessi e dei servizi.

Al fine di ottimizzarne l'utilizzo, vengono rimossi tutti i parcheggi ricavati longitudinalmente alla rete viaria (sia interna che esterna) ed alcuni presenti nel vasto parcheggio a valle dei fabbricati abitativi. Questi stessi vengono ricavati in tre distinte aree, in quota con i lotti e dimensionate secondo gli standard previsti dalla normativa vigente.

Gli elaborati riportano anche l'ubicazione di una pensilina con impianto fotovoltaico da realizzare nei pressi dello Student Center a copertura di una zona adibita a parcheggio. Inoltre, all'interno dell'area a verde (zona art.13 delle N.T.A. del Piano Regolatore Generale), si prevede la realizzazione di un piccolo campetto sportivo a cielo libero destinato a fruitori occasionali e due chioschi di ristoro/ricovero attrezzati a servizio dell'area verde aventi altezza massima non superiore a 3,50 m, così come riportato nel sopracitato art. 13 delle N.T.A. del P.R.G.

La metodologia d'indagine ha seguito il seguente piano di lavoro:

- acquisizione dei dati esistenti;
- rilevamento della porzione di territorio riguardante il Piano Particolareggiato e di una elaborazione dei dati acquisiti;
- partecipazione ad incontri con i progettisti del piano;
- stesura relazioni, cartografie e proposta normativa nel suo intorno significativo;
- analisi delle cartografie;
- analisi delle foto aeree storiche ed attuali;
- n. 2 sondaggi a carotaggio continuo
- n. 2 indagini geofisiche mediante sismica a rifrazione in onde Sh e P per la ricostruzione della sismostratigrafia;
- stesura relazioni, cartografie e proposta normativa.

Le principali norme di riferimento, utilizzate nella redazione del presente studio, sono:

D.M. 11 Marzo 1988, n. 47 integrato dalla circ. min. n. 30483/88

Circolare Regione Marche n.14 del 1990; NTA del PPAR; N.A. del P.A.I.; N.T.A. del P.T.C;

Per il rapporto sismico è stato tenuto conto della normativa D.P.R. 380/2001, O.P.C.M. 3274/2003 del D.M. 14/01/2008 relativo alle «Nuove norme tecniche per le costruzioni», 2018.

2 UBICAZIONE

Terre.it srl

(Sede Istituzionale, Sede Legale e Operativa)
L.go Decio Filippini 30/A, Palazzo Costa, 62028
Sarnano (MC) www.terrepuntoit.eu

Esso è catastalmente identificato presso il NCT alle seguenti coordinate:

- Fg. 35; mappali: 90, 750, 28, 577, 609 (di proprietà di UNICAM – Università degli Studi di Camerino);
- Fg. 48; mappali: 606, 421, 423, 7, 12, 599, 729, 731, 667, 12 sub24 (di proprietà di UNICAM – Università degli Studi di Camerino);

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

I terreni che costituiscono il substrato dell'area in questione appartengono alla sequenza di sedimenti marini torbiditici silico-clastici, di età messiniana, che danno luogo alla Formazione delle "Arenarie di Camerino". Questa formazione è costituita da alternanze di strati pelitici (argille ed argille siltose) ed arenacei organizzati in rapporti di continuità, sia laterale che verticale, abbastanza variabili e cartografati raggruppati in associazioni distinte secondo la prevalenza del litotipo (Ass. arenacea, arenaceo-pelitica ecc.). Localmente si distinguono i sedimenti appartenenti all'Associazione arenaceo-pelitica, rappresentata da litotipi prevalentemente arenacei più resistenti all'erosione, a cui s'intercalano litotipi prevalentemente argilloso-siltosi dell'Associazione pelitico-arenacea.

Il substrato è ricoperto da una coltre detritica di copertura il cui spessore risulta di circa 2.5 metri nella zona di monte per aumentare man mano che ci si sposta verso valle. Essi devono la loro origine in parte all'attività antropica ed in parte agli agenti esogeni che hanno causato l'alterazione e la disgregazione del substrato con la produzione di materiale che si accumula sul luogo di origine (eluvium) o che, trasportato dalle acque superficiali e da fenomeni gravitativi, quali la reptazione, il soliflusso e franamenti in genere, si deposita lungo i versanti ed i fondovalle (colluvium).

4 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'area in studio è posta lungo il versante nord che scende dall'abitato di Camerino, zona Madonna delle Carceri e specificatamente nel tratto fra il nuovo Campus Universitario e la località "Case lo Scarico" (vd Tav.1).

Nell'area il substrato, risulta generalmente affiorante e sub affiorante lungo gli assi dei crinali, mentre più a valle il versante è ricoperto da spessori anche consistenti di depositi di copertura quaternari. Questi depositi sono talora coinvolti in movimenti plastici superficiali evolvendo in alcuni casi in vere e proprie frane, che possano attivarsi in particolare, nei periodi invernali e di grandi precipitazioni meteoriche.

Nell'area oggetto di lottizzazione (vd. Tav. 4 e 9), il rilievo geomorfologico di dettaglio eseguito utilizzando anche l'analisi delle foto aeree attuali e passate (IGM 1955) ha evidenziato come l'area interessata dal PP6, rappresenta un dosso strutturale al di sopra del quale è presente uno spessore della coltre generalmente non superiore ai 2.5-3 mt. (vd. sondaggi e Prova CPT in appendice) che tende ad aumentare sia lungo i bordi laterali che a valle. L'analisi storica delle foto aeree evidenzia la presenza di corpi arenacei appena sotto i deboli spessori colluviali. Le ondulazioni posso essere messe in relazione erroneamente a fenomeni franosi ma in realtà sono la risposta morfologica alla diversa competenza delle formazioni sottostanti. Tutt'intorno, a nord a ovest e più a est i depositi colluviali aumentano di spessore fino ad arrivare 11 -14 mt così come evidenziato dai sondaggi, dalle prove penetrometriche e dal profilo di sismica a rifrazione.

Nelle foto aeree del 1955 sono ancora evidenti forme lineari riconducibili a vecchi fronti di scavo di vecchie cave, dove anticamente la popolazione di Camerino prelevava la sabbia e l'argilla (vd Tav. 4 e 9), le cui scarpate antropiche sono ancora visibili anche se molto alterate.

Per quanto riguarda il movimento gravitativo attivatosi nel 1997-2005 nelle immediate vicinanze dell'area esso è interpretabile come un fenomeno di frana attualmente quiescente che nella parte alta ha mobilitato limitati spessori eluvio-colluviali (probabilmente materiali risulta vecchie cave), innescatosi dopo un periodo di forti piogge ed evoluto a colata circa 370 mt più a valle presso "Case Lo Scarico" localizzato su materiali di risulta dell'attività estrattiva antica (vd Tav. 4 e 9).

5 RAPPORTI CON IL PAI

All' interno del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) dei bacini di rilievo regionale approvato dalla Regione Marche con Deliberazione di Consiglio Regionale n. 116 del 21/01/2004 e pubblicato sul Supplemento n. 5 al BUR Marche n. 15 del 13/02/2004, e aggiornato nel 2016¹ le aree di variante ricadono all'interno di due aree evidenziate nel PAI e codificate rispettivamente come P1 AVD_P1- (F16-0852) - Aree di Versante a Pericolosità moderata e P2 (F16 – 0974) - Aree di Versante a Pericolosità media. In numero delle indagini eseguite hanno avuto lo scopo di valutare la compatibilità della trasformazione urbanistica (art. 10 comma 2 delle NTA).

¹ Aggiornamento approvato con [Decreto n. 49 del 27/07/2016 del Segretario Generale dell'Autorità di Bacino regionale](#) (B.U.R. Marche n. 124 del 16/11/2016), successivamente rettificato con i Decreti [n. 55 del 26/09/2016](#) (B.U.R. Marche n. 17 del 10/02/2017) e [n. 61 del 24/10/2016](#)

6 IDROLOGIA, IDROGEOLOGIA E PERMEABILITÀ DEI TERRENI

Il drenaggio superficiale è rappresentato dal Fosso dello Scarico che scorre verso Nord per immettersi nel Fosso Palente affluente di destra del F. Potenza.

Il drenaggio del Fosso è stato oggetto di modifiche durante i lavori di risanamento del movimento franoso in loc. Montagnano - Lo Scarico Delibera CIPE n.35/2005 (Cod. MC-004-F). Attualmente scorre libero con una tendenza all'incisione nel tratto iniziale fino all'altezza dell'attraversamento di progetto. Il tratto successivo è stato intubato per circa 200 mt (Ø900) per poi riemergere imbrigliato poco prima di arrivare alle Case Lo Scarico, il fosso è stato oggetto di regimazione per limitare l'attività erosiva.

All'interno del versante nelle colluvioni superficiali è possibile una limitata circolazione idrica legata al contatto con il substrato sottostante che nel complesso, può essere classificato come "acquiclude" per la forte predominanza della componente argillosa. All'interno del substrato molto alterato limitate venute d'acqua possono essere legata alla presenza di strati arenacei fratturati. Durante le prove penetrometriche non sono state riconosciute falde acquifere ne livelli umidi.

Caratteristiche di permeabilità dei litotipi:

- Depositi eluvio-colluviali: sono terreni a permeabilità variabile, sia laterale che verticale, dovuta all'eterogeneità litologica in quanto costituiti da commistioni di limi, argille e sabbie in differenti proporzioni; si possono classificare come "terreni a permeabilità da medio bassa a bassa". La circolazione idrica risente direttamente delle precipitazioni;

- Ass. Pelitico-arenacea:

nel complesso viene classificata come "impermeabile" a causa della predominanza della componente argillosa che le conferisce, in grande, le caratteristiche di acquiclude.

7 LITOSTRATIGRAFIA

La sequenza litostratigrafica è stata ricostruita attraverso il reperimento di almeno 8 sondaggi geologici forniti dall'Amministrazione comunale di Camerino eseguiti nell'area che nelle immediate vicinanze per la costruzione del Campus Universitario; inoltre sono state eseguite n. 3 Prove CPT di controllo, spinte fino al raggiungimento del substrato integro. (vd Tav. 7)

Di seguito vengono descritti i litotipi attraversati:

LITOTIPO 1 - Deposito eluvio-colluviale:

aggregato di limi-argillosi e sabbie spesso umido e privo di struttura, in varie proporzioni; il colore è nocciola. All'interno si rinvencono concrezioni carbonatiche biancastre (calcinelli), frustoli carboniosi nonché elementi clastici arenacei granulometricamente eterogenei. Lo spessore medio locale di questi depositi è di circa 2,5 mt .

LITOTIPO 2 – Substrato:

formazione arenacea (a monte dell'area) che passa più a valle a una formazione pelitico-arenacea a sottile stratificazione. Nella porzione superficiale (compresa tra 0,5 e 2,5 metri di spessore), il substrato risulta alterato il cui colore va dal beige al grigio marrone, si rinvencono concrezioni carbonatiche, le caratteristiche geomeccaniche sono scadenti e gli strati arenacei, fortemente alterati ed ossidati e di colore ocreo, hanno perso quasi totalmente la caratteristica cementazione. Aumentando la profondità, migliorano sensibilmente e rapidamente le caratteristiche geomeccaniche dei litotipi.

Il substrato integro può essere reperito a profondità comprese tra 2.5 - 3 mt nella parte alta dell'area per aumentare fino a profondità > 10 mt nelle zone più a valle. Tale situazione litologica è ben rappresentata, per l'area in studio, nella sezione litostratigrafica allegata.

8 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

I parametri fisico-meccanici medi relativi ai tipi litologici riscontrati al di sotto del terreno vegetale sono stati ricavati dalle prove CPT eseguite e dalle prove di laboratorio effettuate su campioni di terreno indisturbati prelevati durante la campagna geognostica relativa all'indagine eseguita dal professore Calabresi per la stabilizzazione della frana, e da quelli eseguiti nell'immediata vicinanza per la costruzione del CAMPUS Universitario in tutto e per tutto simili a quelli presenti nell'area oggetto di esame, dai risultati delle prove penetrometriche eseguite e dai parametri desunti dalla sismica a rifrazione.

LITOTIPO 1: DEPOSITI ELUVIO COLLUVIALI LIMOSO-ARGILLOSI

		MIN	MAX	
Coesione non drenata	Cu	0.5	1,03	Kg/cm ^q
Coesione drenata	C'	0.1	0,3	Kg/cm ^q
Angolo d'attrito	φ	21	28	° gradi
Coesione residua (*)	Cr	0.02	0,2	Kg/cm ^q
Angolo d'attrito residuo (*)	φ_r	16	23	° gradi
Modulo Edometrico	Ed	40	70	(Kg/cm ²)
Peso specifico del terreno	γ	1.9	2.03	g/cmc
Modulo di deformazione a taglio	E'	70	180	(Kg/cm ²)

LITOTIPO 2: SUBSTRATO ALTERATO

		MIN	MAX	
Coesione non drenata	Cu	1.8	3.0	Kg/cm ^q
Coesione drenata	C'	0.2	0,5	Kg/cm ^q
Angolo d'attrito	φ	28	34	° gradi
Modulo Edometrico	Ed	70	120	(Kg/cm ²)
Peso specifico del terreno	γ	2.1	2.2	g/cmc

LITOTIPO 3: SUBSTRATO INTEGRO

		MIN	MAX	
Coesione non drenata	Cu	4	20.0	Kg/cm ^q
Coesione drenata	C'	0.2	0,7	Kg/cm ^q
Angolo d'attrito	φ	30	37	° gradi
Modulo Edometrico	Ed	90	220	(Kg/cm ²)
Peso specifico del terreno	γ	2.2	2.35	g/cmc

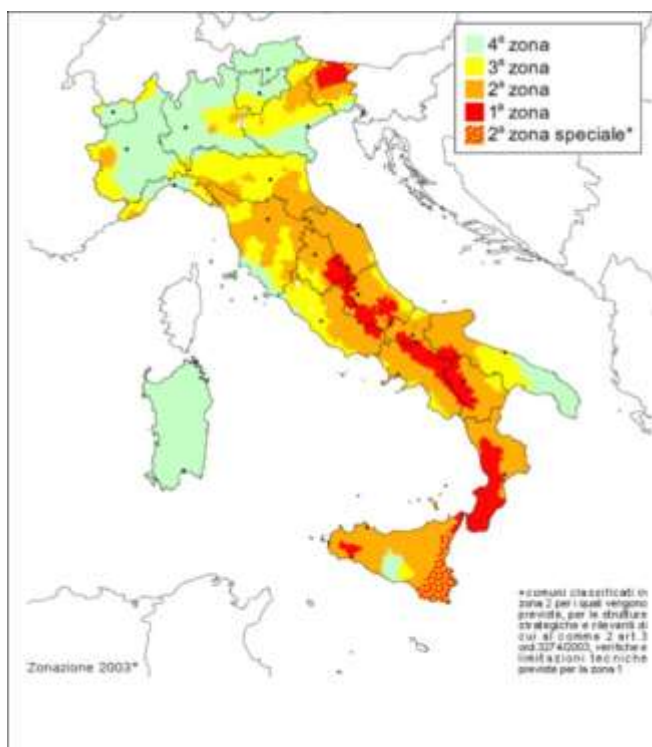
Terre.it srl

(Sede Istituzionale, Sede Legale e Operativa)
L.go Decio Filippini 30/A, Palazzo Costa, 62028
Sarnano (MC) www.terrepuntoit.eu

9 SISMICITÀ, TERREMOTO ATTESO

Per quanto riguarda la sismicità della zona in esame si è scelto di non redigere la carta di pericolosità sismica, come indicata dalla circolare regionale n.14 del 1990, bensì di fare riferimento alle più recenti normative collegate alle Norme Tecniche sulle Costruzioni (D.M. 14/01/2008).

9.1 analisi macrosismica dell'area



Il territorio del Comune di Camerino è classificato in zona sismica 2, come gran parte del territorio della Provincia di Macerata.

Si riportano di seguito alcune figure tratte dal sito dell'INGV e relative pubblicazioni, da esse sono estrapolabili, la zona sismica, la pericolosità sismica in termini di accelerazione massima al suolo, i terremoti storici, la mappa delle magnitudine massime e il relativo elenco di terremoti. Nella relazione sismica di RSL, sia nel caso della procedura semplificata che nel caso della procedura analitica, è di fondamentale importanza inserire un'accurata analisi della sismicità storica dell'area in esame.

La consultazione dei database resi disponibili sulla rete Internet da parte dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, rende oggi questa operazione molto più semplice di un tempo.

