

**P.U.G. - Piano Urbanistico Generale
artt. 8 - 9 - 11 L. R. n° 20 - 27.07.2001**



**COMUNE DI
CANDELA**



Regione Puglia



Provincia di Foggia



SINDACO
Dott. Nicola GATTA

R.U.P.
Ing. Beniamino
LAMANNA

Progettista

Studio A&U
Arch. Antonio DEMAI

Consulenze specialistiche

Ing. Tommaso Farenga (VAS)
Geol. Vincenzo Troncone (Geologia)
Geom. Giuseppe De Meo (Rilievi topografici)

Collaborazioni

Dott. Arch. Marco Corsi
Dott. Arch. Nicola Argentieri

TAV.
QC.23

**QUADRO
CONOSCITIVO**

Sezione **A3 - STUDIO GEOLOGICO INTEGRATIVO**


Titolo

Relazione di Compatibilità Geologica e Geotecnica

00	Settembre 2017	Emissione Bozza	Vega	Arch. Demaio	Arch. Demaio
Rev.	Data	Oggetto della revisione	Elaborazione	Verifica	Approvazione
Scala:					
Formato:	Codice Elaborato	A.3-QC.23	Nome file	A.3-QC.23 - Relazione di Compatibilità Geologica e Geotecnica.pdf	

COMUNE DI CANDELA
PROVINCIA DI FOGGIA

**VERIFICHE DI COMPATIBILITA' GEOMORFOLOGICA,
GEOTECNICA E IDRAULICA RIFERITE AL P.U.G.**



4					
3					
2					
1					
0	Dicembre 2015/	P.M.	R.Q.	AMM.	I emissione
Em/Rev	Data	Red./Dis.	Verificato	Approvato	Descrizione



Redazione: SIT&A srl - Studio di Ingegneria Territorio e Ambiente

Sede legale: via C. Battisti n 58 - 73100 LECCE Sito web: www.sitea.info e-mail: info@sitea.info

Sede operativa: prol. di via S. Matarrese n.264 - 70124 BARI Tel.: 080.9909280 e-mail: sedebari@sitea.info

Titolo:	RELAZIONE	All.:	1
Committente:	Comune di Candela	Cod.:	F38-15

Redazione:	Geologia e geomorfologia prof. geol. Andrea SALVEMINI	SIT&A srl Studio di Ingegneria Territorio e Ambiente dott. ing. Tommaso FARENGA
Consulenze e collaborazioni:	ing. M. Marrazzo - ing. G. Nuzzo	

INDICE

1. **ELEMENTI DI GEOLOGIA REGIONALE DELL'AREA INDAGATA**
2. **GEOLOGIA DI DETTAGLIO DELL'AREA INDAGATA**
3. **CENNI SULLE DEFORMAZIONI TETTONICHE**
4. **GEOMORFOLOGIA ED EVOLUZIONE DEI VERSANTI**
 - 4.1 **Stabilità generale dei versanti**
5. **SINTESI GEOTECNICA DEGLI STUDI GEOMORFOLOGICI E GEOSISMICI FINALIZZATI AL MONITORAGGIO ED ALLA MESSA IN SICUREZZA DELL'AREA URBANA DI CANDELA, A RISCHIO DI STABILITÀ STATICA E VULNERABILITÀ STRUTTURALE**
6. **VALUTAZIONI OBIETTIVE ED ANALITICHE SULLA POSSIBILITÀ DI INDAGARE SU ALCUNE AREE PG3 DELL'AdB/Puglia AI FINI DI UN LORO EVENTUALE DECLASSAMENTO**
 - 6.1 **Verifiche di stabilità per l'area FrA1 di Fig.4**
 - 6.2 **Verifiche di stabilità per l'area FrA5 di Fig.4**
7. **COERENZA DELLE AREE FrA1 e FrA5 con PPTR e PAI**
8. **STUDIO IDROLOGICO DEI BACINI B1FR5÷B3FR5 di Fig.20**
 - 8.1 **Risultati dell'analisi idrologica dei 3 bacini sottoposti ad analisi**
 - 8.2 **Verifica idraulica speditiva degli alvei**
9. **CONCLUSIONI**

APPENDICI

APPENDICE A DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

APPENDICE B DOCUMENTAZIONE STRATIGRAFICA RELATIVA ALLE CINQUE AREE PERIMETRATE PG3

APPENDICE C VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALI Aree Fr1 e Fr5: RELAZIONE METODOLOGICA

APPENDICE D VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALI Aree Fr1 e Fr5: TABULATI DI CALCOLO SEZIONI S1Fr1-S2Fr1 e S1Fr5-S2Fr5

0. PREMESSA

Il presente studio contiene una serie di verifiche geomorfologiche, geotecniche e idrauliche riferite alle aree caratterizzate da un significativo grado di pericolosità geomorfologica o idraulica, individuate come critiche nel PAI dell'AdB/Puglia ed oggetto di approfondimenti con lo strumento urbanistico generale (PUG) del Comune di Candela (FG) al fine di una corretta pianificazione territoriale.

1. ELEMENTI DI GEOLOGIA REGIONALE DELL'AREA INDAGATA

Da un punto di vista meramente geologico e convenzionale di riferimento, gli affioramenti dell'area rilevata nell'ambito del territorio comunale di Candela, ricadono nel quadrante SW del Foglio 175 CERIGNOLA della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000. L'area è caratterizzata da due grandi domini morfofisiografici, allungati perlopiù in direzione appenninica (NW) e succedentisi, da SW a NE, come appresso indicato:

- il primo dominio, occidentale e con carattere di media ed alta collina, ospita terreni supracretacico-oligocenici e miocenici essenzialmente argillosi e subordinatamente marnoso-arenacei o marnoso-calcarei e costituiscono parte del bordo orientale della Catena Sudappenninica (Subappennino Dauno Meridionale) al confine con la Puglia.
- Il secondo dominio, orientale e con carattere di bacino, ospita terreni prevalentemente clastici d'età plio-quadernaria ed è solcato dai torrenti e dai fiumi più importanti della Puglia Nord-Occidentale, tra i quali il Carapelle (Calaggio) e l'Ofanto che, assieme, riversano le loro acque nel litorale adriatico. Trattasi della Capitanata o Tavoliere, l'esteso bassopiano morfologico che, sbarrato a Nord dalle falde del Gargano e delimitato a Sud dal Fiume Ofanto, digrada dolcemente dai Monti Dauni al Golfo di Manfredonia.

Al Subappennino Dauno corrisponde solo un limitato segmento del margine orientale della Catena Sudappenninica. Detto margine, a sua volta, è elemento geostrutturale di transizione tra un "alto" in sollevamento (la Catena) ed un "basso" che, caratterizzato da una morfologia piatta e da un'articolata idrografia, cinge la stesso "alto", da Taranto a Ravenna, con il nome di Fossa Periappenninica.

Alla Capitanata, invece, si fa corrispondere la colmata del menzionato “basso geostrutturale”; nella fattispecie, la Capitanata individua l’area di raccordo tra la prosecuzione verso Sud della stessa colmata (Fossa Bradanica auct.) e quella verso Nord (Fossa Periadriatica auct.). Per evitare confusione tra i sinonimi ricorrenti nella letteratura competente, in questa sede ci si riferisce al termine di “Fossa Subappenninica Foggiana”.

Quanto detto precedentemente porta a considerare i due elementi morfofisiografici rilevabili nell’area studiata, come l’espressione in superficie di due grandi geostrutture, differenti sia per le facies sedimentarie che le caratterizzano sia per il “ruolo” occupato nella paleogeografia dell’Italia Meridionale.

Passando al segmento “appenninico” ovvero al Subappennino Dauno, si può affermare che colà i terreni appartengono a potenti successioni sedimentarie “sradicate” dai loro bacini originari, sovrascorse sui carbonati meso-cenozoici della Catena Sudappenninica e, infine, costituenti gli “olistostromi” inglobati nella serie plio-quadernaria di colmata della Fossa Subappenninica Foggiana. Riguardo al Subappennino Dauno Meridionale, si segnala che l’unificazione organica delle differenti facies riportate nella cartografia di Stato è avvenuta solo di recente e che, delle medesime sequenze supracretacico-oligoceniche e mioceniche, si sono definiti lo stile ed il tipo di rapporto. Dalla letteratura geologica esaminata si trae che, nei Monti Dauni Meridionali, sono esposte le seguenti due importanti unità tettoniche:

- La prima è nota come Unità delle Argille Varicolori ed è in posizione “basale” rispetto al Miocene dei Monti Dauni Meridionali. Detta unità costituita in prevalenza da litotipi argillosi, scavalcato l’Appennino Calcareo Campano-Lucano, costituirà il bordo occidentale del “bacino irpino”, ove poi si svilupperà la sedimentazione dei depositi flyscioidi calcareo-marnoso-arenacei.
- La seconda unità, invece, è data dalle Unità Iripine, con in primo piano la Formazione della Daunia e tutte le altre facies arenaceo-molassiche affioranti dai Monti Dauni all’Alta Valle del Fiume Sele in Campania. Inizialmente in “pseudotrasgressione” sull’Unità delle Argille Varicolori e poi coinvolte nelle fasi tettoniche mio-plioceniche, le Unità Iripine si mostrano in scaglie e blocchi disarticolati, per i quali, ovviamente, non è facile ricostruire l’originaria posizione stratigrafica.

Tutto ciò, dal punto di vista geomorfologico e geologico applicativo, conduce da un lato a situazioni di diffusa e cronica instabilità dei pendii occupati da dette unità e dall’altro ad una difficile caratterizzazione geotecnica dei litotipi costituenti l’Unità delle Argille Varicolori e le Unità Iripine.

2. GEOLOGIA DI DETTAGLIO DELL'AREA INDAGATA

Per meglio introdurre la descrizione di dettaglio delle formazioni geologiche affioranti è bene considerare che, con riferimento alla planimetria geologica e geomorfologia di Fig.1 e procedendo da Ovest verso Est, si riconosce facilmente quanto di seguito elencato.

- La Catena Sudappenninica p.p., con in evidenza terreni riconducibili sia all'Unità delle Argille Varicolori sia alle Unità Irpine.
- La Fossa Subappenninica Foggiana, con buone esposizioni dei terreni costituenti la gran parte della sua colmata plio-pleistocenica.
- I depositi alluvionali recenti ed i terrazzi di diverso ordine, tutti riferiti al Fiume Ofanto, al Torrente Calaggio-Carapelle e ad altri loro tributari minori (Rio Salso per il Fiume Ofanto ed il Torrente S.Gennaro per il Torrente Calaggio-Carapelle).

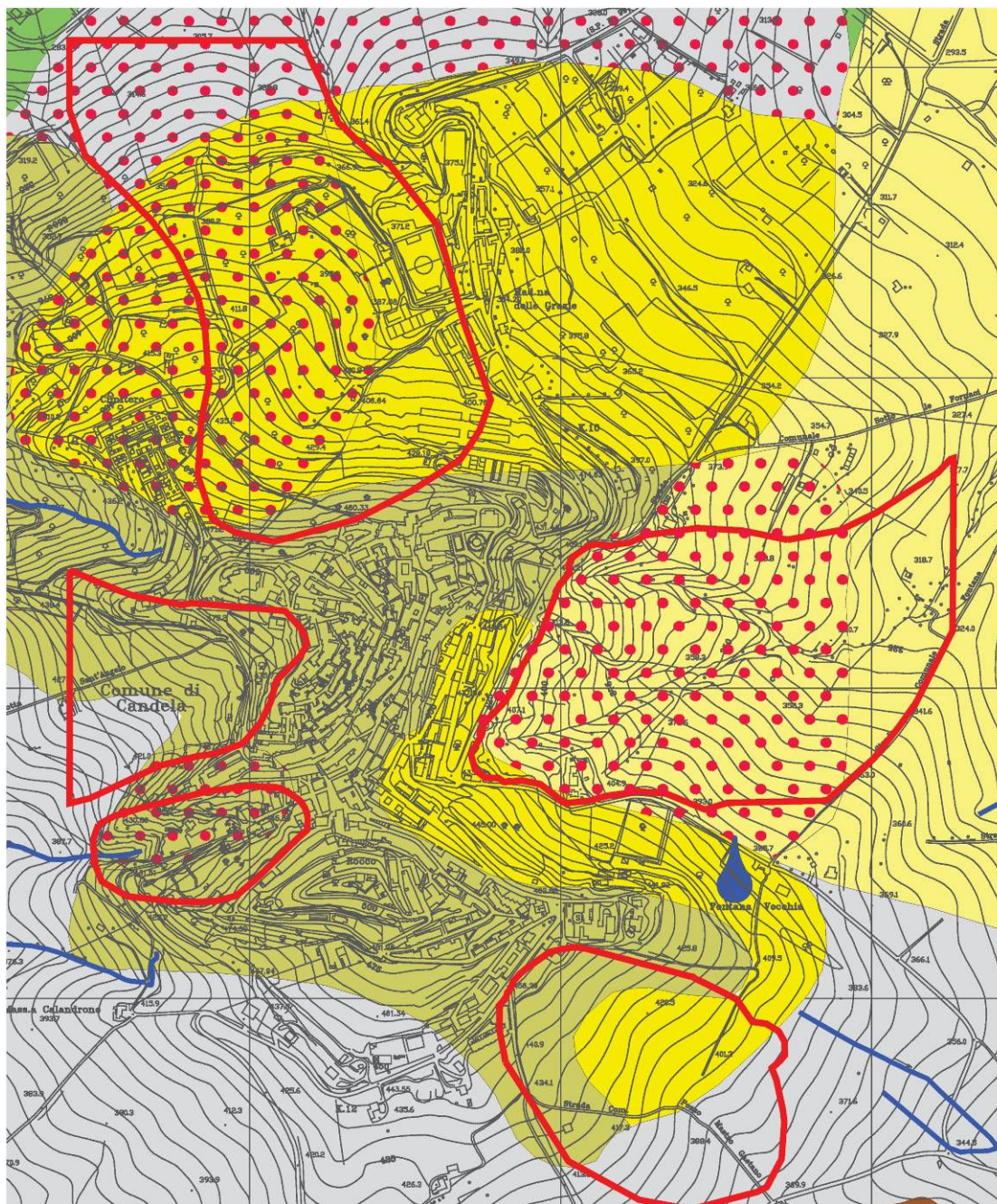
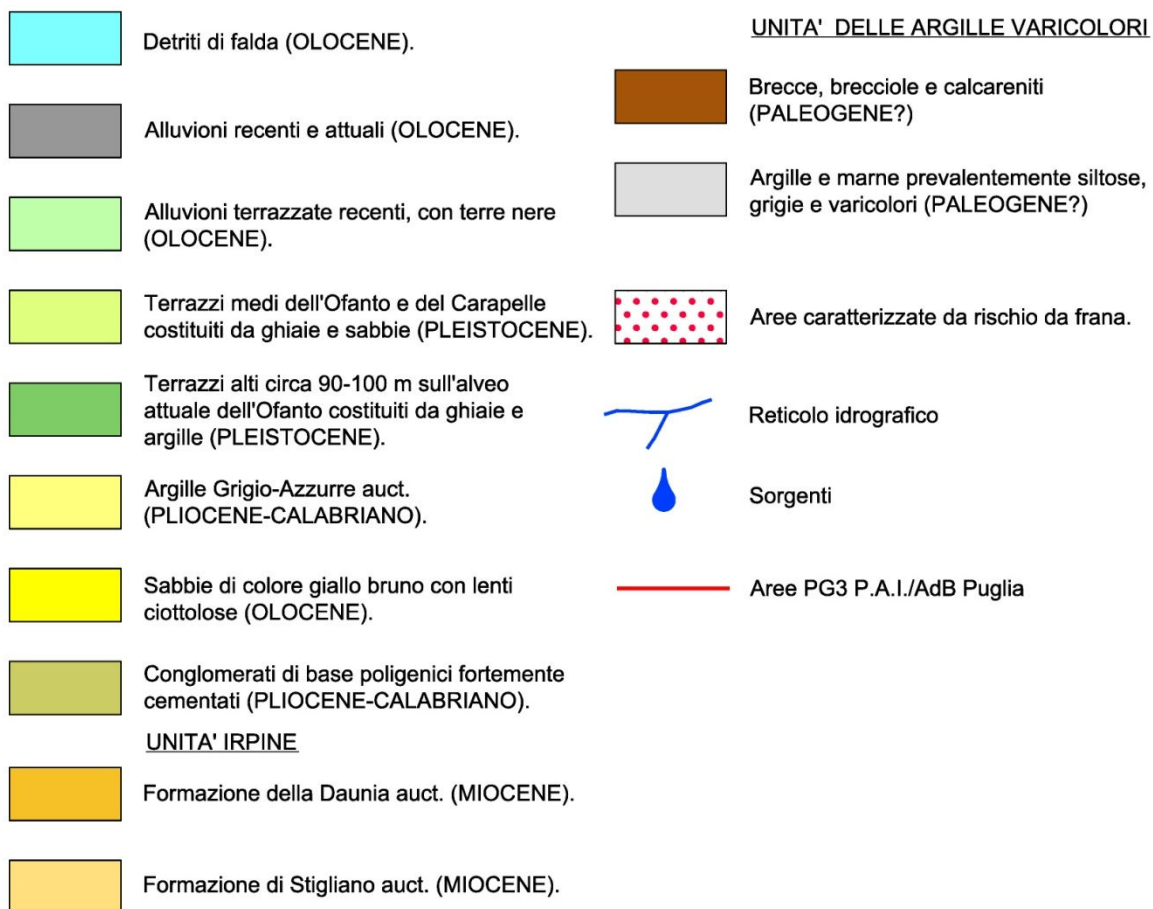


Fig.1 - Planimetria geologica e geomorfologica



Legenda Fig.1

Unità delle Argille Varicolori

Affiorante nel comprensorio comunale di Candela, causa evidente di frane in epoca storica per zone vicine alla città (località *Masseria S. Gennaro* e *Monte Calvario*). L'Unità delle Argille Varicolori, cui equivale la fusione delle sigle "i" e "co" nel predetto Foglio 175 CERIGNOLA, è costituita da una successione terrigena cretacico-oligocenica con prevalenti marne ed argille scagliose variegata ("i"), seguite da arenarie, calcareniti e calciruditi in residui lembi disarticolati e tettonizzati ("co"). Numerosi sono gli affioramenti di termini lapidei conglomeratici e/o calcarenitici "non radicati", talora caratterizzati da configurazioni particolarmente interessanti dal punto di vista morfologico ed ambientale.

A proposito dei termini informali "i" e "co" e dei probabili equivalenti formali, non precisati nella legenda della planimetria allegata alla presente relazione (Fig.1), si ritiene che, in mancanza delle necessarie conferme, "i" debba corrispondere alla Formazione delle Argille Variegata (Ogniben, 1969) e "co", invece, probabilmente al Flysch Rosso (Pescatore & Ortolani, 1973).

In ogni caso resta che, nel comprensorio comunale di Candela, i terreni più antichi e quindi "basali" sono rappresentati dall'Unità delle Argille Varicolori e che, della medesima, il 90% spetta alla Formazione delle Argille Variegata. Il residuo 10%, invece, tocca al Flysch Rosso.

Unità Irpine

Sono esposte soprattutto ad Ovest di Candela (località *Bosco Difesa*, *lo Spineto*, *Costa Forte*, *Serra delle Volpi*).

Visti gli affioramenti dell'area studiata, si conclude che la più importante delle Unità Irpine è la Formazione della Daunia o Flysch di Faeto, cui equivalgono le scaglie con sigla "bcD" nel Foglio 175 CERIGNOLA. In misura effimera, seguono quarzareniti (sigla "bcD" del medesimo Foglio), che si è deciso di attribuire alla Formazione di Stigliano o Flysch Numidico e di porre, pertanto, tra l'Unità delle Argille Varicolori e le Unità Irpine.

Concludendo, nell'area studiata, all'Unità delle Argille Varicolori seguono verso l'alto, in "pseudotrasgressione" o semplicemente in contatto tettonico, le Unità Irpine costituite da torbiditi mioceniche. Di queste, la Formazione della Daunia, del Langhiano-Serravalliano è rappresentata da tipiche alternanze di calcareniti, calcari marnosi e calciruditi con intercalate peliti, presenti ad Ovest di Candela (località *Lo Spineto*).

