
RG 05 - Relazione Geologica e Sismica

Oggetto:

**INTERVENTI ATTI A RECUPERARE L'AREA ADIACENTE VIA
TORINO IN UNO CON LE STRADE LIMITROFE E PER UNA
CAMPAGNA D'ISPEZIONE E CONTROLLO DELLE RETI E DEI NODI
IN ACCIAIO ESISTENTI A PROTEZIONE DEL QUARTIERE**

<i>Rev</i>	<i>Data</i>	<i>Timbro e firma</i>	
<i>00</i>	<i>Ottobre 2018</i>	<i>Dott. Geol. Pasquale Musumeci</i>	

Sommario

1	PREMESSA	4
2	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	5
2.1	Inquadramento geografico	5
2.2	Geologia dell'area.....	5
2.3	Geomorfologia.....	6
2.3.1	Caratteristiche geomorfologiche dell'area	6
2.3.2	Dichiarazione del Rischio esistente rispetto al PAI	6
2.3.3	Mitigazione del Rischio Idrogeologico	7
2.4	Idrografia e idrogeologia	7
2.4.1	Caratteristiche idrogeologiche dei terreni e descrizione degli acquiferi.	7
3	PROVE IN SITU	9
3.1	Caratterizzazione litologica e geotecnica	9
4	RISPOSTA SISMICA LOCALE.....	10
5	CONCLUSIONI.....	12

Allegati

Stralcio Topografico – scala 1:25.000

Carta Geologica – scala 1:10.000

Carta Idrogeologica – scala 1:10.000

Colonna Stratigrafica – scala 1:100

Sezione geolitologica – scala 1:100

Ubicazione indagini

Stralcio PAI – Carta dei dissesti – scala 1: 10.000

Stralcio PAI – Carta della Pericolosità – scala 1:10.000

1 PREMESSA

La presente relazione espone i risultati di uno studio geologico e geomorfologico nell'ambito del progetto per la riqualificazione urbana dell'area adiacente le vie Turrisi Colonna, Palmeri e Torino. Scopo dello studio è quello di fornire al progettista un quadro dell'assetto geologico, geomorfologico e litostratigrafico dell'area per la realizzazione di alcuni lavori di sistemazione urbanistica, che prevedono il rifacimento di un muro, e la esecuzione di alcune opere per migliorare il sistema di deflusso delle acque piovane al fine di mitigare del rischio idrogeologico presente nell'area.

La caratterizzazione litostratigrafica dei terreni di fondazione è stata ottenuta mediante un rilevamento geologico di dettaglio comparato con le risultanze di altri studi e sondaggi geognostici eseguiti dallo scrivente, nonché sui risultati di un indagine penetrometrica ed una indagine geofisica, eseguita in situ, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, ai sensi del D.M. 14/01/08; in particolare è stata eseguita una prova sismica di tipo *MASW* con la quale si è determinata la velocità di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 mt. di profondità (V_{S30}). La relazione geologica è stata redatta in ottemperanza del DM NTC 2018 del 17 Gennaio 2018.

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

2.1 Inquadramento geografico

Il sito in esame ricade nel territorio comunale di Caltavuturo (PA). Topograficamente l'area occupa l'estrema porzione centro settentrionale della tavoletta "Caltavuturo" (Fog. 259, Quadr. II, Orient. N.E.), in scala 1:25.000 della Carta Ufficiale d'Italia edita dall'I.G.M. mentre nella cartografia C.T.R., in scala 1:10.000, risulta interessata la tavola 609150 denominata "Caltavuturo".

2.2 Geologia dell'area

Dal punto di vista geologico-strutturale l'area in esame rappresenta un frammento della catena *Appenino-Magrebide* risultante dalla sovrapposizione tettonica, in falda, di unità carbonatiche e terrigeno-carbonatiche di età *Mesozoica-Terziaria*, derivanti dalle deformazioni mioceniche dei domini paleogeografici noti come *Dominio Sicilide*, *Bacino Imerese* e *Bacino Numidico*.

A partire dal *Miocene* inferiore tali domini sono stati deformati verso l'esterno seguendo una direzione Nord-Sud, dando così origine a dei corpi geologici che sebbene con geometrie alquanto complesse presentano omogeneità di facies e di comportamento strutturale.

Le formazioni geologiche affioranti nel territorio in esame coprono un intervallo stratigrafico che va dal Trias medio fino a terreni tardogeni e recenti del Quaternario; si tratta di un intervallo di tempo geologicamente significativo e durante il quale si sono verificati eventi importanti per i domini paleogeografici dell'area.