Le informazioni su cui concentrare l'attenzione sono:

Terre.it srl

(Sede Istituzionale, Sede Legale e Operativa)
L.go Decio Filippini 30/A, Palazzo Costa, 62028
Sarnano (MC) www.terrepuntoit.eu

- ☐ i dati dei singoli eventi che hanno colpito la località oggetto di studio (Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani);
- ☐ le informazioni derivanti dallo studio della disaggregazione della Peak Ground Acceleration;
- ☐ analisi e inquadramento dell'area nella zonazione sismogenetica ZS9;
- ☐ analisi e descrizione delle sorgenti sismogenetiche presenti nei dintorni dell'area in esame (Database of Italian Seismic Sources);

Dall'esame del Database Macrosismico Italiano DBMI11 dei terremoti (a cura di M. Locati, R. Camassi & M. Stucchi, 2011. versione 2011 del Database Macrosismico Italiano. Milano, Bologna, utilizzato per la compilazione del catalogo parametrico CPTI11 (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia), si evince che l'area di interesse è caratterizzata da una sismicità medio - alta;

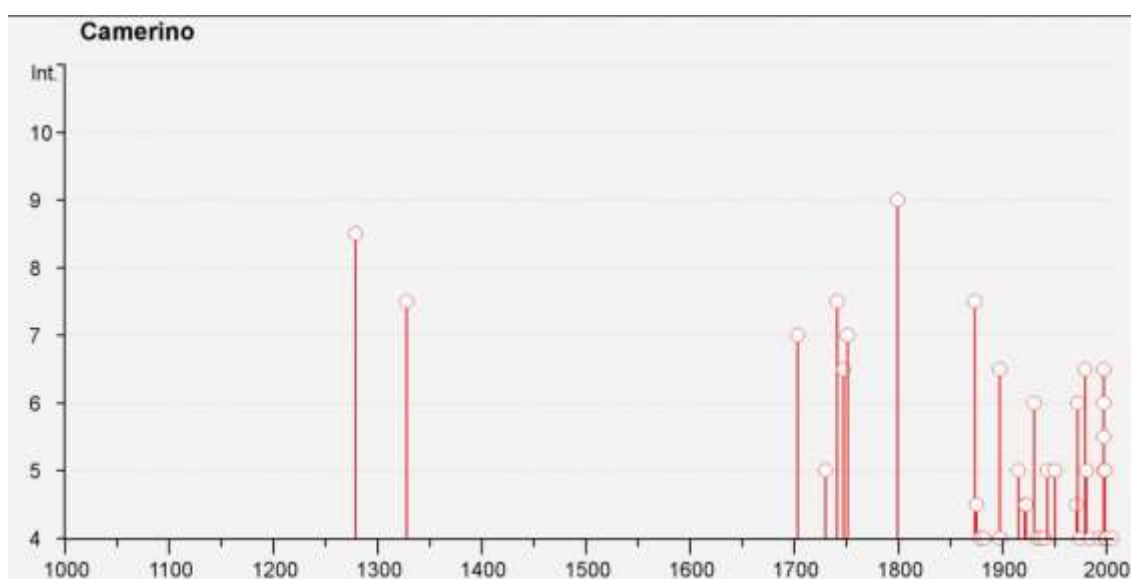


Fig. 1 – distribuzione temporale dei terremoti disponibili per il Comune di Camerino (MC)

9.2 studio della disaggregazione della PGA

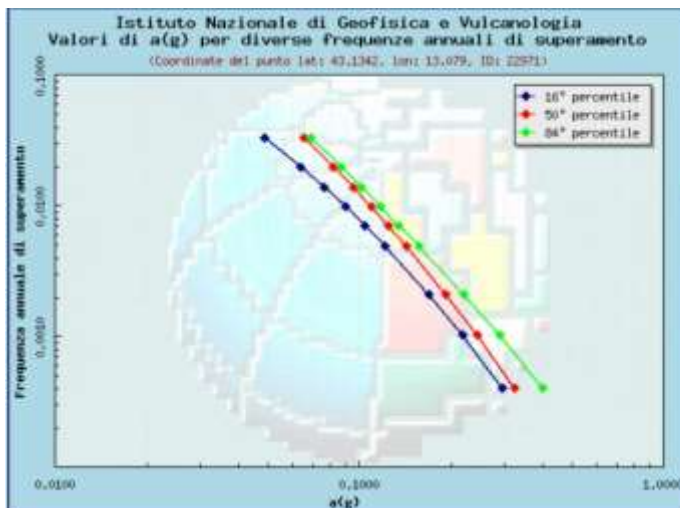
La disaggregazione della pericolosità sismica (McGuire, 1995; Bazzurro and Cornell, 1999), è un'operazione che permette di valutare i contributi delle diverse sorgenti sismiche alla pericolosità di un sito. In altre parole la disaggregazione dei valori di PGA dei terremoti occorsi in magnitudo-distanza, fornisce statisticamente il terremoto che domina lo scenario di pericolosità (terremoto di scenario) inteso come l'evento di magnitudo M a distanza R dal sito oggetto di studio che contribuisce maggiormente alla pericolosità sismica del sito stesso.

I dati riportati nel seguito sono stati selezionati dall'archivio dell'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) inseriti nel quadro del progetto S1 (Spallarossa D., Barani S., 2007).

L'analisi della disaggregazione dei valori di $a(g)$ riporta, per ogni nodo della griglia di calcolo in cui è stato suddiviso il territorio italiano, la valutazione del contributo percentuale alla stima di pericolosità fornito da tutte le possibili coppie di valori di magnitudo e distanza. Questo tipo di analisi è utile nell'individuazione della sorgente sismogenetica che contribuisce maggiormente a produrre il valore di scuotimento stimato in termini probabilistici.

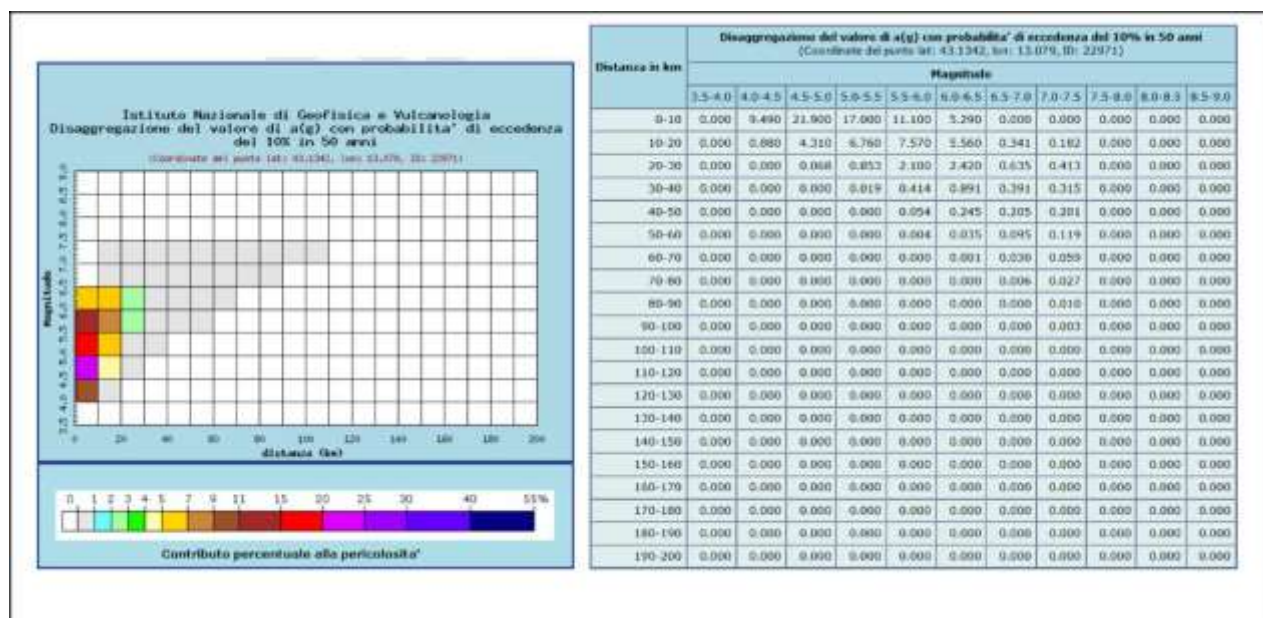
Per la caratterizzazione della pericolosità sismica dell'area in esame sono riportati nel seguito i valori disaggregati della PGA ricavabili dalle mappe conclusive di pericolosità sismica elaborate in termini di mediana della distribuzione dei valori di pericolosità anziché in termini di valori medi (MPS04).

In particolare, sono presentati i valori disaggregati mediani al 50esimo percentile della distribuzione (relativi a suolo rigido), espressi in termini di accelerazione orizzontale di picco (PGA), corrispondenti al periodo di ritorno (RP): 475 che corrisponde per le opere previste al tempo di ritorno dello Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV).



Frequenza annuale di superamento	a(g) (Coordinate del punto lat: 43.1342, lon: 13.079, ID: 22971)		
	16° percentile	50° percentile	84° percentile
0.0004	0.2931	0.3233	0.4014
0.0010	0.2175	0.2437	0.2892
0.0021	0.1682	0.1927	0.2196
0.0050	0.1208	0.1424	0.1563
0.0071	0.1037	0.1244	0.1348
0.0099	0.0898	0.1096	0.1174
0.0139	0.0765	0.0955	0.1015
0.0200	0.0638	0.0819	0.0870
0.0333	0.0488	0.0656	0.0692

grafico della disgregazione della PGA per un tempo di ritorno di 475 anni che per le opere in progetto corrisponde al periodo di riferimento per lo Stato Limite di Salvaguardia della vita



Dal grafico si può osservare immediatamente come per questi tempi di ritorno uguali a 475 anni il sito in esame sia caratterizzato da terremoti medi ($M_w = 5,32$) originati da sorgenti sismiche piuttosto vicine ($R < 11$ km).

Magnitudo	Distanza	(km)
5.320	9.790	0.982

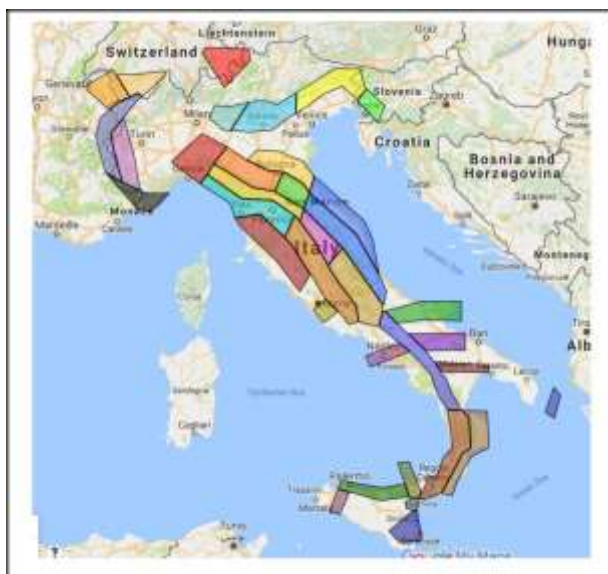
Il fatto importante da rimarcare è che il risultato di un'analisi di disgregazione della pericolosità sismica è di fondamentale importanza per operare la selezione di

accelerogrammi reali o la produzione di sismogrammi sintetici spettro-compatibili da usare per analisi di risposta sismica locale.

9.3 zonazione sismogenetica e valutazione della magnitudo

La magnitudo è una grandezza molto importante per la definizione della pericolosità sismica e quindi dell'azione sismica.

Sotto il profilo sismico, gli studi sulla pericolosità sismica, promossi dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), hanno portato alla definizione di una nuova zonazione sismogenetica del territorio italiano, denominata ZS9, che prevede una suddivisione in 36 zone i cui limiti sono stati tracciati sulla base di informazioni tettoniche o geologico-strutturali e di differenti caratteristiche della sismicità, quali distribuzione spaziale e frequenza degli eventi, massima magnitudo rilasciata, ecc..



L'area in esame ricade nella zona ZS9 = 918

Essa fa parte del complesso "Appennino settentrionale e centrale" (zone che vanno dalla 911 alla 923).

Tale zona è caratterizzata da terremoti di tipo, probabilmente, distensivi e trascorrenti, con profondità ipocentrali superiori ai 15-20 km e con sismicità storica che raramente ha raggiunto valori molto elevati di magnitudo.

La fascia meridionale della zona 918 è caratterizzata da alcune sorgenti "silenti" (es. M.ti della Laga, Campo Imperatore) legati a fagliazione normale che, da studi paleosismologici condotti lungo le faglie emergenti in superficie, suggeriscono una ripetuta attivazione nel corso dell'Olocene.

La magnitudo (momento) massima attesa è $M_{wmax} = 6,37$.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
nome ZS	N ZS	DISS2 MwMax	CPTI2 MwMax	CPTI2 MwMax (classe)	CPTI2 completo 04.2	Az1	Mw Max1	Az2	Mw Max2
Medio-Marchigiana/Abruzz.	918		6.23	6.14	6.14	+1(a)	6.37	+1(a)	6.37

La magnitudo momento massima attesa indicata nella zonazione ZS9 è anche il punto di partenza per le verifiche alla liquefazione dei suoli in condizioni sismiche e quindi è di fondamentale importanza.

Zo na	Zona Numero di eventi Md>2.0	Numero di eventi Md>2.5	Numero di eventi Md>3.0	Magnitudo massima (Md)	Classe di profondità (km)	Profondità efficace (km)
918	455	179	26	4.2	12-20	13

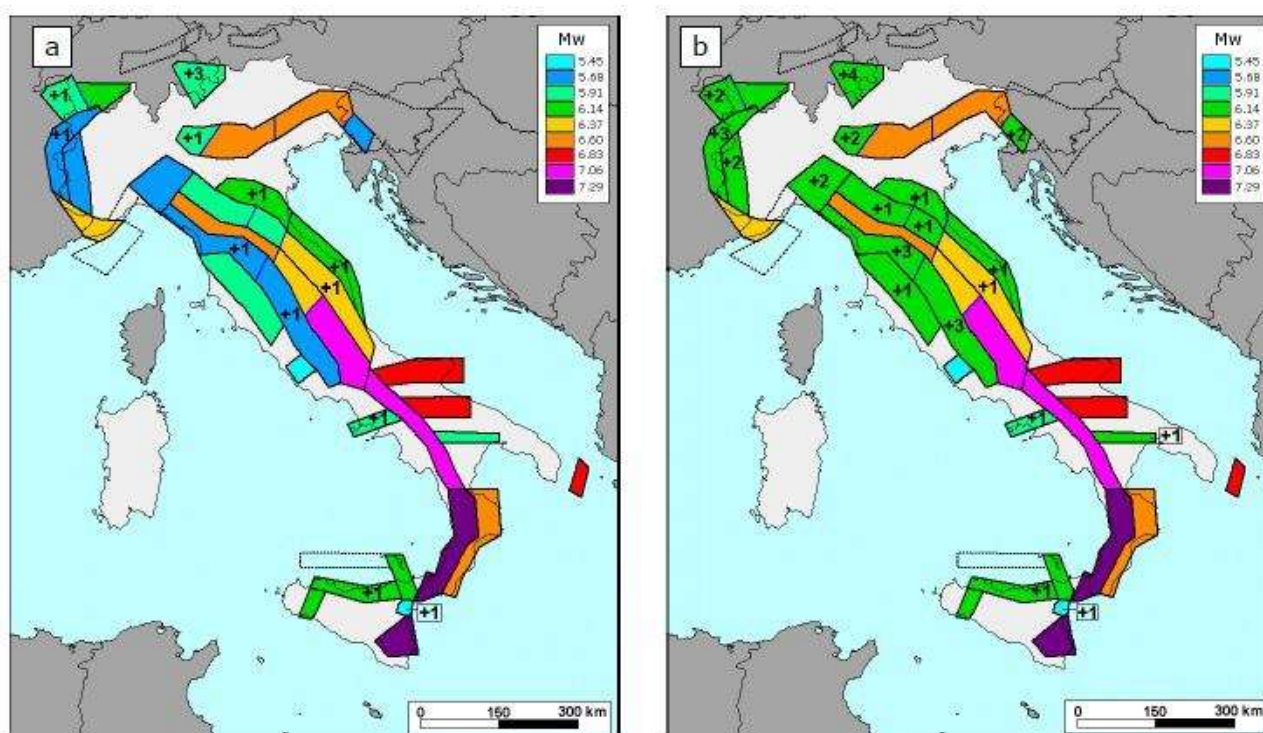


Figura 36. Valori di Mwmax corrispondenti ai due insiemi: a) "osservati" (Mwmax1); b) "cautelativi" (Mwmax2).

10 PERICOLOSITA' SISMICA

Nell'area non sono riscontrabili forme morfologiche superficiali che possano produrre amplificazione sismica.