Depositi della Fossa Subappenninica Foggiana

Affiorano diffusamente nel comprensorio comunale di Candela e nel settore orientale della Fig.1, e sono da considerare tra i fattori responsabili delle frane censite in epoca storica per zone pericolosamente vicine alla città di Candela (Fig.1 - località *S. Rocco, Fontana Nuova, Masseria S. Gennaro, Fontana Vecchia, Masseria Calandrone*). I “Depositi” in parola corrispondono a buona parte delle unità geologiche assegnate al Pliocene-Calabriano nel citato Foglio 175 CERIGNOLA.

Trattasi, naturalmente, dei terreni della Fossa Subappenninica Foggiana o, come già accennato, della “Fossa Bradanica” che, individuata alla fine del Miocene come area di sedimentazione marina, si sviluppa tra la “Catena” in sollevamento ad Ovest e l’Avampaese Apulo-Garganico ad Est; detto “bacino marino” resta tale sino al Plio-Pleistocene, per poi emergere e scomparire nel tardo Quaternario.

I sedimenti dell’ “Avanfossa” rappresentano un ciclo trasgressivo-regressivo plio-pleistocenico e, con riferimento al lato appenninico della struttura in parola, poggiano in discordanza angolare sull’Unità delle Argille Varicolori. I depositi di “apertura” del ciclo, come suggerito dagli affioramenti esposti sul colle ove è insediata Candela, sono costituiti da conglomerati e sabbie, la cui giacitura molto “disturbata” deriva dal fatto che i medesimi terreni sono “parautoctoni in superficie” perché trasportati verso Est con le “scaglie e coltri appenniniche”.

I terreni del ciclo di chiusura rappresentano la serie regressiva di colmata suprapliocenico-pleistocenica della “Avanfossa”. L’unità più potente di tale fase è la Formazione delle Argille Grigio-Azzurre o delle Argille Subappennine, con argille limose e marne grigio-azzurre; seguono, verso l’alto, terreni sabbioso-conglomeratici che, sviluppati più a Sud dell’area indagata, sono noti come Formazione delle Sabbie di M. Marano e Formazione del Conglomerato di Irsina.

Depositi terrazzati ed alluvioni

Tali depositi, anch’essi affioranti nel comprensorio comunale di Candela, sono talora indirettamente coinvolti o investiti da frane nei litotipi essenzialmente argillosi dell’Unità delle Argille Varicolori (località *Masseria S. Gennaro, Masseria Rosario, Scaricatoio*) e da detriti di falda (località *Vallone Difesa*). I depositi in parola individuano il cosiddetto “materasso alluvionale della Capitanata”.

Dopo la chiusura dell’ “Avanfossa”, inizia la regressione del mare pleistocenico medio-superiore verso l’attuale linea di spiaggia adriatica; tale regressione si produce tramite una serie di arresti segnati da parziali ingressioni. È a queste fasi di oscillazione del livello mare che si deve la

formazione di depositi conglomeratico-sabbiosi trasgressivi su superfici d'abrasione marina da una parte e, dall'altra, la nascita di eteropici depositi alluvionali terrazzati digradanti dolcemente, nel Tavoliere, dall'entroterra alla costa.

3. CENNI SULLE DEFORMAZIONI TETTONICHE

Sulla base degli elementi morfofisiografici e geotettonici descritti per i Monti Dauni ed il Tavoliere, si fa di seguito riferimento sia alle deformazioni preposte agli stili strutturali, sia alle lineazioni riconosciute in corrispondenza dell'abitato di Candela. In quest'area, come detto, si riconoscono due elementi di prim'ordine:

- la Catena Sudappenninica, costituita da scaglie e coltri di ricoprimento messe in posto essenzialmente durante le fasi tettoniche mioceniche;
- l'Avanfossa Subappenninica Foggiana, colmata da terreni clastici plio-quadernari il cui substrato è il tetto, ribassato a gradinata e sepolto, dei carbonati meso-cenozoici dell'Avampese Apulo-Garganico.

Il differente trend evolutivo paleotettonico di questi elementi si riflette e si evince dallo stile tettonico riconoscibile. La "Catena", affiorante nell'area rilevata solo con una parte delle unità che la compongono (Unità Iripine ed Unità delle Argille Varicolori), è la geostruttura più "disturbata" delle due in parola; il suo stile predominante, a "falde di ricoprimento" ed a "scaglie embricate", non lascia dubbi a proposito. L'"Avanfossa", invece, escluse alcune situazioni locali, non mostra in superficie deformazioni evidenti e, in generale, costituisce una monoclinale immergente verso l'Adriatico con pendenze prossime allo zero.

4. GEOMORFOLOGIA ED EVOLUZIONE DEI VERSANTI

Nel Subappennino Dauno, in dipendenza delle litologie, delle condizioni climatiche nonché delle acclività dei versanti, si succedono zone costituite da rocce flysciodi permeabili e non, quali argille, sabbie, conglomerati e calcari detritici facilmente aggrediti dalle acque di ruscellamento superficiale.

L'estrema variazione del paesaggio, perciò, è legata da una parte alle litologie affioranti, dall'altra alla diversa risposta "meccanica" che le stesse hanno offerto ed offrono alle grandi sollecitazioni tettoniche che le hanno interessate e che le interessano. Si passa così, con estrema facilità, da zone in cui i rilievi presentano configurazioni piuttosto blande, a zone dove la morfologia è aspra e con pendenze notevoli. Tutto ciò, ovviamente, determina una forte instabilità dei versanti che sono contrassegnati da intensi e frequenti movimenti franosi.

Prime fra tutte, per l'incidenza socio-economica che comportano in merito ai problemi del territorio in cui si manifestano, sono le frane propriamente dette; queste, in particolare, sono localizzate nei Monti Dauni ove, come illustrato, affiorano e sono prevalenti facies pelitico-marnose, arenaceo-marnose e calcareo-marnose alloctone della "Catena".

I suddetti movimenti di massa contribuiscono in modo determinante al modellamento dei pendii e costituiscono i fenomeni morfogenetici più appropriati che si individuano nella zona, assoggettati, in stretta dipendenza di causa-effetto dei terreni affioranti e della loro acclività, a scoscendimenti, scivolamenti e colamenti isolati o diffusi.

L'Unità delle Argille Varicolori e pro parte delle Unità Iripine del Subappennino Dauno (Formazione della Daunia auct.), in merito ai problemi riguardanti la stabilità dei pendii sono ritenute fra le unità che, a parità di condizioni d'affioramento, godono di una spiccata tendenza al movimento franoso.

Com'è lecito attendersi, vista la dominante litologia argillosa, le forme del paesaggio sono legate ad un contesto geomorfologico in continua evoluzione per la presenza di piccole e grandi frane che trovano condizioni predisponenti nella natura dei terreni affioranti, nella sismicità dell'area, nelle innaturali acclività, nella mancanza di un'adeguata copertura arborea e nel locale clima dell'area indagata.

Lo studio geomorfologico dell'area investigata, i cui risultati sono cartografati in Fig.1, evidenzia come nonostante prevalga in affioramento l'Unità delle Argille Varicolori, caratterizzata in generale da rischio geomorfologico elevato, questa sia interessata solo marginalmente da fenomeni di instabilità, confinati peraltro in zone prossime all'abitato di Candela (versante Nord) ed in corrispondenza di alvei torrentizi particolarmente incisi (Torrente S. Gennaro e Fosso del Serpente). È quindi la pendenza a giocare un ruolo fondamentale nella stabilità di tali terreni, geotecnicamente scadenti e facilmente erodibili, come si evince dalla documentazione fotografica allegata in Appendice A.

L'abitato di Candela, infine, risulta decisamente compromesso anche lungo il versante occidentale e meridionale, a causa di movimenti di massa che hanno interessato o tutt'ora interessano sabbie, conglomerati ed argille grigio-azzurre.

La notevole pendenza dei versanti, la forte erodibilità dei terreni e l'assenza di vegetazione costituiscono i principali fattori "naturali" legati alla genesi dei fenomeni franosi riportati in Fig.1.

4.1 Stabilità generale dei versanti

L'elemento di raccordo tra le conoscenze geologiche e geomorfologiche fin qui esaminate è il "rischio geologico".

Nel caso in esame il rischio geologico è costituito in primo luogo dalla sismicità dell'area di interesse che si traduce in rischio sismico, grossomodo uniforme per l'intero territorio di Candela, determinato dalla provata tendenza all'instabilità tettonica che lo stesso territorio evidenzia.

Il secondo elemento a carattere di rischio investe la stabilità dei versanti in generale e, più in particolare, riguarda la spiccata vocazione al movimento franoso offerto dalle unità geologiche descritte, specie da quelle a prevalente componente argillosa. Trattasi di un rischio geologico in senso lato connesso, a parità di acclività dei versanti, alla costituzione e storia tettonica dei litotipi interessati, definibile "rischio geomorfologico da frana".

L'Unità delle Argille Varicolori e le Unità Iripine p.p., interessando con le loro sequenze pelitico-marnose, arenaceo-marnose e calcareo-marnose i pendii montano-collinari del Subappennino Dauno, costituiscono il basamento di buona parte degli abitati e spesso ne investono i comprensori comunali con movimenti di massa del tipo scoscendimenti, scivolamenti, colamenti e frane di tipo

misto.

Se si tiene in debito conto che spesso le caratteristiche meccaniche di entrambe queste unità sono generalmente scadenti, specie quando argillose e per via della tettonica traslativa subita, oltre che la zona di affioramento prevalente è continuamente “sollecitata” a franare perché molto sismica, si può ben immaginare quale importanza assumono da una parte la scelta di nuove aree suscettibili di urbanizzazione e, dall'altra, le metodologie operative ed i criteri progettuali da adottarsi.

La Fig.1 mostra le aree classificate PG3 (a pericolosità geomorfologica molto elevata) dal P.A.I., denominate FrA1÷FrA5.

In questa sede, come si dirà nel dettaglio nei paragrafi successivi, è stato operato uno screening geomorfologico di maggiore dettaglio per le aree FrA1 e FrA5 che a parere degli scriventi presentano localmente configurazioni geomorfologiche tali da prestarsi ad una appropriata destinazione d'uso da parte dell'Amministrazione Comunale da decidersi a valle di opportune e approfondite campagne di indagini che possano suffragare ipotesi di lavoro mirate per il loro parziale utilizzo ai fini urbanistici.

5. SINTESI GEOTECNICA DEGLI STUDI GEOMORFOLOGICI E GEOSISMICI FINALIZZATI AL MONITORAGGIO ED ALLA MESSA IN SICUREZZA DELL'AREA URBANA DI CANDELA, A RISCHIO DI STABILITÀ STATICA E VULNERABILITÀ STRUTTURALE

Gli studi condotti dal Dipartimento di Geologia e Geofisica dell'Università di Bari, insieme all'Istituto di Geologia Ambientale e Geoingegneria del CNR di Roma, al Dipartimento della Protezione Civile Nazionale ed all'Autorità di Bacino di Puglia nel territorio di Candela, hanno sostanzialmente evidenziato la propensione al dissesto di quasi tutti i versanti circostanti l'abitato di Candela.

In particolare, come si evince dallo stralcio di Fig.2 della carta geolitologica elaborata dallo stesso gruppo di studio, sono state confermate, in accordo con gli studi IFFI e con gli studi dell'AdB/Puglia (cfr. carta della pericolosità geomorfologica di Fig.3), cinque zone, classificate **FRa** e colorate in rosso in Fig.2, caratterizzate da Pericolosità Geomorfologica molto elevata (PG3 di Fig.3), per le quali l'AdB nelle NTA del PAI, prescrive quanto segue:

“1. Nelle aree a pericolosità geomorfologica molto elevata (P.G.3), oltre agli interventi di mitigazione geomorfologica, sono esclusivamente consentiti:

a) interventi di consolidamento, sistemazione e mitigazione dei fenomeni franosi, nonché quelli atti a indagare e monitorare i processi geomorfologici che determinano le condizioni di pericolosità molto elevata, previo parere favorevole dell'Autorità di Bacino sulla conformità degli interventi con gli indirizzi dalla stessa fissati;

b) interventi necessari per la manutenzione di opere pubbliche o di interesse pubblico;

c) interventi di ristrutturazione delle opere e infrastrutture pubbliche nonché della viabilità e della rete dei servizi privati esistenti non delocalizzabili, purché siano realizzati senza aggravare le condizioni di instabilità e non compromettano la possibilità di realizzare il consolidamento dell'area e la manutenzione delle opere di consolidamento;

d) interventi di demolizione senza ricostruzione, di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro, di risanamento conservativo, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e s.m.i. a condizione che non concorrano ad incrementare il carico urbanistico;

e) adeguamenti necessari alla messa a norma delle strutture, degli edifici e degli impianti relativamente a quanto previsto dalle norme in materia igienico-sanitaria, sismica, di sicurezza ed igiene sul lavoro, di superamento delle barriere architettoniche;

f) interventi sugli edifici esistenti, finalizzati a ridurre la vulnerabilità, a migliorare la tutela della pubblica incolumità, che non comportino aumenti di superficie, di volume e di carico urbanistico.

2. Per tutti gli interventi nelle aree di cui al comma 1 l'AdB richiede, in funzione della valutazione del rischio ad essi associato, la redazione di uno studio di compatibilità geologica e geotecnica che ne analizzi compiutamente gli effetti sulla stabilità dell'area interessata. Detto studio è sempre richiesto per gli interventi di cui ai punti a), c) e f)."

Sostanzialmente in queste aree non si può realizzare alcun intervento che non sia legato direttamente o indirettamente alla mitigazione del dissesto in atto.

La Fig.4 evidenzia le cinque aree "in frana" su base geologica tradizionale ed in confronto con altre perimetrazioni di dissesto. La Fig.5 infine mostra il confronto fra varie perimetrazioni di dissesto, evidenziando l'ubicazione delle indagini geognostiche analizzate dal gruppo di lavoro citato. In Appendice B sono riportate poi le stratigrafie dei sondaggi più rappresentativi delle cinque aree classificate in frana, da cui talora si evincono gli spessori dei terreni superficiali più decompressi e geotecnicamente scadenti. Lo studio geomorfologico e geosismico a cui si fa riferimento, classifica poi i terreni in affioramento di Fig.2, associando i parametri geotecnici di resistenza:

ASS=argille siltose e marnose ($\gamma=1,8; c'=0,3; cu=2,9; \phi'=29^\circ$)

SAR=sabbie argillose ($\gamma=1,8; c'=0,25; cu=0,34; \phi'=28^\circ$)

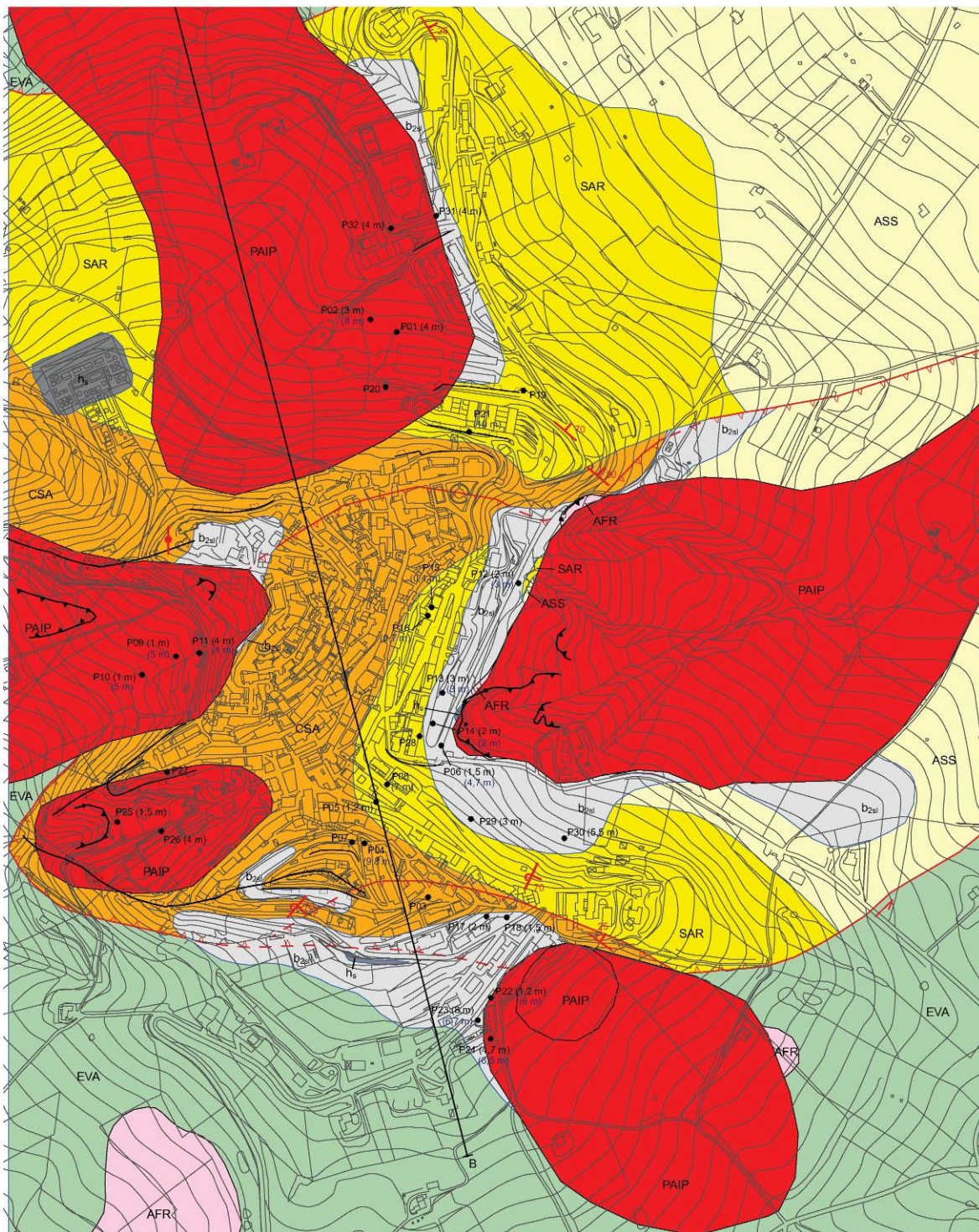
CSA=conglomerati e sabbie ($\gamma=2,0; c'=0,08; \phi'=31^\circ$)

EVA=argille varicolori ($\gamma=1,98; c'=0,13; cu=2,48; \phi'=22,5^\circ$)

Tali terreni sono poi così distribuiti nelle cinque aree di frana, con riferimento alla Fig.4, come rilevabile dai sondaggi del censimento comunale in esse ricadenti:

<u>AREA FrA</u>	<u>LITOLOGIA SUPERFICIALE</u>	<u>SONDAGGI RICADENTI</u>
Fr1	SAR + EVA a valle	P31+P32+P02+P01+P20
Fr2	CSA	P11+P09+P10
Fr3	CSA	P27+P25+P26
Fr4	CSA+SAR	P22+P24
Fr5	ASS	P12

Per quanto riguarda i terreni ricadenti nelle cinque aree FrA, lo studio citato associa i seguenti parametri geotecnici: $\gamma=1,9\text{t/m}^3$; $c'=0,4\text{kg/cm}^2$; $\phi'=15^\circ$




**Fig.2 - Stralcio carta geolitologica dello Studio
CNR RM/AdBP/Dip.Geol.BA/Prot.Civile**


Aree instabili

PAIP  Perimetrazioni del PAI Puglia aggiornate a maggio 2010


AFR  Aree in frana


Unità litologiche
Depositi di copertura


h  **Riperto antropico**
Sabbia con elementi litoidi, laterizi. Spessore medio: 2-3 m.
Età: Olocene.

b₂  **Coltre eluvio-colluviale**
Sabbie medie limose brunastre, con ciottoli decimetrici e frammenti di manufatti.
 $\varphi=26^\circ$ $c'=0,27$ kg/cmq $\gamma=2,13$ g/cm³ $w=18\%$ $n=32,8\%$ $Sr=96\%$ $Ip=36\%$ $Ic=1,10$.
Spessore max. 7 m. Spessore medio 3-4 m.
Età: Olocene.

