



Geologo dott. Pasquale Marennna

Via G. Matteotti, 3 - 82030 San Lorenzello (BN)

 0824/815216 338/4583959

RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE

OGGETTO: LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA DELLA VIABILITA' DELLA S.P. N. 1 "CIARDIELLI" TRATTO LOCALITA' COVINI DI ARPAISE" - FINANZIAMENTO POR FERSR CAMPANIA 2007/2013.
CIG Z9012BF6E3.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BENEVENTO

Visti:

Il Redattore:
Geologo Pasquale Marennna



Novembre 2015

INDICE

| | |
|--|----|
| PREMESSA | 3 |
| TAVOLA n° 1 INDIVIDUAZIONE GEOGRAFICA DELL'AREA scala 1:50.000 | 5 |
| TAVOLA n° 2 INDIVIDUAZIONE GEOGRAFICA DELL'AREA scala 1:25.000 | 6 |
| INQUADRAMENTO GEOGRAFICO e CLIMATICO | 7 |
| TAVOLA n° 3 PLANIMETRIA DELL'AREA IN SCALA 1:10.000 | 9 |
| TAVOLA n° 4 PLANIMETRIA DELL'AREA IN SCALA 1:5.000 | 10 |
| TAVOLA n° 5 PLANIMETRIA DELL'AREA IN SCALA 1:2.000 | 11 |
| INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE | 12 |
| TAVOLA n° 6 STRALCIO CARTA GEOLOGICA UFFICIALE D'ITALIA..... | 14 |
| TAVOLA n° 7 SEZIONE GEOLOGICA DI MASSIMA..... | 15 |
| INQUADRAMENTO GEOLOGICO DI DETTAGLIO | 16 |
| TAVOLA n° 8 COLONNE STRATIGRAFICHE | 19 |
| TAVOLA n° 9 CARTA GEOLOGICA di DETTAGLIO..... | 20 |
| TAVOLA n° 10 SEZIONE GEOLOGICA DI DETTAGLIO | 21 |
| TAVOLA n° 11 UBICAZIONE SEZIONE GEOLOGICA DI DETTAGLIO..... | 22 |
| INQUADRAMENTO IDROLOGICO - IDROGEOLOGICO | 23 |
| INQUADRAMENTO MORFOLOGICO e STABILITA' DELLA ZONA | 25 |
| CARATTERIZZAZIONE SISMICA GENERALE | 27 |
| | |
| CONCLUSIONI | 34 |

RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE SUI TERRENI
INTERESSATI DAL PROGETTO DI "LAVORI DI MESSA IN
SICUREZZA DELLA VIABILITA' DELLA S.P. N. 1 "CIARDIELLI"
TRATTO LOCALITA' COVINI DI ARPAISE" - FINANZIAMENTO POR
FERSR CAMPANIA 2007/2013 - CIG Z9012BF6E3"

PREMESSA

Il sottoscritto geologo dott. Pasquale Marennna, iscritto all'Ordine Regionale dei Geologi Campania con numero di riferimento 993, è stato incaricato di eseguire una serie di indagini geologico tecniche preliminari sui terreni siti nel territorio comunale di Arpaise (BN), in corrispondenza della Stada Provinciale SP1 Ciardelli, interessati dal progetto per LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA DELLA VIABILITA' DELLA S.P. N. 1 "CIARDIELLI" TRATTO LOCALITA' COVINI DI ARPAISE.

Committente del lavoro è l'Amministrazione Provinciale di Benevento, che ha incaricato il sottoscritto di eseguire gli studi e la relazione geologica preliminare da allegare al progetto delle opere in oggetto, con atto di Determina Dirigenziale del Settore Infrastrutture - Viabilità e Trasporti, n. 686/06 del 23/09/2015.

Accettato l'incarico, il sottoscritto, dott. **Pasquale Marennna**, in qualità di geologo iscritto all'Ordine Regionale dei Geologi della Campania col n. 993, ha effettuato vari e particolareggiati sopralluoghi, di seguito, essendo anche in possesso dei risultati delle indagini, in sito ed in laboratorio, commissionate dall'Amministrazione provinciale a ditta specializzata eseguite nell'area, ha redatto la relazione geologico-tecnica di seguito esposta.

Per la redazione della presente relazione geologica sono stati eseguiti una serie di studi geologico - tecnici inerenti i terreni interessati dal progetto, articolate nelle seguenti fasi:


- I Fase: Ricerca dati bibliografici e precedenti studi geologico-tecnici condotti in aree prossime a quella in esame;
- II Fase Studio delle indagini dirette ed indirette eseguite nell'area e consegnate al sottoscritto dalla ditta committente, quali sondaggi geognostici a carotaggio continuo, sondaggi diretti quali prove penetrometriche dinamiche, prove di laboratorio geotecnico effettuate su campione indisturbato prelevato, sondaggi indiretti quali prospezioni sismiche in foro tipo Down Hole;
- III Fase: Rilevamento idro-geo-morfo-litologico dell'area in esame;
- V Fase: Elaborazione di tutti i dati acquisiti finalizzando il lavoro alla tipologia del progetto in esame.

TAVOLA n° 1

INDIVIDUAZIONE GEOGRAFICA DELL'AREA

scala 1:50.000

UBICAZIONE GEOGRAFICA

 Area di intervento

Scala 1:50.000

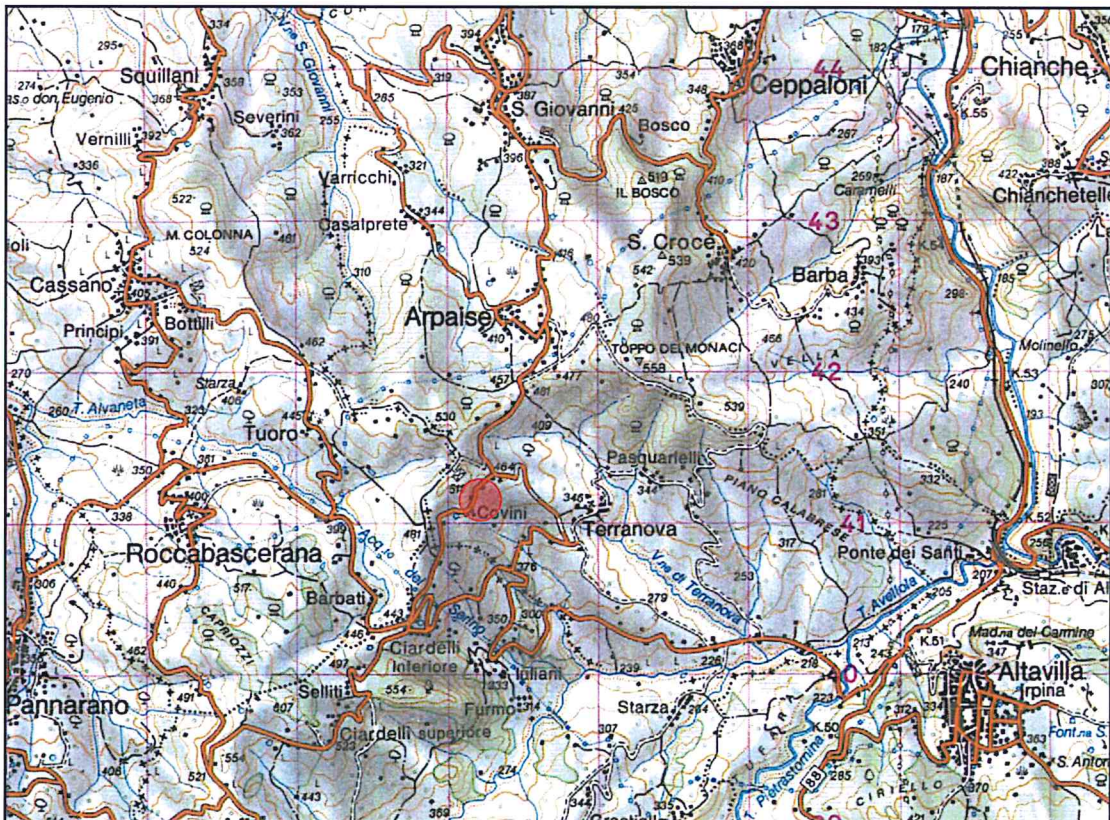



TAVOLA n° 2

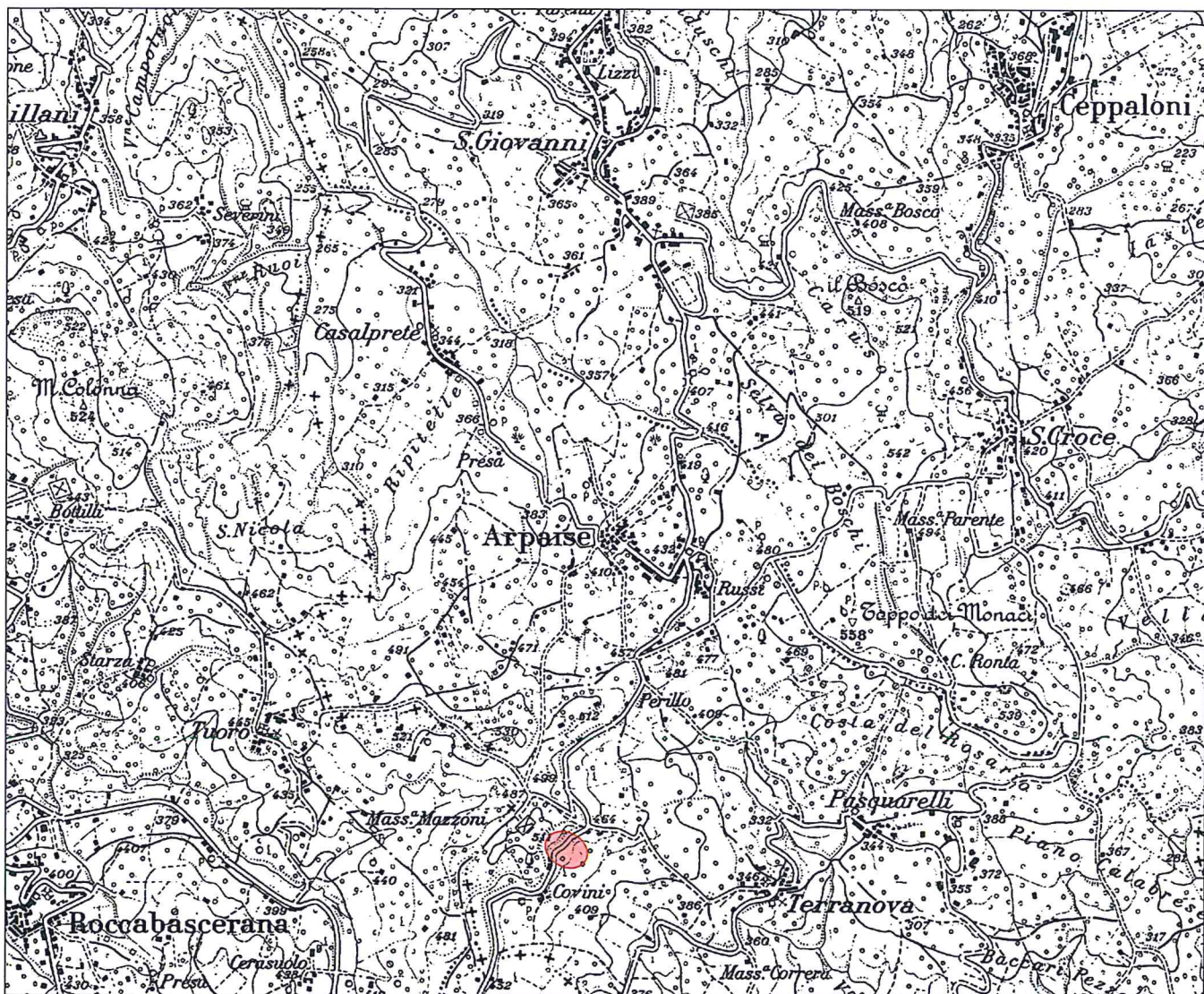
INDIVIDUAZIONE GEOGRAFICA DELL'AREA

scala 1:25.000

UBICAZIONE GEOGRAFICA

 Area di intervento

Scala 1:25.000



INQUADRAMENTO GEOGRAFICO e CLIMATICO

L'area in esame è riportata nella tavoletta dell'I.G.M. foglio 173, quadrante II, settore SO. Essa è individuata dal fiume Sabato, ad est, e la dorsale del monte Colonna. Essa è posizionata lungo un versante morfologico, che raggiunge la quota massima di 530 mt slm, poco al di sopra del dissesto morfologico rilevato e che degrada fino al Torrente Avellola, affluente in sinistra orografica del Fiume Sabato..