In particolare, i termini più antichi sono rappresentati dalle unità derivanti dalla deformazione del Bacino Imerese; tali unità, fortemente tettonizzate, affiorano in prossimità dell'abitato di Caltavuturo e sono costituite prevalentemente da terreni carbonatici e silico-carbonatici di età compresa tra il Trias medio e superiore ed il Miocene.

In particolare l'area di studio è interessata dalla presenza dei terreni afferenti la "Formazione Crisanti" costituita da argilliti silicee variamente colorate, radiolariti e marne con intercalazioni di calcareniti e calcisiltiti grigiastre a frammenti di crinoidi con liste e noduli di selce ed intercalazioni di breccie risedimentate organogene.

2.3 Geomorfologia

2.3.1 *Caratteristiche geomorfologiche dell'area*

La morfologia evolutiva dell'area in esame è funzione dell'interferenza, continua nello spazio e nel tempo, tra i processi propri della dinamica dell'atmosfera, l'impalcatura geostrutturale preesistente e la costituzione litologica delle rocce.

Nell'area esistono due tipologie di terreni: i terreni lapidei dell'area di Terravecchia e le successioni terrigene, in contatto tettonico con gli affioramenti lapidei, poste al piede.

Queste due tipologie di affioramento hanno una diversa "risposta" agli agenti esogeni: nelle rocce lapidee il principale processo che influenza attivamente la generale morfologia del versante è costituito dai processi chimico-fisici di alterazione delle rocce, mentre, nelle successioni terrigene, il processo dominante nel modellamento del versante, è il ruscellamento diffuso e canalizzato, concentrato nei periodi tra ottobre e febbraio, l'assetto geomorfologico, infine, è fattore passivo, che influenza in maniera determinante la morfologia del versante.

La peculiarità dell'area, rappresentata dall'assetto strutturale, determina un'erosione selettiva spinta, con fenomeni di dilavamento del piede del versante determinandone lo scalzamento al piede e predisponendo l'area ai crolli, tutto ciò, combinato ai processi a cui è esposto il versante dell'area di Terravecchia (infiltrazioni d'acqua, l'ampliamento delle fessure dovuto a fenomeni crioclastici, termoclastici o all'effetto della crescita di radici, le sollecitazioni sismiche) rende l'area molto soggetta a fenomeni franosi di crollo e ribaltamento.

Inoltre, fenomeni di crollo producono degli accumuli detritici sulle parti basse dei versanti, che in tempi successivi, in occasione di eventi meteorici eccezionali, possono determinare movimenti gravitativi con delle colate di detrito, che, seppur non classificabili come frana, sono spesso molto pericolose.

2.3.2 *Dichiarazione del Rischio esistente rispetto al PAI*

Come si evince dalla cartografia allegata in calce al lavoro, l'area ricade all'interno di un'area a rischio idrogeologico molto elevato (R4) di cui al D.A. n. 298/41 del 04/07/2000 "Piano straordinario per l'Assetto Idrogeologico", essa non è classificabile come bosco ai sensi dell'art. 1 della Legge Regionale n. 16 del 1996 e s.m.i. e non ricade in aree di interesse comunitario (SIC) e di protezione speciale (ZPS).

2.3.3 Mitigazione del Rischio Idrogeologico

Come precisato nei paragrafi precedenti l'area è a rischio frane di crollo e ribaltamento e il progetto cui afferisce il presente studio è finalizzato a ridurre i fenomeni di dilavamento e di scalzamento al piede del versante dell'area di Terravecchia che sono concausa dei crolli, da cui deriva il Rischio R4. L'intervento rientra, pertanto, nella fattispecie di mitigazione del rischio idrogeologico di un'area R4 ed è anche diretto a scongiurare eventuali fenomeni di colate di detrito molto comuni in questa tipologia di evoluzione di versante.

2.4 Idrografia e idrogeologia

La rete idrografica è poco sviluppata, ciò è dovuto essenzialmente alle forti pendenze presenti nell'area ed all'elevata permeabilità secondaria delle dorsali calcaree che permettono una rapida infiltrazione delle acque superficiali;

Le incisioni che compongono la rete idrografica hanno in ogni caso carattere torrentizio a regime intermittente. Le acque che ruscellano lungo i versanti vengono raccolte a valle dal *Torrente Caltavuturo*. Sia nell'area in esame che in quelle nell'immediato intorno non sono state rilevate strutture idrogeologiche importanti né l'esistenza di una falda idrica a profondità tale da interferire con le opere in progetto.

Dal punto di vista idrogeologico non esiste nell'area in esame una vera e propria falda freatica ma è possibile la formazione di piccoli adunamenti idrici, in occasione di eventi piovosi, laddove esiste il passaggio tra l'orizzonte detritico alterato o e quello lapideo sottostante, unitamente ad un assetto geostrutturale favorevole.