Unità del substrato

ASS  **Unità argilloso-siltoso-sabbiosa**
Argille siltose ed argille marmose grigio-azzurre e marroncino, a stratificazione non sempre ben evidente, spesso con strutture da bioturbazione, talora con livelli sabbiosi e sabbioso-argillosi nella parte superiore dell'Unità.
 $\gamma=1,7-2$ (1,8) g/cm³ $c'=0,1-0,53$ (0,31) kg/cmq $c_u=2,9$ kg/cmq $\varphi=27^\circ-32^\circ$ (29°)
 $w=13-26$ (17%) $n=32-48$ (40%) $Sr=75\%$ $Ip=16-23$ (20%) $Ic=1,3-1,6$ (1,4).
Spessore max.: alcune centinaia di metri.
Rif. CARG: Argille Subappennine.
Età: Pliocene medio-Pliocene superiore.

SAR  **Unità sabbioso-argillosa**
Alternanza di strati di sabbia, sabbia argillosa e sabbia siltosa con, a luoghi, sottili intercalazioni di silt argilloso, ghiaie ed arenarie; grado di cementazione basso, talora (località Madonna delle Grazie) elevato.
 $\gamma=1,5-2$ (1,8) g/cm³ $w=9-32$ (17%) $n=31-55$ (38%) $Sr=45-86$ (66%)
 $c'=0,02-0,5$ (0,25) kg/cmq $c_u=0,34$ kg/cmq $\varphi=23^\circ-32^\circ$ (28°) $Ip=15\%$ $Ic=0,8-1,3$ (1)
 $Cc=0,11-0,25$ (0,16) $OCR=3,82$ $k=3 \times 10^{-7}$ cm/s.
Spessore max. 40 m.
Rif. bibl. (Foglio 100000 n.175 "Cerignola"): Sabbie giallo-brune (Ps).
Età: Pliocene medio.

CSA  **Unità sabbioso-argillosa**
Conglomerati con intercalazioni sabbiose ed arenacee in banchi metrici. Matrice sabbiosa medio-grossolana. Stratificazione poco distinta. Grado di cementazione da alto a medio.
 $\gamma=2$ g/cm³ $c'=0,08$ kg/cmq $\varphi=31^\circ$.
Spessore variabile da 8-10 m a circa 200 m.
Rif. bibl. (Foglio 100000 n.175 "Cerignola"): Conglomerati di base poligenici (Pp).
Età: Pliocene inferiore-medio.

EVA  **Unità delle argille varicolori**
Strati da centimetrici a decimetrici di argille, argille siltose e mame di colore grigio, verde e rosso, talora scagliose, in assetto caotico, con intercalazioni di strati di calcareniti grigiastre e avana e di blocchi calcirudidici.
 $\gamma=1,98$ g/cm³ $w=18-21$ (19,5%) $n=37-40$ (38,5%) $Sr=83-89$ (86%)
 $\varphi=21^\circ-24^\circ$ (22,5°) $c'=0,13$ kg/cmq $c_u=2,48$ kg/cmq.
Spessore max.: alcune centinaia di metri.
Rif. CARG: Argille Variegate.
Età: Cretaceo-Oligocene.


Simbologia

 Perimetrazione area di indagine

 Traccia di sezione

Elementi stratigrafico-strutturali


 Limite stratigrafico

 Faglia inversa (in tratteggio se presunta o coperta)

 Faglia trascorrente

 Giacitura di strato (strati normali / rovesciati / verticali)


Elementi morfologici

 Nicchia di frana

 Orlo di scarpata morfologica

 Linea di cresta

Indagini

 Sondaggi geognostici che intercettano il substrato (in nero profondità del substrato, in blu profondità della falda)

Legenda fig. 2

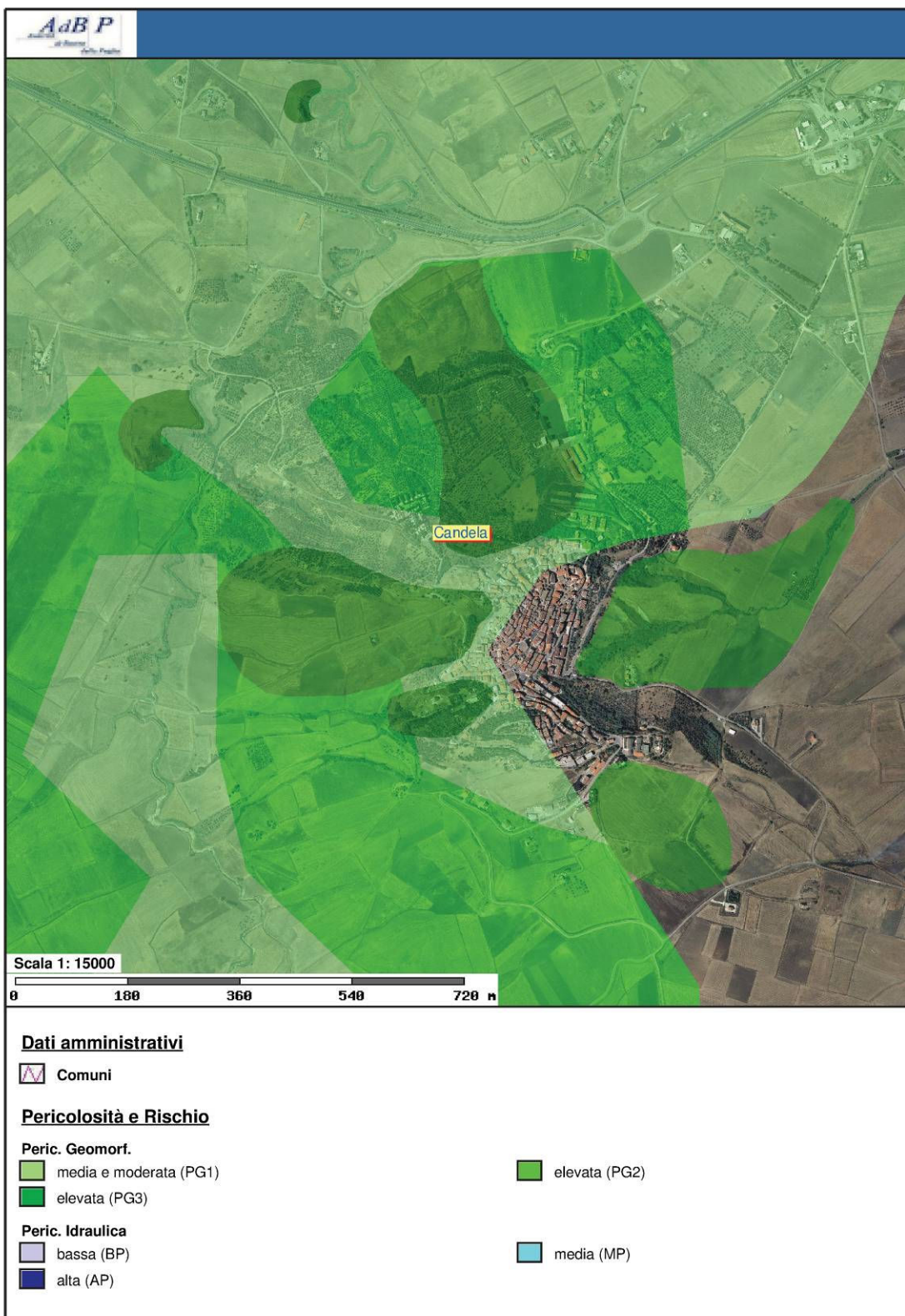


Fig.3 - Carta della Pericolosità Geomorfologica (AdB/Puglia)

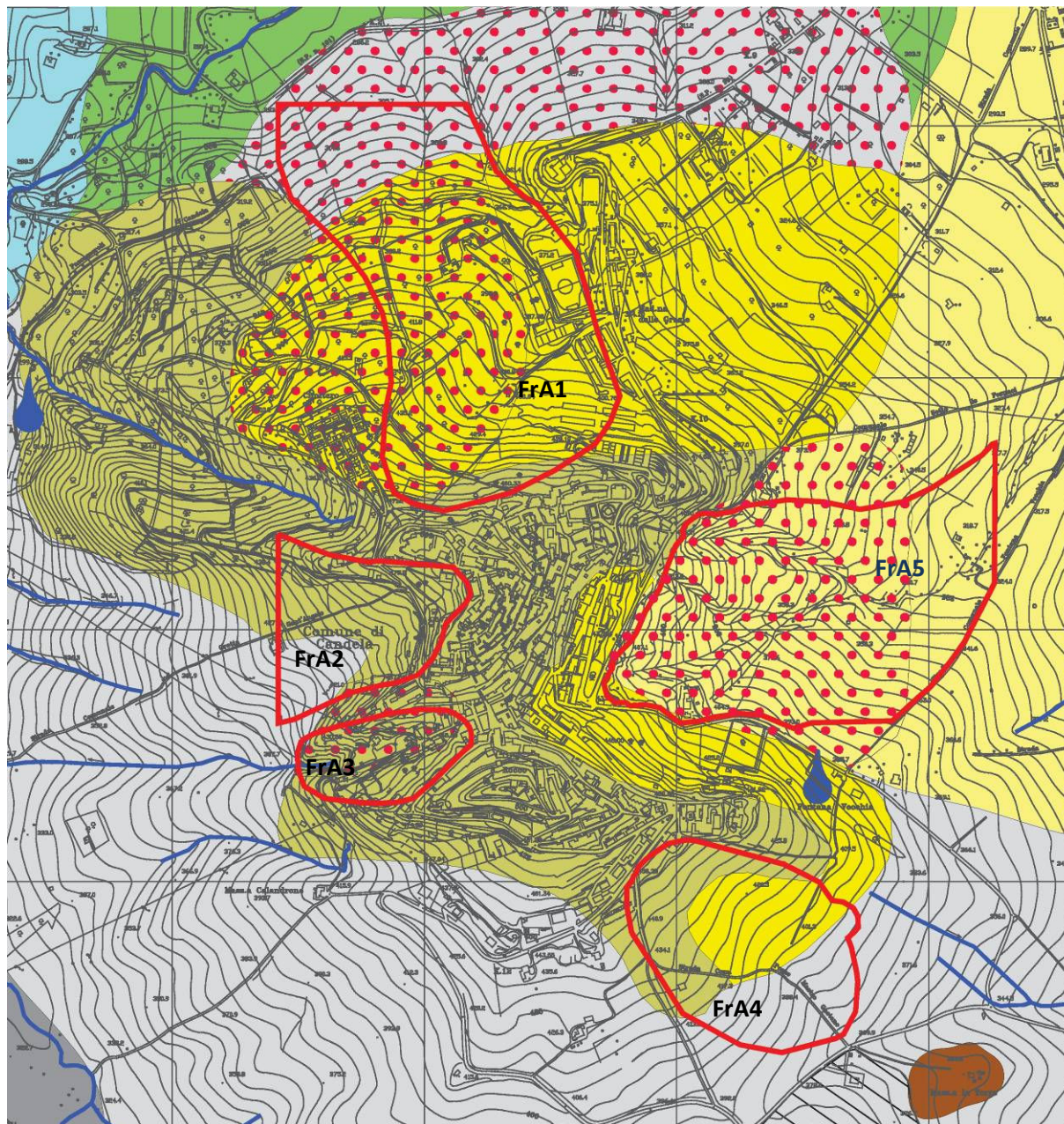
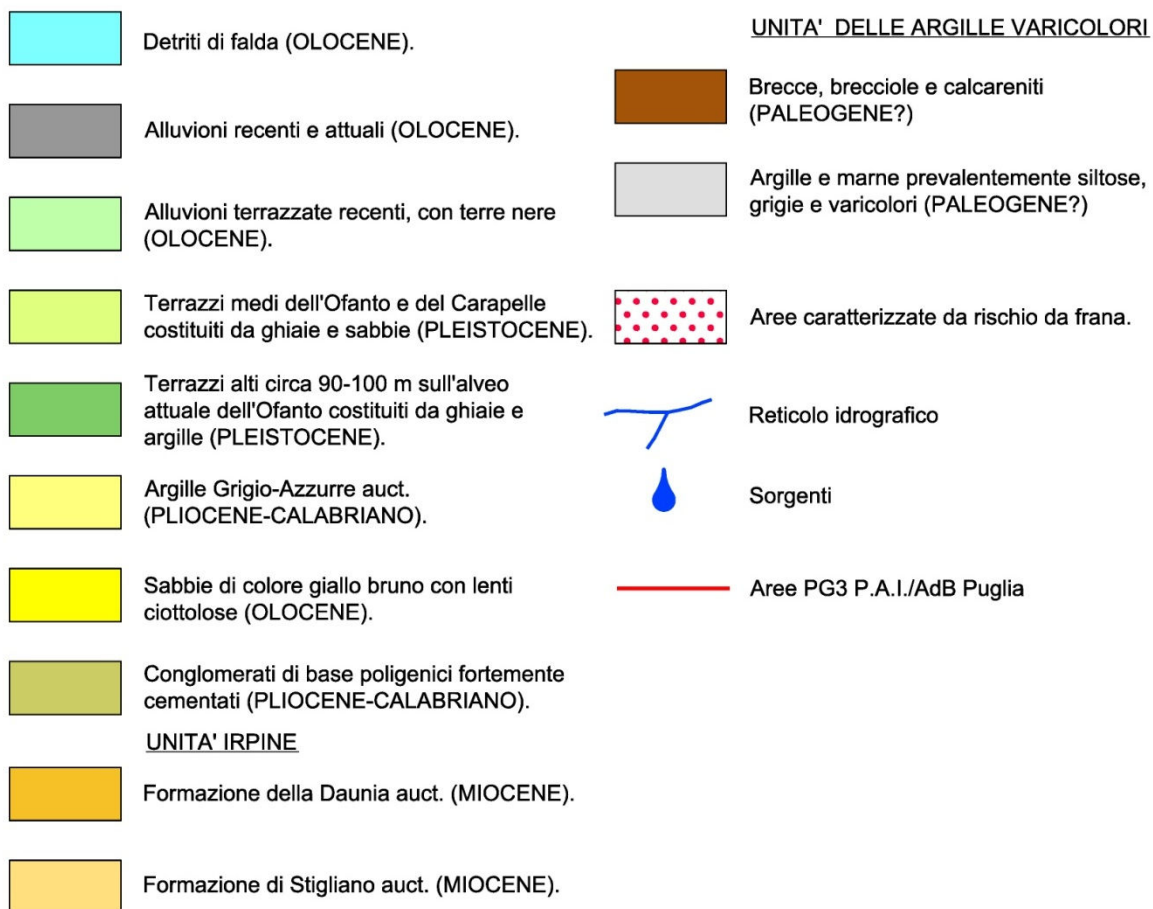


Fig.4 - Aree giudicate in frana attiva (FrA) da CNR-AdB su base geologica tradizionale



Legenda fig. 4

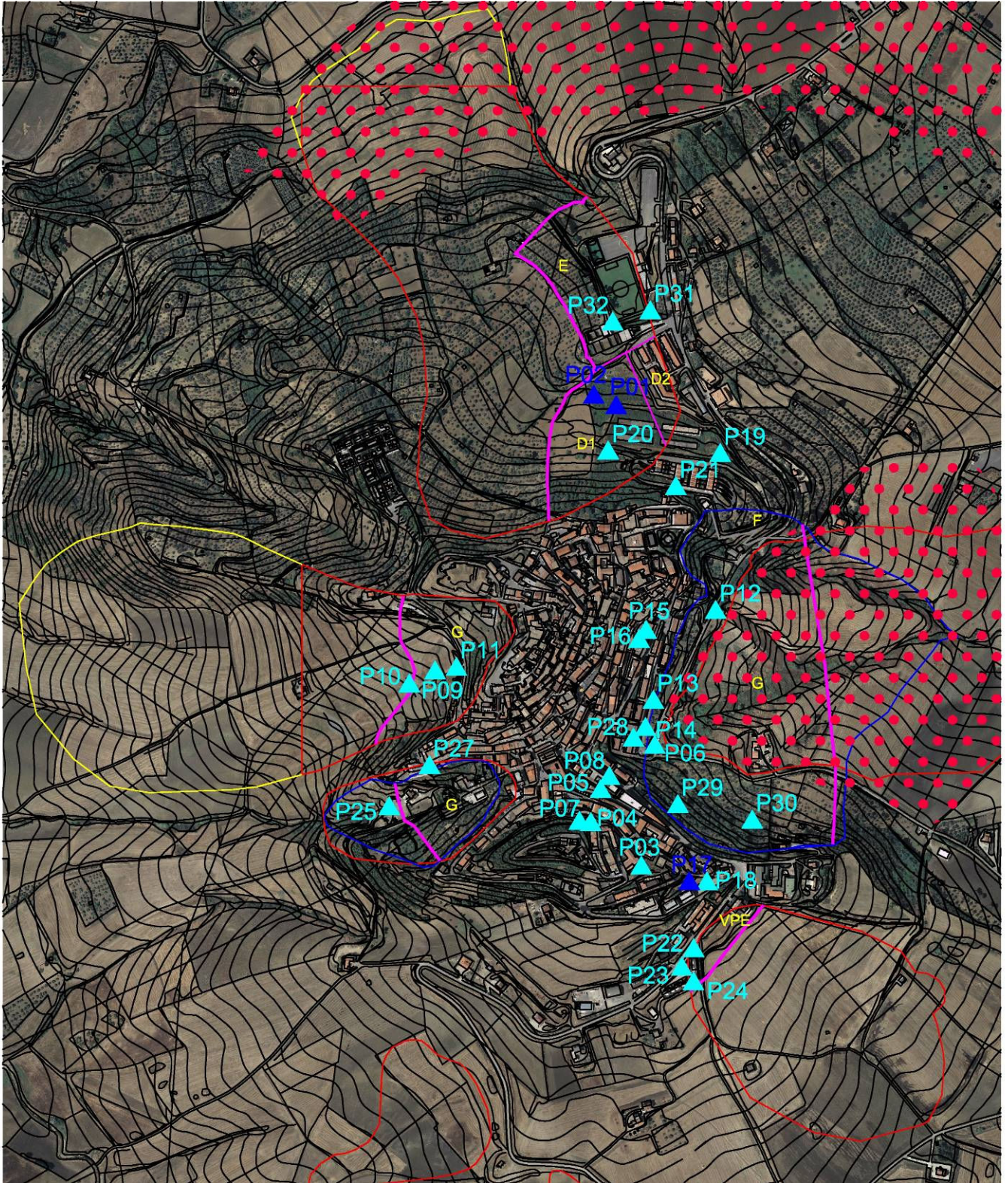


Fig.5 - Sondaggi censiti da gruppo CNR/AdB in relazione alle diverse perimetrazioni di dissesto



FRANE ATTIVE (da CNR/AdB)



AREE INSTABILI (da studi PUG e PAI)



AREE A INSTABILITA' DIFFUSA (da studi PUG)



AREE INSTABILI (da studi vari)

CONFINI INTERFERENZE AREE PUG-AREE FRANA



SONDAGGI STUDIO CNR-AdB



SONDAGGI STUDIO CNR-AdB verificati in carta PUC e privati

Legenda fig.5

6. VALUTAZIONI OBIETTIVE ED ANALITICHE SULLA POSSIBILITA' DI INDAGARE SU ALCUNE AREE PG3 DELL'ADB/PUGLIA AI FINI DI UN LORO EVENTUALE DECLASSAMENTO

In questa sede non si vuole certo negare la propensione al dissesto dei versanti dell'abitato di Candela, né tanto meno proporre l'eliminazione o la deperimetrazione, ipso facto, delle cinque aree che "strozzano", senza alternative, eventuali variazioni delle destinazioni d'uso dei terreni in esse ricadenti.