In considerazione dei fattori topografici, litologici, geomorfologici, tutta l'area può essere considerata a pericolosità sismica MEDIA. Tale situazione richiede che in sede di realizzazione del PP6, nelle progettazioni esecutive venga valutato, con opportune indagini geologiche, geotecniche e geofisiche, la necessità di realizzare studi di RSL.

11 PERICOLOSITÀ GEOLOGICA DEL SITO

L'elaborazione della " carta delle pericolosità geologiche " rappresenta la sintesi di tutti gli studi geologici eseguiti e, quindi, la cartografia alla quale far riferimento per un corretto uso del territorio. Questa è stata ottenuta dall'elaborazione dei dati topografici, litologici, geomorfologici, di pericolosità geologica e sismici, integrati da dati e conoscenze idrogeologiche sull'area.

La Zonizzazione comprende (vd TAVOLA 11):

- un'area a pericolosità BASSA, dove non vi sono limitazioni di sorta al suo utilizzo ai fini edificatori in relazione alla presenza in sub-affioramento del substrato, dotato di ottime caratteristiche geotecniche (coltri sono inferiori ai 3 mt di spessore);
- un'area pericolosità MEDIA che comprende aree con uno spessore di formazione eluvio-colluviali > di 3 mt. che pur non presentando problematiche di stabilità, richiede un attento utilizzo in relazione alle caratteristiche morfologiche, geologico-stratigrafiche, geotecniche verificate con relazioni geologiche specifiche;
- un'area a pericolosità ALTA che caratterizza l'area in frana mossasi nel 1997 e nel 2005, anche se i lavori di risanamento realizzati nel 2006 sembrano essere stati idonei a fermare il movimento in quanto non sono stati più rilevati segni di reattività ma che considerato lo spessore notevole di depositi di copertura coinvolti e le caratteristiche geotecniche non eccellenti, producono comunque una delicata situazione geolitologica. Quest'ultima area è esterna all'ambito di progetto, pertanto non vengono fornite limitazioni normative.

12 CONCLUSIONI

Si ritiene che la variante urbanistica proposta sia pienamente compatibile con le caratteristiche geologico geomorfologiche dell'area analizzata.

Sono stati rilevati i seguenti elementi di attenzione, di cui tenere conto in sede di attuazione del piano particolareggiato:

- per garantire nel tempo la stabilità del versante e dei fabbricati, è necessario durante la realizzazione degli interventi, impermeabilizzare il perimetro esterno del fabbricato, della viabilità interna, dei piazzali e parcheggi, nonché la predisposizione di un razionale sistema di opere idrauliche che consenta la raccolta ed il successivo rapido allontanamento dal sito delle acque meteoriche e di scolo impedendone l'infiltrazione in profondità, scongiurando il pericolo di rammollimento dei terreni sottostanti;
- Considerato che il recettore (Fosso Lo Scarico) nella parte alta, a monte del tratto intubato (vd Tav.5), è caratterizzato da fenomeni di incisione lineare e che la portata del fosso potrà essere ulteriormente incrementata dal drenaggio di raccolta delle acque provenienti dalle aree impermeabilizzate della lottizzazione, sarà necessario intervenire con opere di stabilizzazione del fondo che riducano l'erosione lineare del fosso ²;
- qualora la scelta del tecnico nella realizzazione dello "Student Center" fosse indirizzata sull'adozione di fondare gli edifici su pali, durante le operazioni di trivellazione, la D.L. dovrà verificare punto per punto la profondità del substrato,

² Attualmente l'area è interessata da un progetto volto a sistemare e riqualificare tutto il bacino idrografico del "Fosso Lo Scarico". La redazione di questo progetto è curata dal Consorzio di Bonifica delle Marche ed attualmente si trova, già dal mese di Settembre 2018 e dopo aver recepito tutti i consensi in fase di Conferenza dei Servizi, depositato presso il " Servizio Tutela, Gestione e Assetto del Territorio" della Regione Marche per il rilascio dei pareri di loro competenza.

Il progetto, redatto sulla base della Ordinanza della Protezione Civile n°510 del Febbraio 2018, è così intitolato: "Sistemazione idraulica del sistema di regimazione delle acque bianche del bacino del "Fosso lo scarico" e del sistema di raccolta delle acque nere." - CUP E19E17000050001.

approfondendone, ove necessario, l'imposta fino a reperire la porzione poco alterata o meglio integra;

- ☐ Prescrizione vincolante per la salvaguardia della stabilità del versante: tutti gli scavi e i riporti se superiori a 1,5 mt di altezza dovranno essere sostenuti da adeguate opere di sostegno con drenaggio a tergo;
- ☐ Le opere di sbancamento per il livellamento delle aree dovranno essere realizzate per tratti inferiori a 15 mt. Se i fronti avranno altezze sup. a 2 mt.;

13 COMPATIBILITA' IDRAULICA DEL Piano Particolareggiato PP6

13.1 Premessa

La necessità di valutazione in merito al rapporto fra l'intervento proposto, l'eventuale rischio idraulico e il mantenimento del principio dell'invarianza idraulica, sono normati dalla Legge Regionale n.22 del 23 novembre 2011; in particolare all'art.10 essa recita:

“1. Gli strumenti di pianificazione del territorio e le loro varianti, da cui derivi una trasformazione territoriale in grado di modificare il regime idraulico, contengono una verifica di compatibilità idraulica, volta a riscontrare che non sia aggravato il livello di rischio idraulico esistente, né pregiudicata la riduzione, anche futura, di tale livello.

2. Ai fini di cui al comma 1, la verifica di compatibilità valuta l'ammissibilità degli interventi di trasformazione considerando le interferenze con le pericolosità idrauliche presenti e la necessità di prevedere interventi per la mitigazione del rischio, indicandone l'efficacia in termini di riduzione della specifica pericolosità.

3. Al fine altresì di evitare gli effetti negativi sul coefficiente di deflusso delle superfici impermeabilizzate, ogni trasformazione del suolo che provochi una variazione di permeabilità superficiale deve prevedere misure compensative rivolte al perseguimento del principio dell'invarianza idraulica della medesima trasformazione.

4. La Giunta regionale stabilisce i criteri per la redazione della verifica di compatibilità idraulica degli strumenti di cui al comma 1, nonché le modalità operative e le indicazioni tecniche relative ai commi 2 e 3, anche con riferimento ad aree di recupero e di riqualificazione urbana.

5. Le opere necessarie per il perseguimento delle finalità di cui al presente articolo e relative alla riduzione del rischio idraulico (opere di difesa fluviale, invasi compensativi, aree verdi conformate in modo da massimizzare la capacità di invaso e laminazione e simili) e geologico (rilevati e valli artificiali e simili) sono classificate tra le opere di urbanizzazione primaria e le aree cui vengono conferite funzioni mitigative o compensative devono essere ricomprese nel perimetro considerato, anche se non strettamente contigue alle aree di trasformazione.”

Tali norme vanno lette e quindi applicate, integrandole con i *“criteri, modalità e indicazioni tecnico-operative per la redazione della verifica di compatibilità idraulica degli strumenti di pianificazione territoriale e per l’invarianza idraulica delle trasformazioni territoriali”*, di cui alla Delibera di Giunta Regionale n. 53 del 27 gennaio 2014, redatta ai sensi del sopra citato comma 4 dell'art.10 della LR 22/2011.

13.2 AMBITO E CARATTERISTICHE DEL SITO

Il comparto urbano interessato dal Piano Particolareggiato, di iniziativa pubblica, è localizzato entro il perimetro territoriale definito dal PRG vigente, situato in prossimità del campus universitario “camerte”, in un’area di versante a nord del quartiere di Montagnano.

Esso è catastalmente identificato presso il NCT alle seguenti coordinate:

Fg. 35; mappali: 90, 750 (di proprietà di UNICAM – Università degli Studi di Camerino);

Fg. 48; mappali: 606, 421, 7, 599, 423 (di proprietà dei sigg. Bernardi Andrea, Bernardi Cesare; Bernardi Giovanna; Bernardi Lucia e Giacometti Maria Teresa);

Fg. 48; mappali: 729, 731 (di proprietà del sig. Fabiani Marino).

Si evidenzia che, l’espansione prevista per il Piano Particolareggiato denominato “PP6”, diviene parte integrante di un progetto più generale di ricostruzione del Sistema Universitario di Camerino, seriamente danneggiato a seguito del sisma del 24 agosto e successivi. Il nuovo sistema di alloggi per studenti sarà dunque realizzato in continuità e in congruità con l’area residenziale del quartiere di Montagnano e l’area terminale a valle destinata a spazi comuni, adibiti a biblioteca e sala lettura.

Dal punto di vista geomorfologico, l’area è caratterizzata da terreni argillosi di tipo arenario, con depositi alluvionali che nella parte più alta non superano i 3 metri, e nella parte a valle si aggirano intorno ai 11 metri. Per rispondere alle esigenze di sicurezza legate alla geomorfologia del sito, la disposizione degli alloggi e delle attrezzature comuni ad essi collegate, seguirà le curve di livello, in modo da non effettuare eccessivi sbancamenti del terreno, e utilizzerà sistemi di fondazione parallele alla formazione arenosa sottostante.

Pertanto nei successivi paragrafi verranno trattati i seguenti aspetti: rapporto dell’intervento, in relazione alla compatibilità idraulica di cui ai commi 1 e 2 della L. R. 22/2011;

verifica del mantenimento del principio d’invarianza idraulica di cui al comma 3 della L. R. 22/2011.

13.3 VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

L'analisi della compatibilità idraulica così come recita l'art. 10 della L.R. 22/2011 è quello di evitare l'aggravamento delle condizioni di rischio idraulico esistente o pregiudicare la riduzione futura di tale livello, facendo sì che le scelte pianificatorie fin dalla fase della loro ideazione valutino la pericolosità idraulica presente e potenziale.

La L.R. Prevede che la Verifica di Compatibilità Idraulica si sviluppi su tre livelli successivi di approfondimento:

- **bibliografici e storici:** permettono di ottenere informazioni sugli effetti di precedenti eventi di inondazione, nonché sugli studi esistenti e sull'individuazione delle aree inondabili negli strumenti di Programmazione esistenti, utili al fine di tarare le analisi geomorfologiche e idrauliche;

- **geomorfologici:** permettono di ottenere informazioni sulla porzione di territorio interessabile dalle dinamiche fluviali, sui processi geomorfologici predominanti e sugli elementi geomorfologici che delimitano le aree interessabili da fenomeni di piena, nonché sull'evoluzione nel tempo del corso d'acqua e delle aree di pertinenza fluviale;

- **idrologici-idraulici:** permettono di quantificare, in relazione a criteri fissati convenzionalmente (es: tempo di ritorno), le aree inondabili; in genere, salvo analisi di maggior impegno, tali verifiche si riferiscono a schematizzazioni geometriche statiche dell'alveo.

Nel caso specifico, ci si è fermati allo sviluppo della sola analisi Idrografica-Bibliografica-Storica, nell'ambito della Verifica Preliminare, in quanto l'area interessata dallo strumento di pianificazione è posta ad una quota e distanza tale da non poter essere interessata da potenziali fenomeni inondazione/allagamento del reticolo idrografico così come da dinamiche fluviali, anche in un orizzonte temporale di lungo periodo.

Alle sopracitate conclusioni si è giunti dopo aver effettuato un rilievo geomorfologico di dettaglio eseguito utilizzando anche l'analisi delle foto aeree (vd. Tav 4 e 10 della Rel. Geologica allegata al PP6), e dopo aver confrontato le cartografie esistenti relative al:

Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) dei bacini di rilievo regionale approvato con Deliberazione di Consiglio Regionale n. 116 del 21/01/2004 e pubblicato sul Supplemento n. 5 al BUR Marche n. 15 del 13/02/2004,

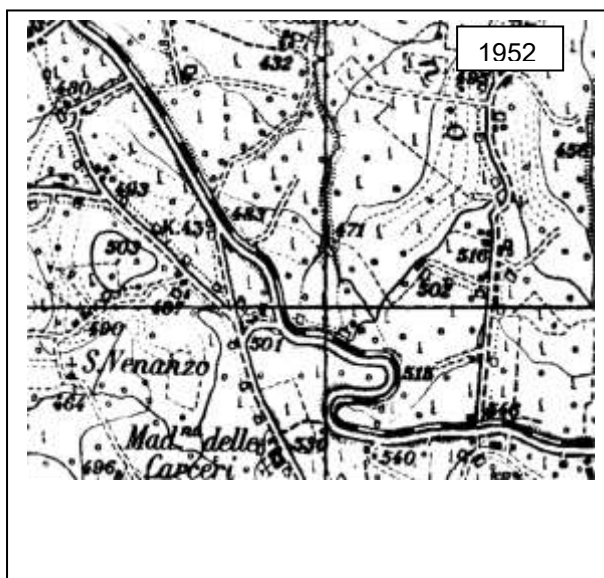
Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Macerata:

Terre.it srl

(Sede Istituzionale, Sede Legale e Operativa)
L.go Decio Filippini 30/A, Palazzo Costa, 62028
Sarnano (MC) www.terrepuntoit.eu

Piano Regolatore Comunale (cartografia geomorfologica e cartografia delle pericolosità geologiche);

Inoltre lo studio della rete idrografica è stato esteso, fino ad un orizzonte temporale di almeno 50-60 anni, al fine di verificare eventuali situazioni di obliterazione o modifica del reticolo idrografico utilizzando l'analisi delle foto aeree attuali e passate (IGM 1952).



Terre.it srl

(Sede Istituzionale, Sede Legale e Operativa)
L.go Decio Filippini 30/A, Palazzo Costa, 62028
Sarnano (MC) www.terrepuntoit.eu

14 INVARIANZA IDRAULICA

In merito alla verifica di Invarianza idraulica, è utile riportare quanto segue: “Ogni intervento che provoca impermeabilizzazione dei suoli ed aumento delle velocità di corrivazione deve prevedere azioni correttive volte a mitigarne gli effetti; tali azioni sono da rilevare essenzialmente nella realizzazione di volumi di invaso finalizzati alla laminazione; se la laminazione è attuata in modo da mantenere i colmi di piena prima e dopo la trasformazione inalterati, si parla di “invarianza idraulica” delle trasformazioni di uso del suolo [Pistocchi, 2001]”.

Per trasformazione del territorio ad invarianza idraulica si intende la modifica di un'area tale che i deflussi idrici superficiali originati dalla trasformazione non provochino un aggravio della portata di piena del corpo ricevente.

Gli interventi urbanistici che comportano parziali impermeabilizzazioni del territorio necessitano pertanto di volumi di invaso di compensazione. Tali volumi andranno costituiti prima che si verifichi il deflusso delle aree stesse in modo tale da assicurare l'effettiva invarianza del picco di piena. Gli invasi andranno poi svuotati entro le 24 ore successive all'evento.

La portata al colmo di piena risultante dal drenaggio dell'area rimarrà così costante prima e dopo la trasformazione dell'uso del suolo garantendo il principio dell'invarianza idraulica.

Nella relazione di accompagnamenti al Piano Particolareggiato verranno calcolati i volumi dell'invaso di compensazione previsto e uno schema generale delle soluzioni previste lasciando alla fase esecutiva la progettazione operativa.

Nel nostro caso si riportano lo schema di calcolo che riassume la situazione attuale e quella modificata dalla trasformazione urbanistica in termini di superficie impermeabile equivalente.

in questa sede si indicano la tipologia generale delle misure compensative da adottare:

- scelta della tipologia delle opere di smaltimento delle acque meteoriche fra quelle suggerite dall'Allegato B alle Linee guida di cui alla DGR 53/2014, in grado di creare volumi di immagazzinamento temporaneo dell'acqua piovana;

– dimensionamento del sistema di smaltimento delle acque meteoriche sulla base delle indicazioni riportate nell'allegato B delle Linee guida di cui alla DGR 53/2014 (sovradimensionamento canalette/cunette, tombini di raccolta, attraversamenti).

Per quantificare i volumi da invasare l'intera area oggetto d'intervento (50371 mq), è stata suddivisa in 3 comparti autonomi:

COMPARTI	mq
COMPARTO 1	7560
COMPARTO 2	17700
COMPARTO 3	16000
COMPARTO 4 (Viabilità)	8380

(*) – Comparti ancora non soggetti a realizzazione



Fig. 2 - Estratto TAVOLA A

Terre.it srl

(Sede Istituzionale, Sede Legale e Operativa)
L.go Decio Filippini 30/A, Palazzo Costa, 62028
Sarnano (MC) www.terrepuntoit.eu

Il calcolo usando la formula

CALCOLO	INVARIANZA
IDRAULICA	AI SENSI DEL
TITOLO III DELLA DGR 53 DEL	
27/01/2014	messa a
disposizione dall'Autorità di	
Bacino della Regione Marche	
prevede di realizzare un volume	
minimo d'invaso di 168 mc.	
Togliendo il contributo dei	
sottoservizi ipotizzato del 10%	
il volume che si riduce a :	
152 mc.	
Portata ammissibile sul	
corpo ricettore 15.12 l/sec	
I volumi necessari potranno	
essere ricavati mediante la	
realizzazione di vasche	
interrate (vd Tav.1 allegata).	