2.4.1 Caratteristiche idrogeologiche dei terreni e descrizione degli acquiferi.

Nell'area è presenti un acquifero di scarsa importanza e, più che stagionali, occasionali. Ci si riferisce proprio alla struttura di Terravecchia che ha una permeabilità per fratturazione, fessurazione e anche per porosità (nelle brecce risedimentate).

In questo caso, si riscontra un'immediata relazione tra le condizioni idrogeologiche e l'instaurarsi di condizioni che favoriscono il dissesto geomorfologico nelle aree subito a valle a causa delle modeste e diffuse manifestazioni sorgentizie con fenomeni di soliflusso generalizzato e colamenti con spessori non rilevanti (1-3 metri).

Si ha anche una saturazione della coltre superficiale e dei livelli sotterranei, permeabili per porosità, che determinano piani di scorrimento preferenziali.

Questi diventano attivi in relazione a brusche variazioni degli apporti idrici sotterranei e quindi in corrispondenza di cospicui eventi piovosi.

Tale situazione induce un allentamento di carattere meccanico nei primi 3 m di profondità dei materiali calcareo-detritici che comporta un aumento della porosità efficace dei terreni, correlata ad un sensibile aumento della permeabilità rispetto ai livelli più profondi del medesimo complesso idrogeologico.

Al fine di definire meglio le caratteristiche di permeabilità dei litotipi affioranti nell'area in esame sono state individuate sostanzialmente si riportano i tre complessi idrogeologici direttamente interconnessi con l'area di studio.

Complesso Calcareo-Detritico

Grado Permeabilità Medio-Alto $K=10^{-4}$ m/s con valori sino a 10^{-3} m/s nei livelli più superficiali corrispondenti ai primi 3 m di profondità da p.c.; è costituito da Breccie, Doloareniti, Dolorutidi, calcareniti e rocce risedimentate.

Complesso Arenaceo-Pelitico

Grado Permeabilità Medio-Basso $K=10^{-5}$ m/s; costituito da Arenarie con intercalazioni pelitiche.

Complesso Argilloso

Grado Permeabilità Basso $K=10^{-7}$ m/s; costituito da Peliti, Argilliti e calcilutiti.

3 PROVE IN SITU

3.1 Caratterizzazione litologica e geotecnica

Le indagini sono state ubicate a monte dell'area dove dovrà essere rifatto il muro e precisamente tra la via Turrisi Colonna e la via Torino. A quota superiore nella via Turrisi Colonna sono state eseguite indagini di carattere sismico (MASW e rifrazione), mentre nel terrapieno sorretto dal muro esistente da rifare è stata realizzata una indagine penetrometrica.

Dai dati raccolti è stato possibile ricostruire la seguente colonna stratigrafica del terrapieno :

0.00-6.50 Materiale detritico costituito da trovanti calcarei in matrice argillo-sabbiosa

I principali parametri geotecnici assumibili sono:

- peso di volume (γ)= 1.36 t/m³
- coesione non drenata (C_u) = 0,56 Kg/cm²
- angolo d'attrito in condizioni drenate (Φ')= 16°

Considerato che la coesione drenata c' è in genere 0,10-0,30 C_u , considerata l'esperienza dello scrivente riguardo l'area di studio, la coesione c' può essere ragionevolmente e cautelativamente stimata in:

- coesione in condizioni drenate (c')= 0,16 Kg/cm²

Da 6.50 Calcareniti gradate laminate :

I principali parametri geotecnici assumibili sono:

- peso di volume (γ)= 2.06 t/m³
- coesione (C_u) = 0,76 Kg/cm²
- angolo d'attrito in condizioni drenate (Φ')= 21°

4 RISPOSTA SISMICA LOCALE

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3 delle NTC 2018 (*risposta sismica e stabilità del sito*). In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_S . I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità V_S per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo, di cui al § 6.2.2 delle NTC 2018 (*indagini, caratterizzazione e modellazione geotecnica*).

I valori di V_S sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche.

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

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

dove:

h_i spessore dell' i -esimo strato;

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

N numero di strati;

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

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

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro $V_{S,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Considerati i risultati della traversa sismica eseguita sia con geofoni di tipo orizzontale che verticale, che hanno permesso la misura in situ dello spessore di ogni strato e dei rispettivi valori di velocità delle onde di taglio, considerate le notizie stratigrafiche desunte da fonti bibliografiche e da sondaggi meccanici eseguiti nelle vicinanze nonché dall'osservazione dei numerosi fronti di scavo esistenti nelle vicinanze dell'area in studio, risulta che i valori di V_s misurati per il sismostrato più profondo, tenuto conto delle forti variazioni laterali delle caratteristiche elastiche modellizzate per lo stesso, possono ritenersi caratteristici del sottosuolo sino alla profondità di 30 m e pertanto essere utilizzati, in quanto decisamente cautelativi ai fini del calcolo del V_{s30} . Da quanto detto consegue che:

$$V_{s30} = 519,5 \text{ m/s}$$

Pertanto il terreno di fondazione può essere ascritto alla categoria "B" secondo la nuova normativa. Per quanto riguarda le condizioni topografiche, il sito di progetto pertanto risulta rientrare nella categoria topografica T1 con coefficiente di amplificazione topografica $ST=1,0$.