È opportuno invece, a parere degli scriventi, approfondire le conoscenze sulla tipologia del dissesto e soprattutto sulla geometria e caratteristiche degli strati litologici presenti in corrispondenza delle aree ritenute in frana, con particolare riferimento alle aree FrA1 ed FrA5 di Fig.4 nelle zone prospicienti l'abitato di Candela. Tali aree mostrano, a differenza delle altre, tre caratteristiche geomorfologiche suscettibili di approfondimenti finalizzati ad una più dettagliata definizione della pericolosità geomorfologica e quindi del rischio da frana. In pratica, a parere degli scriventi, è possibile individuare nell'ambito di dette aree, zone chiaramente identificate da potenziali movimenti franosi, ed altre ormai contrassegnate da tempo da una stabilità certificabile attraverso specifiche indagini geognostiche e geotecniche.

Per tali zone infatti, come si evince dall'analisi degli studi geologici redatti dal Dott. Rampino ed altri per conto di privati e da quelli della Dott. Troncone in ambito PUG, vengono segnalate situazioni di erosione superficiale con conseguente dissesto per la parte alta dell'area Fr5 e di generale stabilità per la parte bassa dell'area Fr1.

In Appendice A viene riportata la documentazione fotografica relativa alle due aree di riferimento del presente studio, già citate nel paragrafo dedicato ai caratteri geologici e geomorfologici. A livello analitico sono state individuate due sezioni morfologiche per ogni area indagata, da sottoporre ad analisi di stabilità globale sulla base dei riferimenti stratigrafici guida di sondaggi selezionati dal gruppo di Appendice A e sulla base di parametri geotecnici conservativi rilevati dallo studio CNR/AdBP/DipGeolBA/ProtCiv o direttamente dagli studi associati ai sondaggi, esposti nelle schede di seguito riportate.

6.1 Verifiche di stabilità per l'area FrA1 di Fig.4

- Denominazione della zona: campo sportivo.
- Sezioni morfologiche individuate: **S1FR1** a sud e **S2FR1** a nord in Fig.6.
- Affioramento litologico di Fig.2: **SAR** (sabbie argillose).
- Sondaggio di riferimento per S1FR1: **S7a = P01** di Fig.5
- Stratigrafia: **0-1m** sabbia siltosa; **1-4m** arenaria quarzosa; **4-20m** sabbia densa
- Parametri geotecnici drenati SAR: $\gamma=1,8t/m^3$; $c'=0,25kg/cm^2$; $\phi'=28^\circ$ (da Fig.2).
- Parametri geotecnici residui per sabbie: $\gamma=1,8t/m^3$; $c'=0,0kg/cm^2$; $\phi'=25^\circ$.
- Categoria sismica del terreno: **E** (cfr. Tab.1)
- Categoria topografica: **T2** (cfr.Tab.1)
- Sondaggio di riferimento per S2FR1: **S10 = P32** di Fig.5
- Stratigrafia: **0-4m** limo sabbioso; **4-15m** sabbia argillosa
- Parametri geotecnici drenati SAR: $\gamma=1,8t/m^3$; $c'=0,25kg/cm^2$; $\phi'=28^\circ$ (da Fig.2).
- Parametri geotecnici residui per limi: $\gamma=1,9t/m^3$; $c'=0,4kg/cm^2$; $\phi'=15^\circ$ (da Fig.2).
- Categoria sismica del terreno: **E** (cfr. Tab.1)
- Categoria topografica: **T2** (cfr.Tab.1)

TAB.1 Parametri sismici

Tipo di elaborazione: **Stabilità dei pendii**

Sito in esame

latitudine: 41,142672
 longitudine: 15,515305
 Classe: 2
 Vita nominale: 60

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 31665	Lat: 41,1676Lon: 15,4827	Distanza: 3886,799
Sito 2 ID: 31666	Lat: 41,1664Lon: 15,5491	Distanza: 3867,950
Sito 3 ID: 31888	Lat: 41,1164Lon: 15,5475	Distanza: 3976,698
Sito 4 ID: 31887	Lat: 41,1176Lon: 15,4812	Distanza: 3994,598

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: E
 Categoria topografica: T2
 Periodo di riferimento: 60anni
 Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
 Tr: 36 [anni]
 ag: 0,054 g
 Fo: 2,484
 Tc*: 0,296 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %
 Tr: 60 [anni]
 ag: 0,071 g
 Fo: 2,502

Tc*: 0,321 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %

Tr: 569 [anni]

ag: 0,220 g

Fo: 2,432

Tc*: 0,410 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %

Tr: 1170 [anni]

ag: 0,307 g

Fo: 2,380

Tc*: 0,424 [s]

Coefficienti Sismici

SLO:

Ss: 1,600

Cc: 1,870

St: 1,200

Kh: 0,021

Kv: 0,010

Amax: 1,022

Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,600

Cc: 1,810

St: 1,200

Kh: 0,027

Kv: 0,014

Amax: 1,337

Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,410

Cc: 1,640

St: 1,200

Kh: 0,104

Kv: 0,052

Amax: 3,651

Beta: 0,280

SLC:

Ss: 1,200

Cc: 1,620

St: 1,200

Kh: 0,124

Kv: 0,062

Amax: 4,338

Beta: 0,280

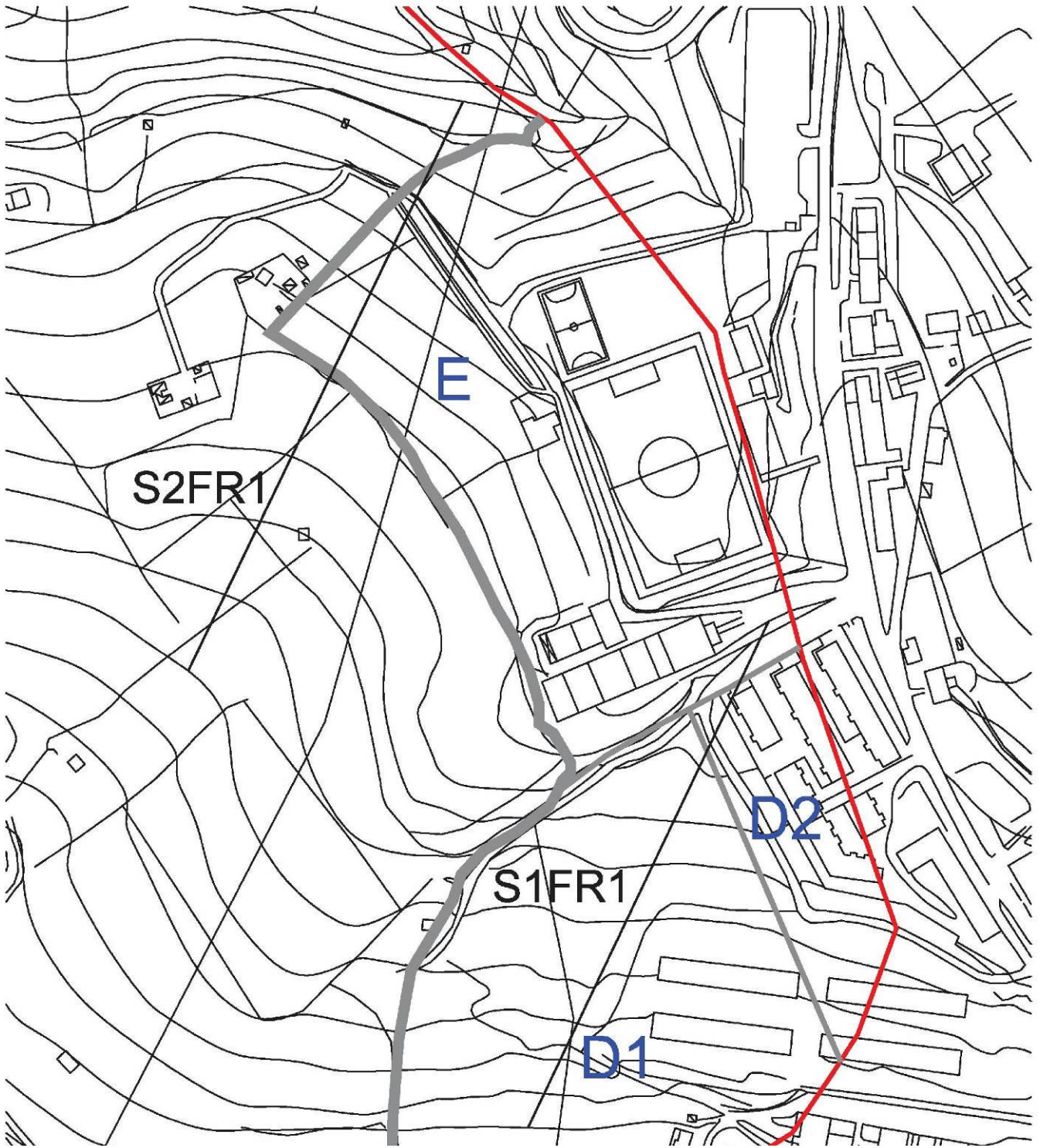


Fig.6 - Sezioni morfologiche relative all'area FrA1 di Fig.4

A livello di tipologia di analisi di stabilità, sono state eseguite verifiche di "pendio naturale" con il metodo di BELL (relazione metodologica in Appendice C), allo scopo di valutare le condizioni di equilibrio globale del versante in condizioni sismiche, fissate in questa sede a livello conservativo in SLV. **Nel caso in esame il fattore di sicurezza è stato fissato pari ad 1,3.**

SEZIONE S1FR1 di Fig.6

- Ipotesi conservativa: sezione monostrato in sabbie con parametri residui

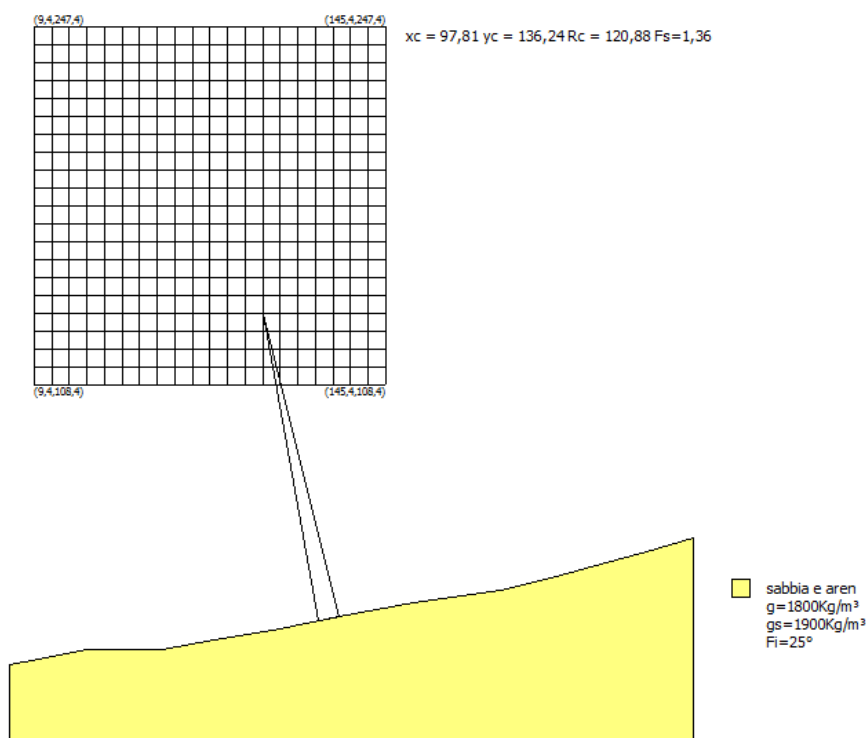


Fig. 7 - Sezione S1FR1

- $F_{s_{\min}} = 1,36$ (Fig.7) - Tabulato in Appendice D
- Totalità superfici analizzate in Fig.8

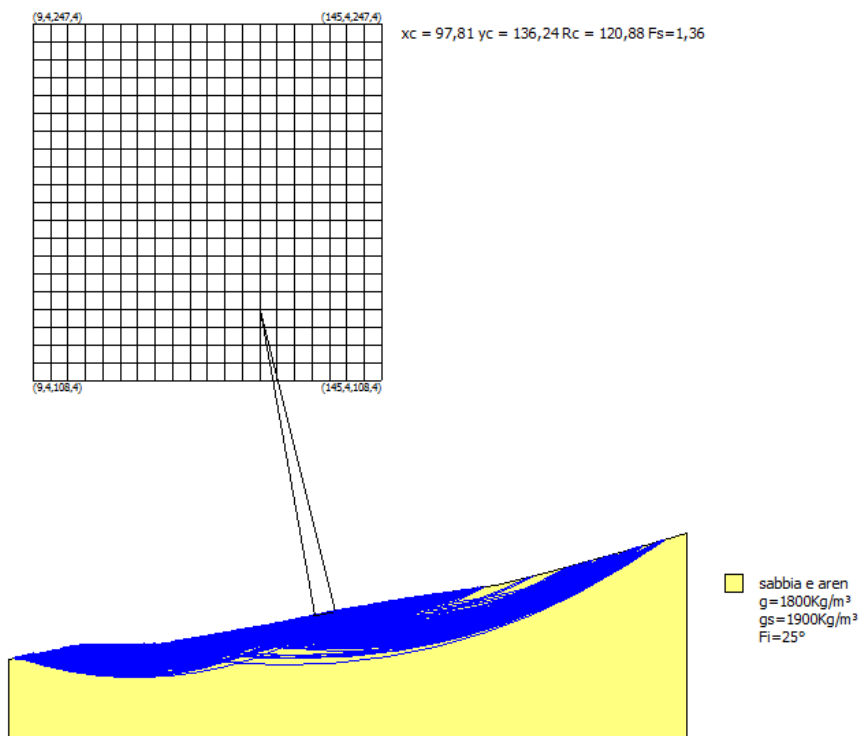


Fig.8

- Sezione di verifica in zona bassa (Fig.9)
- **Fs=1,54** (Fig.9) -Tabulato in Appendice D

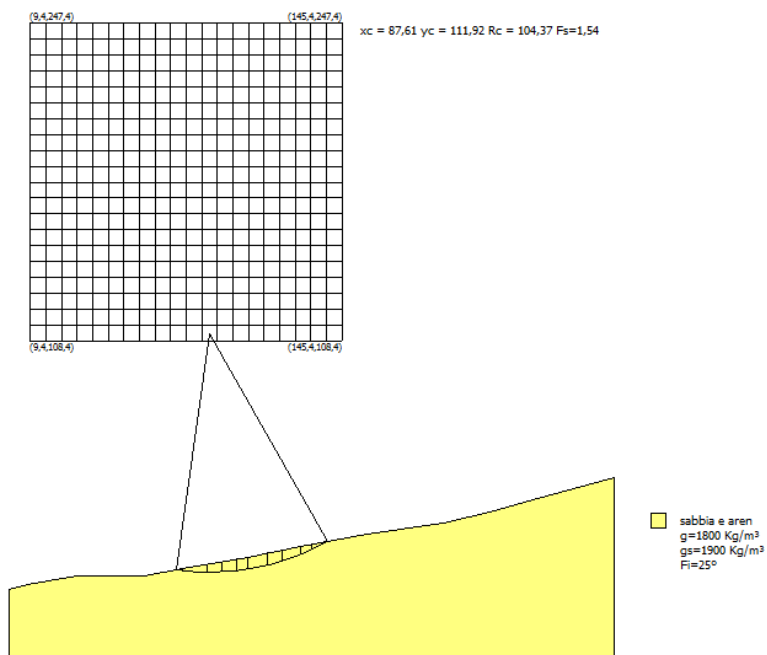


Fig.9

SEZIONE S2FR1 di Fig.6

Ipotesi conservativa: sezione monostrato in limi sabbiosi con parametri di detrito di frana

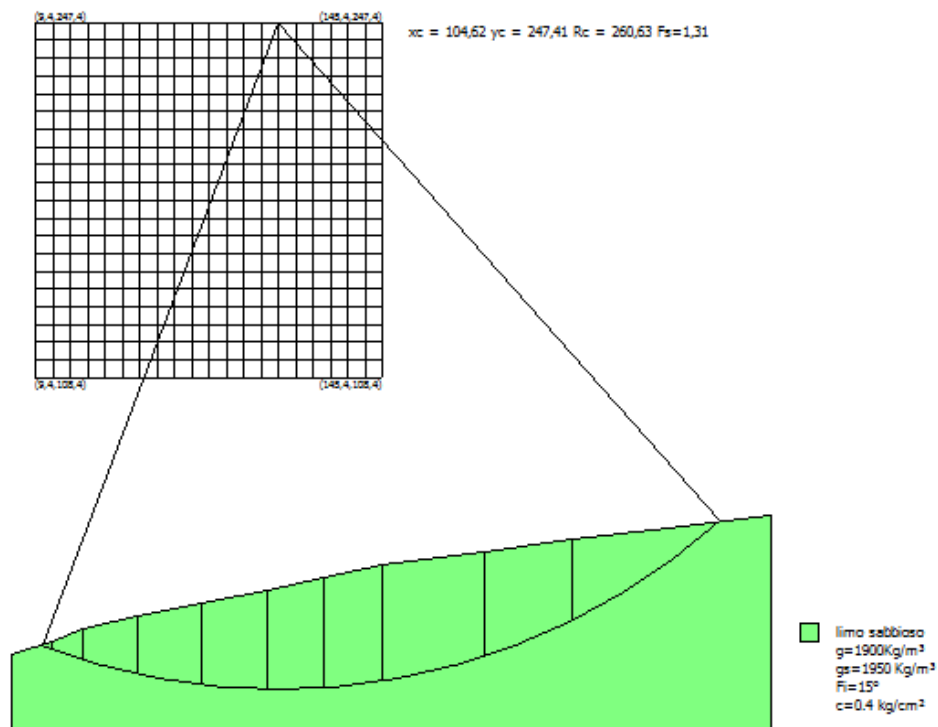


Fig. 10 - Sezione S2FR1

- $F_{s_{min}}=1,31$ (Fig.10) - Tabulato in Appendice D
- Totalità superfici analizzate in Fig.11

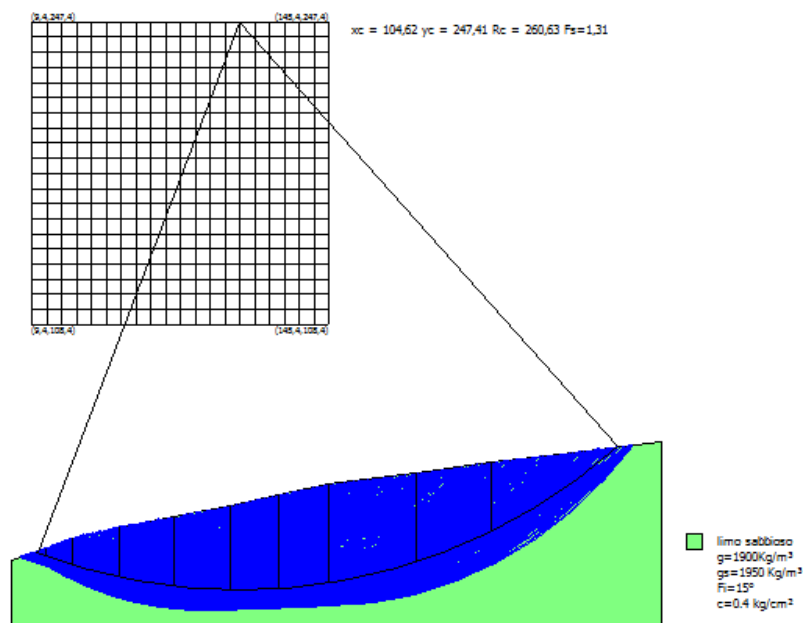


Fig.11

- Sezione di verifica in zona bassa (Fig.12)
- **Fs=1,56** (Fig.12) -Tabulato in Appendice D