Il movimento franoso è situato in corrispondenza di un terrazzo morfologico, delimitato a nord-ovest da una ampia e profonda scarpata, dell'ordine di 20 mt metri. Mentre verso sud est degrada in maniera più o meno morbida fino al fondovalle inciso dal Torrente Avellola.

Il territorio in esame è caratterizzato nel suo complesso da un **clima** mediterraneo temperato-umido, in particolare, rispetto alle aree più esterne, il clima si presenta meno temperato con sbalzi di temperatura anche accentuati fra estate e inverno, le temperature minime arrivano anche al disotto dello zero; quella annuale media è pari a circa 12° C.

Riguardo alle **precipitazioni meteoriche**, prendendo come riferimento i dati raccolti nel corso del trentennio 1921-1950, si osserva che l'area presenta valori delle precipitazioni compresi tra i due estremi di 600 e i 2.200 mm annui, con una media di circa 1.400. mm.

Valori questi che stanno a significare una minore concentrazione di piogge, rispetto alle aree circostanti, dove al contrario per la presenza dei massicci carbonatici che delimitano l'area a nord ovest e che fungono da barriera al passaggio delle masse d'aria caldo umida provenienti da, si ha il risultato di determinarne la condensazione e la successiva precipitazione sotto forma di pioggia (in particolare nel periodo da settembre ad aprile).

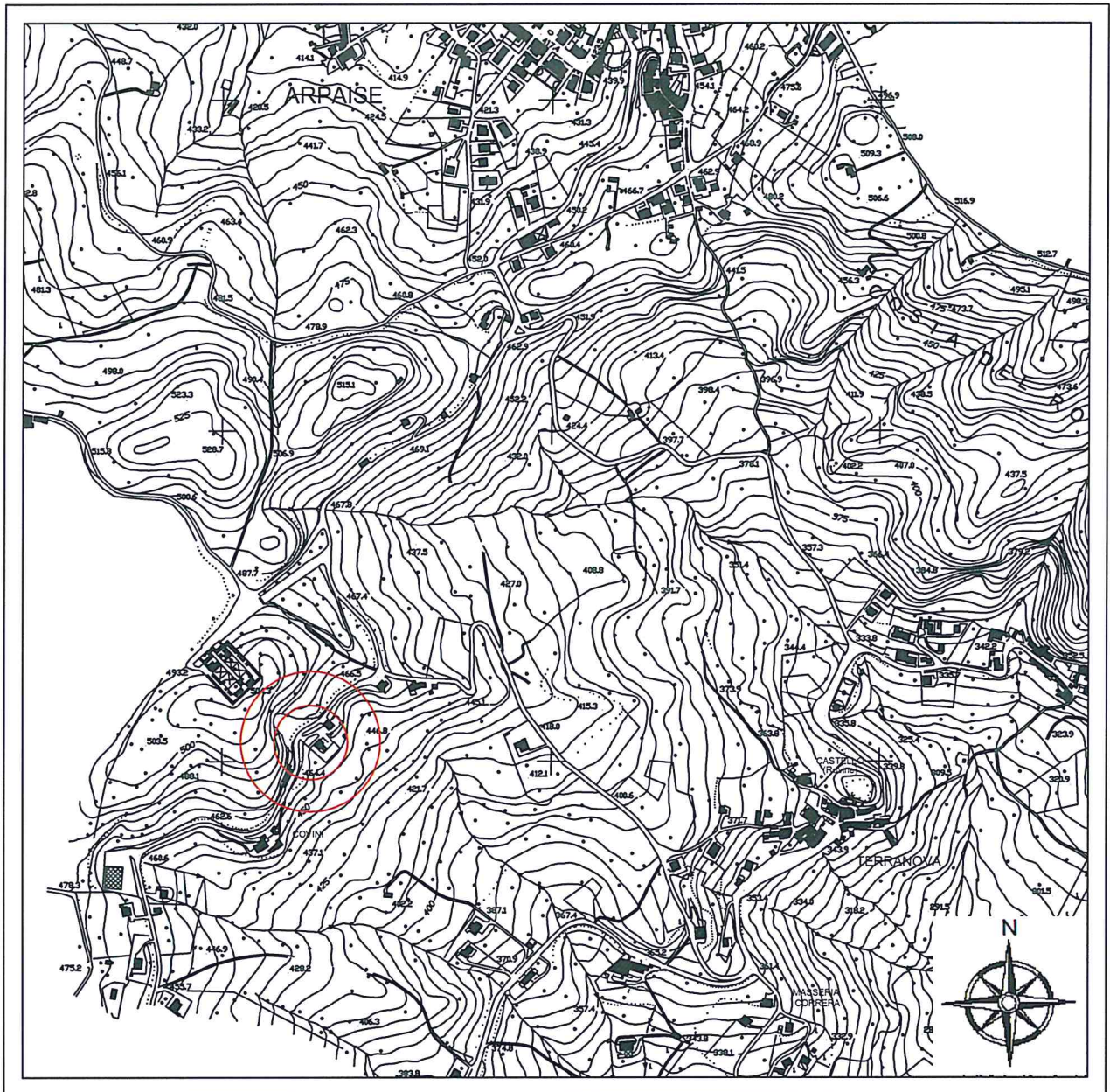
L'analisi dei dati climatici indica chiaramente che nello spostarsi da N-E del territorio provinciale verso S-O, verso le pianure alluvionali, la quantità

delle precipitazioni pluviali tende a diminuire, mentre aumentano le temperature medie annue.

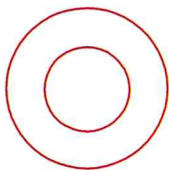
Analizzando nel loro complesso questi dati si evince che il tasso d'evaporazione dell'area non è elevato, infatti utilizzando la formula di L. Turc, che garantisce discreti risultati per qualunque latitudine è stato calcolato il valore dell'**evapotraspirazione reale** che, in questa zona, per altitudini oscillanti intorno ai 450 metri s.l.m., è circa il 35% delle precipitazione medie.

TAVOLA n° 3

PLANIMETRIA DELL'AREA IN SCALA 1:10.000



STRALCIO AEROFOTOGRAMMETRIA - scala 1 : 10.000



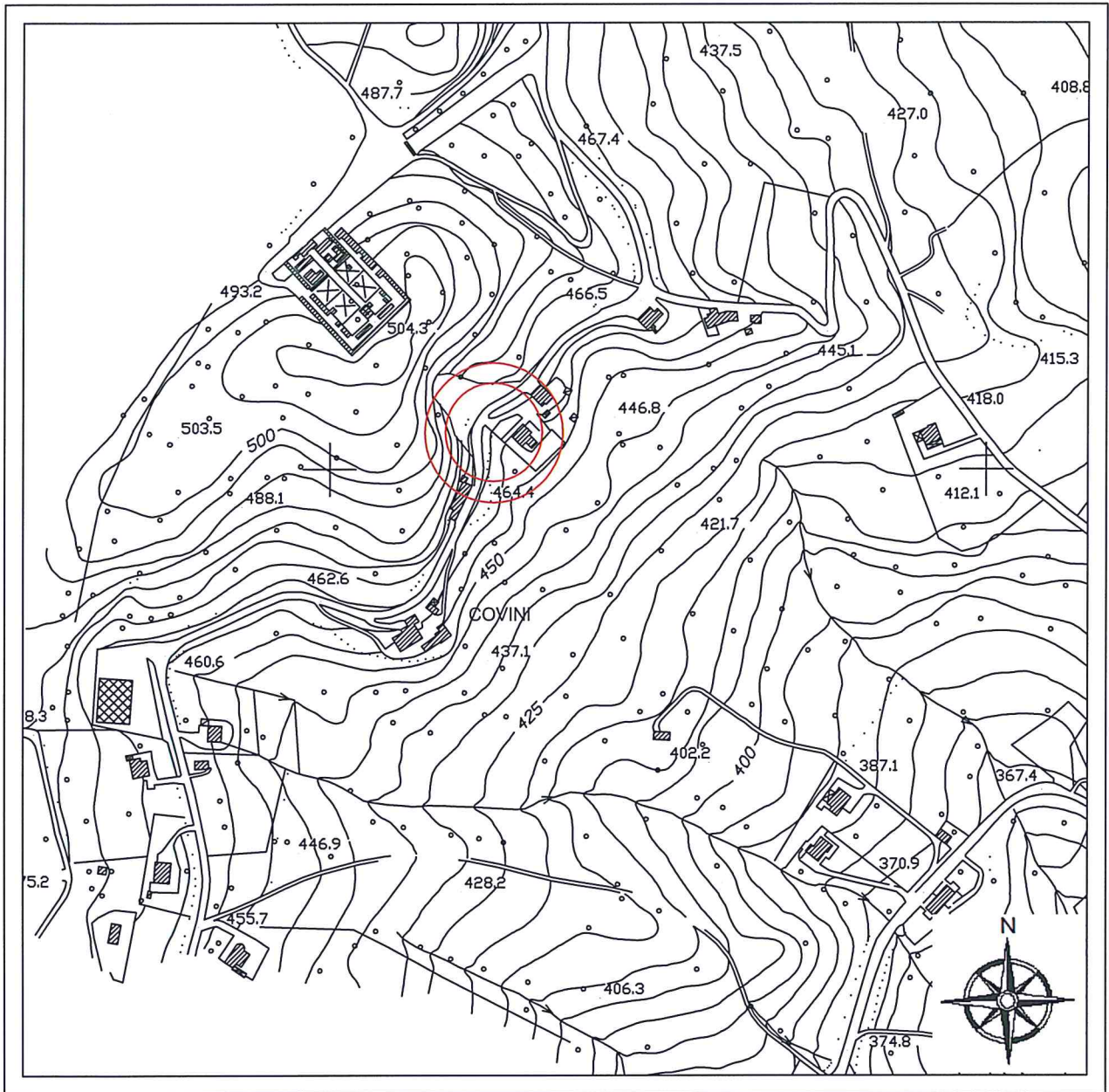
UBICAZIONE OPERE



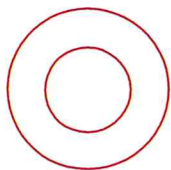
UBICAZIONE LOTTO

TAVOLA n° 4

PLANIMETRIA DELL'AREA IN SCALA 1:5.000



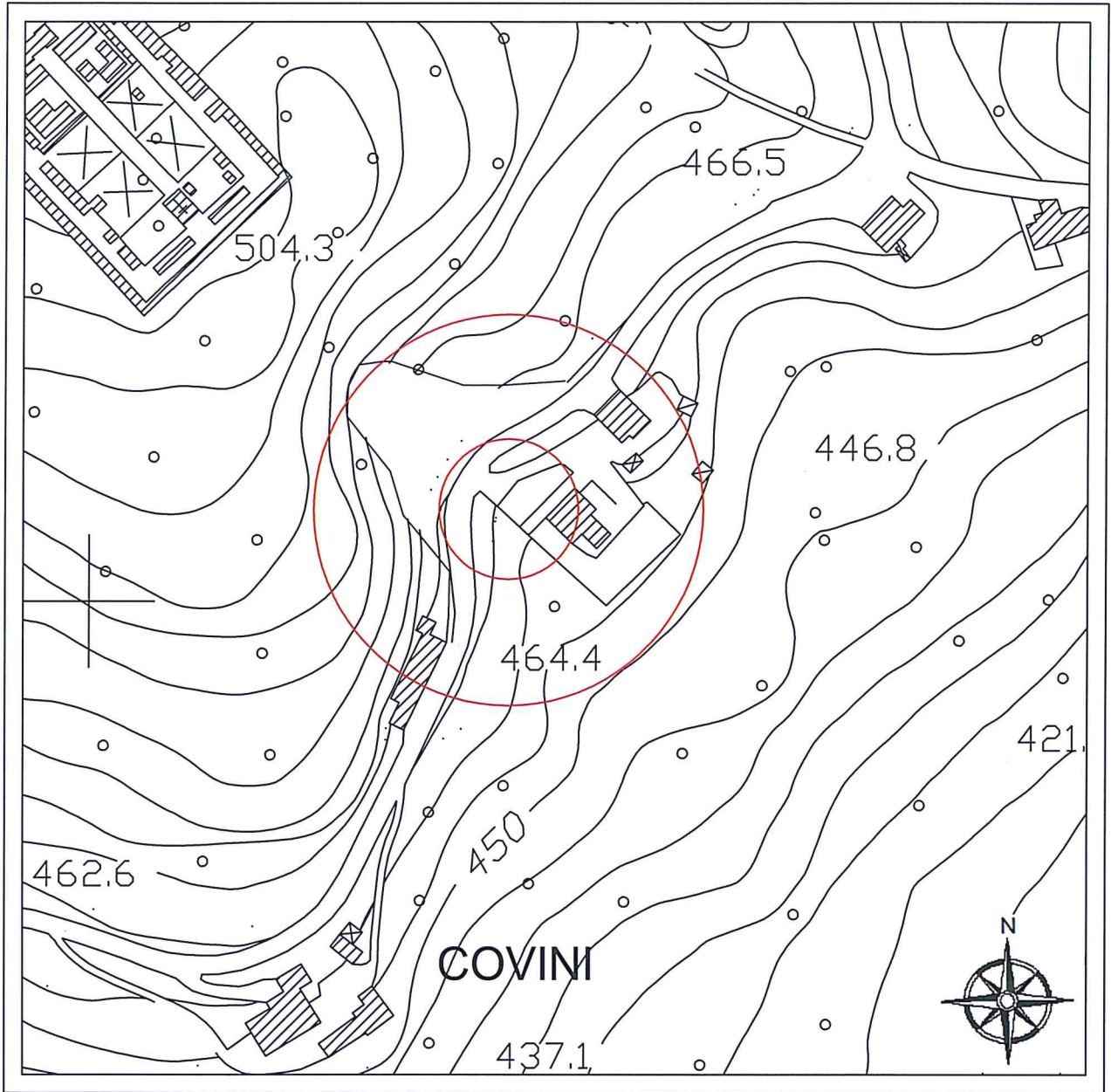
STRALCIO AEROFOTOGRAMMETRIA - scala 1 : 5.000