Per completezza di informazione a partire dalle coordinate geografiche (ED50), tramite il foglio di calcolo rilasciato dal C.S. LL.PP. "Spettri NTC vers. 1.03" sono stati ricavati i parametri a_g , F_0 , T_c^* per i vari periodi di ritorno T_R associati a ciascun Stato Limite, ipotizzando come tipologia un'opera ordinaria con $V_N = 50$ anni e classe d'uso I; risultano.

I particolari sul sondaggio eseguito e la tabella di calcolo sugli stati limite, con relativi risultati, sono riportati in calce al lavoro.

5 CONCLUSIONI

I sito è interessato da un progetto per la sistemazione dell'area adiacente le vie Turrisi Colonna, Palmeri e Torino. Che prevede la sistemazione urbanistica dell'area con la realizzazione del miglioramento del sistema di raccolta delle acque piovane, per mitigare il rischio idrogeologico, e il rifacimento di un muro di sostegno tra la via Turrisi Colonna e la Via Palmeri.

La stratigrafia riscontrata dai sondaggi di riferimento, ha evidenziato che la presenza fino a 6,50 di detrito di falda e successivamente di Calcareniti.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, il terreno di fondazione rientra nella categoria di suolo di **tipoB** (Vedi Relazione allegata sulle indagini geofisiche).

Come si evince dalla cartografia l'area non ricade all'interno di aree in dissesto e non ricade in aree a rischio idrogeologico R4, questo progetto è finalizzato a ridurre i fenomeni di dilavamento e di scalzamento al piede del versante dell'area di Terravecchia che sono concausa dei crolli, da cui deriva il Rischio R4, pertanto rientra nella fattispecie di mitigazione del rischio idrogeologico di un area R4, l'intervento è anche diretto a scongiurare eventuali fenomeni di colate di detrito molto comuni in questa tipologia di evoluzione di versante.