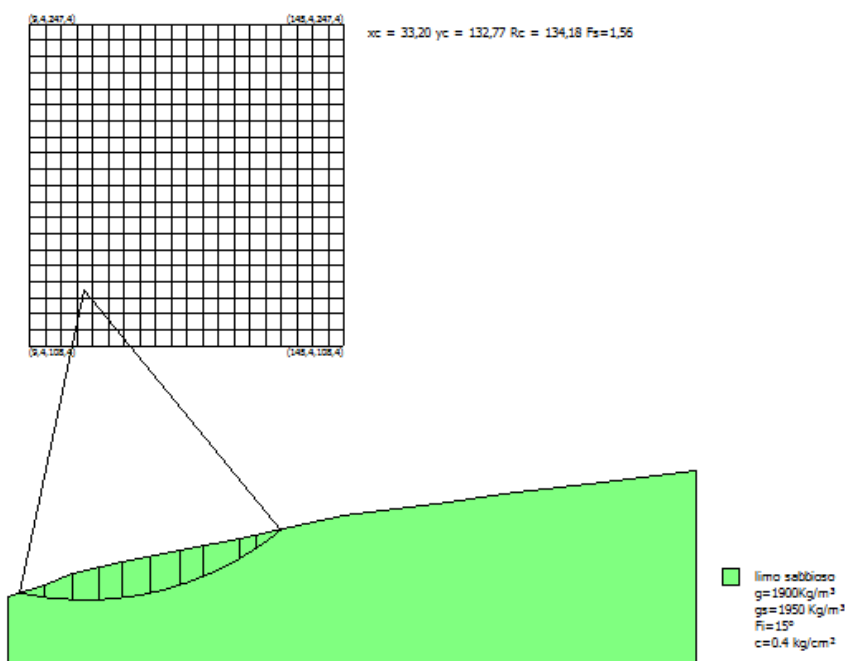


Fig.12

6.2 Verifiche di stabilità per l'area FrA5 di Fig.4

- Denominazione della zona: strada provinciale.
- Sezioni morfologiche individuate: **S1FR5** a sud e **S2FR5** a nord in Fig.13.
- Affioramento litologico di Fig.2: **ASS** (argille siltose e marnose).
- Sondaggio di riferimento per S1FR5 e S2FR5: **Sfr1 = P12** di Fig.5
- Stratigrafia: **0-2m** terreno alterato; **2-10m** limo argilloso; **10-30m** argilla grigia
- Parametri geotecnici drenati ASS: $\gamma=1,8t/m^3$; $c'=0,3kg/cm^2$; $\phi'=29^\circ$ (da Fig.2).
- Parametri geotecnici residui per limi: $\gamma=1,9t/m^3$; $c'=0,29kg/cm^2$; $\phi'=14^\circ$ (**Dott.Rampino**).
- Parametri geotecnici drenati argille: $\gamma=2,0t/m^3$; $c'=0,32kg/cm^2$; $\phi'=24^\circ$ (**Dott.Rampino**).
- Categoria sismica del terreno: **E** (cfr. Tab.2)
- Categoria topografica: **T2** (cfr.Tab.2)

TAB.2 Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii

Sito in esame.

latitudine: 41,137097
 longitudine: 15,51835
 Classe: 2
 Vita nominale: 60

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 31887	Lat: 41,1176	Lon: 15,4812	Distanza: 3795,757
Sito 2 ID: 31888	Lat: 41,1164	Lon: 15,5475	Distanza: 3356,459
Sito 3 ID: 31666	Lat: 41,1664	Lon: 15,5491	Distanza: 4151,874
Sito 4 ID: 31665	Lat: 41,1676	Lon: 15,4827	Distanza: 4514,498

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: E
 Categoria topografica: T2
 Periodo di riferimento: 60anni
 Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
 Tr: 36 [anni]
 ag: 0,054 g
 Fo: 2,485
 Tc*: 0,296 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %
 Tr: 60 [anni]
 ag: 0,071 g
 Fo: 2,502

Tc*: 0,321 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
 Tr: 569 [anni]
 ag: 0,220 g
 Fo: 2,432
 Tc*: 0,410 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
 Tr: 1170 [anni]
 ag: 0,308 g
 Fo: 2,380
 Tc*: 0,424 [s]

Coefficienti Sismici

SLO:

Ss: 1,600
 Cc: 1,870
 St: 1,200
 Kh: 0,021
 Kv: 0,010
 Amax: 1,022
 Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,600
 Cc: 1,810
 St: 1,200
 Kh: 0,027
 Kv: 0,014
 Amax: 1,338
 Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,410
 Cc: 1,640
 St: 1,200
 Kh: 0,104
 Kv: 0,052
 Amax: 3,655
 Beta: 0,280

SLC:

Ss: 1,190
 Cc: 1,620
 St: 1,200
 Kh: 0,123
 Kv: 0,061
 Amax: 4,306
 Beta: 0,280

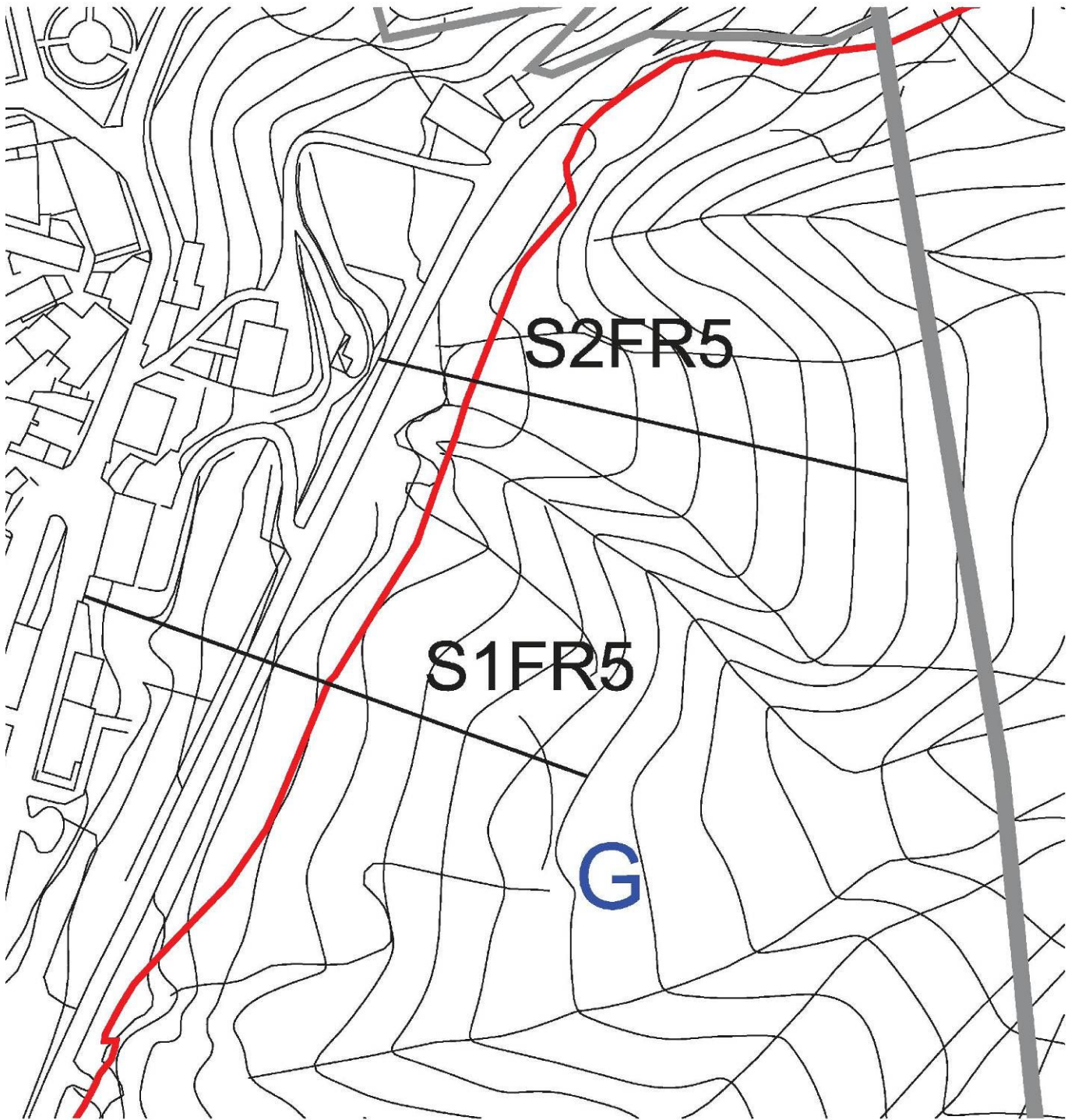


Fig.13 - Sezioni morfologiche relative all'area FrA5 di Fig.4

A livello di tipologia di analisi di stabilità, sono state eseguite verifiche di "pendio naturale" con il metodo di BELL (relazione metodologica in Appendice C), allo scopo di valutare le condizioni di equilibrio globale del versante in condizioni sismiche, fissate in questa sede a livello conservativo in SLV. Nel caso in esame il fattore di sicurezza è stato fissato pari ad 1,3.

SEZIONE S1FR5 di Fig.13

- Ipotesi conservativa: sezione bistrato con 10m di limi con parametri residui

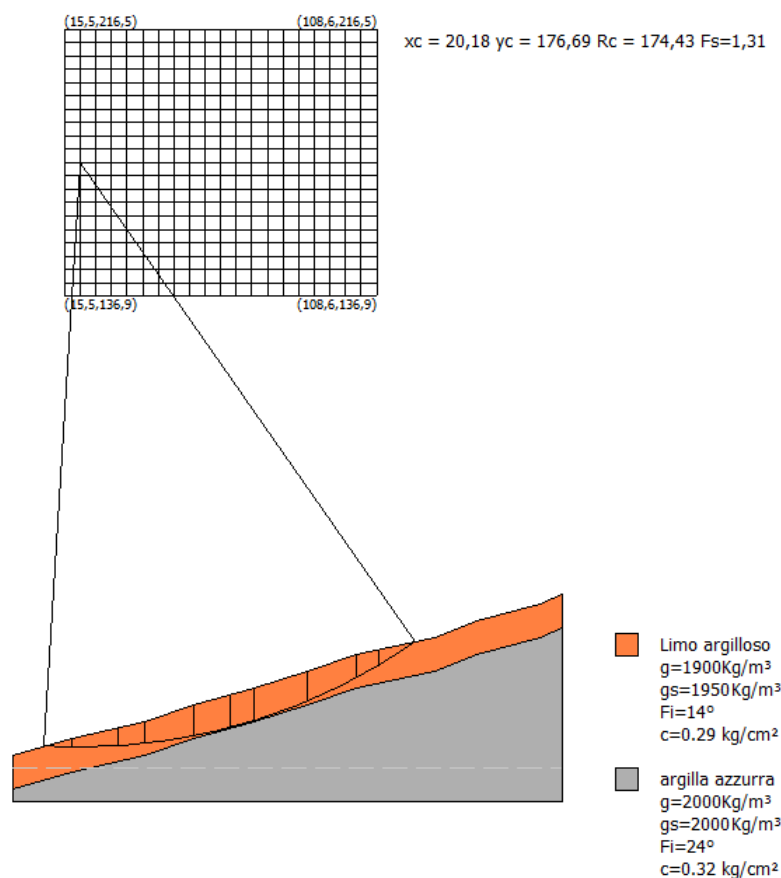


Fig. 14 - Sezione S1FR5

- $F_{s_{min}}=1,31$ (Fig.14) - Tabulato in Appendice D
- Totalità superfici analizzate in Fig.15

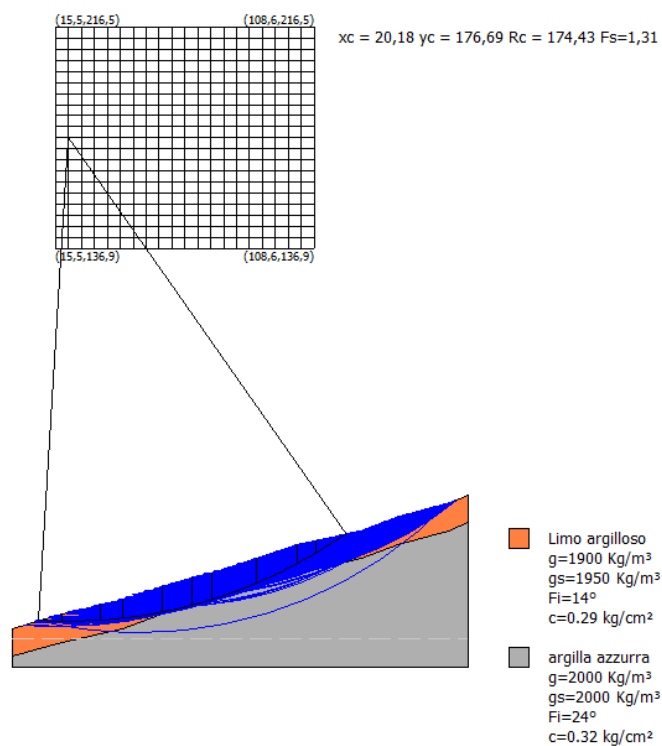


Fig.15

- Sezione di verifica in zona alta (Fig.16)
- $F_{s_{\min}} = 1,42$ (Fig.16) - Tabulato in Appendice D

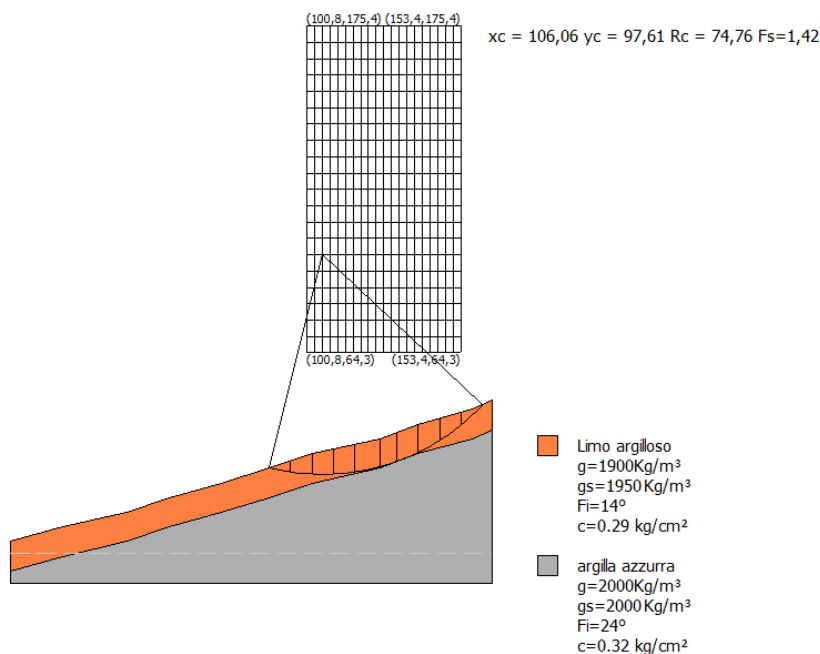


Fig.16

SEZIONE S1FR5 di Fig.13

- Ipotesi conservativa: sezione bistrato con 10m di limi con parametri residui

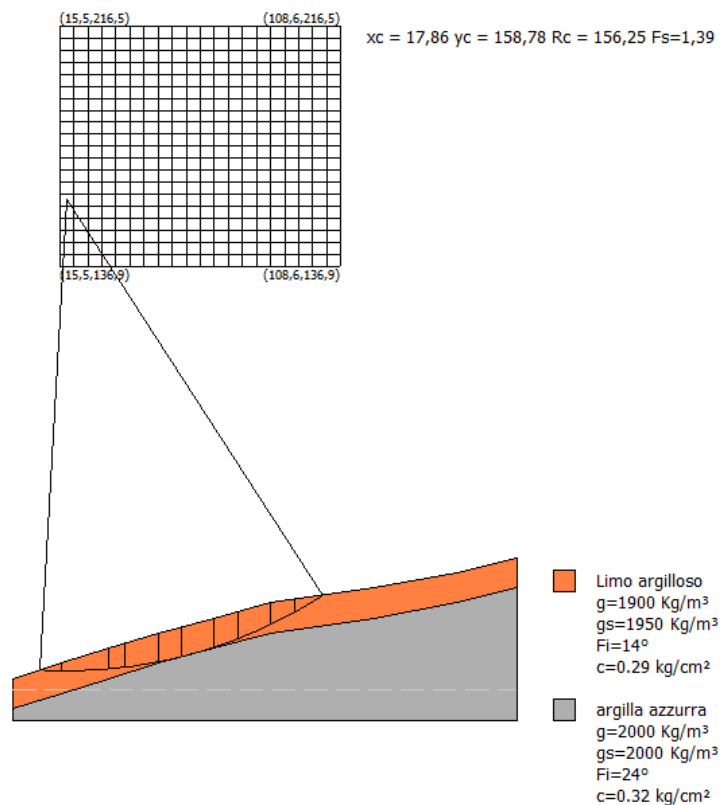


Fig. 18 - Sezione S2FR5

- $F_{s_{min}}=1,39$ (Fig.18) - Tabulato in Appendice D
- Totalità superfici analizzate in Fig.19

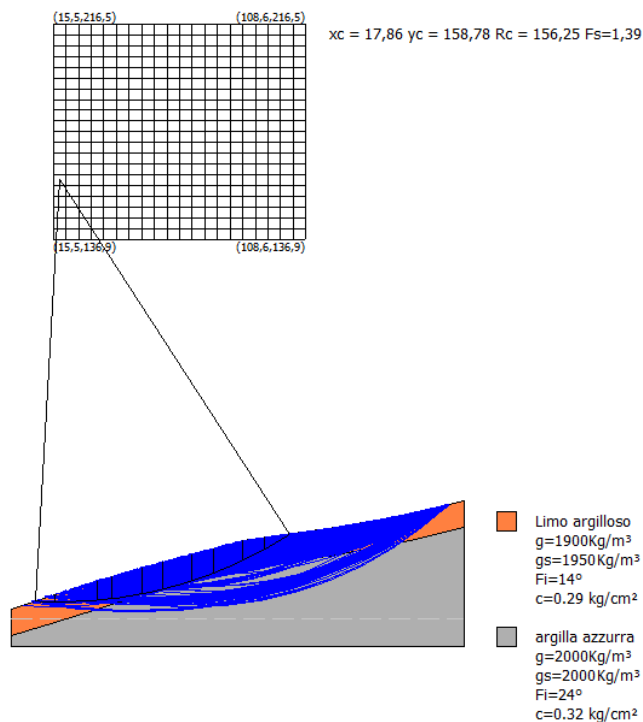


Fig.19

- Sezione di verifica in zona alta (Fig.20)
- **Fs=1,99** (Fig.20) -Tabulato in Appendice D

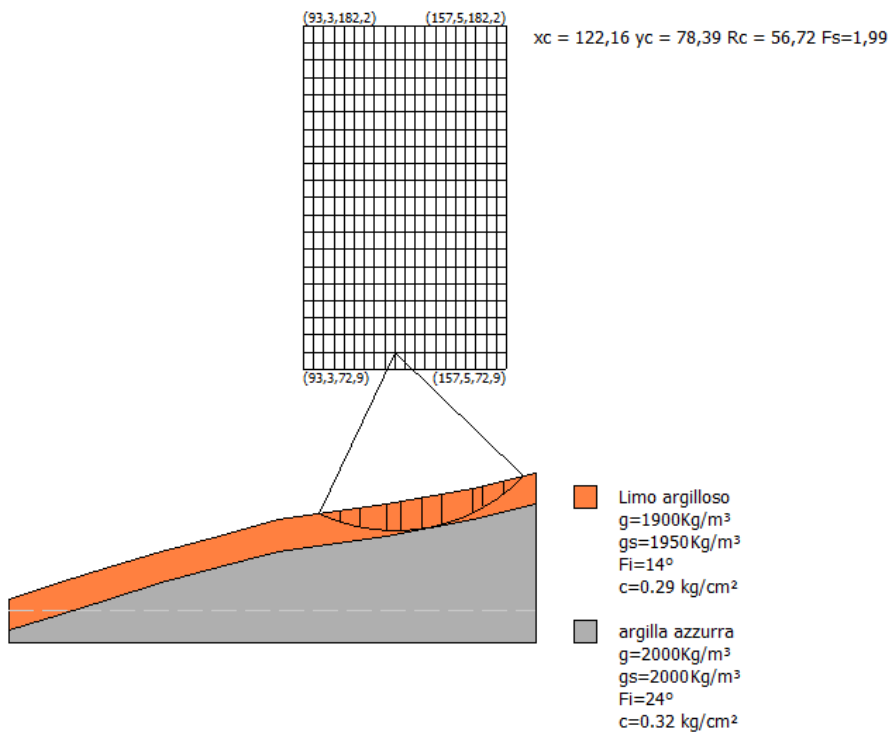


Fig.20

7. COERENZA DELLE AREE FrA1 e FrA5 con PPTR e PAI

Come detto in precedenza, sono state scelte le aree FrA1 ed FrA5 di Fig.4 per valutare la possibilità di studiare un'eventuale declassamento da PG3 a PG2, ai sensi delle NTA del PAI.