Il calcolo usando la formula

CALCOLO	INVARIANZA
IDRAULICA AI SENSI DEL TITOLO	
III DELLA DGR 53 DEL	
27/01/2014	messa a
disposizione dall'Autorità di	
Bacino della Regione Marche	
prevede di realizzare un volume	
minimo d'invaso di 348 mc.	
Togliendo il contributo dei	
sottoservizi il volume che	
si riduce a	
244 mc.	

I volumi necessari potranno essere ricavati mediante la realizzazione di vasche interrato per la laminazione delle portate

COMPARTO 3

[illegible]

Il calcolo usando la formula **CALCOLO INVARIANZA IDRAULICA AI SENSI DEL TITOLO III DELLA DGR 53 DEL 27/01/2014** messa a disposizione dall'Autorità di Bacino della Regione Marche prevede di realizzare un volume minimo d'invaso di **28 mc.** Per ogni parcheggio a raso per un totale di

84 mc.

**Portata ammissibile sul corpo
ricettore 32 l/sec** I volumi necessari
potranno essere ricavati mediante la
realizzazione di vasche interrato per la
laminazione delle portate nell'area del
parcheggio (vd Tav.1 allegata).
In linea generale, si consiglia di
realizzare a valle dei tre parcheggi una
vasca interrata con scarico
nell'adiacente fosso, in alternativa n. 3
vasche interrato più piccole (28 mc
cadauna) da ubicare a valle di ogni
parcheggio.

Il contributo della viabilità (COMPARTO 4), sul volume di laminazione pari a mc 423 non viene calcolato in quanto assorbito dal volume dei sottoservizi previsti (collettori, pozzetti e caditoie) nonché dal fossetto laterale alla strada.

Ciò in linea con il disposto delle Linee Guida della Regione Marche (DGR 53/2014) che nel punto B4 recita:..."Nel caso di impermeabilizzazioni dovute a strade, l'invarianza idraulica si può realizzare con un opportuno dimensionamento dei fossi laterali e delle canalette di drenaggio; in particolare, la totale impermeabilizzazione della superficie stradale porta a dimensionare, un volume di invaso di circa 0,09 mc/mq di superficie stradale, ovvero poco più di 0,5 mc per ogni metro di lunghezza di una strada di larghezza pari a 6 m. Quindi la realizzazione di un fosso di volume pari a $(0,5 / 0,8) = 0,625$ mc/m soddisfa i requisiti di volume di compensazione richiesti. Ovunque sia presente lo spazio necessario, è opportuno accoppiare tale volume a spazi di laminazione concentrati (aree di espansione), in corrispondenza delle immissioni nei corpi recettori. Questo consente fra l'altro di operare una blanda autodepurazione del deflusso, aumentandone i tempi di residenza nella rete scolante e la possibilità di sedimentazione dei solidi sospesi. In generale, è opportuno sviluppare comunque tutte le considerazioni idrauliche e geotecniche suggerite dal caso specifico, anche in relazione ai possibili effetti del sistema di drenaggio sulla stabilità della sede stradale. La figura seguente mostra uno schema di realizzazione dell'invarianza idraulica per un tracciato stradale".

CONCLUSIONI

Dimensionamento del sistema di smaltimento delle acque meteoriche sulla base delle indicazioni riportate nell'allegato B delle Linee guida di cui alla DGR 53/2014 (sovradimensionamento canalette/cunette, tombini di raccolta, attraversamenti).

Per quantificare i volumi da invasare l'intera area oggetto d'intervento (50371 mq), è stata suddivisa in 4 comparti autonomi:

	Vol. da laminare
COMPARTO 1	152 mc
COMPARTO 2	244 mc
COMPARTO 3	84 mc
COMPARTO 4	0
totale	480 mc

COMPARTO 1 (Student Center+parcheggi)

il volume di laminazione ipotizzato è di **152 mc con una portata ammissibile sul corpo ricettore di 15.12 l/sec**

I volumi necessari potranno essere ricavati mediante la realizzazione di vasche interrate (vd Tav.1 allegata).

COMPARTO 2 (Studentato)

il volume di laminazione ipotizzato è di **244 mc con una portata ammissibile sul corpo ricettore di 32 l/sec**

I volumi necessari potranno essere ricavati mediante la realizzazione di una o più vasche interrate (vd Tav.1 allegata).

Dovranno essere utilizzati tutti gli accorgimenti possibili per ridurre la velocità delle acque prima dell'arrivo alla vasca di laminazione in considerazione del gradiente idraulico esistente.

COMPARTO 3 (Parcheggi)

il volume di laminazione ipotizzato è di **84 mc con una portata ammissibile sul corpo ricettore di 32 l/sec**

I volumi necessari potranno essere ricavati mediante la realizzazione di vasche interrate per la laminazione delle portate nell'area del parcheggio (vd Tav.1 allegata).

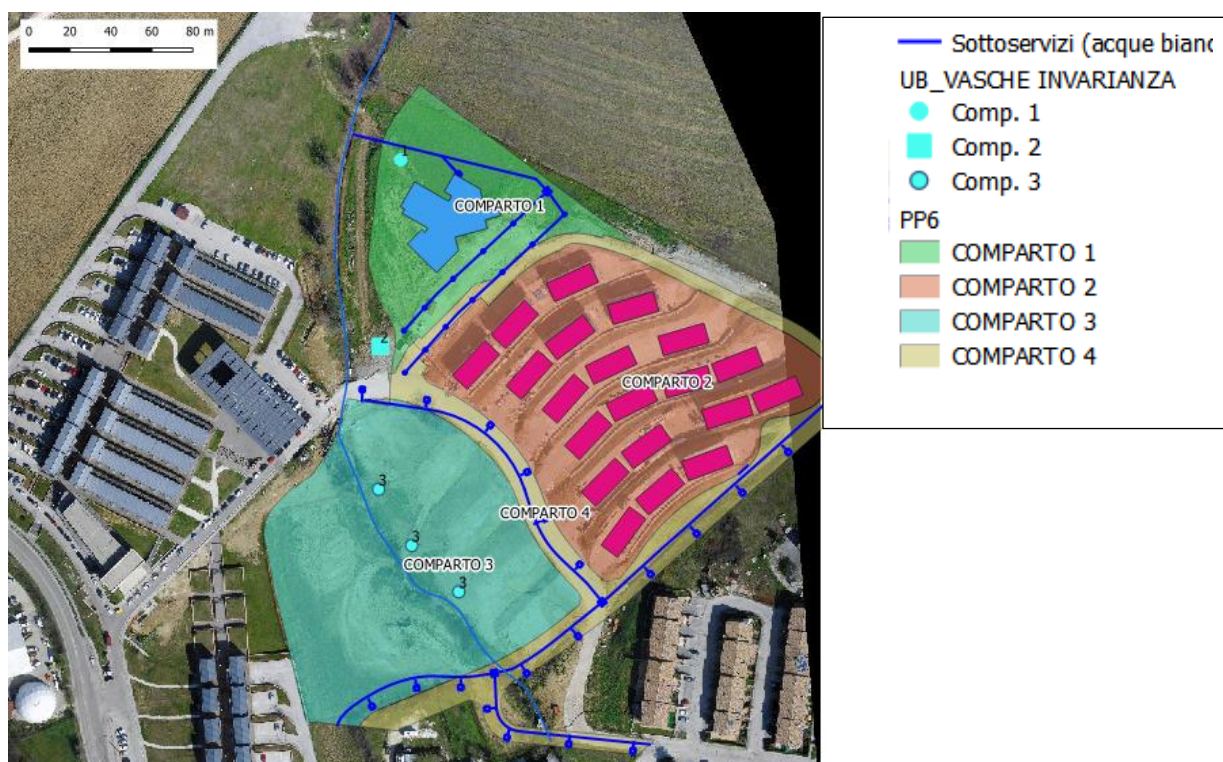
Terre.it srl

(Sede Istituzionale, Sede Legale e Operativa)
L.go Decio Filippini 30/A, Palazzo Costa, 62028
Sarnano (MC) www.terrepuntoit.eu

In linea generale, si consiglia di realizzare a valle dei tre parcheggi una vasca interrata con scarico nell'adiacente fosso, in alternativa n. 3 vasche interrate più piccole (28 mc cadauna) da ubicare a valle di ogni parcheggio.

COMPARTO 4 (Viabilità)

Il contributo della viabilità (COMPARTO 4), sul volume di laminazione pari a mc 423 non viene calcolato in quanto assorbito dal volume dei sottoservizi previsti (collettori, pozzetti e caditoie) nonché dal fossetto laterale alla strada.



Sarnano 5 Giugno 2020

Il Geologo

Dott. Maurizio Consoli

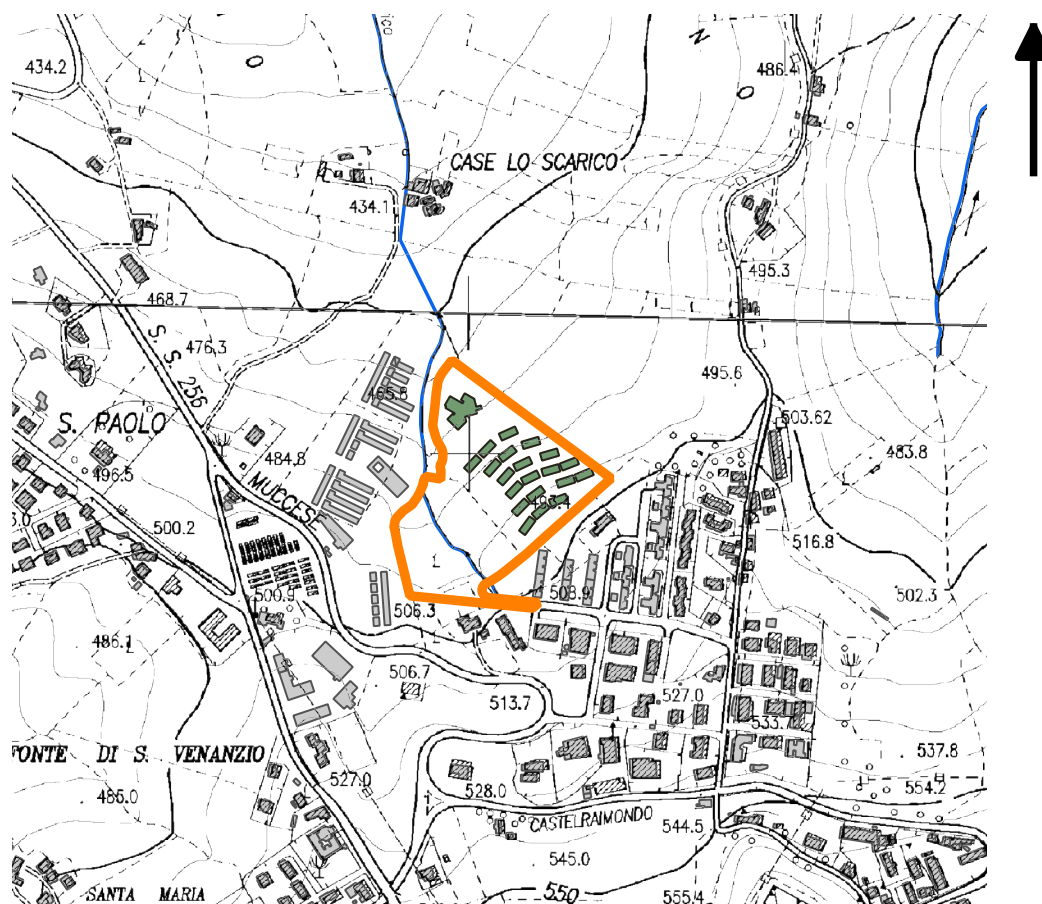


Terre.it srl

(Sede Istituzionale, Sede Legale e Operativa)
L.go Decio Filippini 30/A, Palazzo Costa, 62028
Sarnano (MC) www.terrepuntoit.eu