Acicastello, Ottobre 2018

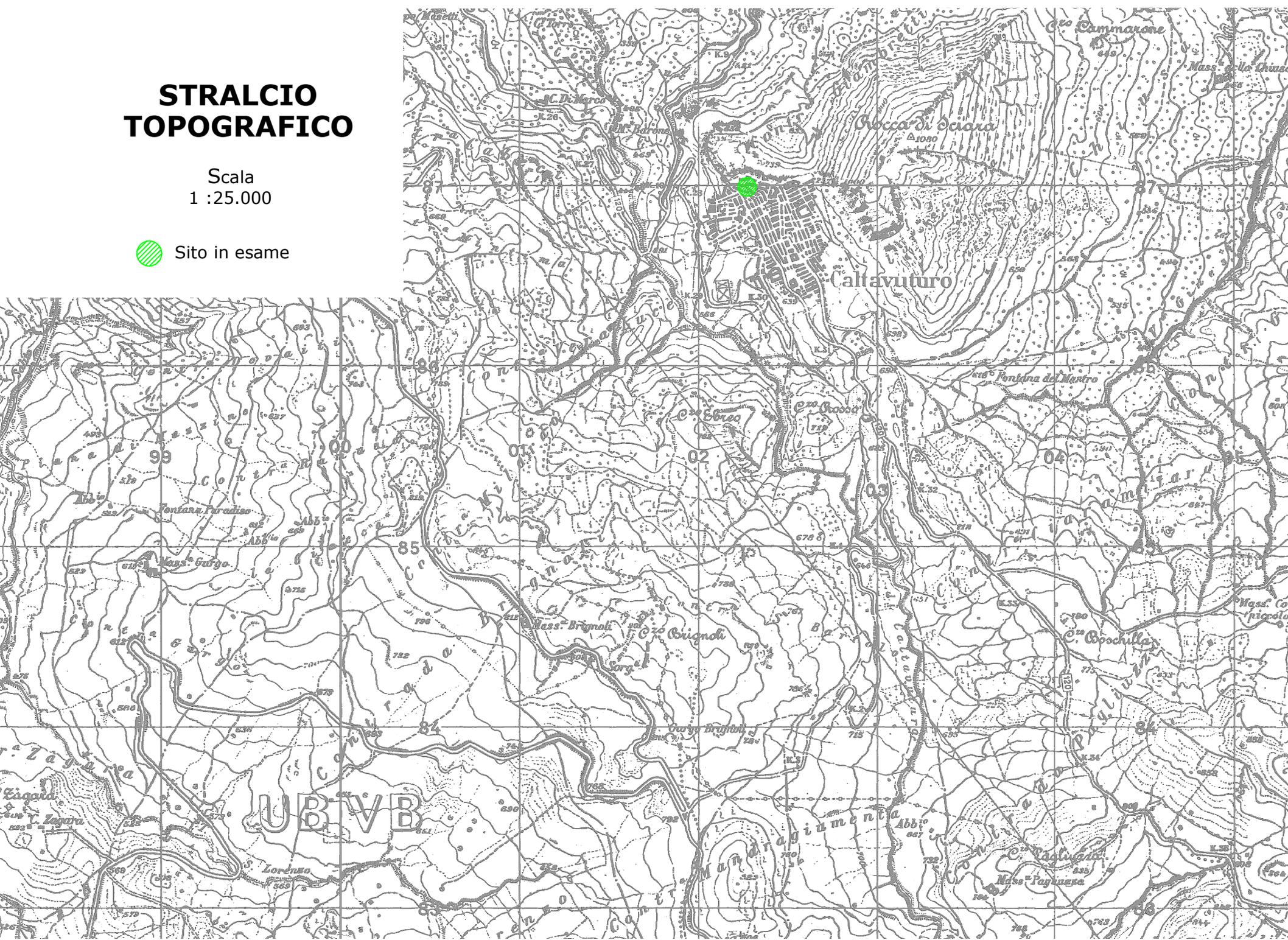
Il Geologo

ALLEGATI

STRALCIO TOPOGRAFICO

Scala
1 : 25.000

 Sito in esame

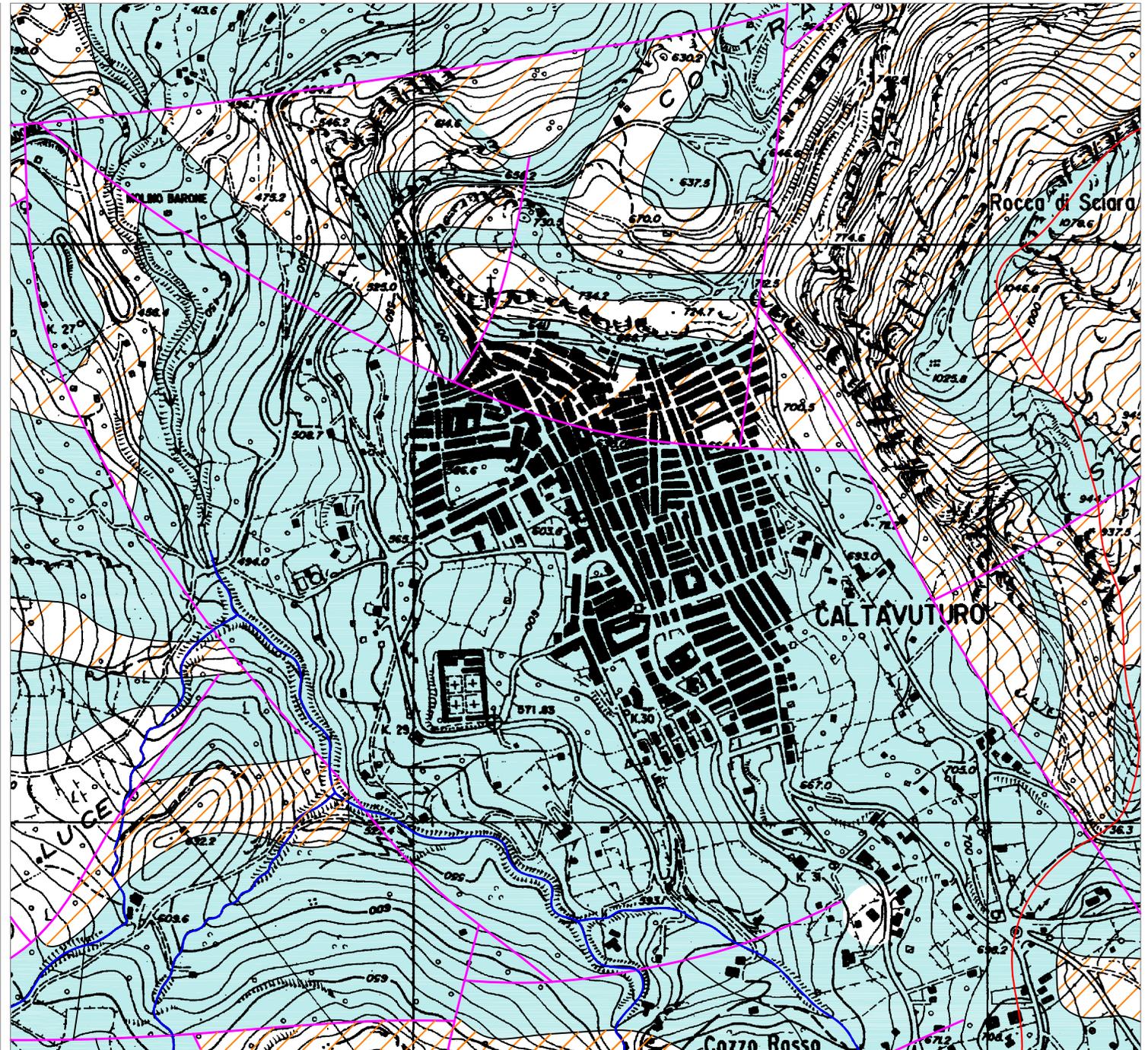


Carta Idrogeologica

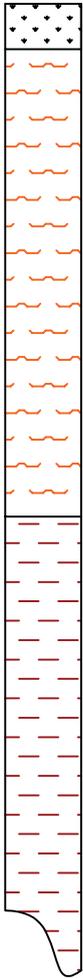
Scala 1:10.000

Legenda

-  Complesso Calcareo-Detritico
Grado Permeabilità **Medio-Alto $K=10^{-4}$**
Brecce, Dolareniti, Dolorutidi e calcareniti e rocce risedimentate.
-  Complesso Arenaceo-Pelitico
Grado Permeabilità **Medio-Basso $K=10^{-5}$**
Arenarie con intercalazioni pelitiche
-  Complesso Argilloso
Grado Permeabilità **Basso $K=10^{-7}$**
Peliti, Argilliti e calcilutiti
-  Faglia o sovrascorrimento
-  Reticolo idrografico
-  Spartiacque di bacino idrografico