UBICAZIONE OPERE

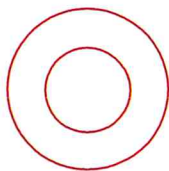
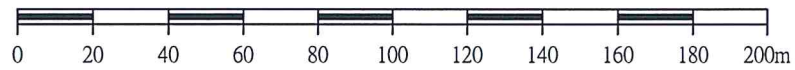
TAVOLA n° 5

PLANIMETRIA DELL'AREA IN SCALA 1:2.000



STRALCIO AEROFOTOGRAMMETRIA

SCALA 1 : 2000



UBICAZIONE OPERE

INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

La parte del territorio comunale di Arpaise (BN), interessata dalla struttura in progetto, è inserito nella cartografia geologica ufficiale nel foglio 173 - Benevento.

Di seguito si passano in rassegna le formazioni geologiche affioranti.

Il rilevamento geologico dell'area in esame, situata all'interno della vasta pianura del fiume Sabato, ha consentito di distinguere due differenti successioni stratigrafiche, accavallate in rapporto stratigrafico trasgressivo discordante l'una all'altra. Entrambe poggiano con contatto pseudostratigrafico su un substrato costituito da prevalentemente dai terreni marnoso argillosi delle argille varicolori.

La successione geometricamente inferiore è data da argille marnose e sabbie argillose del formazione di Altavilla, la successione più elevata è costituita da conglomerati arenarie ed argille della formazione di Ariano. Le due successioni si sono deposte rispettivamente nelle zone orientali (quella inferiore) ed assiali (quella superiore) del bacino Irpino ed hanno un'età compresa tra il langhiano ed il tortoniano.

I caratteri geologici principali dell'area sono legati all'evoluzione strutturale dell'area che può essere così schematizzata: a seguito della fase tettogenetica del Langhiano si individua il Bacino Irpino, nel quale si ha attiva sedimentazione flyscioide, con facies prevalentemente arenacee nelle zone centro occidentali e calcaree in quelle orientali; solo nel Tortoniano la sedimentazione diviene uniformemente pelitica in tutto il bacino.

La fase tettogenetica tortoniana interrompe la sedimentazione e determina il restringimento del bacino con conseguente formazione di scaglie e sovrascorrimenti. Le successioni più interne, con parte del loro substrato plastico prelanghiano, traslano di alcune decine di chilometri verso est, accavallandosi sulle successioni più esterne. Tale stile tettonico a scaglie

continua attraverso le ulteriori fasi tettoniche compressive del Miocene Superiore e del Pliocene, fino a tutto il Pliocene Medio.

Ciò ha come risultato che la formazione di Ariano si sovrappone con un limite trasgressivo sulle formazioni sottostanti.

I movimenti verticali del Pliocene Superiore e Pleistocene hanno poi contribuito al definitivo assetto dell'area.

TAVOLA n° 6

STRALCIO CARTA GEOLOGICA
UFFICIALE D'ITALIA

CARTA GEOLOGICA

Stralcio carta geologica d'Italia
Foglio numero 173 "Benevento"



Area interessata
dalle opere in progetto



Formazione di Ariano
(conglomerati poligenici)



Formazione di Ariano
(Sabbie ed arenarie)



Formazione di Ariano
(argille ed argille siltose)



Formazione di Altavilla
(sabbie ed argille marnose)



Formazione di Altavilla
(conglomerati)

Scala 1:50.000

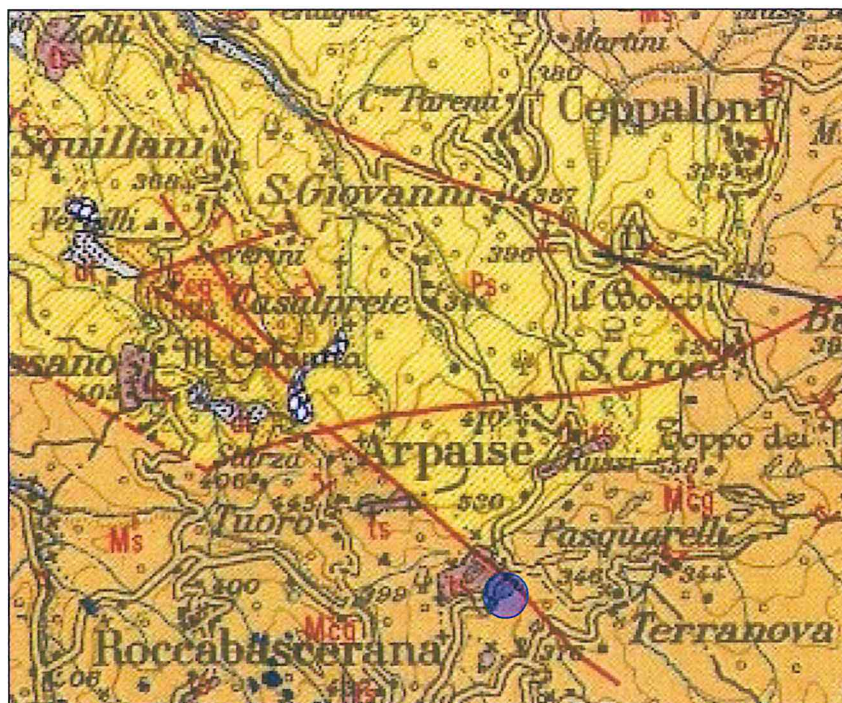
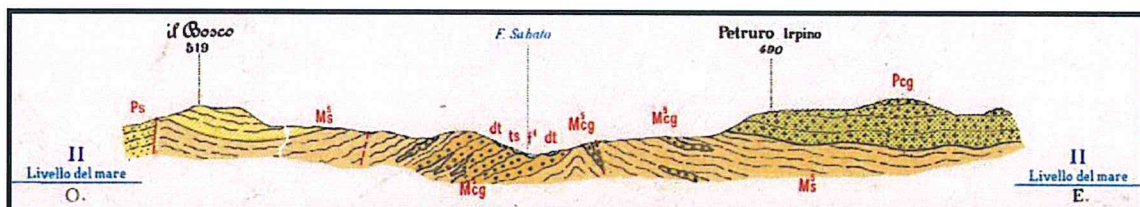


TAVOLA n° 7

SEZIONE GEOLOGICA DI MASSIMA

SEZIONE GEOLOGICA

SCHEMATICA DELLE FORMAZIONI AFFIORANTI NELL'AREA



INQUADRAMENTO GEOLOGICO DI DETTAGLIO

Il rilevamento geologico di dettaglio effettuato ha avuto come risultato che nell'area in esame affiorano terreni pelitici coesivi, localmente sciolti rimaneggiati, con sovrastante sottile strato di coltre eluvio colluviale.

La formazione profonda in parte interessata dal movimento franoso viene riportata nella classificazione ufficiale come "formazione di Ariano".

Questi sedimenti costituiscono i maggiori affioramenti all'interno dell'area. Si rinvengono tutti in sinistra idrografica del fiume Sabato.

Nella sezione geologica allegata alla presente relazione, tavola n. 5, si riporta lo schema stratigrafico di massima che si rinviene nell'area esaminata.

FORMAZIONE DI ALTAVILLA

Si tratta di sabbie arenacee, siltiti, argille e subordinatamente di ciottoli con chiari segni di sedimentazione torbida.

All'interno di questa formazione dell'Unità di Altavilla sono state riconosciute due facies differenti:

Facies arenaceo - conglomeratica;

Facies marnoso - arenacea.

La facies arenaceo - conglomeratica è rappresentata da sabbie e arenarie giallastre in genere medio-fini, talora grossolane con inclusi pelitici in strati da medi a molto spessi piano paralleli, più raramente lenticolari, a luoghi con nuvole di ciottoli in prevalenza calcarei, con intercalazioni di peliti in strati sottili e medi. Le variazioni granulometriche laterali e verticali sono frequenti ed irregolari, la stratificazione solo localmente è definita. Nelle fasce a granulometria più grossolana i ciottoli, per lo più arrotondati ed a disposizione caotica, sono costituiti da rocce cristalline, calcari marnosi argilla marnosa. La

stratificazione è distinguibile solo in presenza di sottili interstrati di argilla marnosa.

La facies marnoso - arenacea è costituita da sabbie, arenarie ed argille, argille marnose arenarie di colore grigio, la stratificazione non è ben distinta e la granulometria è minore rispetto alla facies precedentemente descritta. Nella parte bassa della successione stratigrafica sono presenti strati di siltite argillosa; verso l'alto si notano siltiti, argille siltose, marne argillose. I termini siltoso -marnosi si presentano in strati e straterelli che si susseguono senza regolarità.

Pertanto i rapporti stratigrafici suggeriscono che il membro sabbioso-conglomeratico è sovrapposto al membro pelitico- arenaceo nella zona tra Ceppaloni e Arpia, mentre lungo il T. Terre Franche (SE di Apice) il membro sabbiosoconglomeratico giace sotto il membro sabbioso. Quindi questi ultimi due sono parzialmente eteropici;

Entrambe le facies si presentano notevolmente deformati a seguito delle fasi tettonogenetiche successive alla loro sedimentazione, altresì, nelle porzioni più superficiali risultano fortemente alterate dagli agenti atmosferici.

Il substrato della Formazione è costituito dalla Formazione delle Argille Varicolori.

FORMAZIONE ELUVIO COLLUVIALE

Lungo tutto il versante le formazioni geologiche "integre" si rinvengono al di sotto di una coltre variabile di sedimenti eluviali e colluviali che localmente raggiunge spessori nell'ordine di diversi metri. Nelle fasce che bordano i litotipi pelitici immersi nella matrice si rinvengono ciottoli di varie dimensioni.

Questo a causa delle caratteristiche geotecniche presentate dai terreni affioranti in particolare la parte pelitica la parte sabbiosa, quali bassa resistenza all'erosione e granulometria sottile, ha come risultato un alto volume di materiale alterato, eroso e trasportato a valle; con spessori notevoli delle

coltri eluviali e colluviali in corrispondenza di bassi morfologici e di locali avvallamenti.

Infatti i principali affioramenti si concentrano in corrispondenza delle litologie argillose e sabbioso arenacee affioranti a monte dell'area in esame.

Si rinvengono lungo il versante e alla base della collina su cui si rileva il dissesto gravitativo.

Essi si rinvengono , in contatto stratigrafico, a luoghi sovrapposti, con limiti netti e definiti e, a luoghi, affiancati e interdigitati, con limiti irregolari e compenetrati alla formazione argilloso sabbiosa sottostante.

Il detrito rilevato è costituito da una matrice sottile argillosa debolmente sabbiosa con una percentuale di materiale organico con immersi ciottoli e sabbie grossolane; nella matrice non mancano elementi piroclastici o prodotti derivanti dalla loro alterazione (argille).