TAVOLA 1

Ubicazione dell'area

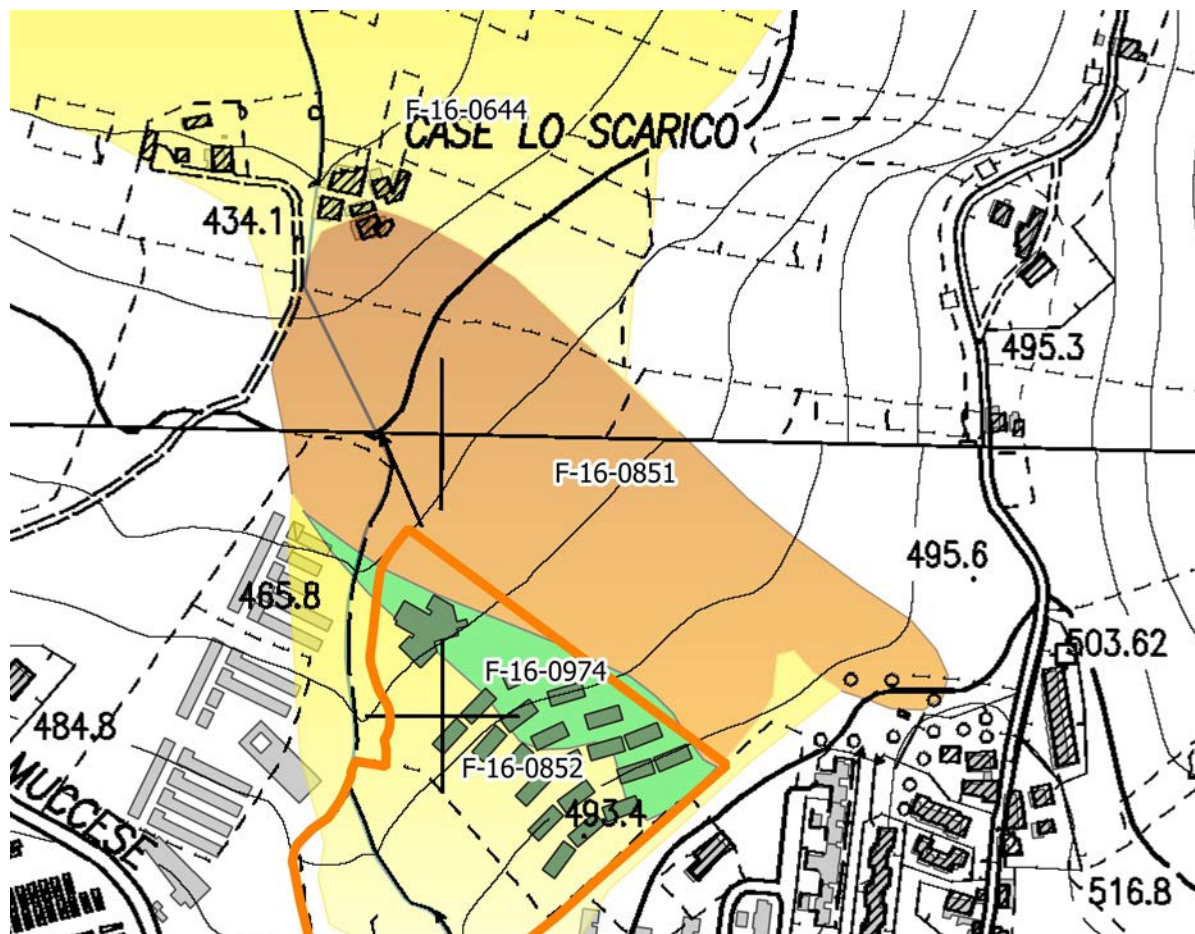


0 100 200 300 400 500 m



Scala 1:10000

Estratto PAI della Regione Marche



PAI Regione Marche

P1

P2

P3

0 50 100 150 200 m

Scala 1:5000

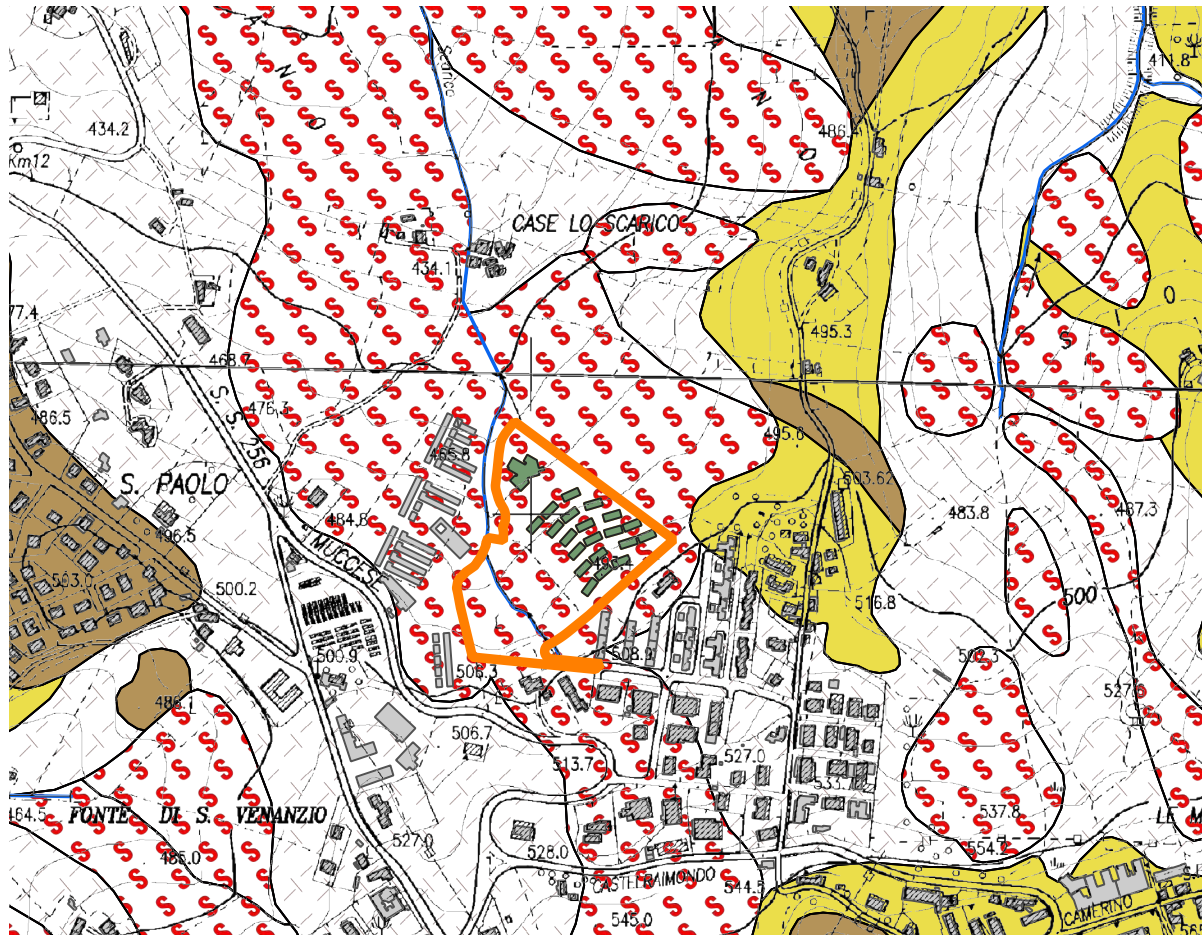
TAVOLA 3

Estratto Carta Geologica
CARG Regione Marche

0 100 200 300 400 m



Scala 1:10000



GEOLOGIA

—— Contatto stratigrafico o litologico certo

----- Contatto stratigrafico o litologico incerto

 FCId - Litofacies arenaceo-pelitica

 FCIE - Litofacies pelitico-arenacea

 MUSa1 - Depositi di frana con indizi di evoluzione

 MUSb2 - Depositi eluvio-colluviali

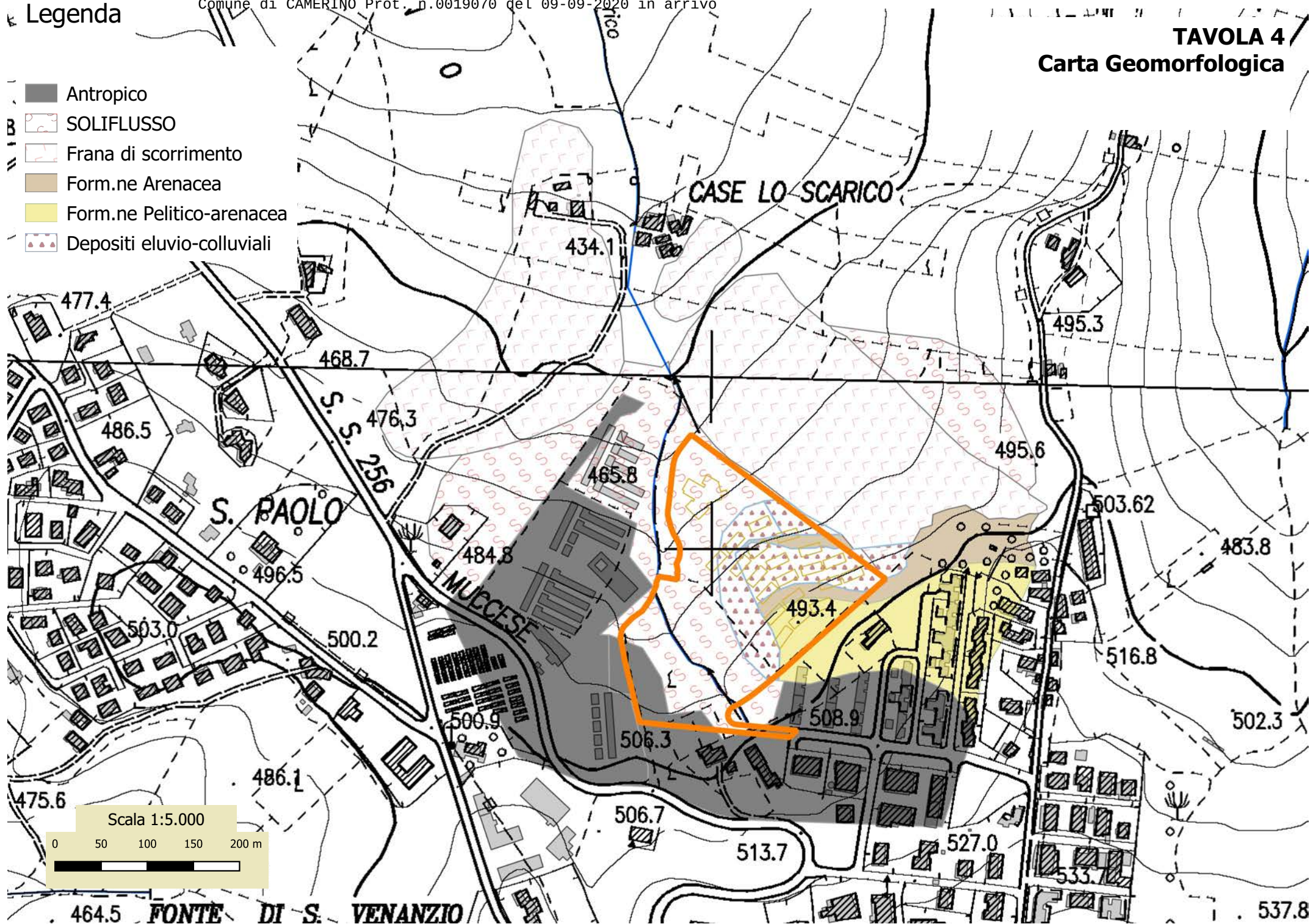
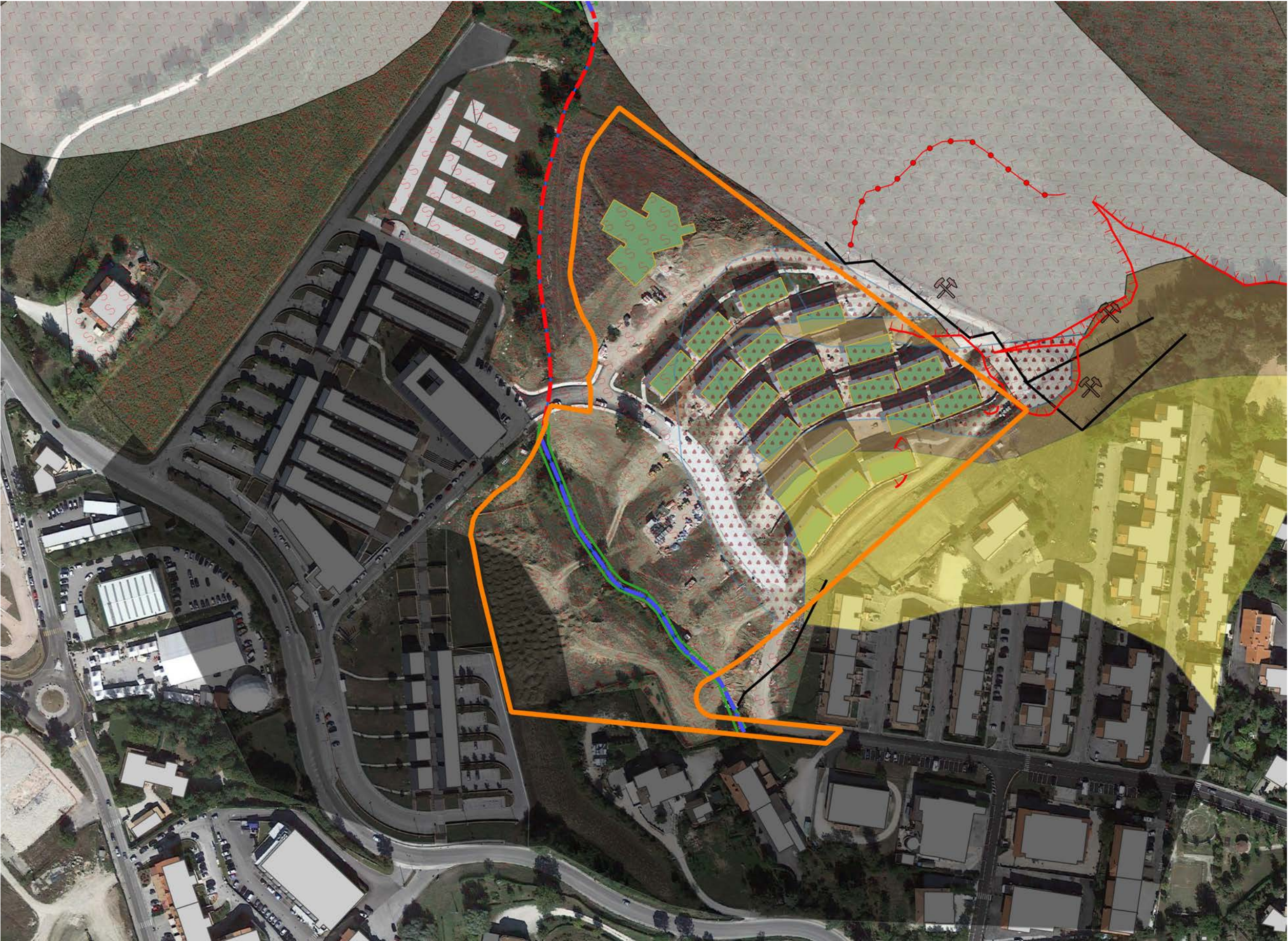


TAVOLA 5

Carta geomorfologica di dettaglio



GEOMORFOLOGIA

Elementi puntuali

CAVA

Elementi lineari

Corona

Rigonfiamento

Scarpata antropica

scarpata erosione

Fosso

Fosso intubato

scarpata antropica

scarpata poligenica

scarpata strutturale

vallecola incisa

Antropico

SOLIFLUSSO

Frana di scorrimento

Form.ne Arenacea

Dep. Colluviali

Form.ne Pelitico-arenacea

Depositi eluvio-colluviali

TAVOLA 6
Progetto (sc 1:2000)

0 20 40 60 80 m

VOLUMETTI 2020
student center
Studentato esistente



Legenda

tomografie sismiche

--- TOMOGRAFIA SISMICA

Indagini eseguite

● carotaggio continuo

TAVOLA 7 Planimetria Indagini (sc 1:2000)