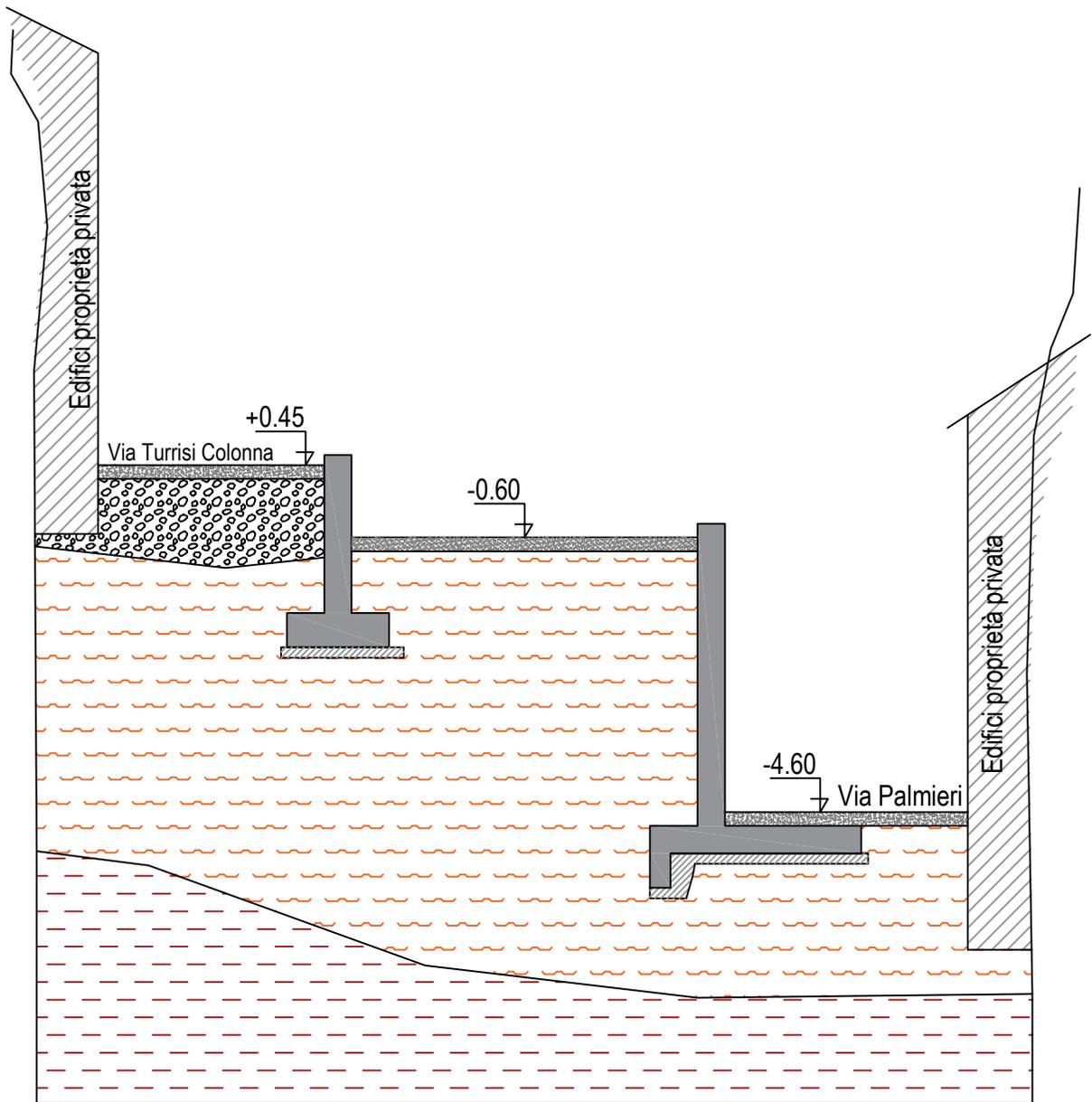
Colonna Stratigrafica
scala 1:100



Litotipo a: Coltre di alterazione superficiale

Litotipo b: argille alterate

Litotipo c: argille limose



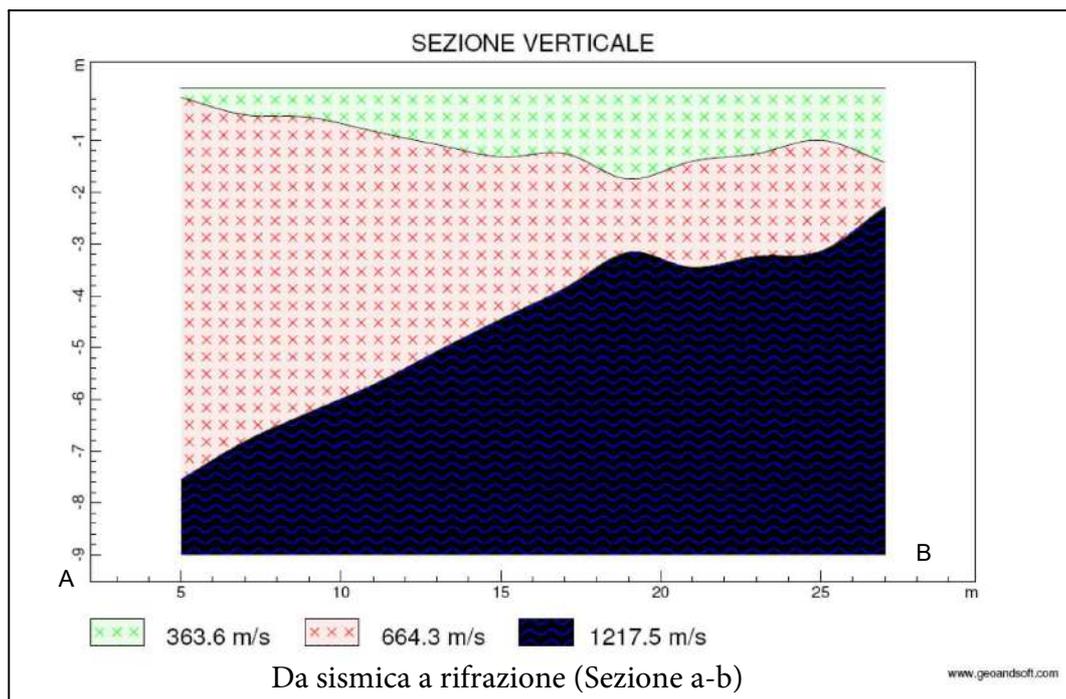
-  Terreno di Riempimento e/o Sottofondo Stradale
-  Litotipo a: Materiale detritico costituito da trovanti calcarei in matrice argillo-sabbiosa
-  Litotipo b: Calcareniti gradate laminate

0: 4 } ^ A ^ [| a | | * a e
 scala 1:100

Ubicazione Indagini



— Stendimento Sismico e Sezione ○ Sondaggio penetrometrico



363.6 m/s

Terreno di Riempimento e/o sottofondo stradale (via Turrisi Colonna) -
Parametri geologici non rilevati

664.3 m/s

Detrito (Peso di Volume: 1,36 t/mc, C': 0,16 Kg/cmq Angolo di attrito= 16°)

1217.5 m/s

Calcareniti (Peso di Volume: 2,06 t/mc, Cu: 0,76 Kg/cmq Angolo di attrito= 21°)

CATEGORIA DEL SOTTOSUOLO: CATEGORIA B

STRALCIO P.A.I.