Questi litotipi affioranti presentano una certa eterogeneità laterale e verticale: nella zona più a monte troviamo maggiore presenza di ciottoli e granulometria grossolana.

TAVOLA n° 8

COLONNE STRATIGRAFICHE

(RISULTATI DEI SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO ESEGUITI)

| | | |
|--|---|-----------------------|
| Certificato n° 683 del 08/09/2014 | Verbale di accettazione n° 220 del 26/08/2014 | Commessa: 020-GEO-13 |
| Committente: Provincia di Benevento | | Sondaggio: S1-Pz1 |
| Riferimento: Indagini Geotecniche e di Laboratorio | | Data: 25/08/2014 |
| Coordinate: E 2498153.1272 N 4541058.2036 | | Quota: 465.7677 s.l.m |
| Perforazione: Carotaggio continuo | | |

SCALA 1 :200 **STRATIGRAFIA - S1-Pz1** Pagina 1/1

| φ mm | R v | A Pz | metri batt. | LITOLOGIA | prof. m | Spess. m | DESCRIZIONE | Standard Penetration Test | | | Campioni | |
|---------|--------|---------|----------------|-----------|------------|-------------|---|---------------------------|--------------|-----|----------|------------------------|
| | | | | | | | | m | S.P.T. | N | | Pt |
| | | | 1 | | 1.3 | 1.3 | Materiale di riporto antropico costituito da clasti calcarei a spigoli vivi di diametro centimetrico immersi in poca matrice sabbiosa sciolta. | | | | | |
| | | | 2 | | | | Alternanza di livelli decimetrici di limo e sabbie fini sciolte di colore beige. | | | | | |
| | | | 3 | | | | nello specifico si osservano: | | | | | |
| | | | 4 | | | | -Limo e sabbie da 1.30-1.60m di profondità dal p.c. | 4.5 | 12-19-30 | 49 | C | |
| | | | 5 | | | | -Sabbie debolmente limose con clasti millimetrici 1.60-2.90m di profondità dal p.c. | | | | | |
| | | | 6 | | | | -Limo alternato a livelli argillosi 2.90-3.80m di prf. dal p.c. | 6.5 | 13-21-33 | 54 | C | |
| | | | 7 | | | | -Limo sabbioso medio grossolano umido debolmente argilloso da 3.80 a 5.00m di prf. dal p.c. | | | | | |
| | | | 8 | | 7.7 | 6.4 | -Livello limoso debolmente argilloso da 5.00-7.70 di prf. dal p.c. | 8.5 | 30-50/3cm | Rif | C | |
| | | | 9 | | | | Livelli argilloso limoso debolmente sabbioso / sabbioso limoso debolmente argilloso molto consistente di colore grigio azzurro | | | | | |
| | | | 10 | | | | Nello specifico si osservano: | 10.5 | 21-27-38 | 65 | C | 1) She < 10.00 / 10.50 |
| | | | 11 | | | | -Argilla debolmente sabbiose molto consistente da 7.70- 9.20m di profondità dal p.c. | | | | | |
| | | | 12 | | | | -Limo argilloso debolmente sabbioso con inclusi clasti lapidei centimetrici da 9.20-11.60m di profondità dal p.c. | | | | | |
| | | | 13 | | | | -Livello con prevalenza di frazione fine qualè limo e argilla debolmente sabbioso da 11.60 a 30.00m di prf. dal p.c. con tratti marnosi inclusi | | | | | |
| | | | 14 | | | | | | | | | |
| | | | 15 | | | | | | | | | |
| | | | 16 | | | | | 16.5 | 21-33-42 | 75 | C | |
| | | | 17 | | | | | | | | | |
| | | | 18 | | | | | | | | | |
| | | | 19 | | | | | 19.0 | 19-30-44 | 74 | C | |
| | | | 20 | | | | | | | | | |
| | | | 21 | | | | | | | | | |
| | | | 22 | | | | | 21.5 | 33-50/1cm | Rif | C | |
| | | | 23 | | | | | | | | | |
| | | | 24 | | | | | | | | | |
| | | | 25 | | | | | | | | | |
| | | | 26 | | | | | | | | | |
| | | | 27 | | | | | 27.5 | 34-46-50/2cm | Rif | C | |
| | | | 28 | | | | | | | | | |
| | | | 29 | | | | | | | | | |
| | | | 30 | | 30.0 | 22.3 | | | | | | |

Installazione Cella: SPz1 a 12metri di profondità dal p.c.

| | | |
|--|---|-----------------------|
| Certificato n° 686 del 08/09/2014 | Verbale di accettazione n° 224 del 03/09/2014 | Commessa: 020-GEO-13 |
| Committente: Provincia di Benevento | | Sondaggio: S2-DH |
| Riferimento: Indagini Geotecniche e di Laboratorio | | Data: 01/09/2014 |
| Coordinate: E 2498118.1921 N 4540981.6888 | | Quota: 464.1519 s.l.m |
| Perforazione: Carotaggio continuo | | |

SCALA 1:200

STRATIGRAFIA - S2-DH

Pagina 1/1

| φ mm | R v | Pz | metri batt. | LITOLOGIA | prof. m | Spess. m | DESCRIZIONE | | | | Standard Penetration Test | | | | Campioni |
|---------|--------|----|----------------|-----------|------------|-------------|---|--------|---|----|---------------------------|-----------|-----|----|-------------------------|
| | | | | | | | m | S.P.T. | N | Pt | m | S.P.T. | N | Pt | |
| | | | 1 | | 0.9 | 0.7 | Asfalto | | | | | | | | |
| | | | 2 | | | | Materiale di riporto antropico costituito da clasti calcarei a spigoli vivi di diametro centimetrico immersi in poca matrice sabbiosa sciolta. | | | | 2.0 | 13-13-15 | 28 | A | |
| | | | 3 | | | | Livello sabbioso medio fine limoso moderatamente addensato di colore beige asciutto debolmente umido negli ultimi metri, alternato a tratti limosi sabbiosi. | | | | 4.0 | 14-16-18 | 34 | A | |
| | | | 4 | | | | | | | | 6.0 | 13-17-20 | 37 | A | |
| | | | 5 | | | | | | | | 8.0 | 14-17-39 | 56 | A | 1) She < 7.50 8.00 |
| | | | 6 | | | | | | | | 10.0 | | | | |
| | | | 7 | | | | | | | | 10.5 | 11-15-21 | 36 | A | 2) She < 10.00 10.50 |
| | | | 8 | | | | Livello di sabbie medio -medio fini sciolte umide - debolmente umide di colore grigiastro | | | | 12.0 | 29-50/1cm | Rif | A | |
| | | | 9 | | | | | | | | 14.0 | 50/2cm | Rif | A | |
| | | | 10 | | 10.0 | 9.1 | Livello argilloso limoso debolmente sabbioso / sabbioso limoso debolmente argilloso molto consistente di colore grigio azzurro. A partire da i 16 metri di profondità aumentano notevolmente i tratti a prevalenza fine in consistenza marnoso argilloso. | | | | 16.0 | 40-50/2cm | Rif | A | 3) She < 14.50 15.00 |
| | | | 11 | | 11.7 | 1.7 | | | | | 18.0 | 50/3cm | Rif | A | |
| | | | 12 | | | | | | | | 20.0 | 50/2cm | Rif | A | |
| | | | 13 | | | | | | | | 22.0 | 36-50/2cm | Rif | A | |
| | | | 14 | | | | | | | | 24.0 | 45-50/1cm | Rif | A | |
| | | | 15 | | | | | | | | 26.0 | 36-50/2cm | Rif | A | |
| | | | 16 | | | | | | | | | | | | |
| | | | 17 | | | | | | | | | | | | |
| | | | 18 | | | | | | | | | | | | |
| | | | 19 | | | | | | | | | | | | |
| | | | 20 | | | | | | | | | | | | |
| | | | 21 | | | | | | | | | | | | |
| | | | 22 | | | | | | | | | | | | |
| | | | 23 | | | | | | | | | | | | |
| | | | 24 | | | | | | | | | | | | |
| | | | 25 | | | | | | | | | | | | |
| | | | 26 | | | | | | | | | | | | |
| | | | 27 | | | | | | | | | | | | |
| | | | 28 | | | | | | | | | | | | |
| | | | 29 | | | | | | | | | | | | |
| | | | 30 | | 30.0 | 18.3 | | | | | | | | | |

Foro allestito a down hole con tubi ciechi da 80 mm di diametro.

Il Responsabile di sito
Dott. Geol. Giuseppe Scamardella

Il Direttore
Dott. Geol. Antonio Di Nardo

| | | |
|--|---|------------------------|
| Certificato n° 685 del 08/09/2014 | Verbale di accettazione n° 222 del 30/08/2014 | Commessa: 020-GEO-13 |
| Committente: Provincia di Benevento | | Sondaggio: S3-DN |
| Riferimento: Indagini Geotecniche e di Laboratorio | | Data: 31/08/2014 |
| Coordinate: E 2498124.8165 N 4541042.5569 | | Quota: 464.0524 s.l.m. |
| Perforazione: Carotaggio continuo | | |

SCALA 1 :200 **STRATIGRAFIA - S3-DN** Pagina 1/1

| A | Pz | metri batt. | LITOLOGIA | prof. m | Spess. m | DESCRIZIONE | Standard Penetration Test | | | |
|---|----|-------------|-----------|---------|----------|-----------------------|---------------------------|----------|-----|----|
| | | | | | | | m | S.P.T. | N | Pt |
| | | 1 | | | | | | | | |
| | | 2 | | | | | 2.0 | 10-11-16 | 27 | A |
| | | 3 | | | | | | | | |
| | | 4 | | | | | 4.0 | 10-13-19 | 32 | A |
| | | 5 | | | | | | | | |
| | | 6 | | | | | 6.0 | 12-26-33 | 59 | A |
| | | 7 | | | | | | | | |
| | | 8 | | | | | 8.5 | 50/4cm | Rif | A |
| | | 9 | | | | | | | | |
| | | 10 | | | | | | | | |
| | | 11 | | | | | | | | |
| | | 12 | | | | DISTRUZIONE DI NUCLEO | 12.0 | 50/2cm | Rif | A |
| | | 13 | | | | | | | | |
| | | 14 | | | | | | | | |
| | | 15 | | | | | 15.0 | 50/2cm | Rif | A |
| | | 16 | | | | | | | | |
| | | 17 | | | | | | | | |
| | | 18 | | | | | | | | |
| | | 19 | | | | | | | | |
| | | 20 | | | | | | | | |
| | | 21 | | | | | | | | |
| | | 22 | | | | | | | | |
| | | 23 | | | | | | | | |
| | | 24 | | | | | | | | |
| | | 25 | | | | | | | | |
| | | 26 | | | | | | | | |
| | | 27 | | | | | | | | |
| | | 28 | | | | | | | | |
| | | 29 | | | | | | | | |
| | | 30 | | | | | | | | |
| | | | | 30.0 | 30.0 | | | | | |

Installazione Celle Casagrande:
 SPz2 a 9 metri di profondità dal p.c.
 SPz3 a 20metri di profondità dal p.c.

Il Responsabile di sito
 Dott. Geol. Giuseppe Scamardella

Il Direttore
 Dott. Geol. Antonio Di Nardo

| | | |
|--|---|------------------------|
| Certificato n° 684 del 08/09/2014 | Verbale di accettazione n° 222 del 30/08/2014 | Commessa: 020-GEO-13 |
| Committente: Provincia di Benevento | | Sondaggio: S4-INC. |
| Riferimento: Indagini Geotecniche e di Laboratorio | | Data: 27/08/2014 |
| Coordinate: E 2498122.1474 N 4541038.3369 | | Quota: 463.7560 s.l.m. |
| Perforazione: Carotaggio continuo | | |

SCALA 1 :200

STRATIGRAFIA - S4-INC.