0 25 50 75 100 125 m



TAVOLA 8
Sezione geologica

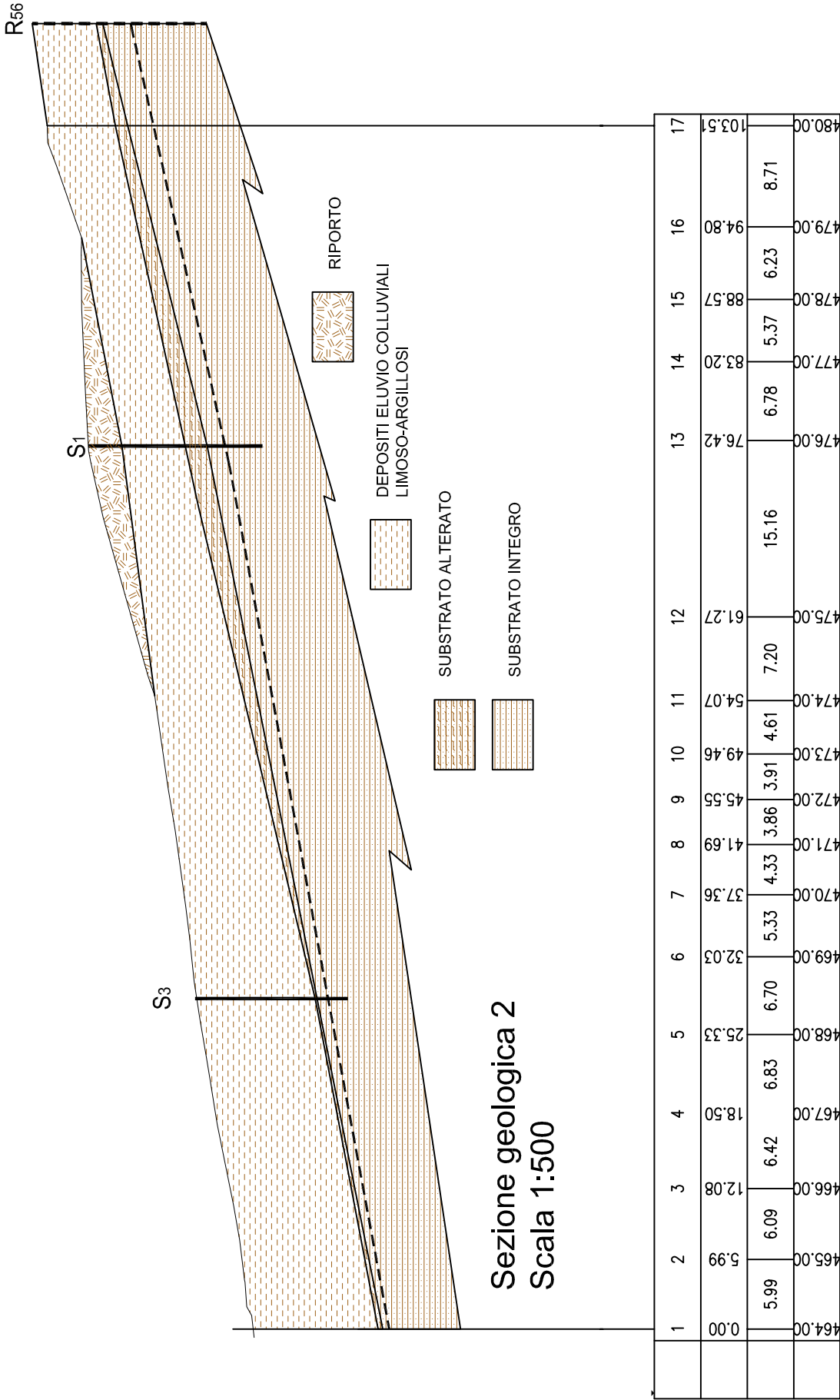


Immagine foto aerea IGM 1955



non in scala

Tavola 10

Foto panoramiche



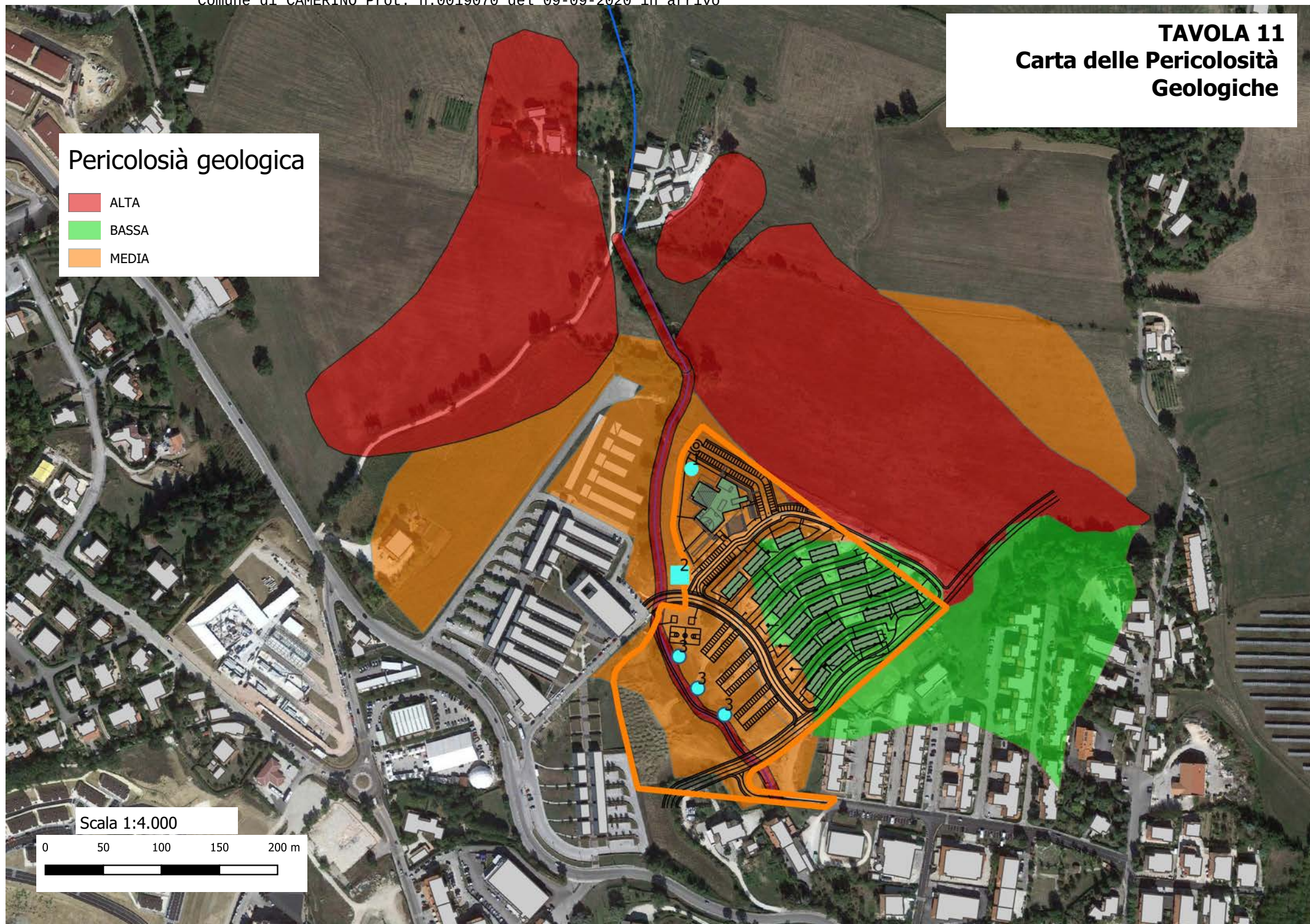
TAVOLA 11 Carta delle Pericolosità Geologiche

Pericolosità geologica

- ALTA
- BASSA
- MEDIA

Scala 1:4.000

0 50 100 150 200 m



- SONDAGGI

L.go Decio Filippini 30/A, Palazzo Costa, 62028 Sarnano (MC)

Sondaggio a carotaggio continuo
Profondità raggiunta : ml 15,00

[illegible]

L.go Decio Filippini 30/A, Palazzo Costa, 62028 Sarnano (MC)

Sondaggio a carotaggio continuo
Profondità raggiunta : ml 13,00

[illegible]

L.go Decio Filippini 30/A, Palazzo Costa, 62028 Sarnano (MC)

Sondaggio a carotaggio continuo
Profondità raggiunta : ml 13,00

[illegible]

(Sede Istituzionale, Sede Legale e Operativa)
L.go Decio Filippini 30/A, Palazzo Costa, 62028 Sarnano (MC)

Profondità raggiunta : ml 15,00

[illegible]

APPENDICE 2

Report elaborazioni analisi stabilità

Report elaborazioni #

 SSAP 4.7.0 - Slope Stability Analysis Program (1991,2016)
 Build No. 8030

BY

Dr. Geol. LORENZO BORSELLI *,**

*UASLP, San Luis Potosi, Mexico

e-mail: lborselli@gmail.com

CV e WEB page personale: www.lorenzo-borselli.eu

** Gia' Ricercatore CNR-IRPI fino a Luglio 2011

 Ultima Revisione struttura tabelle del report: 2 ottobre 2015

File report: C:\SSAP2010\CAMERINO\SEZIONE_T5_SENZA_RIPORTO\REPORT.txt

Data: 1/2/2017

Localita' :

Descrizione:

Modello pendio: MODELLO_CONFALDA_ALTOP_SOVRACC_senzariporto_RIDOTTO.mod

----- PARAMETRI DEL MODELLO DEL PENDIO -----

___ PARAMETRI GEOMETRICI - Coordinate X Y (in m) ___

SUP T.		SUP 2		SUP 3		SUP 4	
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
28.59	43.73	30.00	31.50	30.00	30.00	37.38	44.90
37.38	44.90	58.65	37.83	58.65	36.33	43.57	47.23
43.75	45.82	82.60	44.07	82.60	42.57	71.16	49.53
45.02	45.84	103.65	52.11	103.65	50.61	45.02	45.84
71.16	49.53	181.09	63.88	188.70	63.54	43.66	45.82
75.39	50.13	181.08	63.57	232.02	68.09	37.38	44.90
81.05	50.78	183.84	63.57	-	-	-	-
88.31	52.32	183.84	64.57	-	-	-	-
100.96	54.32	184.99	64.61	-	-	-	-
101.91	54.32	232.02	69.59	-	-	-	-
113.97	56.32	-	-	-	-	-	-
119.24	56.32	-	-	-	-	-	-
121.99	57.91	-	-	-	-	-	-
131.76	59.32	-	-	-	-	-	-
140.51	59.32	-	-	-	-	-	-
143.20	60.81	-	-	-	-	-	-
148.16	61.32	-	-	-	-	-	-
160.17	61.32	-	-	-	-	-	-
165.15	63.20	-	-	-	-	-	-
168.68	63.82	-	-	-	-	-	-
181.09	63.88	-	-	-	-	-	-
181.08	63.57	-	-	-	-	-	-
183.84	63.57	-	-	-	-	-	-
183.84	64.57	-	-	-	-	-	-
184.09	64.57	-	-	-	-	-	-
184.09	65.57	-	-	-	-	-	-
184.29	66.09	-	-	-	-	-	-
187.63	68.32	-	-	-	-	-	-
203.63	68.32	-	-	-	-	-	-
205.57	69.61	-	-	-	-	-	-
216.41	70.67	-	-	-	-	-	-

224.18	71.77	-	-	-	-	-	-
228.59	72.24	-	-	-	-	-	-

SUP 5

SUP 6

SUP 7

SUP 8

X

Y

X

Y

X

Y

X

Y

121.99	57.91	182.84	63.57	-	-	-	-
124.41	59.32	182.84	64.57	-	-	-	-
131.76	59.32	183.09	64.57	-	-	-	-
121.99	57.91	183.09	65.57	-	-	-	-
-	-	184.09	65.57	-	-	-	-
-	-	184.09	64.57	-	-	-	-
-	-	183.84	64.57	-	-	-	-
-	-	183.84	63.57	-	-	-	-
-	-	182.84	63.57	-	-	-	-

----- SUP FALDA -----
 X Y (in m)

28.59	43.73
37.38	44.90
43.75	45.82
45.02	45.84
71.16	49.53
75.39	50.13
81.05	50.78
88.31	52.32
100.96	54.32
101.91	54.32
113.97	56.32
119.24	56.32
121.99	57.91
131.76	59.32
140.51	59.32
143.20	60.81
148.16	61.32
160.17	61.32
165.15	63.20
168.68	63.82
181.09	63.88
181.08	63.57
183.84	63.57
183.84	64.57
184.09	64.57
184.09	65.57
184.29	66.09
187.63	68.32
203.63	68.32
205.57	69.61
216.41	70.67
224.18	71.77
228.59	72.24

----- GESTIONE ACQUIFERI -----

Strati esclusi da acquifero:
 STRATO 2

STRATO 3

Esclusione sovraccarico pendio sommerso: NON ATTIVATA

Peso unitario fluido (kN/m³): 9.81

Parametri funzione dissipazione superficiale pressione dei fluidi:

Coefficiente A 0

Coefficiente K 0.000800

Pressione minima fluidi Uo_Min (kPa) 0.01

----- PARAMETRI GEOMECCANICI -----

Gamm_sat	STR_IDX	fi` sgci	C` GSI	mi	Cu	D	Gamm
	STRATO 1	16.00	7.50		0.00		19.00
21.00	1.003	0.00	0.00	0.00	0.00		
	STRATO 2	21.00	15.00		0.00		21.00
22.00	1.654	0.00	0.00	0.00	0.00		
	STRATO 3	22.50	10.00		0.00		22.00
23.00	1.548	0.00	0.00	0.00	0.00		
	STRATO 4	12.00	5.00		0.00		16.00
17.00	0.684	0.00	0.00	0.00	0.00		
	STRATO 5	12.00	5.00		0.00		16.00
17.00	0.684	0.00	0.00	0.00	0.00		
	STRATO 6	34.00	12.00		0.00		18.00
18.00	2.720	0.00	0.00	0.00	0.00		

Note: fi` _____ Angolo di attrito interno efficace(in gradi)

C` _____ Coesione efficace (in Kpa)

Cu _____ Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)

Gamm _____ Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m³)Gamm_sat _____ Peso di volume terreno immerso (in KN/m³)

STR_IDX _____ Indice di resistenza (usato in solo in 'SNIFF

SEARCH) (adimensionale)

----- SOLO Per AMMASSI ROCCIOSI FRATTURATI - Parametri

Criterio di Rottura di Hoek (2002)-

sigci _____ Resistenza Compressione Uniassiale Roccia

Intatta (in MPa)

GSI _____ Geological Strenght Index

ammasso(adimensionale)

mi _____ Indice litologico ammasso(adimensionale)

D _____ Fattore di disturbo ammasso(adimensionale)

Fattore di riduzione NTC2008 gammaPHI=1.25 e gammaC=1.25 -

DISATTIVATO (solo per ROCCE)

----- SOVRACCARICHI PRESENTI -----

SOVRACCARICO N.1

carico (Kpa): 20.00
 posizione da m.: 147.30
 a m.: 157.30

SOVRACCARICO N.2

carico (Kpa): 20.00
 posizione da m.: 169.80
 a m.: 179.80

SOVRACCARICO N.3

carico (Kpa): 20.00
 posizione da m.: 190.60
 a m.: 200.60

----- INFORMAZIONI GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM -----

*** PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICI

METODO DI RICERCA: CONVEX RANDOM - Chen (1992)

FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO

COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 0.00 0.00 0.00

LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m): 8.0 (+/-) 50%

RANGE ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 28.59
 208.59

LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 0.00

RANGE ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax):
 48.59 224.59

*** TOTALE SUPERFICI GENERATE : 10000

----- INFORMAZIONI PARAMETRI DI CALCOLO -----

METODO DI CALCOLO : MORGENSTERN & PRICE (Morgenstern & Price,
 1965)

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kh : 0.065

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kv (assunto Positivo): 0.033

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE IN TESTA (kN/m): 0.00

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE ALLA BASE (kN/m): 0.00

N.B. Le forze orizzontali addizionali in testa e alla base sono
 poste uguali a 0

durante le tutte le verifiche globali.

I valori >0 impostati dall'utente sono utilizzati solo in caso
 di verifica singola

----- RISULTATO FINALE ELABORAZIONI -----

 * DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR Fs *

Fattore di sicurezza (FS) 1.129 - Min. - X Y Lambda=
 0.265

61.44	48.16
68.79	42.87
76.59	43.19
84.13	45.67
101.84	51.52
103.65	52.91
103.65	54.61

Fattore di sicurezza (FS) 1.138 - N.2 -- X Y Lambda=
 0.269

67.94	49.08
74.94	44.21
81.54	43.96
96.57	49.83
100.86	51.51
104.73	53.02
104.73	54.79

Fattore di sicurezza (FS)	1.140	- N.3 --	X	Y	Lambda=
0.263					
			68.66	49.18	
			75.70	44.55	
			82.69	44.70	
			101.32	51.59	
			102.94	52.77	
			102.94	54.49	

Fattore di sicurezza (FS)	1.144	- N.4 --	X	Y	Lambda=
0.237					
			57.10	47.55	
			63.95	42.65	
			68.23	42.65	
			76.20	43.44	
			91.53	47.70	
			100.96	52.58	
			100.96	54.32	

Fattore di sicurezza (FS)	1.145	- N.5 --	X	Y	Lambda=
0.254					
			64.96	48.65	
			71.43	44.23	
			82.71	44.24	
			100.84	51.78	
			102.28	52.66	
			102.28	54.38	

Fattore di sicurezza (FS)	1.150	- N.6 --	X	Y	Lambda=
0.237					
			57.83	47.65	
			64.56	42.77	
			83.94	44.64	
			99.97	52.26	
			100.36	52.59	
			100.36	54.23	

Fattore di sicurezza (FS)	1.156	- N.7 --	X	Y	Lambda=
0.257					
			68.11	49.10	
			74.34	44.83	
			83.42	45.18	
			95.55	50.09	
			101.31	52.68	
			101.31	54.32	

Fattore di sicurezza (FS)	1.157	- N.8 --	X	Y	Lambda=
0.249					
			64.99	48.66	
			70.31	44.82	
			78.44	44.35	
			95.55	49.28	
			101.69	52.69	
			101.69	54.32	

Fattore di sicurezza (FS) 1.157 - N.9 -- X Y Lambda=
0.230

	57.77	47.64
	65.17	42.70
	84.99	44.98
	91.72	48.16
	100.12	52.51
	100.12	54.19

Fattore di sicurezza (FS) 1.160 - N.10 -- X Y
Lambda= 0.248

	58.82	47.79
	67.18	42.24
	75.03	43.17
	84.69	45.99
	94.96	48.98
	99.49	52.44
	99.49	54.09

----- ANALISI DEFICIT DI RESISTENZA -----

DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR Fs *
Analisi Deficit in riferimento a FS(progetto) = 1.100

Sup N.	FS	FTR(kN/m)	FTA(kN/m)	Bilancio(kN/m)	ESITO
1	1.129	1032.9	914.5	26.9	Surplus
2	1.138	860.9	756.7	28.5	Surplus
3	1.140	786.0	689.7	27.4	Surplus
4	1.144	1106.1	966.9	42.5	Surplus
5	1.145	887.9	775.4	34.9	Surplus
6	1.150	1060.2	922.0	46.0	Surplus
7	1.156	732.4	633.5	35.6	Surplus
8	1.157	833.3	720.4	40.9	Surplus
9	1.157	1055.4	912.1	52.1	Surplus
10	1.160	1037.9	895.1	53.3	Surplus

Esito analisi: SURPLUS di RESISTENZA!