Gli aspetti geomorfologici caratteristici delle aree sono stati precedentemente stigmatizzati dal punto di vista della pericolosità geomorfologica. Dal punto di vista paesaggistico, come si evince dalla Fig.21 estratta dal PPTR approvato, l'abitato di Candela risulta interamente fasciato dal retino relativo ai versanti.



Fig.21 - Componenti geomorfologiche del PPTR

Art. 55 Prescrizioni NTA/PPTR per i “Versanti”

“1. Nei territori interessati dalla presenza di versanti, come definiti all’art. 52, punto 1), fatte salve le disposizioni in materia di vincolo idrogeologico e le disposizioni previste dai Piani di Assetto Idrogeologico (PAI), si applicano le seguenti prescrizioni.

2. Non sono ammissibili piani e/o progetti e interventi che comportano:

- a1) alterazioni degli equilibri idrogeologici o dell’assetto morfologico generale del versante;*
- a2) ogni trasformazione di aree boschive ad altri usi, con esclusione degli interventi colturali eseguiti secondo criteri di silvicoltura naturalistica atti ad assicurare la conservazione e integrazione dei complessi vegetazionali naturali esistenti e delle cure previste dalle prescrizioni di polizia forestale;*

a3) nuove attività estrattive e ampliamenti;

a4) la realizzazione di impianti per lo smaltimento dei rifiuti, per la depurazione delle acque reflue e per la produzione di energia, fatta eccezione per l'impiego di energie rinnovabili di pertinenza di insediamenti esistenti e integrati nelle relative strutture edilizie, di sistemi per la raccolta delle acque piovane, di reti idrica/fognaria duale, di sistemi di riciclo delle acque reflue attraverso tecniche di lagunaggio e fitodepurazione.

a5) la realizzazione di gasdotti, elettrodotti sotterranei e aerei, di linee telefoniche o elettriche secondarie con palificazioni, la realizzazione di stazioni radio base per radiofonia/telefonia/televisione su pali, fatte salve le linee di allacciamento domestico e le opere di cui all'art. 92.

3. Tutti gli interventi ammissibili, compresi quelli finalizzati ad incrementare la sicurezza idrogeologica e quelli non soggetti ad autorizzazione paesaggistica ai sensi del Codice, devono essere realizzati nel rispetto dell'assetto paesaggistico, non compromettendo gli elementi storicoculturali e di naturalità esistenti e garantendo elevati livelli di piantumazione e di permeabilità dei suoli.”

Dal punto di vista idrografico il PPTR non evidenzia vincoli particolari nelle aree esaminate, salvo il vincolo idrogeologico diffuso (cfr. Fig.22).



Fig.22 - Componenti idrografiche del PPTR

Dal punto di vista del P.A.I./idrologia, le Figg.23 e 24 di seguito riportate evidenziano l'assenza di aree già perimetrate a pericolosità idraulica (Fig.23) e la presenza di elementi di reticolo idrografico soltanto nell'area FrA5 (Fig.24).

Tali elementi sono stati sottoposti ad analisi idrologica e idraulica nel paragrafo successivo.

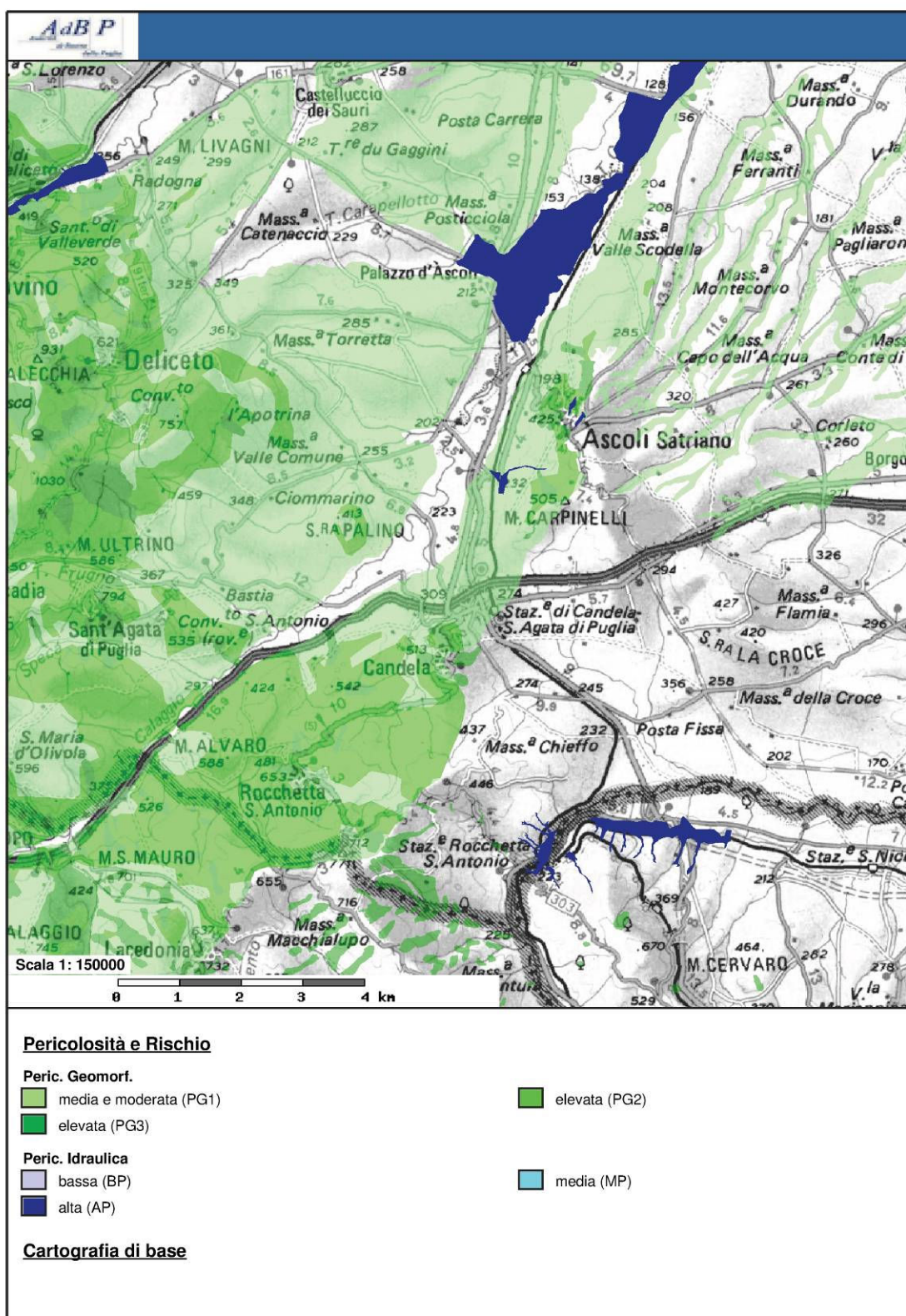


Fig.23 - Aree a pericolosità geomorfologica e idraulica del P.A.I.



Fig.24 - Reticolo del P.A.I. relativo all'abitato di Candela

8. STUDIO IDROLOGICO DEI BACINI B1FR5÷B3FR5 di Fig.20

Come mostrato nella planimetria idrografica di Fig.25, sono stati individuati 3 bacini relativi ad elementi di reticolo che interessano l'area FrA5 in esame. Per tali bacini è stata elaborata un'analisi idrologica finalizzata alla determinazione delle portate di piena e quindi alla perimetrazione delle aree allagabili. L'analisi idrologica ha come obiettivo la valutazione delle portate di piena che, per prefissati tempi di ritorno, caratterizzano i 3 bacini idrografici individuati in Fig.25. Per l'analisi idrologica si è fatto ricorso agli elementi di indirizzo contenuti nella Relazione del Piano di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino della Regione Puglia per l'area climatica n.4 (Fig.26) ed a quanto determinato negli studi sulla Valutazione delle Piene in Puglia dal Dipartimento di Ingegneria e Fisica dell'Ambiente dell'Università degli studi della Basilicata. Sono stati ricercati i valori delle portate di piena dotate di $TR = 200$ anni, considerando la formula razionale nella seguente espressione:

$$Q_{TR} = [(C_p \times K_A \times h(T_d) / T_d \times S_B) / 3,6] \times K_T \quad (1)$$

con:

- S_B = superficie del bacino (in km^2)
- $CP = C^*$ = valori determinati nel progetto Va.Pi. per il Fiume Ofanto a S.Samuele e per il suo affluente Fiumara di Atella
- $T_d = 0,344 \times S_B^{0,5}$ - tempo di ritardo (in ore)
- $H(T_d) = 24,70 T_d^{0,256}$ - (altezza critica "indice" in mm per l'area geografica 4 del P.A.I.)
- $K_A(S_B, T_d) = 1 - (1 - e^{(-0,0021S_B)}) \times e^{(-0,53T_d^{0,25})}$ (fattore di correzione areale)
- $K_T(TR) = -0,4007 + 0,904 \times \ln(TR)$ (fattore di crescita)

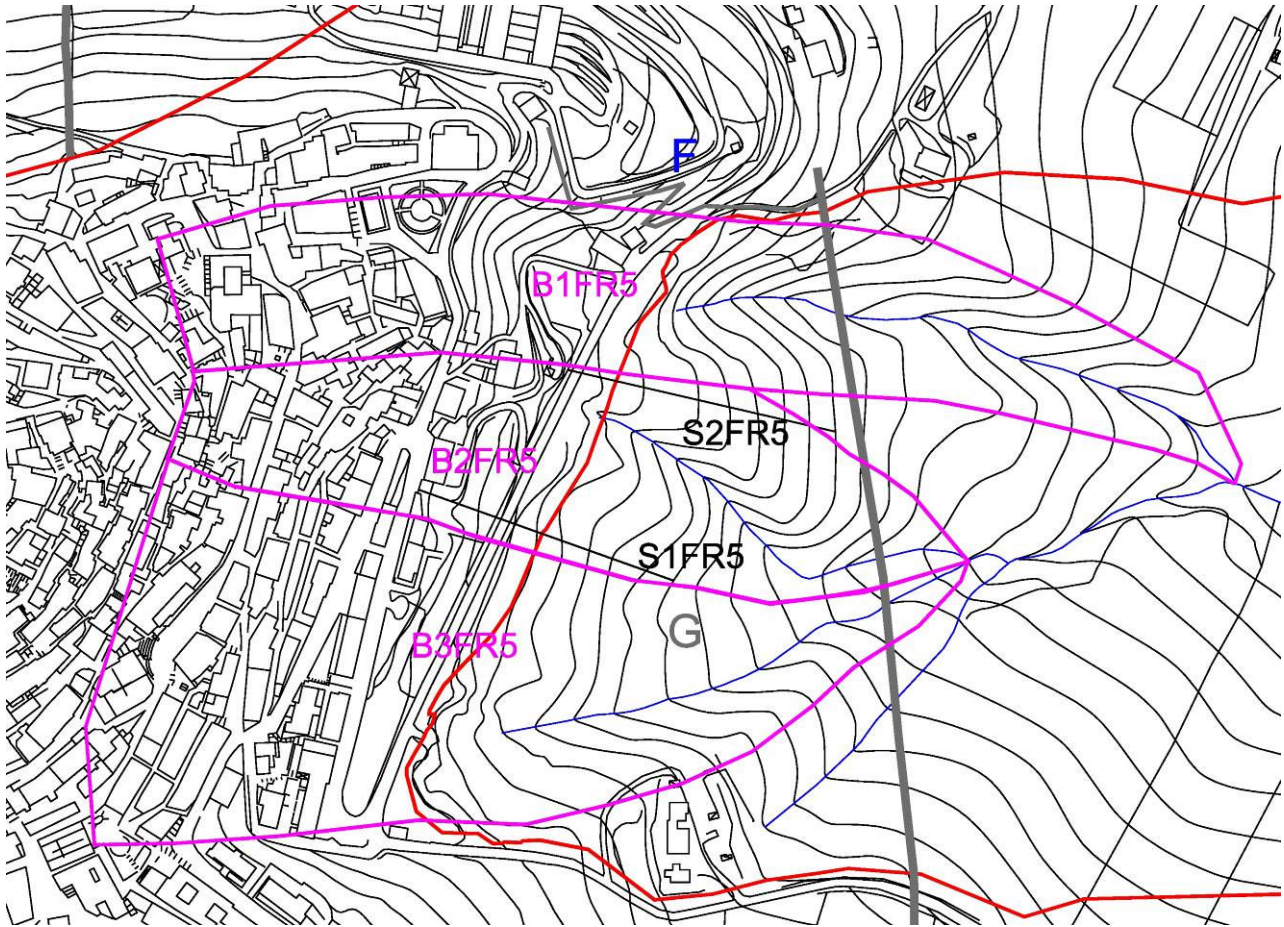


Fig.25 - Bacini idrografici del reticolo interessante l'area FrA5

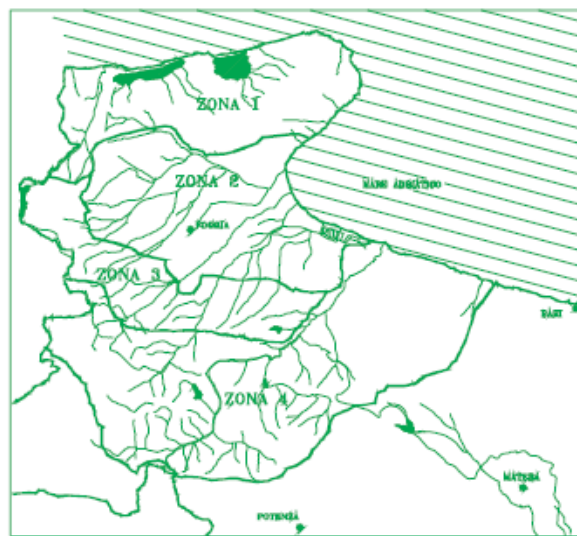


Fig.26 - Zone omogenee rispetto al valore medio dei massimi annuali delle piogge giornaliere.

Sostituendo i valori su elencati nella (1), sono stati ottenuti i valori delle portate di piena per i tempi di ritorno assegnati e per la zona geografica considerata.

8.1 Risultati dell'analisi idrologica dei 3 bacini sottoposti ad analisi

Il metodo "regionale semplificato" di analisi idrologica discusso precedentemente, è stato applicato ai bacini idrografici di Fig.25. I risultati dell'analisi sono riassunti nella Tab.3. Le portate calcolate sono caratterizzate da tempo di ritorno 200 anni, come prescritto per le verifiche idrauliche dalle N.T.A. del P.A.I.

Bacino	S _B (km ²)	L (km)	q _m (mslm)	q ₀ (mslm)	q _{max} (mslm)	I _a (%)	zona P.A.I.	C*	Td (ore)	H ₂₀₀ (mm)	Q ₂₀₀ (m ³ /s)
B1FR5	0,058	0,38	405	336,5	500	0,16	4	0,20	0,08	36,1	2,23
B2FR5	0,046	0,26	425	355,0	500	0,21	4	0,20	0,07	35,0	1,93
B3FR5	0,075	0,31	415	355,0	500	0,18	4	0,20	0,09	37,3	2,62

Tab.3 - Caratterizzazione idrologica dei bacini e valutazione delle portate di piena

8.2 Verifica idraulica speditiva degli alvei

Le verifiche speditive a moto uniforme eseguite in corrispondenza delle sezioni d'alveo dei reticoli di B1FR5, B2FR5 e B3FR5 riportate in Fig.27, consentono di valutare in linea di massima la larghezza della perimetrazione bicentenaria di cui si dovrà tener conto negli eventuali interventi di sistemazione idraulica. La formula utilizzata è quella di Gauckler-Strickler:

$$Q = A \times K \times R^{0,667} \times i^{0,5}$$

con: **A**=sezione di piena; **K**=coeff.scabrezza=30; **R**=raggio idraulico; **i**=pendenza

Le sezioni di piena bicentenaria ottenute sono le seguenti:

- Per SB1FR5: H= 0,30 m; L_{sx}= 1,0 m; L_{dx} =1,6 m
- Per SB2FR5: H= 0,25 m; L_{sx}= 0,6 m; L_{dx}= 1,7 m
- Per SB3FR5: H= 0,40 m; L_{sx}= 3,50 m; L_{dx}= 2,0 m

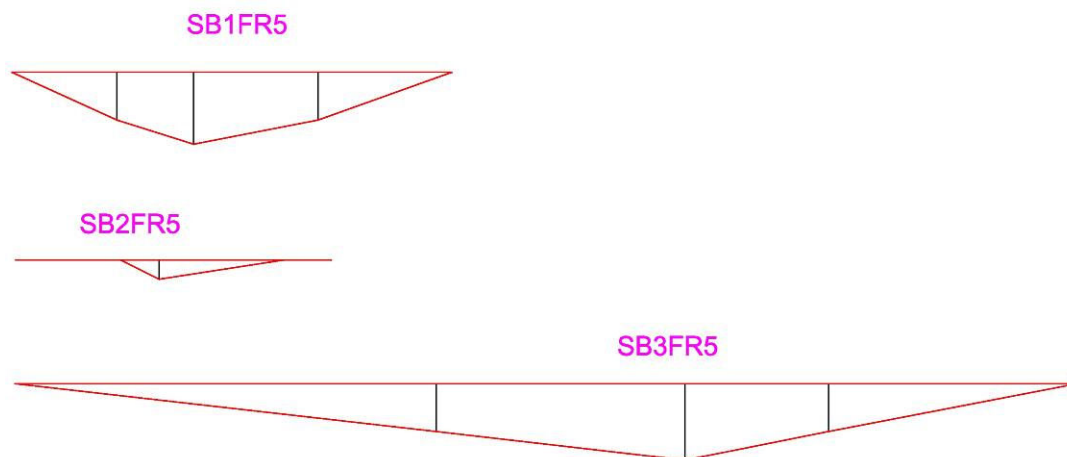


Fig.27 - sezioni d'alveo dei tre elementi di reticolo in esame

La Fig.28 mostra in verde, le perimetrazioni speditive ottenute dal calcolo.