Pagina 1/1

| Ø mm | R metri v batt. | LITOLOGIA | prof. m | Spess. m | DESCRIZIONE | Standard Penetration Test | | | Campioni |
|---------|--------------------------|-----------|------------|-------------|---|---------------------------|-----------|---------|-------------------------|
| | | | | | | m | S.P.T. | N Pt | |
| | 1 | | | | Materiale di riempimento fortemente compattato limoso sabbioso fine asciutto passante a circa 4-6m di profondità a probabile materiale movimentato dalla frana di natura limoso sabbioso fine sciolto poco addensato. | 2.0 | 10-6-11 | 17 A | |
| | 2 | | | | | | | | |
| | 3 | | | | | | | | |
| | 4 | | | | | | | | |
| | 5 | | | | | 5.0 | 11-16-13 | 29 A | 1) She < 4.50 5.00 |
| | 6 | | 6.0 | 6.0 | Livelli argilloso limoso debolmente sabbioso / sabbioso limoso debolmente argilloso molto consistente di colore grigio azzurro. Nello specifico si osservano i seguenti liveletti: -Sabbia limosa debolmente argillosa da 6.00-7.00m di profondità dal p.c. -Sabbia fine limosa 7.00-8.00m di prof.dal p.c. -Sabbia molto fine limosa da 8.00-9.00m di prof. dal p.c. -Sabbia con limo 9.00-9.50 di prof. dal p.c. -Alternanza di Argilla sabbiosa con tratti molto consistenti di lunghezza centimetrica con inclusi sparsi alternati a sabbie limose debolmente argillose da 9.50-37.00m di profondità dal p.c.. Alla quota 33.00-37.00 m si osservano sporadici lapideei inclusi con trovante osservabile alla quota di circa 33m di natura calcareo marnoso di diametro decimetrico. -Marna argillosa a consistenza lapidea da 37.00-39.00m di profondità dal p.c. -Livello limoso argilloso debolmente sabbioso da 39.00 -40.00m di profondità dal p.c. | 7.0 | 34-50/1cm | Rif A | |
| | 7 | | | | | | | | |
| | 8 | | | | | 8.5 | 50/2cm | Rif A | |
| | 9 | | | | | | | | |
| | 10 | | | | | | | | |
| | 11 | | | | | | | | |
| | 12 | | | | | 12.0 | 50/1cm | Rif A | 2) She < 11.50 12.00 |
| | 13 | | | | | | | | |
| | 14 | | | | | | | | |
| | 15 | | | | | | | | |
| | 16 | | | | | 16.5 | 50/2cm | Rif A | |
| | 17 | | | | | | | | |
| | 18 | | | | | | | | |
| | 19 | | | | | 19.0 | 50/2cm | Rif A | |
| | 20 | | | | | | | | |
| | 21 | | | | | | | | |
| | 22 | | | | | | | | |
| | 23 | | | | | | | | |
| | 24 | | | | | 24.0 | 50/1cm | Rif A | |
| | 25 | | | | | | | | |
| | 26 | | | | | | | | |
| | 27 | | | | | | | | |
| | 28 | | | | | 28.0 | 50/3cm | Rif A | |
| | 29 | | | | | | | | |
| | 30 | | | | | | | | |
| | 31 | | | | | | | | |
| | 32 | | | | | 32.0 | 50/1cm | Rif A | |
| | 33 | | | | | | | | |
| | 34 | | | | | | | | |
| | 35 | | | | | | | | |
| | 36 | | | | | | | | |
| | 37 | | | | | 37.0 | 50/2cm | Rif A | |
| | 38 | | | | | | | | |
| | 39 | | | | | | | | |
| 104 | 40 | | 40.0 | 34.0 | (FORO ALLESTITO AD INCLINOMETRO, 40M) | | | | |

Il Responsabile di sito
Dott. Geol. Giuseppe Scamardella

Il Direttore
Dott. Geol. Antonio Di Nardo

TAVOLA n° 9

CARTA GEOLOGICA di DETTAGLIO

(SCALA 1:25000)

CARTA GEOLOGICA DELL'AREA

Colonna Stratigrafica



Depositi eluvio colluviali
Spessi strati di sedimenti detritici derivanti dall'aterazione della formazione di altavilla UTA2.
Sedimenti detritici costituiti da clasti eterometrici con matrice pelitica, depositi sabbiosi limosi debolmente argillosi alterati.



Depositi piroclastici costituiti da cineriti grigiaste parzialmente litificate con pomici e frammenti lavici.



Formazione di Altavilla
Alternanze di peliti grigiastre e di arenarie arenarie grigia giallastre in strati medi e sottili, affiorante al di sotto ed a valle della strada provinciale. In questa si intercala una litofacies conglomeratico sabbiosa (UTA2 affiorante a monte della strada provinciale).



Olistoliti di argille varicolori
Immersi nella formazione UTA2.



PERIMETRO DELL'AREA IN FRANA

Scala 1:25.000

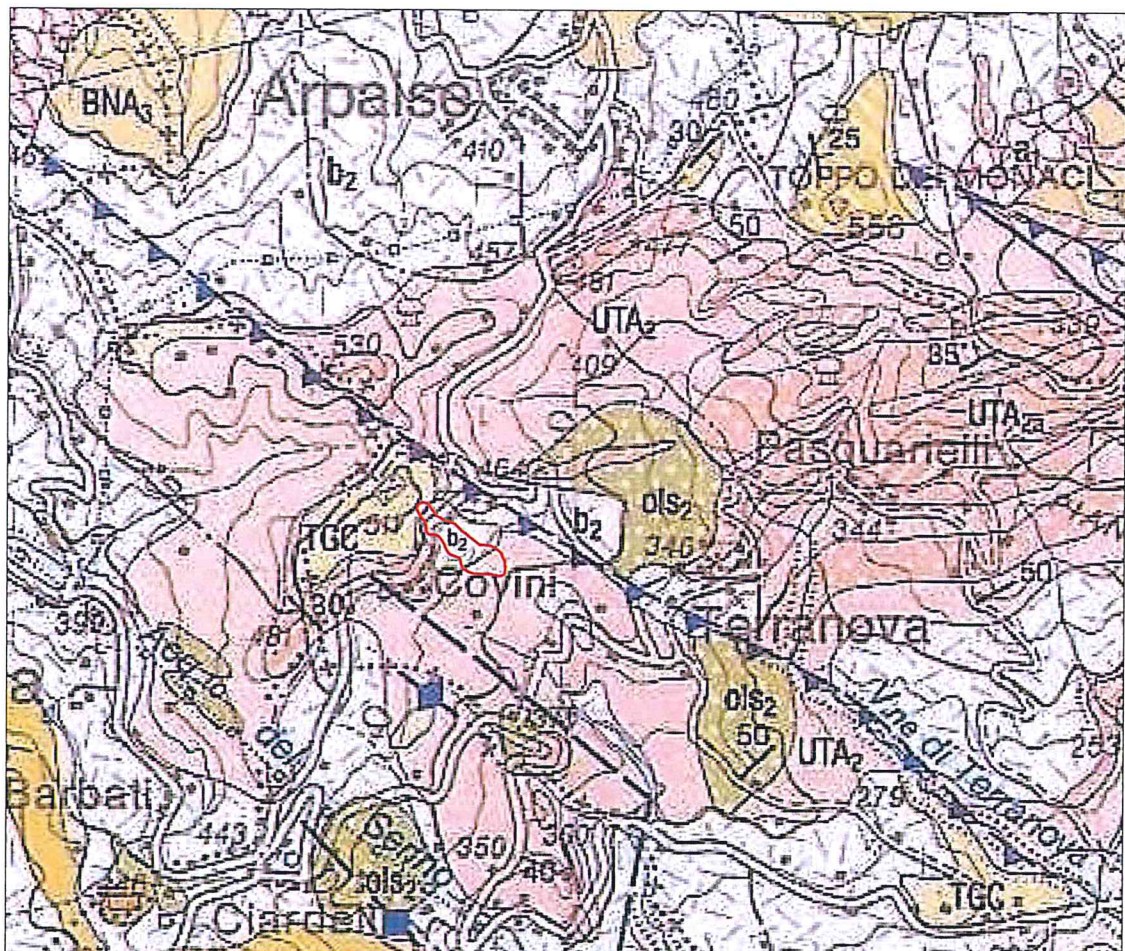


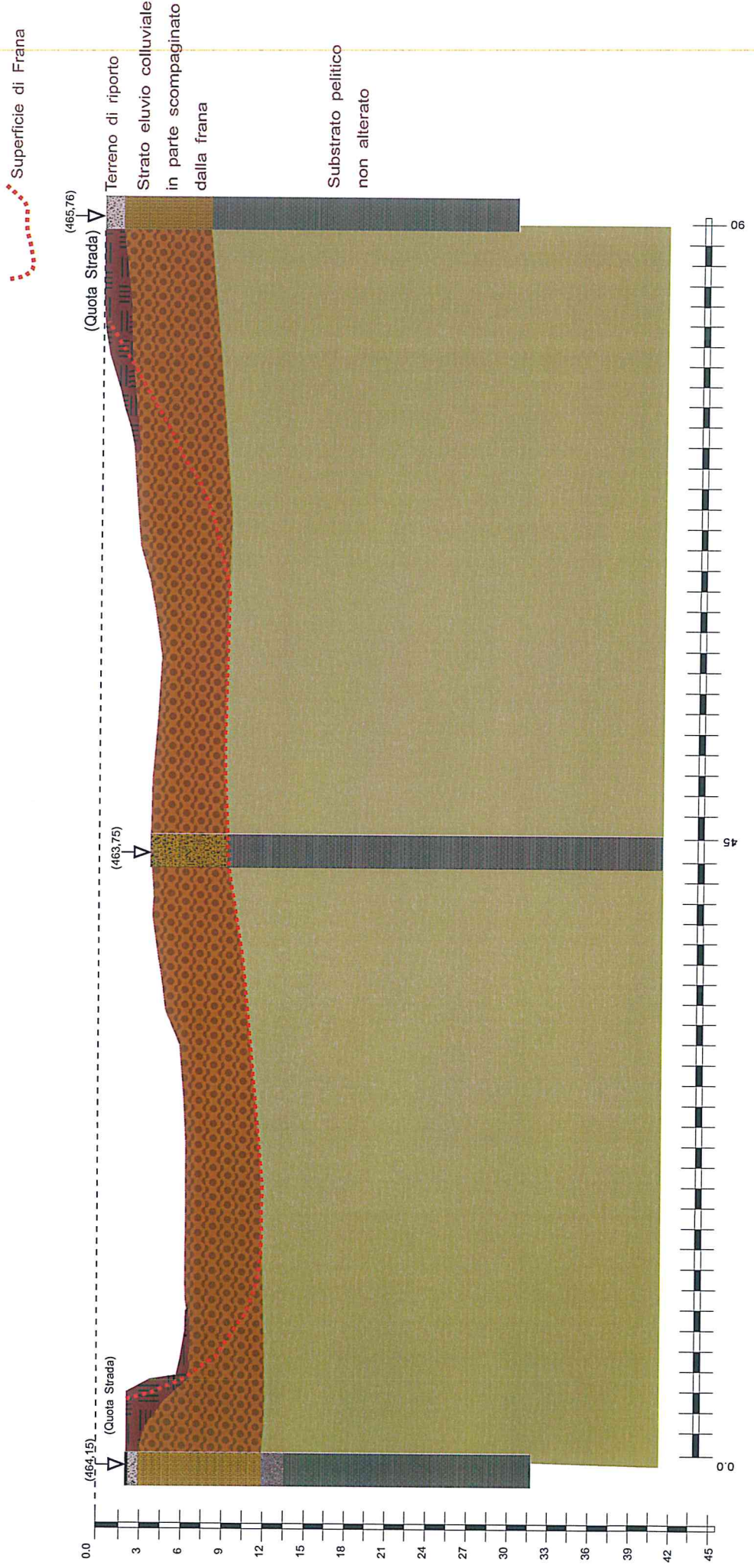
TAVOLA n° 10

SEZIONE GEOLOGICA DI DETTAGLIO

SEZIONE GEOLOGICA A-A

(trasversale al corpo di frana)

SCALA 1:300



SEZIONE GEOLOGICA B-B

(Longitudinale al corpo di frana)