Valore minimo di SURPLUS di RESISTENZA (kN/m): 26.9

Note: FTR --> Forza totale Resistente rispetto alla superficie
di scivolamento (componente Orizzontale)

FTA --> Forza totale Agente rispetto alla superficie
di scivolamento (componente Orizzontale)

IMPORTANTE! : Il Deficit o il Surplus di resistenza viene espresso in
kN
per metro di LARGHEZZA rispetto al fronte della
scarpata

TABELLA PARAMETRI CONCI DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

phi'	X	dx	alpha	W	ru	U
(gradi)	(m)	(m)	(gradi)	(kN/m)	(-)	(kPa)
	61.442	0.390	-35.73	4.97	0.13	1.65
16.00	7.50					
	61.832	0.390	-35.73	7.66	0.26	4.94
16.00	7.50					
	62.223	0.390	-35.73	10.36	0.32	8.24
16.00	7.50					
	62.613	0.390	-35.73	13.06	0.36	11.53
16.00	7.50					
	63.003	0.390	-35.73	15.75	0.38	14.82
16.00	7.50					
	63.393	0.390	-35.73	18.45	0.40	18.12
16.00	7.50					
	63.783	0.390	-35.73	21.14	0.41	21.41
16.00	7.50					
	64.174	0.390	-35.73	23.84	0.42	24.71
16.00	7.50					
	64.564	0.390	-35.73	26.54	0.43	28.00
16.00	7.50					
	64.954	0.390	-35.73	29.23	0.43	31.30
16.00	7.50					
	65.344	0.390	-35.73	31.93	0.44	34.59
16.00	7.50					
	65.734	0.390	-35.73	34.62	0.44	37.89
16.00	7.50					
	66.125	0.390	-35.73	37.32	0.44	41.18
16.00	7.50					
	66.515	0.390	-35.73	40.01	0.45	44.47
16.00	7.50					
	66.905	0.390	-35.73	42.71	0.45	47.77
16.00	7.50					
	67.295	0.390	-35.73	45.41	0.45	51.06
16.00	7.50					
	67.685	0.390	-35.73	48.10	0.46	54.36
16.00	7.50					
	68.076	0.390	-35.73	50.80	0.46	57.65
16.00	7.50					
	68.466	0.328	-35.73	44.78	0.46	60.68
16.00	7.50					
	68.794	0.390	2.34	54.51	0.46	62.26
16.00	7.50					
	69.184	0.390	2.34	54.69	0.46	62.64
16.00	7.50					
	69.574	0.390	2.34	54.88	0.46	63.03
16.00	7.50					
	69.964	0.390	2.34	55.06	0.46	63.41
16.00	7.50					
	70.355	0.390	2.34	55.25	0.47	63.80
16.00	7.50					
	70.745	0.390	2.34	55.43	0.47	64.18
16.00	7.50					
	71.135	0.025	2.34	3.55	0.47	64.39
16.00	7.50					
	71.160	0.390	2.34	55.71	0.47	64.59
16.00	7.50					
	71.550	0.390	2.34	56.04	0.47	64.98
16.00	7.50					

	71.940	0.390	2.34	56.37	0.47	65.36
16.00	7.50					
	72.331	0.390	2.34	56.71	0.47	65.75
16.00	7.50					
	72.721	0.390	2.34	57.04	0.47	66.14
16.00	7.50					
	73.111	0.390	2.34	57.37	0.47	66.52
16.00	7.50					
	73.501	0.390	2.34	57.71	0.47	66.91
16.00	7.50					
	73.891	0.390	2.34	58.04	0.47	67.30
16.00	7.50					
	74.282	0.390	2.34	58.37	0.47	67.68
16.00	7.50					
	74.672	0.390	2.34	58.71	0.47	68.07
16.00	7.50					
	75.062	0.328	2.34	49.60	0.47	68.43
16.00	7.50					
	75.390	0.390	2.34	59.28	0.47	68.73
16.00	7.50					
	75.780	0.390	2.34	59.52	0.47	69.01
16.00	7.50					
	76.170	0.390	2.34	59.77	0.47	69.30
16.00	7.50					
	76.561	0.031	2.34	4.80	0.47	69.45
16.00	7.50					
	76.592	0.390	18.27	59.55	0.47	69.05
16.00	7.50					
	76.982	0.390	18.27	58.84	0.47	68.23
16.00	7.50					
	77.372	0.390	18.27	58.13	0.47	67.40
16.00	7.50					
	77.763	0.390	18.27	57.42	0.47	66.58
16.00	7.50					
	78.153	0.390	18.27	56.71	0.47	65.75
16.00	7.50					
	78.543	0.390	18.27	56.00	0.47	64.93
16.00	7.50					
	78.933	0.390	18.27	55.29	0.47	64.11
16.00	7.50					
	79.323	0.390	18.27	54.58	0.47	63.28
16.00	7.50					
	79.714	0.390	18.27	53.87	0.47	62.46
16.00	7.50					
	80.104	0.390	18.27	53.16	0.47	61.63
16.00	7.50					
	80.494	0.390	18.27	52.45	0.47	60.81
16.00	7.50					
	80.884	0.166	18.27	22.08	0.47	60.22
16.00	7.50					
	81.050	0.390	18.27	51.59	0.47	59.82
16.00	7.50					
	81.440	0.390	18.27	51.20	0.47	59.37
16.00	7.50					
	81.830	0.390	18.27	50.81	0.47	58.92
16.00	7.50					
	82.221	0.379	18.27	49.03	0.47	58.47
16.00	7.50					
	82.600	0.390	18.27	50.05	0.47	58.03
16.00	7.50					

	82.990	0.390	18.27	49.66	0.47	57.58
16.00	7.50					
	83.380	0.390	18.27	49.27	0.47	57.12
16.00	7.50					
	83.771	0.355	18.27	44.47	0.47	56.69
16.00	7.50					
	84.125	0.390	18.28	48.52	0.47	56.26
16.00	7.50					
	84.516	0.390	18.28	48.13	0.47	55.81
16.00	7.50					
	84.906	0.390	18.28	47.74	0.47	55.36
16.00	7.50					
	85.296	0.390	18.28	47.35	0.47	54.91
16.00	7.50					
	85.686	0.390	18.28	46.96	0.47	54.45
16.00	7.50					
	86.076	0.390	18.28	46.57	0.47	54.00
16.00	7.50					
	86.467	0.390	18.28	46.18	0.47	53.55
16.00	7.50					
	86.857	0.390	18.28	45.79	0.47	53.10
16.00	7.50					
	87.247	0.390	18.28	45.40	0.47	52.64
16.00	7.50					
	87.637	0.390	18.28	45.01	0.47	52.19
16.00	7.50					
	88.027	0.283	18.28	32.34	0.47	51.80
16.00	7.50					
	88.310	0.390	18.28	44.25	0.47	51.31
16.00	7.50					
	88.700	0.390	18.28	43.68	0.47	50.65
16.00	7.50					
	89.090	0.390	18.28	43.11	0.47	49.99
16.00	7.50					
	89.481	0.390	18.28	42.54	0.47	49.33
16.00	7.50					
	89.871	0.390	18.28	41.98	0.47	48.67
16.00	7.50					
	90.261	0.390	18.28	41.41	0.47	48.01
16.00	7.50					
	90.651	0.390	18.28	40.84	0.47	47.35
16.00	7.50					
	91.041	0.390	18.28	40.27	0.47	46.69
16.00	7.50					
	91.432	0.390	18.28	39.70	0.47	46.03
16.00	7.50					
	91.822	0.390	18.28	39.13	0.47	45.38
16.00	7.50					
	92.212	0.390	18.28	38.57	0.47	44.72
16.00	7.50					
	92.602	0.390	18.28	38.00	0.47	44.06
16.00	7.50					
	92.992	0.390	18.28	37.43	0.47	43.40
16.00	7.50					
	93.383	0.390	18.28	36.86	0.47	42.74
16.00	7.50					
	93.773	0.390	18.28	36.29	0.47	42.08
16.00	7.50					
	94.163	0.390	18.28	35.72	0.47	41.42
16.00	7.50					

	94.553	0.390	18.28	35.15	0.47	40.76
16.00	7.50					
	94.943	0.390	18.28	34.59	0.47	40.10
16.00	7.50					
	95.334	0.390	18.28	34.02	0.47	39.44
16.00	7.50					
	95.724	0.390	18.28	33.45	0.47	38.78
16.00	7.50					
	96.114	0.390	18.28	32.88	0.47	38.13
16.00	7.50					
	96.504	0.390	18.28	32.31	0.47	37.47
16.00	7.50					
	96.894	0.390	18.28	31.74	0.47	36.81
16.00	7.50					
	97.285	0.390	18.28	31.18	0.47	36.15
16.00	7.50					
	97.675	0.390	18.28	30.61	0.47	35.49
16.00	7.50					
	98.065	0.390	18.28	30.04	0.47	34.83
16.00	7.50					
	98.455	0.390	18.28	29.47	0.47	34.17
16.00	7.50					
	98.845	0.390	18.28	28.90	0.47	33.51
16.00	7.50					
	99.236	0.390	18.28	28.33	0.47	32.85
16.00	7.50					
	99.626	0.390	18.28	27.76	0.47	32.19
16.00	7.50					
	100.016	0.390	18.28	27.20	0.47	31.53
16.00	7.50					
	100.406	0.390	18.28	26.63	0.47	30.87
16.00	7.50					
	100.796	0.164	18.28	10.99	0.47	30.41
16.00	7.50					
	100.960	0.390	18.28	25.56	0.47	29.64
16.00	7.50					
	101.350	0.390	18.28	24.47	0.47	28.37
16.00	7.50					
	101.740	0.097	18.28	5.94	0.47	27.58
16.00	7.50					
	101.838	0.072	37.45	4.33	0.47	27.15
16.00	7.50					
	101.910	0.390	37.45	22.19	0.47	25.73
16.00	7.50					
	102.300	0.390	37.45	20.21	0.47	23.44
16.00	7.50					
	102.690	0.390	37.45	18.23	0.47	21.14
16.00	7.50					
	103.081	0.390	37.45	16.25	0.47	18.84
16.00	7.50					
	103.471	0.179	37.45	6.80	0.47	17.16
16.00	7.50					

 LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio
 dx(m) : Larghezza concio
 alpha(gradi) : Angolo pendenza base concio
 W(kN/m) : Forza peso concio

ru(-) : Coefficiente locale pressione interstiziale
 U(kPa) : Pressione totale dei pori base concio
 phi'(gradi) : Angolo di attrito efficace base concio
 c'/Cu (kPa) : Coesione efficace / Resistenza al taglio in condizioni non drenate

TABELLA DIAGRAMMA DELLE FORZE DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

T (x)	X	ht	yt	yt'	E (x)
(kN/m)	(m)	E' (m)	rho (x) (m)	local_FS_FEM (--)	local_FS_q-pFEM (kN/m)
		(kN)	(--)	(--)	(--)
0.000000000E+0000	61.442	0.000	48.158	-0.387	0.000000000E+0000
1.519333648E-0002	61.832	0.228	48.105	0.038	1.595 2.271
5.501392020E-0002	62.223	0.259	47.856	-0.387	5.378053772E-0001
1.380692897E-0001	62.613	0.310	47.626	0.038	1.595 2.035
2.958583994E-0001	63.003	0.368	47.404	-0.615	1.364845378E+0000
5.812558210E-0001	63.393	0.429	47.184	0.038	1.285 1.530
1.082392999E+0000	63.783	0.495	46.969	-0.580	2.636671939E+0000
1.945287764E+0000	64.174	0.569	46.762	0.038	1.102 1.236
3.635918685E+0000	64.564	0.653	46.565	-0.567	4.592493663E+0000
6.592990308E+0000	64.954	0.748	46.379	0.038	0.997 1.063
1.064875919E+0001	65.344	0.847	46.198	-0.557	7.600166827E+0000
1.583239063E+0001	65.734	0.963	46.034	0.042	0.952 0.975
2.206936799E+0001	66.125	1.101	45.891	-0.540	1.222538279E+0001
2.922322911E+0001	66.515	1.256	45.764	0.064	0.940 0.930
3.721341039E+0001	66.905	1.429	45.657	-0.516	1.933806477E+0001
4.591505162E+0001	67.295	1.623	45.570	0.095	0.959 0.927
5.529460106E+0001	67.685	1.835	45.501	-0.491	3.227598537E+0001
6.515361730E+0001	68.076	2.034	45.419	0.142	1.035 0.997
7.510186026E+0001	68.466	2.237	45.342	-0.471	5.286738750E+0001
8.319858065E+0001	68.794	2.419	45.287	0.202	1.169 1.141
9.206064672E+0001	69.184	2.350	45.235	-0.443	7.786157938E+0001
		6.957854388E+0001		0.261	1.359 1.354
				-0.394	1.063844294E+0002
				0.317	1.592 1.617
				-0.345	1.371793852E+0002
				0.370	1.840 1.895
				-0.299	1.690037531E+0002
				0.420	2.066 2.144
				-0.248	2.010249774E+0002
				0.468	2.225 2.314
				-0.200	2.331973216E+0002
				0.512	2.280 2.366
				-0.193	2.659416332E+0002
				0.554	2.223 2.294
				-0.204	2.990354195E+0002
				0.591	2.068 2.121
				-0.184	3.316362693E+0002
				0.620	1.849 1.889
				-0.149	3.578266720E+0002
				0.646	1.647 1.682
				-0.119	3.865726962E+0002
				0.675	1.409 1.448

69.574	2.294	45.195	-0.090	4.119401435E+0002	
9.975081477E+0001	6.035572239E+0001		0.698	1.201	1.254
69.964	2.248	45.165	-0.063	4.337528395E+0002	
1.062036072E+0002	5.164022975E+0001		0.714	1.048	1.118
70.355	2.213	45.146	-0.037	4.520122258E+0002	
1.114868608E+0002	4.165607753E+0001		0.726	0.944	1.031
70.745	2.187	45.136	-0.014	4.662320326E+0002	
1.155827585E+0002	3.140706122E+0001		0.734	0.879	0.978
71.135	2.170	45.135	-0.003	4.767864789E+0002	
1.186793347E+0002	2.314935395E+0001		0.722	0.842	0.950
71.160	2.169	45.135	0.017	4.773585500E+0002	
1.188501956E+0002	2.272137162E+0001		0.740	0.840	0.949
71.550	2.160	45.142	0.026	4.851517930E+0002	
1.213156420E+0002	1.777012996E+0001		0.746	0.819	0.934
71.940	2.158	45.155	0.043	4.916232808E+0002	
1.235348100E+0002	1.583137731E+0001		0.750	0.805	0.922
72.331	2.162	45.175	0.057	4.977387628E+0002	
1.257458678E+0002	1.563849173E+0001		0.756	0.796	0.913
72.721	2.171	45.200	0.071	5.037455049E+0002	
1.280085024E+0002	1.478510647E+0001		0.761	0.788	0.904
73.111	2.185	45.230	0.082	5.092183022E+0002	
1.302097385E+0002	1.342942810E+0001		0.767	0.781	0.893
73.501	2.203	45.264	0.093	5.142806475E+0002	
1.323602694E+0002	1.250773042E+0001		0.773	0.776	0.882
73.891	2.225	45.302	0.102	5.189243604E+0002	
1.343295714E+0002	1.117594534E+0001		0.778	0.773	0.870
74.282	2.251	45.344	0.110	5.228889547E+0002	
1.361167394E+0002	8.984939448E+0000		0.782	0.770	0.858
74.672	2.279	45.388	0.119	5.258157436E+0002	
1.376720934E+0002	5.880513936E+0000		0.787	0.769	0.846
75.062	2.312	45.437	0.127	5.274019439E+0002	
1.387635123E+0002	2.203404644E+0000		0.787	0.769	0.835
75.390	2.341	45.479	0.131	5.276207046E+0002	
1.392584463E+0002	-8.029568820E-0001		0.792	0.769	0.829
75.780	2.377	45.531	0.136	5.267250248E+0002	
1.393326543E+0002	-3.724363949E+0000		0.793	0.770	0.826
76.170	2.415	45.586	0.143	5.247271467E+0002	
1.388594606E+0002	-6.505762597E+0000		0.791	0.773	0.831
76.561	2.457	45.643	0.146	5.216540181E+0002	
1.378115984E+0002	-9.239225082E+0000		0.770	0.776	0.846
76.592	2.460	45.647	0.157	5.213614548E+0002	
1.377012480E+0002	-9.456846778E+0000		0.788	0.776	0.848
76.982	2.393	45.709	0.163	5.171448066E+0002	
1.359387560E+0002	-1.214869148E+0001		0.785	0.782	0.879
77.372	2.329	45.774	0.169	5.118875746E+0002	
1.335850192E+0002	-1.478565950E+0001		0.779	0.790	0.928
77.763	2.267	45.841	0.175	5.056182859E+0002	
1.307119295E+0002	-1.732726767E+0001		0.772	0.801	0.993
78.153	2.208	45.910	0.182	4.983859700E+0002	
1.273909928E+0002	-1.970891324E+0001		0.763	0.814	1.074
78.543	2.152	45.983	0.189	4.902595784E+0002	
1.237008689E+0002	-2.197448147E+0001		0.752	0.831	1.166
78.933	2.098	46.058	0.197	4.812100872E+0002	
1.196785616E+0002	-2.439305399E+0001		0.741	0.849	1.253
79.323	2.047	46.136	0.204	4.712712634E+0002	
1.156323331E+0002	-2.644950949E+0001		0.729	0.868	1.333
79.714	1.999	46.217	0.211	4.606657793E+0002	
1.115672252E+0002	-2.776806277E+0001		0.718	0.887	1.397
80.104	1.954	46.301	0.218	4.497145980E+0002	
1.075757777E+0002	-2.822070636E+0001		0.707	0.905	1.442