Carta dei Dissesti

Scala
1 : 10.000

 Sito in esame

LEGENDA

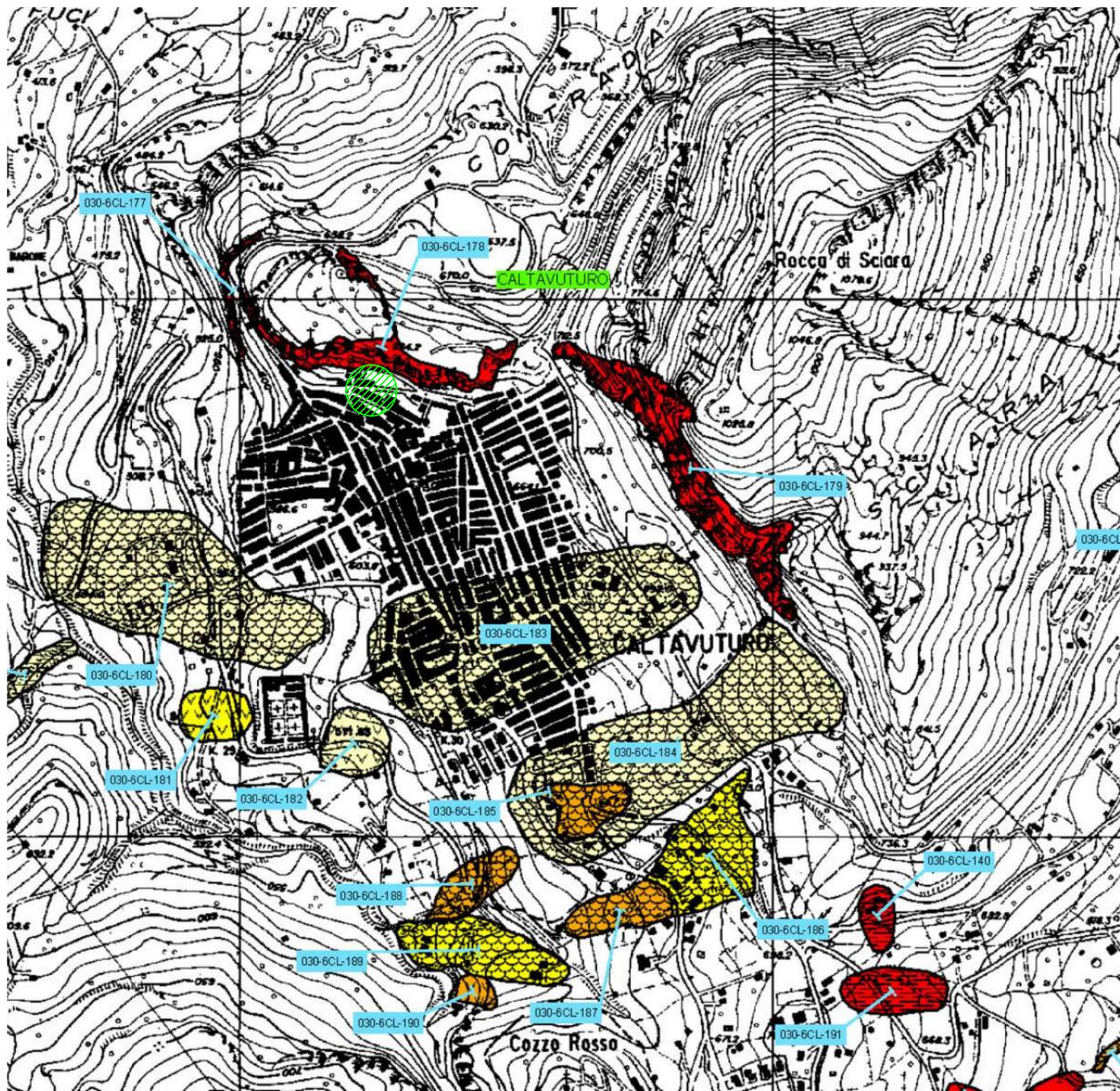
FENOMENI FRANOSI

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

STATO DI ATTIVITA'

-  Attivo
-  Inattivo
-  Quiescente
-  Stabilizzato artificialmente o naturalmente

-  Limite bacino idrografico
-  Limite comunale



STRALCIO P.A.I.

Carta della Pericolosità e del Rischio Geomorfológico

Scala
1 : 10.000

 Sito in esame

LEGENDA

LIVELLI DI PERICOLOSITA'

-  F0 molto basso
-  F1 moderato
-  F2 medio
-  F3 elevato
-  F4 molto elevato

LIVELLI DI RISCHIO

-  R1 moderato
-  R2 medio
-  R3 elevato
-  R4 molto elevato

-  Limite bacino idrografico
-  Limite comunale