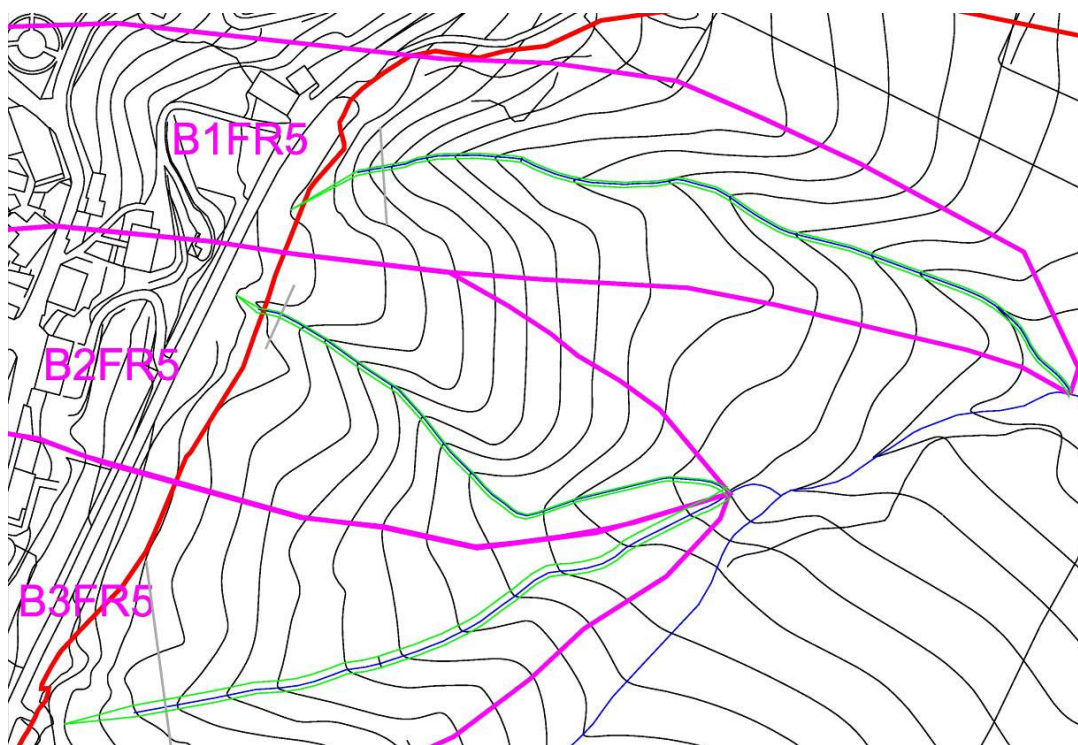


Fig.28

9. CONCLUSIONI

L'esame degli studi geomorfologici condotti sul territorio dell'abitato di Candela da vari Autori ed in particolare dal Dipartimento di Geologia e Geofisica dell'Università di Bari, insieme all'Istituto di Geologia Ambientale e Geoingegneria del CNR di Roma, al Dipartimento della Protezione Civile Nazionale ed all'Autorità di Bacino di Puglia, unitamente ai rilievi geomorfologici di superficie condotti in occasione del presente studio nelle cinque aree classificate PG3 dall'AdB/Puglia, consentono di formulare possibili programmi di approfondimento conoscitivo a livello geognostico e geotecnico.

Più dettagliatamente, gli approfondimenti in parola riguardano la parte meridionale dell'area denominata FrA1 e la parte settentrionale dell'area FrA5 di Fig.4, uniche suscettibili di eventuali e locali declassamenti rispetto alla classificazione PAI, come evidenziato dai risultati delle verifiche di stabilità globali riportati nel paragrafo precedente. Gli approfondimenti geognostici ipotizzabili per la verifica locale delle condizioni di stabilità, possono concretizzarsi in campagne di indagini comprendenti:

- rilievi topografici di dettaglio a terra con elaborazione di sezioni morfologiche esplicative delle aree indagate.
- Sondaggi geognostici a rotazione e carotaggio continuo da ubicare lungo le sezioni morfologiche più significative, provvisti di piezometri e inclinometri.
- Esecuzione di prove penetrometriche in avanzamento nei fori di sondaggio.
- Prelievo di campioni indisturbati dai sondaggi per l'esecuzione di analisi geotecniche di laboratorio, quali:
 1. apertura campione, esame e descrizione;
 2. determinazione delle caratteristiche generali (contenuto naturale d'acqua, peso dell'unità di volume umido o secco, ecc.);
 3. analisi granulometrica (setacciatura e/o sedimentazione);
 4. determinazione dei limiti di consistenza;
 5. prova di rottura per Taglio diretto residuo Consolidata-Drenata (CD);
 6. prova di rottura per Compressione Triassiale Consolidata-non Drenata (CU);
 7. prova di Compressione a Espansione Laterale Libera (E.L.L.);
 8. prova edometrica;
- stendimenti sismici lungo le sezioni geomorfologiche;

- stendimenti MASW per la categoria sismica locale del suolo.

I risultati delle suddette indagini da condurre nelle aree FrA1 ed FrA5 potranno in primo luogo confermare o meno un possibile declassamento locale delle stesse (da PG3 a PG2) e nello stesso tempo individuare in maniera mirata gli interventi di consolidamento e sistemazione idraulica indispensabili per restituire tali aree ad una destinazione d'uso differente da quella attuale e, pertanto, restituirle ad una strategia di pianificazione e sviluppo del territorio.

Bari, dicembre 2015

Geologia e geomorfologia

Prof. Geol. Andrea Salvemini

SIT&A srl

ing. Tommaso Farenga

APPENDICE A

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

AREA FrA1



Foto 1

La Foto 1, mostra (con direzione sud – nord) l’Area FrA1 compresa tra l’abitato e il Centro Sportivo posto immediatamente a valle del filare di pini mediterranei visibili nella parte centrale del fotogramma. Risulta di grande evidenza la “rottura di pendio” tra il versante in primo piano e una vasta area a valle dello stesso, caratterizzata da lineamenti morfologici blandi a volte pianeggianti (area a verde posta tra un uliveto dai filari regolari come facilmente desumibile dall’ortofoto) e la base del versante in primo piano.

L’area subpianeggiante presenta i caratteri della zona di piede di un antico movimento franoso ormai stabilizzatosi nel tempo.



Foto 2

La Foto 2 mostra la stessa area ripresa (con direzione nord - sud) in prossimità del Centro Sportivo. Anche in questo caso risulta evidente la “rottura di pendio tra il versante in secondo piano, che giunge fino alla periferia settentrionale dell’abitato e l’area blandamente ondulata a valle dello stesso.

A sinistra del fotogramma è evidente il raccordo tra la stessa zona su cui insiste il Centro Sportivo e un’area urbanizzata che collega, senza soluzione di continuità, lo stesso Centro all’abitato.



Foto 3



Foto 4

Le Foto 3 e 4 mostrano la presumibile area di accumulo dell'antico movimento franoso, ormai stabilizzato e caratterizzato dalla presenza di numerosi pini con i fusti praticamente verticali nonché dalla presenza di un uliveto con i filari perfettamente regolari che (come si evince facilmente dall'ortofoto) ne evidenziano una stabilità in grande dell'area.



Foto 5



Foto 6

Le Foto 5 e 6 evidenziano come l'antico accumulo di frana presenta una pendenza maggiore verso nord, così come compete alla propaggine estrema dell'unghia di un movimento franoso. Anche in questo caso sono evidenti i fusti pressoché verticali dei pini e una fitta vegetazione spontanea, non certo recente, a valle degli stessi, elementi tutti che testimoniano condizioni di stabilità dell'area.

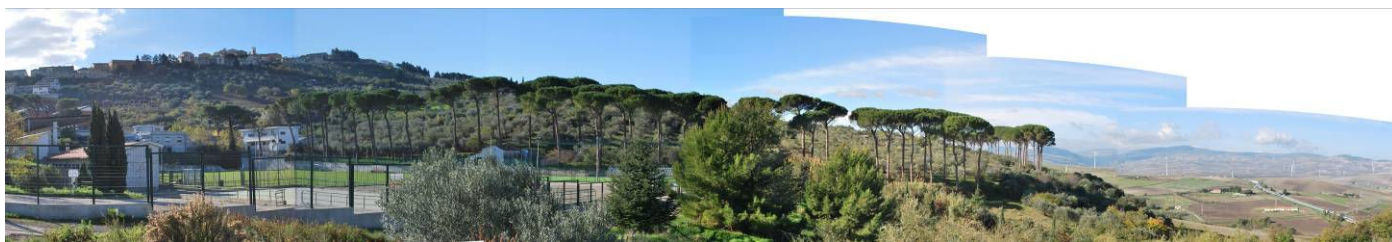


Foto 7

La Foto 7 mostra una veduta d'assieme dell'area con evidenti i diversi caratteri geomorfologici che dall'abitato di Candela si spingono fino alla zona del Centro Sportivo.



Foto 8

La Foto 8 evidenzia un locale fenomeno di erosione in corrispondenza della recinzione del Centro Sportivo. Il fenomeno non è riconducibile a movimenti di massa ma semplicemente all'assenza di cunette di guardia ai lati della stradina di accesso allo stesso Centro.

AREA FrA5



Foto 1

La Foto 1 mostra una veduta panoramica dell'area segnalata come area in frana. In primo piano sono evidenti opere di sostegno in gabbioni sul lato di valle della strada provinciale. L'area a valle della strada mostra buone condizioni di stabilità.



Foto 2

La Foto 2 mostra una veduta ravvicinata, ripresa da valle, dell'area considerata e classificata in frana. In realtà più che di movimenti di massa propriamente detti si tratta di evidenti fenomeni di erosione superficiali la cui evoluzione, in assenza di interventi di regimazione delle acque superficiali, ha prodotto locali movimenti di massa sui fianchi delle incisioni erosive.



Foto 3

La Foto 3 mostra la parte alta del versante sottoposto ad intensa erosione. In secondo piano è visibile il diaframma di pali accostati che costituiscono un'importante opera di sostegno per la strada che scorre a tergo dell'opera, a quote di poco superiori alla testa dei pali, nonché del versante su cui insiste una parte del centro abitato.



Foto 4

La Foto 4 mostra l'area interessata da tre profonde incisioni separate da subaree caratterizzate da una regolare pendenza verso valle dove le configurazioni geomorfologiche diventano molto più blande.



Foto 5

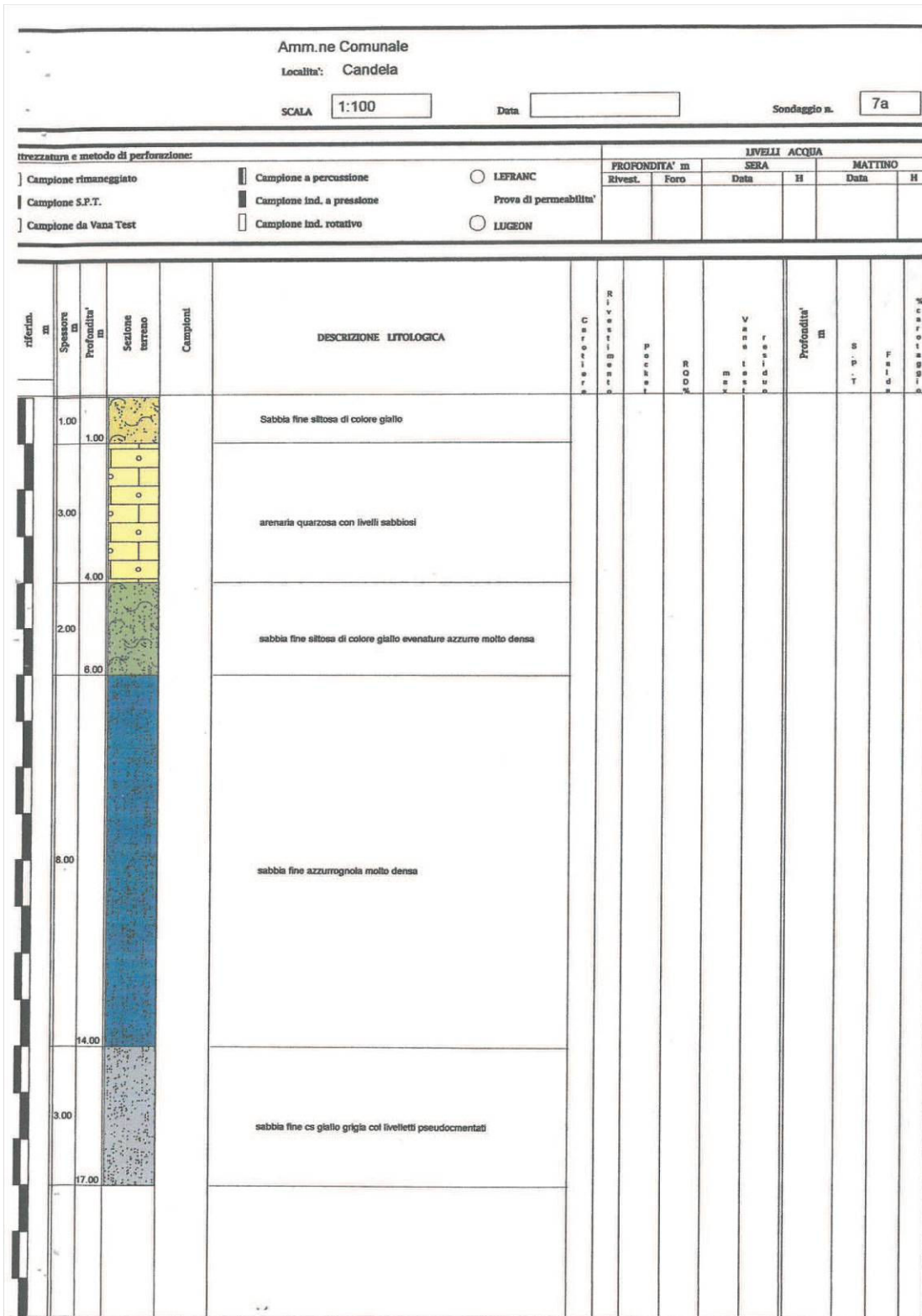
La Foto 5 evidenzia chiaramente come le configurazioni a valle dell'area fortemente incisa, il cui limite verso valle corrisponde alla confluenza dei tre solchi di monte (nella foto in corrispondenza della curva della stradina sterrata al centro del fotogramma) in un unico solco erosivo, peraltro poco profondo, che si sviluppa a valle dell'area.

APPENDICE B

DOCUMENTAZIONE STRATIGRAFICA RELATIVA ALLE CINQUE AREE PERIMETRATE PG3

SONDAGGI DI RIFERIMENTO FrA1

AMM.NE COMUNALE Località: CANDELA														
SCALA		1:200		Data		Sondaggio n.		9prg						
attrezzatura e metodo di perforazione: Campione rimaneggiato <input type="checkbox"/> Campione a percussione <input type="checkbox"/> LEFRANC Campione S.P.T. <input type="checkbox"/> Campione ind. a pressione <input type="checkbox"/> Prova di permeabilità Campione da Vana Test <input type="checkbox"/> Campione ind. rotativo <input type="checkbox"/> LUZEON					LIVELLI ACQUA									
					PROFONDITA' m		SERA		MATTINO					
					Rivest.	Foro	Data	H	Data	H				
riferim. m	Spessore m	Profondità m	Sezione terreno	Campioni	DESCRIZIONE LITOLOGICA	C a r t e r e	R i v e s t i m e n t o	p o c k e t	R O D %	V a n e t e s t e	P r o f o n d i t à m	S P T	F e l d a	% c e r t i f i c a t o
	4.00	4.00	[Pattern]		Limo sabbioso									
		10.00	[Pattern]		argilla grigia									
		14.00	[Pattern]											



Località: CANDELA

SCALA 1:200 Data _____ Sondaggio n. 10prg

Attrezzatura e metodo di perforazione:			LIVELLI ACQUA					
<input type="checkbox"/> Campione rimaneggiato	<input type="checkbox"/> Campione a percussione	<input type="radio"/> LEFRANC	PROFONDITA' m		SERA		MATTINO	
<input type="checkbox"/> Campione S.P.T.	<input type="checkbox"/> Campione ind. a pressione	Prova di permeabilità'	Rivest.	Foro	Data	H	Data	H
<input type="checkbox"/> Campione da Vana Test	<input type="checkbox"/> Campione ind. rotativo	<input type="radio"/> LUIGON						

Quota di riferim. m	Spessore m	Profondità m	Sezione terreno	Campioni	DESCRIZIONE LITOLOGICA	C	R	P	R	V	Profondità m	S	F	%
	4.00	4.00			Limo sabbioso giallastro									
		11.00			sabbia - argillosa									
		15.00												

SONDAGGI DI RIFERIMENTO FrA2

STUDIO geol. G. RAMPINO

Committente: COMUNE DI CANDELA

Via G. MASELLI 16
71021 ACCADIA FG
tel. 0881/981026
studiorampino@libero.it

Località: VIA DELLA RIMEMBRANZA

Scala 1:250

Data inizio/fine:

Sigla: S1

Attrezzatura: SONDA IDRAULICA

Quota dal p.c.(m):

Lunghezza perforazione (m): 30,0

Spe sso (m)	Prof. (m)	Strati grafia	Cam pi oni	DESCRIZIONE	Rivestim.to diam.mm/ prof.m	Carotiere diam.mm/ prof.m	R.Q.D. %	S.P.T.	Vane test (kg/cmq)	Pocket (kg/cmq)	Falda	% caro taggio
0,00	1,00			TERRENO VEGETALE								
5,00	6,00			ARGILLA LIMOSA CAOTICA CON TROVANTI (IN FRANA)								
24,00	30,00			ARGILLA SCAGIOSA GRIGIO VERDASTRA (ARGILLE VARI-COLORI)								

STUDIO geol. G. RAMPINO

Via G. MASELLI 16
71021 ACCADIA FG
tel. 0881/981026
studiorampino@libero.it

Committente: COMUNE DI CANDELA

Località: VIA DELLA RIMEMBRANZA

Scala 1:250

Data inizio/fine:

Sigla: S2

Attrezzatura: SONDA IDRAULICA

Quota dal p.c.(m):

Lunghezza perforazione (m): 30,0

Spe sso re	Prof. (m)	Strati grafia	Cam pi oni	DESCRIZIONE	Rivestim.to diam.mm/ prof.m	Carotiere diam.mm/ prof.m	R.Q.D. %	S.P.T.	Vane test (kg/cmq)	Pocket (kg/cmq)	Falda	% caro taggio
1,00	1,00			TERRENO VEGETALE								
	6,00			ARGILLA LIMOSA CAOTICA CON TROVANTI (IN FRANA)								
	7,00											
	23,00			ARGILLA SCAGIOSA GRIGIO VERDASTRA (ARGILLE VARICOLORI)								
	30,00											

STUDIO geol. G. RAMPINO

Via G. MASELLI 16
71021 ACCADIA FG
tel. 0881/981026
studiorampino@libero.it

Committente: COMUNE DI CANDELA

Località: VIA DELLA RIMEMBRANZA

Scala 1:250

Data inizio/fine:

Sigla: S3

Attrezzatura: SONDA IDRAULICA

Quota dal p.c.(m):

Lunghezza perforazione (m): 30,0

Spe sso re	Prof. (m)	Strati grafia	Cam pi oni	DESCRIZIONE	Rivestim.to diam.mm/ prof.m	Carotiere diam.mm/ prof.m	R.Q.D. %	S.P.T.	Vane test (kg/cmq)	Pocket (kg/cmq)	Falda	% caro taggio
1,00	1,00			TERRENO VEGETALE								
3,00	4,00			ARGILLA SCAGLIOSA ALTERATA				6,0 32				
26,00	30,00			ARGILLA SCAGIOSA GRIGIO VERDASTRA (ARGILLE VARICOLORI)				15,0 32				

SONDAGGI DI RIFERIMENTO FrA3

AMM.NE COMUNALE	
Località: CANDELA	
SCALA 1:200	Data <input type="text"/> Sondaggio n. 1prg

Attrezzatura e metodo di perforazione:		LIVELLI ACQUA			
<input type="checkbox"/> Campione rimaneggiato	<input type="checkbox"/> Campione a percussione	PROFONDITA' m		SERA	
<input type="checkbox"/> Campione S.P.T.	<input type="checkbox"/> Campione ind. a pressione	Rivest.	Foro	Data	H
<input type="checkbox"/> Campione da Vana Test	<input type="checkbox"/> Campione ind. rotativo	Prova di permeabilità		Data	H
		LEFRANC			
		LUGEON			

Valore di riferim. m	Spessore m	Profondità m	Sezione terreno	Campioni	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Rivestimento	Circuito	Percorso	R.O.D. %	V. S. T. %	Profondità m	S. P. T.	F. S. I. D. a	% c. a. r. o. t. e. s. s. i. n. a
	1.50	1.50	△		Detrito									
	2.50		○		arenarie									
	4.00		○											
	3.00		○		puddinghe									
	7.00		○											

AMM.NE COMUNALE														
Località: CANDELA														
SCALA <input type="text" value="1:200"/>			Data <input type="text"/>			Sondaggio n. <input type="text" value="2prg"/>								
rezzatura e metodo di perforazione: <input type="checkbox"/> Campione a percussione <input type="radio"/> LEFRANC <input type="checkbox"/> Campione S.P.T. <input type="checkbox"/> Prova di permeabilità <input type="checkbox"/> Campione da Vana Test <input type="checkbox"/> Campione ind. rotativo <input type="radio"/> LUGEON						LIVELLI ACQUA								
						PROFONDITA' m		SERE		MATTINO				
						Rivest.	Foro	Data	H	Data	H			
riferim. m	Spessore m	Profondità m	Sezione terreno	Campioni	DESCRIZIONE LITOLOGICA	C a r a t t e r i z z a	R i v e s t i m e n t o	P e r c u s s i o n e	R O D D %	V a n e t e s t e	P r o f o n d i t à m	S P T	F a l d a	% c o e f f i c i e n t e
	1.00	1.00			Detrito									
	2.00	3.00			argille sabbiose - alterate									
	1.00	4.00			conglomerato sciolto									
	2.00	6.00			arenarie									