80.494	1.912	46.387	0.224	4.387402898E+0002	
1.037403804E+0002	-2.792721059E+0001		0.697	0.920	1.466
80.884	1.872	46.476	0.230	4.279703483E+0002	
1.001245116E+0002	-2.725512355E+0001		0.677	0.934	1.469
81.050	1.856	46.515	0.238	4.234721826E+0002	
9.866495569E+0001	-2.699670969E+0001		0.684	0.940	1.462
81.440	1.820	46.608	0.241	4.130354707E+0002	
9.533673662E+0001	-2.642843960E+0001		0.675	0.951	1.432
81.830	1.787	46.703	0.250	4.028905994E+0002	
9.217184767E+0001	-2.555165281E+0001		0.666	0.961	1.383
82.221	1.758	46.803	0.258	3.930847942E+0002	
8.915264996E+0001	-2.474610751E+0001		0.657	0.971	1.319
82.600	1.731	46.902	0.262	3.837987114E+0002	
8.633177785E+0001	-2.426754738E+0001		0.649	0.980	1.249
82.990	1.706	47.005	0.260	3.743617743E+0002	
8.349994550E+0001	-2.416535948E+0001		0.641	0.988	1.178
83.380	1.677	47.105	0.258	3.648995720E+0002	
8.071764924E+0001	-2.436763646E+0001		0.632	0.994	1.122
83.771	1.649	47.206	0.261	3.553388821E+0002	
7.798976174E+0001	-2.461216478E+0001		0.622	1.000	1.080
84.125	1.625	47.299	0.263	3.466030116E+0002	
7.552253564E+0001	-2.459328110E+0001		0.616	1.005	1.055
84.516	1.599	47.402	0.265	3.370127117E+0002	
7.284941065E+0001	-2.456535348E+0001		0.608	1.010	1.042
84.906	1.574	47.506	0.267	3.274366290E+0002	
7.021142358E+0001	-2.450383443E+0001		0.600	1.014	1.040
85.296	1.550	47.611	0.269	3.179042645E+0002	
6.761269182E+0001	-2.433241256E+0001		0.591	1.018	1.048
85.686	1.527	47.716	0.271	3.084658649E+0002	
6.506407025E+0001	-2.402106937E+0001		0.582	1.022	1.060
86.076	1.504	47.822	0.272	2.991743578E+0002	
6.257382349E+0001	-2.358607927E+0001		0.574	1.026	1.075
86.467	1.481	47.928	0.273	2.900672891E+0002	
6.014481591E+0001	-2.309000956E+0001		0.565	1.029	1.092
86.857	1.459	48.035	0.274	2.811490153E+0002	
5.778836885E+0001	-2.263315716E+0001		0.556	1.033	1.108
87.247	1.437	48.142	0.269	2.724115819E+0002	
5.549590175E+0001	-2.214046945E+0001		0.547	1.037	1.125
87.637	1.411	48.245	0.264	2.638715065E+0002	
5.326428454E+0001	-2.163832390E+0001		0.538	1.042	1.141
88.027	1.385	48.348	0.263	2.555156043E+0002	
5.108524081E+0001	-2.120626611E+0001		0.524	1.048	1.156
88.310	1.366	48.422	0.262	2.495609860E+0002	
4.951889385E+0001	-2.096028187E+0001		0.522	1.052	1.167
88.700	1.339	48.524	0.263	2.414334604E+0002	
4.738955178E+0001	-2.071430432E+0001		0.513	1.059	1.183
89.090	1.313	48.627	0.263	2.333854419E+0002	
4.527655186E+0001	-2.054361968E+0001		0.503	1.067	1.200
89.481	1.287	48.729	0.263	2.254009689E+0002	
4.318427706E+0001	-2.037250407E+0001		0.493	1.076	1.218
89.871	1.260	48.832	0.263	2.174946389E+0002	
4.112249347E+0001	-2.015833851E+0001		0.483	1.085	1.235
90.261	1.234	48.935	0.263	2.096647291E+0002	
3.909722089E+0001	-1.997392031E+0001		0.472	1.096	1.254
90.651	1.208	49.037	0.263	2.019109320E+0002	
3.713619287E+0001	-1.975922143E+0001		0.462	1.105	1.271
91.041	1.182	49.140	0.263	1.942537291E+0002	
3.523397245E+0001	-1.947461221E+0001		0.451	1.115	1.287
91.432	1.156	49.243	0.264	1.867234613E+0002	
3.339338901E+0001	-1.910918709E+0001		0.441	1.125	1.303

91.822	1.130	49.346	0.265	1.793491208E+0002	
3.161858559E+0001	-1.868076465E+0001		0.430	1.134	1.317
92.212	1.105	49.450	0.266	1.721471427E+0002	
2.991122855E+0001	-1.823588761E+0001		0.420	1.143	1.331
92.602	1.080	49.553	0.267	1.651118845E+0002	
2.826903715E+0001	-1.782512667E+0001		0.409	1.152	1.343
92.992	1.055	49.658	0.268	1.582397479E+0002	
2.669013284E+0001	-1.739661371E+0001		0.399	1.161	1.354
93.383	1.031	49.762	0.269	1.515341670E+0002	
2.517384193E+0001	-1.697748165E+0001		0.388	1.169	1.363
93.773	1.007	49.868	0.270	1.449855077E+0002	
2.371731806E+0001	-1.659553106E+0001		0.378	1.176	1.371
94.163	0.984	49.973	0.272	1.385765859E+0002	
2.231659699E+0001	-1.626165965E+0001		0.368	1.184	1.376
94.553	0.961	50.079	0.275	1.322892630E+0002	
2.096773792E+0001	-1.596986235E+0001		0.357	1.190	1.380
94.943	0.941	50.188	0.278	1.261110412E+0002	
1.966786428E+0001	-1.569723121E+0001		0.347	1.197	1.381
95.334	0.920	50.296	0.285	1.200410607E+0002	
1.841601200E+0001	-1.541809413E+0001		0.336	1.202	1.379
95.724	0.906	50.411	0.297	1.140629310E+0002	
1.720888262E+0001	-1.523598974E+0001		0.325	1.207	1.375
96.114	0.894	50.528	0.300	1.081503606E+0002	
1.604187577E+0001	-1.505937165E+0001		0.315	1.211	1.368
96.504	0.882	50.645	0.298	1.023236770E+0002	
1.491745489E+0001	-1.478358453E+0001		0.304	1.214	1.359
96.894	0.869	50.761	0.299	9.663174504E+0001	
1.384196450E+0001	-1.436701544E+0001		0.293	1.217	1.348
97.285	0.857	50.878	0.290	9.112736726E+0001	
1.282180624E+0001	-1.383109385E+0001		0.282	1.220	1.334
97.675	0.838	50.987	0.281	8.584268473E+0001	
1.185999017E+0001	-1.326029165E+0001		0.271	1.222	1.318
98.065	0.818	51.097	0.281	8.076469234E+0001	
1.095307687E+0001	-1.279412646E+0001		0.261	1.223	1.300
98.455	0.799	51.207	0.282	7.591193328E+0001	
1.010195748E+0001	-1.200074721E+0001		0.250	1.222	1.277
98.845	0.781	51.317	0.283	7.140749114E+0001	
9.310801225E+0000	-1.113353100E+0001		0.240	1.216	1.248
99.236	0.762	51.427	0.284	6.715440814E+0001	
8.571943003E+0000	-1.078528295E+0001		0.230	1.200	1.205
99.626	0.744	51.538	0.284	6.288508410E+0001	
7.852105610E+0000	-1.123783183E+0001		0.219	1.176	1.156
100.016	0.726	51.649	0.282	5.828262033E+0001	
7.070960547E+0000	-1.246203013E+0001		0.206	1.130	1.085
100.406	0.707	51.759	0.279	5.310216355E+0001	
6.257368794E+0000	-1.411775398E+0001		0.192	1.075	1.014
100.796	0.686	51.867	0.275	4.729224982E+0001	
5.403326716E+0000	-1.555390323E+0001		0.170	1.018	0.948
100.960	0.676	51.911	0.273	4.471319393E+0001	
5.034519501E+0000	-1.603242897E+0001		0.168	0.994	0.923
101.350	0.655	52.018	0.276	3.811371816E+0001	
4.133738653E+0000	-1.787704391E+0001		0.151	0.938	0.870
101.740	0.634	52.126	0.283	3.079253789E+0001	
3.183363034E+0000	-1.950558592E+0001		0.122	0.878	0.815
101.838	0.631	52.156	0.294	2.888083634E+0001	
2.945395512E+0000	-1.974166199E+0001		0.115	0.864	0.804
101.910	0.596	52.176	0.484	2.745076038E+0001	
2.768878072E+0000	-1.985730720E+0001		0.118	0.853	0.795
102.300	0.501	52.380	0.584	1.971855086E+0001	
1.865163631E+0000	-1.948207518E+0001		0.093	0.790	0.756

102.690	0.454	52.632	0.646	1.247617603E+0001	
1.088765970E+0000	-1.736350434E+0001		0.065	0.720	0.746
103.081	0.408	52.884	0.646	6.345233908E+0000	
5.008664939E-0001	-1.390198838E+0001		0.038	0.761	0.828
103.471	0.361	53.136	3.852	1.674331909E+0000	
1.177502185E-0001	-1.009635690E+0001		0.038	0.825	0.923

LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio
ht(m) : Altezza linea di thrust da nodo sinistro base concio
yt(m) : coordinata Y linea di trust
yt'(-) : gradiente pendenza locale linea di trust
E(x) (kN/m) : Forza Normale interconcio
T(x) (kN/m) : Forza Tangenziale interconcio
E' (kN) : derivata Forza normale interconcio
Rho(x) (-) : fattore mobilizzazione resistenza al taglio verticale
interconcio ZhU et al.(2003)
FS_FEM(x) (-) : fattore di sicurezza locale stimato (locale in X) by
qFEM
FS_q-pFEM(x) (-) : fattore di sicurezza locale stimato (locale in X) by
q-pFEM Procedure

TABELLA SFORZI DI TAGLIO DISTRIBUITI LUNGO SUPERFICIE INDIVIDUATA CON
MINOR FS

X (m)	dx (m)	dl (m)	alpha (gradi)	TauStress (kPa)	Tau (kN/m)
61.442	0.390	0.481	-35.734	-5.491	-2.640
61.832	0.390	0.481	-35.734	-8.471	-4.072
62.223	0.390	0.481	-35.734	-11.450	-5.504
62.613	0.390	0.481	-35.734	-14.429	-6.936
63.003	0.390	0.481	-35.734	-17.409	-8.368
63.393	0.390	0.481	-35.734	-20.388	-9.801
63.783	0.390	0.481	-35.734	-23.368	-11.233
64.174	0.390	0.481	-35.734	-26.347	-12.665
64.564	0.390	0.481	-35.734	-29.326	-14.097
64.954	0.390	0.481	-35.734	-32.306	-15.529
65.344	0.390	0.481	-35.734	-35.285	-16.962
65.734	0.390	0.481	-35.734	-38.265	-18.394
66.125	0.390	0.481	-35.734	-41.244	-19.826
66.515	0.390	0.481	-35.734	-44.223	-21.258
66.905	0.390	0.481	-35.734	-47.203	-22.690
67.295	0.390	0.481	-35.734	-50.182	-24.123
67.685	0.390	0.481	-35.734	-53.162	-25.555
68.076	0.390	0.481	-35.734	-56.141	-26.987
68.466	0.328	0.404	-35.734	-58.883	-23.791
68.794	0.390	0.391	2.338	14.758	5.763
69.184	0.390	0.391	2.338	14.808	5.783
69.574	0.390	0.391	2.338	14.858	5.803
69.964	0.390	0.391	2.338	14.909	5.822
70.355	0.390	0.391	2.338	14.959	5.842
70.745	0.390	0.391	2.338	15.009	5.862
71.135	0.025	0.025	2.338	15.036	0.375

71.160	0.390	0.391	2.338	15.083	5.890
71.550	0.390	0.391	2.338	15.173	5.925
71.940	0.390	0.391	2.338	15.263	5.961
72.331	0.390	0.391	2.338	15.354	5.996
72.721	0.390	0.391	2.338	15.444	6.031
73.111	0.390	0.391	2.338	15.534	6.067
73.501	0.390	0.391	2.338	15.624	6.102
73.891	0.390	0.391	2.338	15.715	6.137
74.282	0.390	0.391	2.338	15.805	6.172
74.672	0.390	0.391	2.338	15.895	6.208
75.062	0.328	0.328	2.338	15.978	5.245
75.390	0.390	0.391	2.338	16.049	6.268
75.780	0.390	0.391	2.338	16.116	6.294
76.170	0.390	0.391	2.338	16.182	6.319
76.561	0.031	0.031	2.338	16.218	0.508
76.592	0.390	0.411	18.268	54.374	22.343
76.982	0.390	0.411	18.268	53.726	22.077
77.372	0.390	0.411	18.268	53.077	21.810
77.763	0.390	0.411	18.268	52.428	21.543
78.153	0.390	0.411	18.268	51.779	21.277
78.543	0.390	0.411	18.268	51.130	21.010
78.933	0.390	0.411	18.268	50.481	20.743
79.323	0.390	0.411	18.268	49.832	20.477
79.714	0.390	0.411	18.268	49.183	20.210
80.104	0.390	0.411	18.268	48.535	19.944
80.494	0.390	0.411	18.268	47.886	19.677
80.884	0.166	0.175	18.268	47.423	8.283
81.050	0.390	0.411	18.268	47.108	19.357
81.440	0.390	0.411	18.268	46.752	19.211
81.830	0.390	0.411	18.268	46.396	19.065
82.221	0.379	0.400	18.268	46.046	18.397
82.600	0.390	0.411	18.268	45.695	18.777
82.990	0.390	0.411	18.268	45.339	18.631
83.380	0.390	0.411	18.268	44.984	18.484
83.771	0.355	0.374	18.268	44.644	16.683
84.125	0.390	0.411	18.278	44.321	18.213
84.516	0.390	0.411	18.278	43.965	18.067
84.906	0.390	0.411	18.278	43.608	17.920
85.296	0.390	0.411	18.278	43.252	17.774
85.686	0.390	0.411	18.278	42.896	17.627
86.076	0.390	0.411	18.278	42.539	17.481
86.467	0.390	0.411	18.278	42.183	17.335
86.857	0.390	0.411	18.278	41.827	17.188
87.247	0.390	0.411	18.278	41.470	17.042
87.637	0.390	0.411	18.278	41.114	16.895
88.027	0.283	0.298	18.278	40.807	12.140
88.310	0.390	0.411	18.278	40.418	16.609
88.700	0.390	0.411	18.278	39.899	16.396
89.090	0.390	0.411	18.278	39.380	16.183
89.481	0.390	0.411	18.278	38.860	15.969
89.871	0.390	0.411	18.278	38.341	15.756
90.261	0.390	0.411	18.278	37.822	15.542
90.651	0.390	0.411	18.278	37.303	15.329
91.041	0.390	0.411	18.278	36.783	15.116
91.432	0.390	0.411	18.278	36.264	14.902
91.822	0.390	0.411	18.278	35.745	14.689
92.212	0.390	0.411	18.278	35.226	14.476
92.602	0.390	0.411	18.278	34.706	14.262
92.992	0.390	0.411	18.278	34.187	14.049
93.383	0.390	0.411	18.278	33.668	13.835

93.773	0.390	0.411	18.278	33.149	13.622
94.163	0.390	0.411	18.278	32.630	13.409
94.553	0.390	0.411	18.278	32.110	13.195
94.943	0.390	0.411	18.278	31.591	12.982
95.334	0.390	0.411	18.278	31.072	12.769
95.724	0.390	0.411	18.278	30.553	12.555
96.114	0.390	0.411	18.278	30.033	12.342
96.504	0.390	0.411	18.278	29.514	12.128
96.894	0.390	0.411	18.278	28.995	11.915
97.285	0.390	0.411	18.278	28.476	11.702
97.675	0.390	0.411	18.278	27.956	11.488
98.065	0.390	0.411	18.278	27.437	11.275
98.455	0.390	0.411	18.278	26.918	11.062
98.845	0.390	0.411	18.278	26.399	10.848
99.236	0.390	0.411	18.278	25.879	10.635
99.626	0.390	0.411	18.278	25.360	10.421
100.016	0.390	0.411	18.278	24.841	10.208
100.406	0.390	0.411	18.278	24.322	9.995
100.796	0.164	0.172	18.278	23.953	4.125
100.960	0.390	0.411	18.278	23.347	9.594
101.350	0.390	0.411	18.278	22.351	9.185
101.740	0.097	0.103	18.278	21.728	2.228
101.838	0.072	0.091	37.454	31.431	2.859
101.910	0.390	0.492	37.454	29.787	14.642
102.300	0.390	0.492	37.454	27.128	13.334
102.690	0.390	0.492	37.454	24.468	12.027
103.081	0.390	0.492	37.454	21.809	10.720
103.471	0.179	0.226	37.454	19.868	4.485

LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio
dx(m) : Larghezza concio
dl(m) : lunghezza base concio
alpha(gradi) : Angolo pendenza base concio
TauStress(kPa) : Sforzo di taglio su base concio
TauF (kN/m) : Forza di taglio su base concio