SCALA 1:300

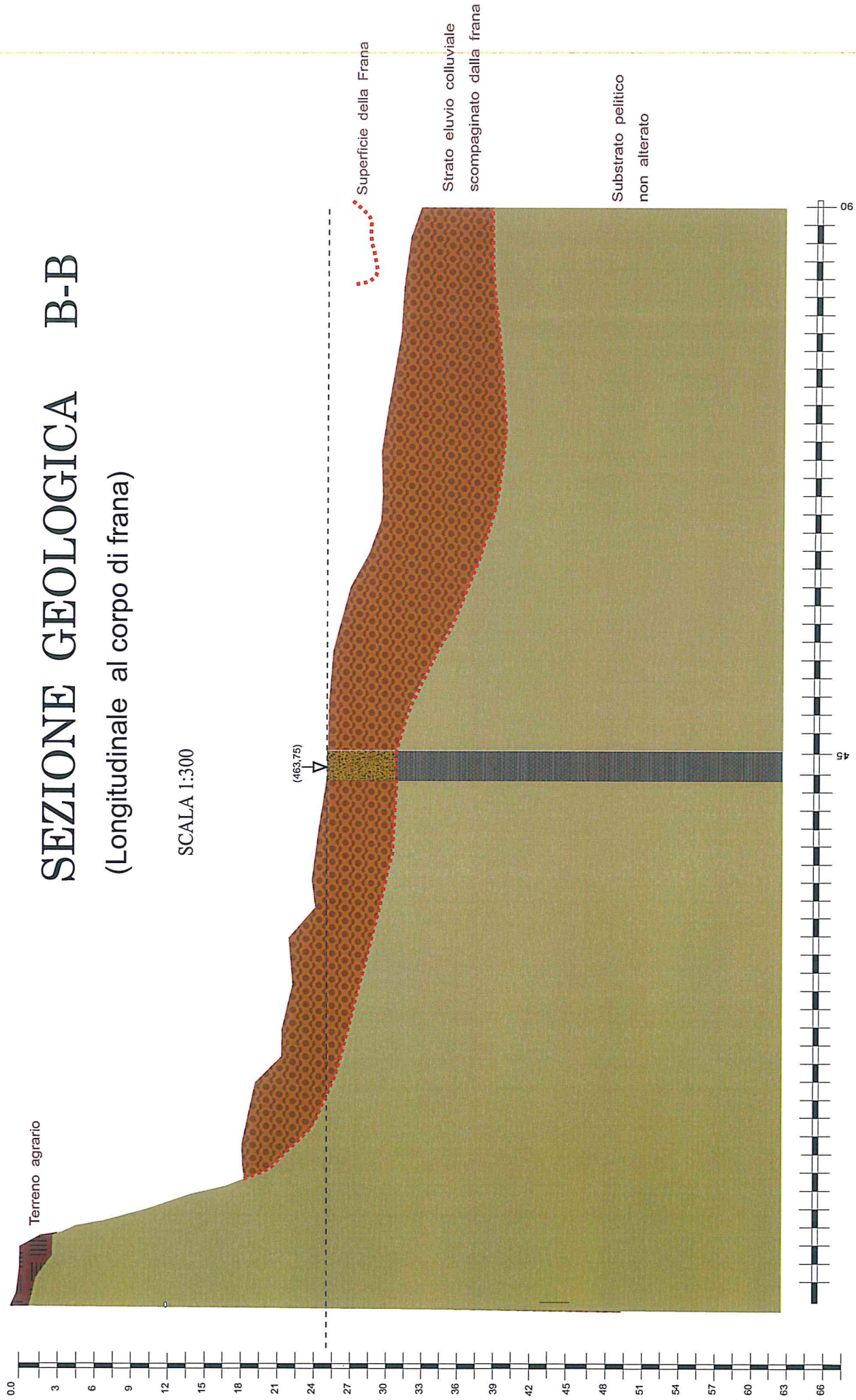
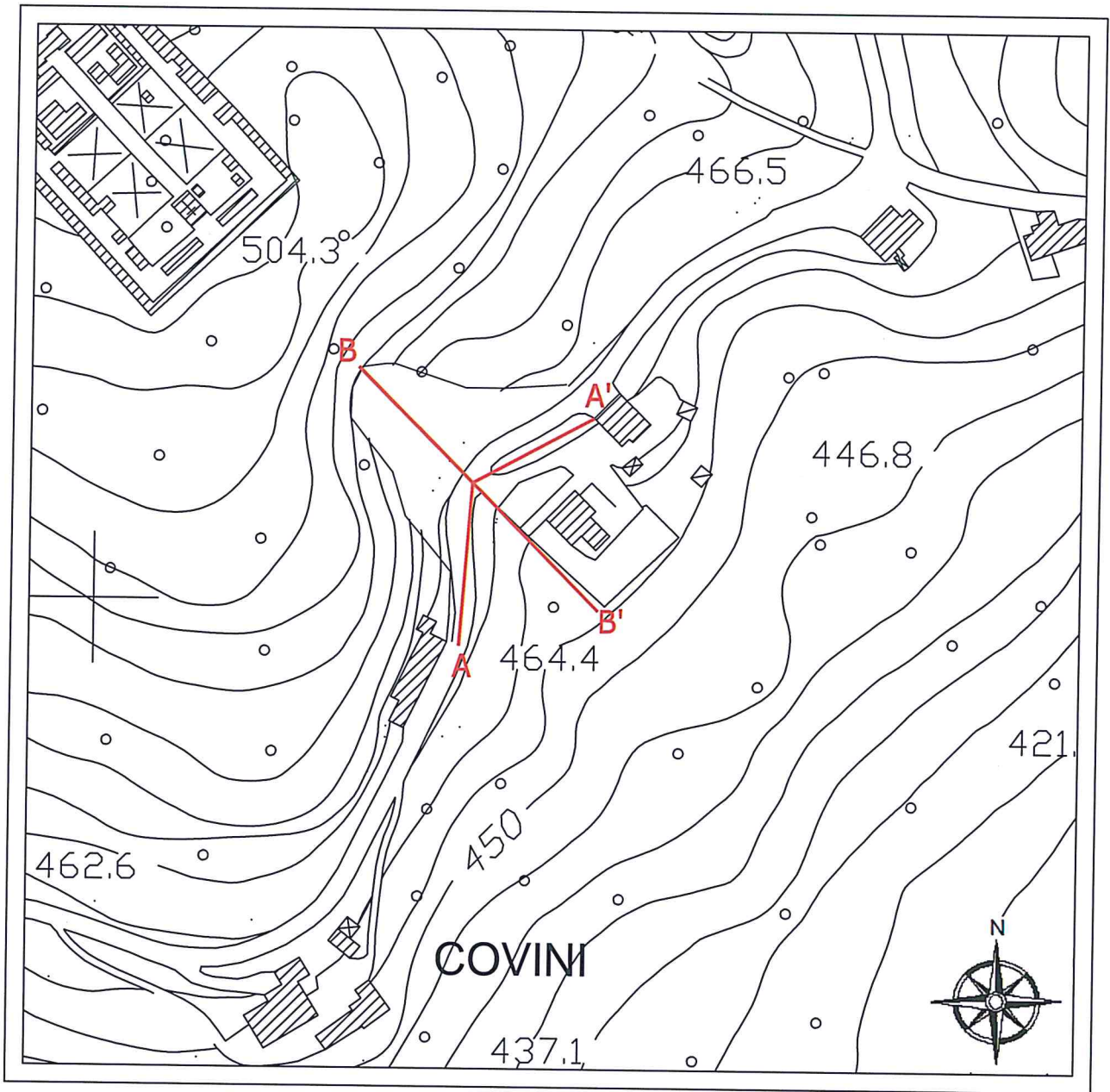


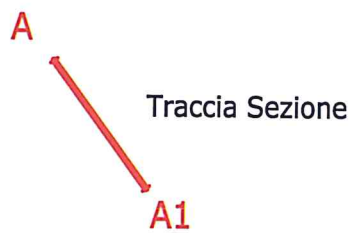
TAVOLA n° 11

UBICAZIONE SEZIONE GEOLOGICA DI DETTAGLIO



UBICAZIONE SEZIONI GEOLOGICHE

scala 1:2000



UBICAZIONE SEZIONI GEOLOGICHE



Depositi eluvio colluviali
Spessi strati di sedimenti detritici derivanti dall'aterazione della formazione di altavilla UTA2.
Sedimenti detritici costituiti da clasti eterometrici con matrice pelitica, depositi sabbiosi limosi debolmetne argillosi alterati.



Depositi piroclastici costituiti da cineriti grigiaste parzialmente litificate con pomici e frframmenti lavici.



Formazione di Altavilla
Alternanze di peliti grigiastre e di arenarie arenarie grigia giallastre in strati medi e sottili, affiorante al di sotto ed a valle della strada provinciale. In questa si intercala una litofaxie cognlomeratico sabbiosa (UTA2 affiorante a monte della strada provinciale).

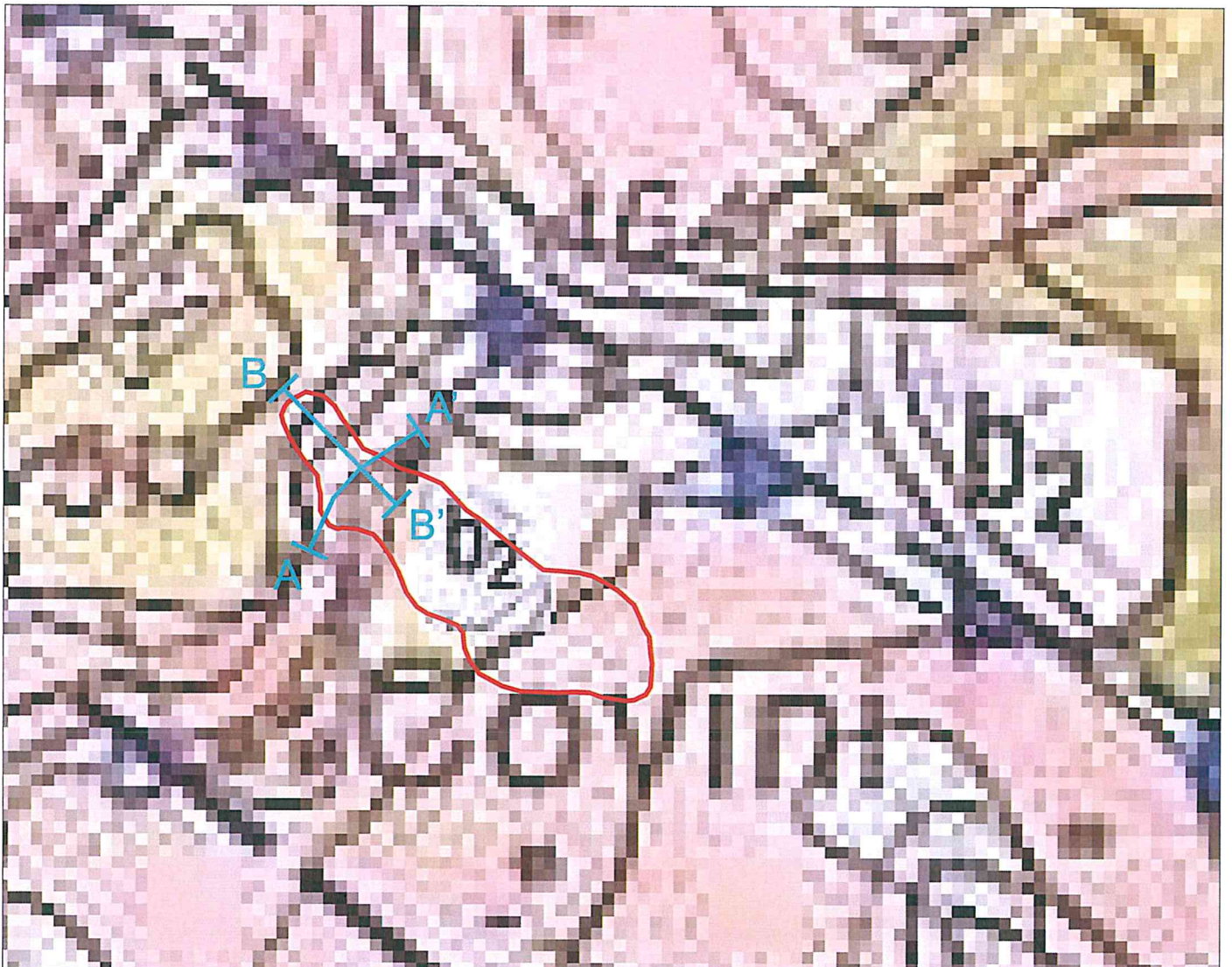


TRACCIA SEZIONI GEOLOGICHE
(estese all'area interessata dalle indagini geognostiche eseguite)



PERIMETRO DELL'AREA IN FRANA

Scala 1:5.000



INQUADRAMENTO IDROLOGICO - IDROGEOLOGICO

Come visto precedentemente, l'aliquota di pioggia che cade sul terreno, nell'area non è alta e, a seconda della tipologia di terreni su cui va a cadere, si trasferisce in minima parte nel sottosuolo attraverso le rocce mediamente permeabili presenti nella zona e in gran parte ruscella sulle rocce impermeabili.

Da un punto di vista idrologico il territorio presenta diversi impluvi quali l'asta principale del torrente Avellola a est e il suo affluente il torrente Vallone di Terranova che arriva fino al settore in frana.

In particolare l'area interessata direttamente dalle opere in progetto non presenta al suo interno nessuno di questi corsi d'acqua ma solo limitati fossi iemali che sono i primi recettori delle acque meteoriche ruscellanti.

Per quanto riguarda i caratteri idrogeologici si nota che essi sono legati alla variabilità dei terreni pliocenici e quaternari.

Nei terreni pliocenici sabbioso conglomeratici, sono legati in primo luogo alla loro granulometria e secondariamente al loro locale grado di fratturazione; infatti in essi prevale un moto delle acque per filtrazione nei pori della formazione. Nei terreni superficiali quaternari di origine eluviale, laddove si presentano sciolti e a granulometria medio alta e laddove si presentano con spessori maggiori, si può instaurare una falda superficiale stagionale. Qui è presente una superficiale falda idrica, di piccola entità ad andamento stagionale che si rinviene nei primi metri di profondità, al contatto tra la fascia superficiale alterata e il substrato profondo, che funge da impermeabile relativo. Nella formazione pelitica di Altavilla, l'alto grado di compattezza, la presenza di argilla che ha abbattuto completamente la porosità dell'ammasso fa sì che il complesso risulta impermeabile.

In corrispondenza delle del settore in frana la falda idrica si rileva poco al di sopra del limite geologico tra la formazione profonda argillosa marnosa e quella sovrastante detritico eluvio colluviale, con forti variazioni stagionali con innalzamento anche di diversi metri. Analizzando la variazioni laterali rilevate in corrispondenza dei sondaggi si evince che esiste un direzione

di drenaggio verso il centro della frana dove gli spessori dello strato eluvio colluviale sono maggiori.

A profondità maggiori si può rilevare una falda profonda, molto irregolare e suddivisa in una serie di corpi idrici parzialmente comunicanti, i quali mostrano a luoghi la stessa quota piezometrica, mentre in altri acquistano carichi diversi, rendendo difficoltosa l'interpretazione areale delle curve isopiezometriche; le poche emergenze idriche presenti si originano per lo più alle quote basse, laddove la coltre eluviale per lo più argillosa tampona lateralmente la formazione sabbioso - conglomeratica.

In conclusione qualsiasi opera di risanamento in progetto, vista la loro profondità di realizzazione, andranno ad interessare la falda direttamente ciò dovrà essere tenuto presente durante la fase di progettazione.

INQUADRAMENTO MORFOLOGICO e STABILITA' DELLA ZONA

La morfologia a grande scala denuncia con evidenza un orientamento medio generale degli assi orografici secondo la direttrice NNO - SSE, mantenendo quindi un certo parallelismo con gli assi orografici maggiori dell'Italia meridionale; quest'orientamento è ancora più evidente in corrispondenza dei rilievi della valle del fiume Sabato. Qui infatti la particolare natura geologica dei terreni ed una piuttosto regolare distribuzione degli allineamenti tettonici hanno favorito l'incisione delle valli in direzione NNO-SSE. Nel complesso, data anche la natura prevalentemente pelitica delle litologie affioranti nella regione, i profili morfologici in gran parte si presentano generalmente morbidi.

La morfologia a piccola scala, invece presenta caratteristiche diverse. Infatti agli allineamenti principali si inseriscono assi orografici e elementi morfologici, quali fiumi e torrenti, orientati in vario modo, come ad esempio il Vallone di Terranova che arriva fino al settore in frana, ortogonalmente alla direzione appenninica a grande scala, il risultato è una orografia abbastanza articolata.

In dettaglio, l'area in studio, si presenta come un versante morfologico, in cui nella parte sommitale affiorano le litologie preminentemente conglomeratiche e arenacee, resistenti agli agenti morfoevolutivi, con delle pendenze notevoli; mentre nel settore medio basso, si riscontrano pendenze minori, e una morfologia più morbida. Ciò è frutto anche della inclinazione e direzione della stratificazione presente rilevata che nella formazione superiore presenta una inclinazione sub orizzontale.

La frana si rileva nella parte medio alta del versante collinare attraversato trasversalmente dalla strada provinciale SP1 Ciardelli.

Il movimento gravitativo rilevato è assimilabile ad un una frana roto-traslazionale, di grosse dimensioni che interessa un tratto della strada provinciale SP1, le opere accessorie e un intero edificio a 3 livelli di proprietà privata, che sono stati completamente roto-traslati di diversi metri verso valle.

Verificato che la campagna indagini eseguita e consegnata al sottoscritto è stata realizzata solo nelle adiacenze della strada provinciale, non è possibile una esatta ricostruzione geometrica del corpo di frana nella sua interezza; in particolare per quanto riguarda la profondità della superficie di scorrimento che è stata verificata solo in corrispondenza dell'asse stradale provinciale e risulta posizionata a circa 6,00 metri di profondità rispetto all'attuale superficie topografica. La superficie di scorrimento coincide in massima parte con la linea di contatto stratigrafico tra la coltre superficiale eluvio colluviale e il substrato pelitico profondo.

Per una ricostruzione areale della frana si rimanda alla allegata tavola geologica, risultante da un rilievo geologico di superficie.

Verificati i grossi volumi di terreno coinvolti dalla frana si esclude un completo recupero dell'area. Obiettivi fattibili sono la stabilizzazione del corpo di frana in modo da non farlo evolvere verso valle e coinvolgere altre strutture antropiche e il rifacimento della strada provinciale realizzando le sue strutture portanti con fondazioni indirette profonde che scaricano sul substrato profondo inalterato postea profondità superiori ai 6,00 mt.

Prioritario tra gli interventi di risanamento a farsi è il totale allontanamento delle acque ruscellanti superficiali dal corpo di frana e la loro canalizzazione e smaltimento ai lati dello stesso.

Nel settore a monte della strada provinciale, nonostante la morfologia irregolare, con pendenze medio alte, dato le caratteristiche delle litologie affioranti, presenta un buon grado di stabilità. Eccezione lo fanno limitate zone situate a ridosso della frana, dove le notevoli pendenze, con versanti sub verticale, la azione erosiva degli agenti esogeni danno luogo a fenomeni di crollo. Tale fenomenologia, presenta di sicuro una evoluzione temporale e areale, tale da poter. E' opportuno prevedere un intervento da realizzare nell'area in modo da eliminare possibili avanzamenti del fenomeno gravitativo che con piani paralleli e retrogressivi può arrivare ad espandersi. Tale intervento in via di massima potrà consistere in una azione di protezione superficiale della fascia alta del terrazzo morfologico, coadiuvato dalla completa asportazione delle essenze vegetali cresciute nella parte alta della frana.

CARATTERIZZAZIONE SISMICA GENERALE

Dal punto di vista sismico lo strato di terreno interessato direttamente ed indirettamente dalla struttura si può distinguere, in base al grado di addensamento, in 2 UNITA' GEOFISICHE, pressoché coincidenti con le Unità Geologiche precedentemente descritte:

UNITA' GEOFISICA "a" (Formazione "AV")

UNITA' GEOFISICA "b" (Formazione "Dt")

UNITA' GEOFISICA "a" (Formazione "AV")

In questi terreni si rinviene una stratigrafia sismica costituita da 2 strati, il primo superficiale, caratterizzato da valori delle velocità delle onde sismiche longitudinali modesti è molto limitato e subito si passa al secondo caratterizzato da una velocità delle onde sismiche longitudinali alti il che sta a dimostrare un grado di costipamento buono.

UNITA' GEOFISICA "b" (Formazione "Dt")

Questi terreni presentano valori delle velocità delle onde sismiche molto bassi, risultato di materiali incoerenti scarsamente addensati.

In dettaglio Le prove eseguite in studi precedenti hanno messo in evidenza una notevole variabilità sia delle onde P sia delle onde S.

I parametri sismici ed elastici sono mostrati nelle tabelle seguenti e nella relazione finale dei risultati della campagna indagini eseguita e redatta di ditta specializzata (Allegato Risultati Down Hole).

Come si può osservare, la prova Dh ha consentito di individuare due sismostrati, che risultano caratterizzati da diverse velocità di onde sismiche a seconda della procedura di interpretazione utilizzata quale il "metodo diretto" e il "metodo dell'intervallo" di seguito così caratterizzati.

METODO DIRETTO

Come riportato nella relazione conclusiva delle "indagini geotecniche e di laboratorio" eseguite risulta che nei primi 7 metri di profondità i valori delle Vs si attestano sui 478 m/sec. Da tale profondità in poi, fino a circa di 24 mt rispetto al piano campagna attuale, la velocità delle onde trasversali aumentano di poco e i valori si stabiliscono intorno ai 548 m/sec. Di seguito a partire da 31,26 mt le velocità aumentano in maniera cospicua arrivando a valori medi di 2099 m/s.

Di seguito uno stralcio dei risultati e delle elaborazioni eseguite con metodo diretto consegnate al sottoscritto.

Metodo diretto

Profondità di riferimento: 30 m
VS30: 616.91 m/s

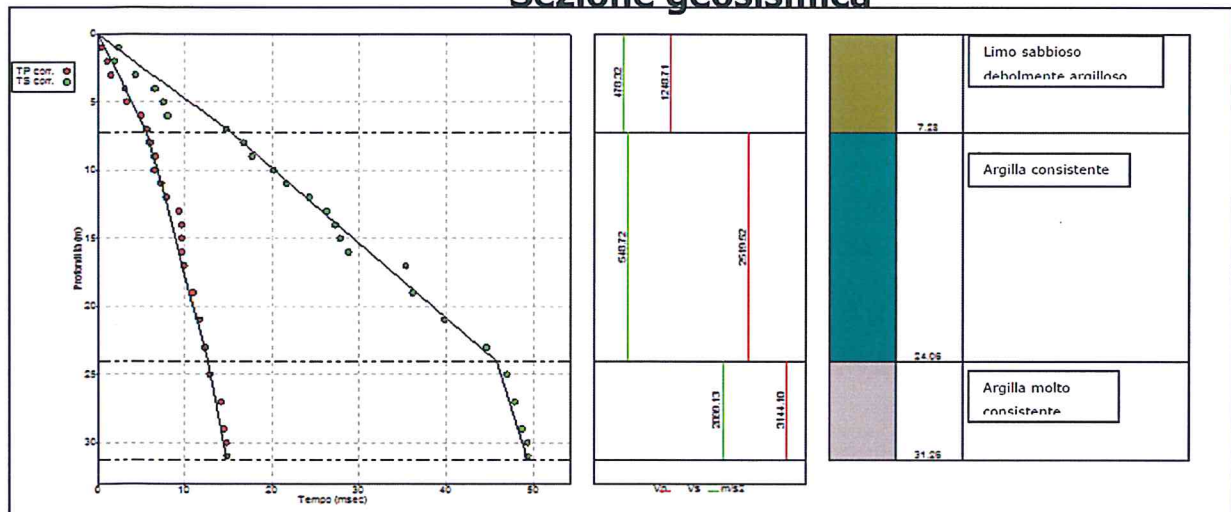
Sismostrati con metodo diretto

| Descrizione (-) | Profondità (m) |
|---------------------------|-------------------|
| Limo sabbioso-argilloso | 7.28 |
| Argilla | 24.06 |
| Argilla molto consistente | 31.26 |

Valori medi

| Vp medio (m/s) | Vs medio (m/s) | g medio (kN/mc) | ni medio | G medio (MPa) | Ed medio (MPa) | E medio (MPa) | Ev medio (MPa) |
|-------------------|-------------------|--------------------|----------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|
| 1248.71 | 478.32 | 21.29 | 0.41 | 496.63 | 3384.76 | 1404.5 | 2722.58 |
| 2519.52 | 548.72 | 21.18 | 0.48 | 650.34 | 13710.85 | 1918.63 | 12843.74 |
| 3144.1 | 2099.13 | 26.06 | 0.1 | 11710.39 | 26271.73 | 25713.54 | 10657.88 |

Sezione geosismica



METODO DELL'INTERVALLO

Con questo secondo metodo di elaborazione risulta che nei primi 6 metri di profondità i valori delle Vs si attestano su una media di 200 m/sec. Da tale profondità in poi, fino a circa di 12 mt rispetto al piano campagna attuale, la velocità delle onde trasversali aumentano con un netto scalino fino a raddoppiare rilevanti valori di poco superiori ai 400 m/sec.

A circa 12 metri di profondità si rileva un limitato strato caratterizzato da bassi valori di velocità delle onde trasversali e longitudinali corrispondenti a terreni più sciolti.

Di seguito a partire da 12 mt le velocità aumentano in omogenea stabilizzandosi a circa 20 metri di profondità con valori medi di 500 m/s di velocità delle onde sismiche trasversali.

Di seguito uno stralcio dei risultati e delle elaborazioni eseguite con metodo diretto consegnate al sottoscritto.

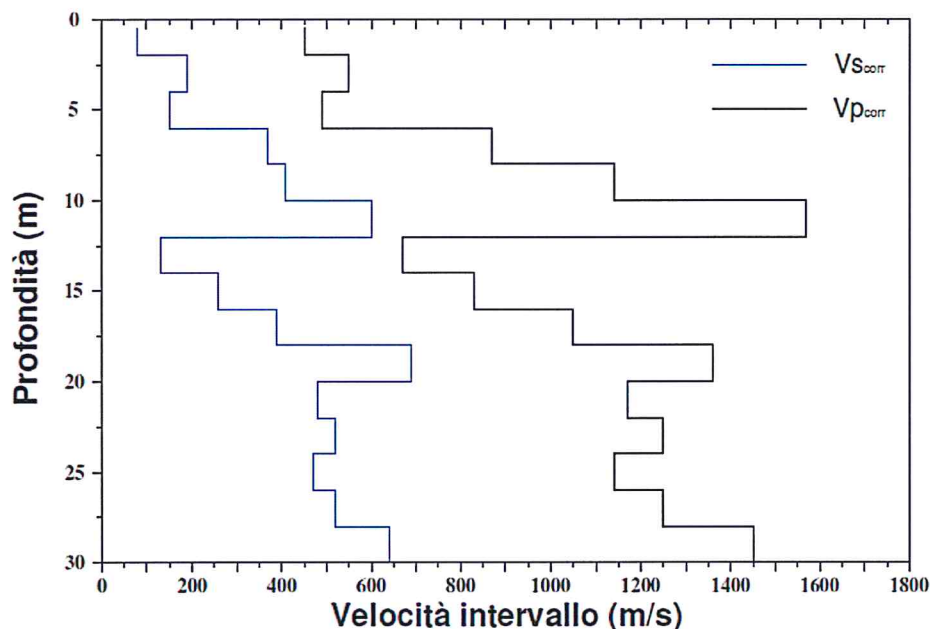


Figura 5 – Profilo delle velocità sismiche con metodo intervallo

Verificati i risultati conseguiti dalla elaborazione della sismica effettuata, il sottoscritto ritiene più precisi e più correlabili con le litologie presenti nell'area i parametri sismici ottenuti con il metodo dell'intervallo.

Esso infatti è riuscito anche a rilevare e a ottenere i valori sismici caratteristici dello strato superficiale della formazione AV, come dettagliatamente riportato nella colonna stratigrafica del sondaggio S2 tra i 10 e i 12 mt di profondità.

Di conseguenza anche il Vs30 calcolato e riportato nei risultati della campagna indagini risulta a parere del sottoscritto sovradimensionato rispetto a alle caratteristiche geologiche e meccaniche rilevate durante i sondaggi geognostici a carotaggio continuo eseguiti in quanto risultante dalla procedura di interpretazione eseguita con il metodo diretto.

Comunque utilizzando i dati consegnati al sottoscritto e al fine di ottenere una classificazione sismica globale e non puntuale analizzando i valori di velocità delle onde di taglio, il parametro Vs30, in ottemperanza a quanto indicato nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 3274/2003 e finalizzato all'individuazione della categoria di suolo, l'area in cui è stata eseguita l'indagine è in corrispondenza della strada Provinciale SP1 si riporta un valore di VS30 medio pari a 616,91 m/sec

Essendo, questo valore, compreso tra $360 < VS30 < 800$ m/s, si deduce che i terreni in esame appartengono, secondo l'OPCM 3274/2003, alla categoria di suolo B (Depositi di sabbie e ghiaie molto addensate o argille moltoconsistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità).

L'Ordinanza P.C.M. n°3274/03 istituisce diverse categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto. Tali categorie vengono definite in base al calcolo del parametro VS30 che è dato da:

$$Vs30 = 30 / \sum_{i=1, N} (h_i/V_i)$$

dove h_i e V_i indicano lo spessore (in metri) e la velocità delle onde di taglio SH (in m/sec.) dello strato i-esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m superiori.

| Categorie di Suolo di Fondazione | Vs 30 m/sec. | Nspt - Cu |
|---|------------------|-------------------------------------|
| A Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/sec, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5m. | Vs30 > 800 | |
| B Depositi di sabbie e ghiaie molto addensate o argille moltoconsistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/sec e 800 m/sec (ovvero resistenza penetrometrica Nspt > 50, o coesione non drenata cu > 250 kPa) | 360 < Vs30 < 800 | Nspt > 50 Cu > 250 kPa |
| C Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di Vs30 compresi tra 180 m/sec e 360 m/sec (15 < Nspt < 50, 70 < cu < 250 kPa) | 180 < Vs30 < 360 | 15 < Nspt < 50 70 < Cu < 250 kPa |
| D Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di Vs30 < 180 m/sec (Nspt < 15, cu < 70 kPa) | Vs30 < 180 | Nspt < 15 - Cu < 70 kPa |
| E Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di Vs30 simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con Vs30 > 800 m/sec. | Vs30 < 360 | |
| S1 Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità (Ip > 40) e contenuto d'acqua, caratterizzati da valori di Vs30 < 100 m/sec. | Vs30 < 100 | 10 < Cu < 20 kPa |
| S2 Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti. | | |

Tabella 2 – Categorie di suolo di fondazione.

Per quanto concerne le condizioni topografiche del sito in esame, c'è da sottolineare che l'opera da ristrutturare è ubicata in un'area di cresta di un rilievo. L'andamento del profilo topografico evidenzia una inclinazione superiore ai 15°. Di qui si può desumere che il sito ricade nella Categoria topografica T2 (pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$).

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

L'Eurocodice 8 (CEN 2004, prEN 1998-5) e il DM 2008 prevedono che, nei siti potenzialmente suscettibili di amplificazione topografica, si tenga in considerazione tale fenomeno attraverso un coefficiente moltiplicativo $S_T \geq 1$ per l'accelerazione massima orizzontale di progetto. In particolare dalla categoria topografica è possibile desumere il valore di S_T pari a 1,2 (vedi tabella 4). Di qui è possibile anche ottenere le componenti verticali ed orizzontali degli spettri di risposta elastici a cui la struttura dovrà rispondere elasticamente se soggetta ad eventi sismici.

| Categoria topografica | Ubicazione dell'opera o dell'intervento | S_T |
|------------------------------|--|-------------------------|
| T1 | - | 1,0 |
| T2 | In corrispondenza della sommità del pendio | 1,2 |
| T3 | In corrispondenza della cresta del rilievo | 1,2 |
| T4 | In corrispondenza della cresta del rilievo | 1,4 |

Tabella 4: Categorie Topografiche e Coefficienti di Amplificazione Topografica S_T (D.M. 14/01/2008)

In conclusione, l'esecuzione della prova DH, realizzata nel foro di sondaggio opportunamente condizionato, ha consentito di determinare i parametri elasto-dinamici allo scopo di ottenere la caratterizzazione geomeccanica e geofisica del sito.

Si è ritenuto inoltre opportuno, in ottemperanza alla nuova normativa antisismica (OPCM 3274, Testo Unico sulle norme tecniche per le costruzioni 2005 e al DM 14 gennaio 2008) determinare il valore del Vs30 il quale consente di classificare la categoria di suolo della zona investigata.

Poiché il valore del Vs30 stimato è pari a 616,91 m/sec, i terreni in posto possono essere classificati come appartenenti alla categoria di suolo B

CONCLUSIONI

Le caratteristiche geolitologiche del territorio in studio presentano una spinta variabilità di formazioni con caratteristiche fisico-meccaniche anche mediocri che, unitamente alla morfologia, determinano uno alto stato di potenziale dissesto come sottolineato, dalle relazioni degli Enti Territoriali competenti.

Il disordine morfologico e le conseguenti alterazioni del suolo sono da mettere in relazione alla presenza di una rete idrografica articolata, la presenza di corsi d'acqua a carattere torrentizio che si origina dai circostanti rilievi, uno spesso strato superficiale eluvio colluviale con scadenti caratteristiche di resistenza geotecniche. Questo unito all'acclività dei versanti ed alla natura geologica dei terreni, determina l'innescano di diffusi fenomeni franosi e di trasporto anche di certa entità. I fenomeni di colamento e roto-traslativi sono frequenti e sono causa di pericoli per le strutture antropiche presenti.

In conclusione:

- Verificato che la campagna indagini eseguita e consegnata al sottoscritto è stata realizzata solo nelle adiacenze della strada provinciale, non è possibile una esatta ricostruzione geometrica del corpo di frana nella sua interezza; in particolare per quanto riguarda la profondità della superficie di scorrimento che è stata verificata solo in corrispondenza dell'asse stradale provinciale e risulta posizionata a circa 6,00 metri di profondità rispetto all'attuale superficie topografica;
- La superficie di scorrimento coincide in massima parte con la linea di contatto stratigrafico tra la coltre superficiale eluvio colluviale e il substrato pelitico profondo;
- Verificati i grossi volumi di terreno coinvolti dalla frana si esclude un completo recupero dell'area, obiettivi fattibili sono la stabilizzazione del corpo di frana in modo da non farlo evolvere verso valle e coinvolgere

- altre strutture antropiche e il rifacimento della strada provinciale realizzando le sue strutture portanti isolate rispetto al movimento franoso;
- Si prescrive di realizzare le strutture portanti della strada con fondazioni indirette profonde che scaricano sul substrato profondo inalterato posto a profondità superiori ai 6,00, rispetto alla quota topografica attuale, dotate di sufficiente rigidità trasversale a causa della forza di spinta del movimento franoso in atto e proporzionate sulla base dei parametri geotecnici da rilevare in fase esecutiva;
 - Prioritario tra gli interventi di risanamento a farsi è il totale allontanamento delle acque ruscellanti superficiali dal corpo di frana e la loro canalizzazione e smaltimento ai lati dello stesso
 - Qualsiasi opera di risanamento in progetto, vista la loro profondità di realizzazione, andranno ad interessare la falda direttamente, ciò dovrà essere tenuto presente durante la fase di progettazione;
 - Studi di dettaglio saranno necessari per redigere un progetto esecutivo cantierabile delle opere a farsi.
 - Allo stato attuale da una analisi dettagliata, geomorfologica e idrogeologica, si deduce che l'area in frana in studio è attiva ed in evoluzione in condizioni di totale instabilità.
 - Nel settore di attraversamento della strada provinciale vanno concentrate azioni di recupero e di stabilizzazione, ciò non elimina la necessita di intervenire con interventi di stabilizzazione anche a monte e a valle della strada.
 - Verificato che terreni descritti, per la variabilità del grado di addensamento, della granulometria e della profondità di riferimento, presentano proprietà fisico - meccaniche eterogenee si prescrive di redigere la progettazione geotecnica esecutiva delle opere sulla base dei risultati delle indagini geognostiche in sito e in laboratorio eseguite su livelli stratigrafici interessati direttamente ed indirettamente dalle opere in progetto, ciò previa verifica della loro esatta posizione geometrica.

- L'eterogeneità geotecnica è tale che in alcune aree si potranno rilevare delle forti resistenze durante le fasi di scavo effettuate con mezzi meccanici, mentre in altre, dove predomina la matrice sottile a granulometria limosa-debolmente sabbiosa, presenta dei problemi di stabilità dei fronti di scavo.
- Si precisa che questi terreni presentano uno eterogeneo e spesso strato superficiale alterato dall'opera degli agenti atmosferici, per cui, si dovranno calcolare le fondazioni delle strutture superficiali secondarie ed accessorie in base ai parametri scadenti della formazione detritica; che sarà la formazione geotecnica interessata.
- Per quanto riguarda la caratterizzazione geofisica del sottosuolo ed in particolare il calcolo del Vs30 riportato nei risultati delle indagini, verificato che il redattore ha deciso di utilizzare i risultati dell'elaborazione provenienti dal "metodo diretto", a parere del sottoscritto tali valori sono sovrastimati e risultano più congrui, con le formazioni geologiche investigate con i sondaggi a carotaggio continuo, quelli ottenuti dall'elaborazione geofisica con "metodo intervallo".

Tanto dovevasi per incarico ricevuto.

Il Geologo
dott. Pasquale Marennna