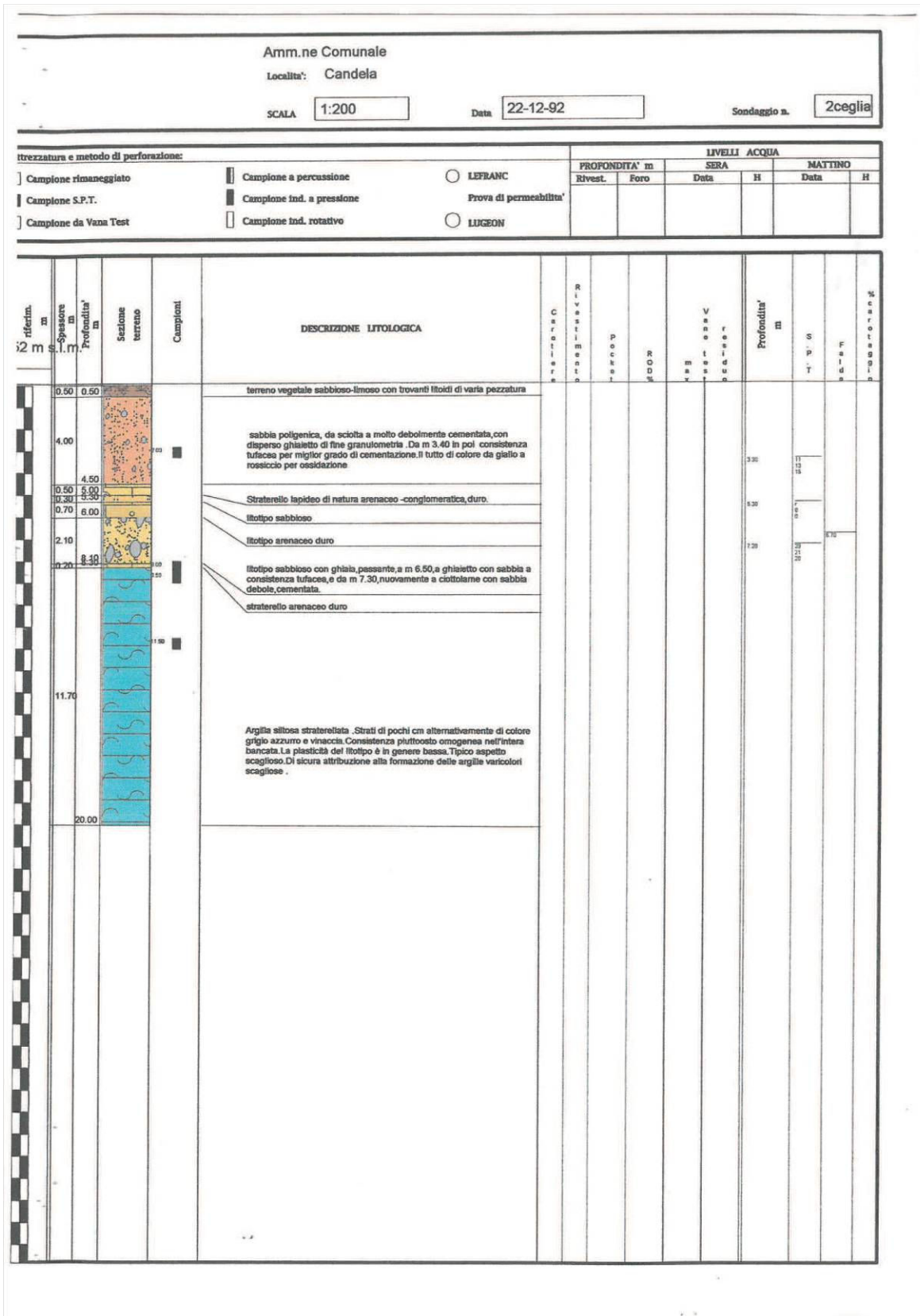
AMM.NE COMUNALE Località: CANDELA SCALA <input type="text" value="1:200"/> Data <input type="text"/> Sondaggio n. <input type="text" value="3prg"/>									
rezzatura e metodo di perforazione: Campione rimaneggiato <input type="checkbox"/> Campione a percussione <input type="checkbox"/> LEFRANC Campione S.P.T. <input type="checkbox"/> Campione ind. a pressione <input type="checkbox"/> Prova di permeabilità Campione da Vana Test <input type="checkbox"/> Campione ind. rotativo <input type="checkbox"/> LUGEON					LIVELLI ACQUA PROFONDITA' m Rivest. Foro Sera Mattino Data H Data H				
riferim. m	Spessore m	Profondità m	Sezione terreno	Campioni	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Caratterizz. Rivestim. Pochi ROD % Vane r s i d u o	Profondità H	S.P.T.	Fald % car t a g g i a
	8.00	8.00			Limo sabbio-argilloso				
	8.00	16.00			argilla gialla - sabbiosa				

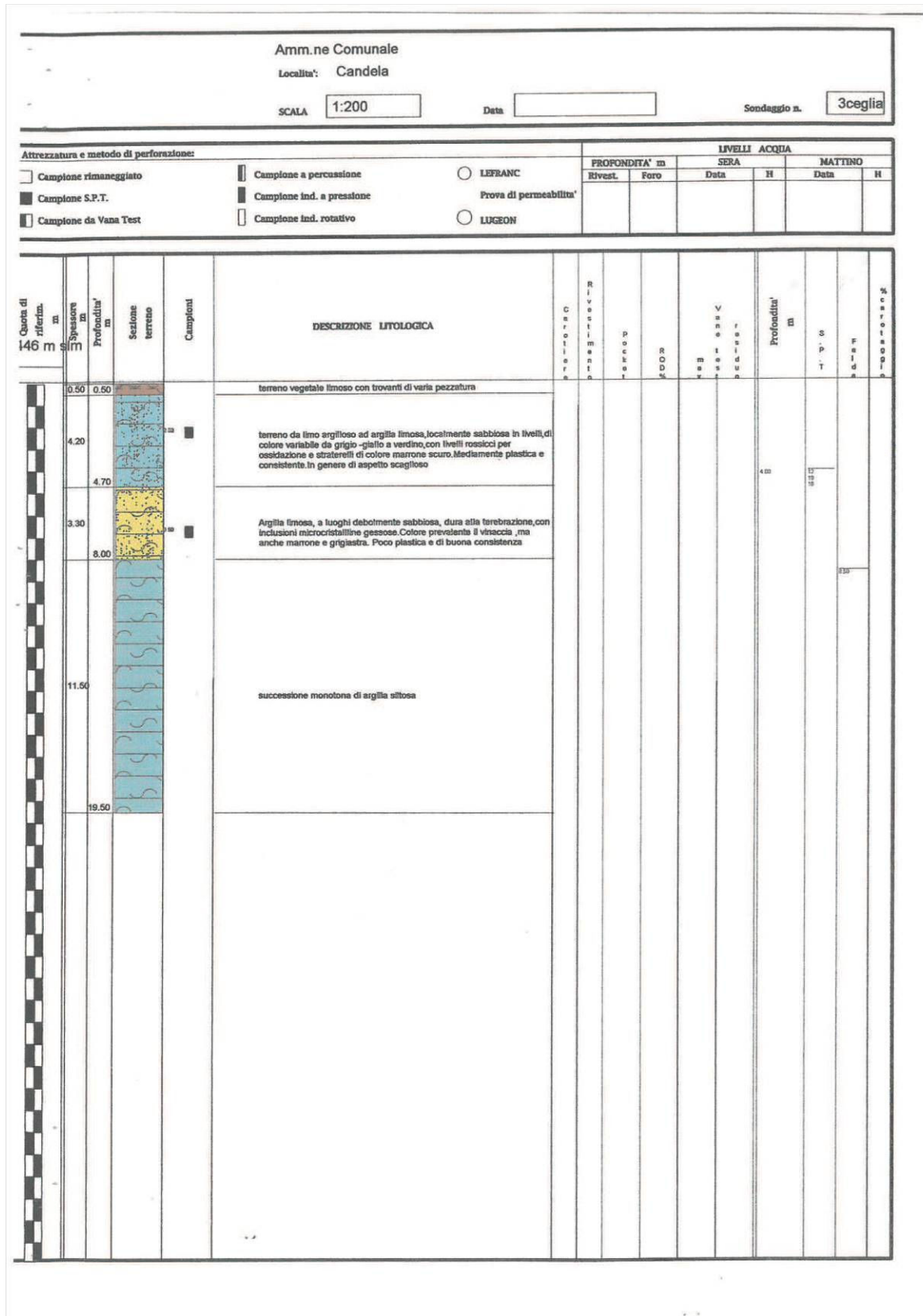
SONDAGGI DI RIFERIMENTO FrA4

AMM.NE COMUNALE	
Località: CANDELA	
SCALA 1:200	Data <input type="text"/>
Sondaggio n. 1cegla	

rezzatura e metodo di perforazione:		LIVELLI ACQUA						
Campione rimaneggiato <input type="checkbox"/> Campione S.P.T. <input type="checkbox"/> Campione da Vana Test <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Campione a percussione <input type="checkbox"/> Campione ind. a pressione <input type="checkbox"/> Campione ind. rotativo	<input type="radio"/> LEFRANC Prova di permeabilità <input type="radio"/> LUGEON	PROFONDITA' m		SERA		MATTINO	
			Eivest.	Foro	Data	H	Data	H

riferim. m	Spessore m	Profondità m	Sezione terreno	Campioni	DESCRIZIONE LITOLOGICA	R i v e s t i m e t r o	P o c k e t	R O D M	V a n e s s i e d u c i o n e	P r o f o n d i t à m	S P T	F a s i d e	% c a r b o n i s c i o
1.20		2.40			Argille marnose passanti a marna dure, di colore grigio-rossiccio, fratturate, con fratture riempite di calcite secondaria					2.20			
3.60		6.00			Argille debolmente marnose, a luoghi sabbiose, in genere limose di colore prevalentemente marrone, sottilmente stratificate, in strati di pochi cm. Rare fratture macroscopiche, ma a struttura in generale di tipo scaglioso. In genere mediamente consistenti.					3.10			
1.50		7.50			Argilla scagliosa di colore grigio-ferro di media plasticità. Passaggio per intercalazioni alle sottostanti								
3.50		11.00			Argille da debolmente sabbiose a debolmente marnose, di colore alternativamente grigio-azzurro e vinaccia. Asciutte e di buona consistenza. Di bassa plasticità								
0.40		11.40			Calcere marnoso a consistenza tipicamente lapidea, fratturato e di colore grigio								
6.40		17.80			Argille grigio-azzurre alternate a vinaccia, con le stesse caratteristiche dei litotipi a sigle Aa e Av								
0.40		18.20			Calcere marnoso analogo al soprastante litotipo Cm								
2.00		20.20			Soltro litotipo argilloso di colore alternativamente grigio-azzurro e vinaccia, con le medesime caratteristiche di cui sopra. Vi è uno straterello di 70 cm di calcere marnoso a metà intervallo.								





SONDAGGI DI RIFERIMENTO FrA5

APPENDICE C

VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALI: Aree Fr1 e Fr5: RELAZIONE METODOLOGICA

RELAZIONE DI CALCOLO

Definizione

Per pendio s'intende una porzione di versante naturale il cui profilo originario è stato modificato da interventi artificiali rilevanti rispetto alla stabilità. Per frana s'intende una situazione di instabilità che interessa versanti naturali e coinvolgono volumi considerevoli di terreno.

Introduzione all'analisi di stabilità

La risoluzione di un problema di stabilità richiede la presa in conto delle equazioni di campo e dei legami costitutivi. Le prime sono di equilibrio, le seconde descrivono il comportamento del terreno. Tali equazioni risultano particolarmente complesse in quanto i terreni sono dei sistemi multifase, che possono essere ricondotti a sistemi monofase solo in condizioni di terreno secco, o di analisi in condizioni drenate.

Nella maggior parte dei casi ci si trova a dover trattare un materiale che se saturo è per lo meno bifase, ciò rende la trattazione delle equazioni di equilibrio notevolmente complicata. Inoltre è praticamente impossibile definire una legge costitutiva di validità generale, in quanto i terreni presentano un comportamento non-lineare già a piccole deformazioni, sono anisotropi ed inoltre il loro comportamento dipende non solo dallo sforzo deviatorico ma anche da quello normale. A causa delle suddette difficoltà vengono introdotte delle ipotesi semplificative:

- (a) Si usano leggi costitutive semplificate: modello rigido perfettamente plastico. Si assume che la resistenza del materiale sia espressa unicamente dai parametri coesione (c) e angolo di resistenza al taglio (τ), costanti per il terreno e caratteristici dello stato plastico; quindi si suppone valido il criterio di rottura di Mohr-Coulomb.
- (b) In alcuni casi vengono soddisfatte solo in parte le equazioni di equilibrio.

Metodo equilibrio limite (LEM)

Il metodo dell'equilibrio limite consiste nello studiare l'equilibrio di un corpo rigido, costituito dal pendio e da una superficie di scorrimento di forma qualsiasi (linea retta, arco di cerchio, spirale logaritmica); da tale equilibrio vengono calcolate le tensioni da taglio (τ) e confrontate con la resistenza disponibile (τ_f), valutata secondo il criterio di rottura di *Coulomb*, da tale confronto ne scaturisce la prima indicazione sulla stabilità attraverso il coefficiente di sicurezza $F = \tau_f / \tau$.

Tra i metodi dell'equilibrio limite alcuni considerano l'equilibrio globale del corpo rigido (*Culman*), altri a causa della non omogeneità dividono il corpo in conci considerando l'equilibrio di ciascuno (*Fellenius, Bishop, Janbu ecc.*).

Di seguito vengono discussi i metodi dell'equilibrio limite dei conci.

Metodo dei conci

La massa interessata dallo scivolamento viene suddivisa in un numero conveniente di conci. Se il numero dei conci è pari a n , il problema presenta le seguenti incognite:

- n valori delle forze normali N_i agenti sulla base di ciascun concio;
- n valori delle forze di taglio alla base del concio T_i
- $(n-1)$ forze normali E_i agenti sull'interfaccia dei conci;
- $(n-1)$ forze tangenziali X_i agenti sull'interfaccia dei conci;
- n valori della coordinata a che individua il punto di applicazione delle E_i ;
- $(n-1)$ valori della coordinata che individua il punto di applicazione delle X_i ;
- una incognita costituita dal fattore di sicurezza F .

Complessivamente le incognite sono $(6n-2)$.

Le equazioni a disposizione sono:

- Equazioni di equilibrio dei momenti n
- Equazioni di equilibrio alla traslazione verticale n
- Equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale n
- Equazioni relative al criterio di rottura n
- Totale numero di equazioni $4n$

Il problema è staticamente indeterminato ed il grado di indeterminazione è pari a

$$i = (6n-2)-(4n) = 2n-2.$$

Il grado di indeterminazione si riduce ulteriormente a $(n-2)$ in quando si fa l'assunzione che N_i sia applicato nel punto medio della striscia, ciò equivale ad ipotizzare che le tensioni normali totali siano uniformemente distribuite.

I diversi metodi che si basano sulla teoria dell'equilibrio limite si differenziano per il modo in cui vengono eliminate le $(n-2)$ indeterminazioni.

Metodo di BELL (1968)

Le forze agenti sul corpo che scivola includono il peso effettivo del terreno, W , le forze sismiche pseudostatiche orizzontali e verticali $K_x W$ e $K_z W$, le forze orizzontali e verticali X e Z applicate esternamente al profilo del pendio, infine, la risultante degli sforzi totali normali e di taglio N e T agenti sulla superficie potenziale di scivolamento.

Lo sforzo totale normale può includere un eccesso di pressione dei pori u che deve essere specificata con l'introduzione dei parametri di forza efficace.

In pratica questo metodo può essere considerato come un'estensione del metodo del cerchio di attrito per sezioni omogenee precedentemente descritto da *Taylor*.

In accordo con la legge della resistenza di *Mohr-Coulomb* in termini di tensione efficace, la forza di taglio agente sulla base dell' i -esimo concio è data da:

$$T_i = \frac{c_i L_i + (N_i - u_{ci} L_i) \tan \phi_i}{F}$$

in cui

F = il fattore di sicurezza;

c_i = la coesione efficace (o totale) alla base dell' i -esimo concio;

Φ_i = l'angolo di attrito efficace (= 0 con la coesione totale) alla base dell' i -esimo concio;

L_i = la lunghezza della base dell' i -esimo concio;

u_{ci} = la pressione dei pori al centro della base dell' i -esimo concio.

L'equilibrio risulta uguagliando a zero la somma delle forze orizzontali, la somma delle forze verticali e la somma dei momenti rispetto all'origine.

Viene adottata la seguente assunzione sulla variazione della tensione normale agente sulla potenziale superficie di scorrimento:

$$\sigma_{ci} = \left[C_1 (1 - K_z) \frac{W_i \cos \alpha_i}{L_i} \right] + C_2 f(x_{ci}, y_{ci}, z_{ci})$$

in cui il primo termine dell'equazione include l'espressione:

$W_i \cos \Phi_i / L_i$ = valore dello sforzo normale totale associato con il metodo ordinario dei conci.

Il secondo termine dell'equazione include la funzione:

$$f = \sin 2\pi \left(\frac{x_n - x_{ci}}{x_n - x_0} \right)$$

Dove x_0 ed x_n sono rispettivamente le ascisse del primo e dell'ultimo punto della superficie di scorrimento, mentre x_{ci} rappresenta l'ascissa del punto medio della base del concio i -esimo.

Una parte sensibile di riduzione del peso associata con una accelerazione verticale del terreno $K_z g$ può essere trasmessa direttamente alla base e ciò è incluso nel fattore $(1 - K_z)$.

Lo sforzo normale totale alla base di un concio è dato da:

$$N_i = \sigma_{ci} L_i$$

La soluzione delle equazioni di equilibrio si ricava risolvendo un sistema lineare di tre equazioni ottenute moltiplicando le equazioni di equilibrio per il fattore di sicurezza F , sostituendo l'espressione di N_i e moltiplicando ciascun termine della coesione per un coefficiente arbitrario C_3 .

Si assume una relazione di linearità tra detto coefficiente, determinabile tramite la regola di Cramer, ed il fattore di sicurezza F . Il corretto valore di F può essere ottenuto dalla formula di interpolazione lineare:

$$F = F(2) + \left(\frac{1 - C_3(2)}{C_3(2) - C_3(1)} \right) (F(2) - F(1))$$

dove i numeri in parentesi (1) e (2) indicano i valori iniziale e successivo dei parametri F e C_3 .

Qualsiasi coppia di valori del fattore di sicurezza nell'intorno di una stima fisicamente ragionevole può essere usata per iniziare una soluzione iterativa.

Il numero necessario di iterazioni dipende sia dalla stima iniziale sia dalla desiderata precisione della soluzione; normalmente, il processo converge rapidamente.

VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

Nelle verifiche agli Stati Limite Ultimi la stabilità dei pendii nei confronti dell'azione sismica viene eseguita con il metodo pseudo-statico. Per i terreni che sotto l'azione di un carico ciclico possono sviluppare pressioni interstiziali elevate viene considerato un aumento in percento delle pressioni neutre che tiene conto di questo fattore di perdita di resistenza.

Ai fini della valutazione dell'azione sismica, nelle verifiche agli stati limite ultimi, vengono considerate le seguenti forze statiche equivalenti:

$$F_H = K_o \cdot W$$

$$F_V = K_v \cdot W$$

Essendo:

- F_H e F_V rispettivamente la componente orizzontale e verticale della forza d'inerzia applicata al baricentro del concio;
- W : peso concio
- K_o : Coefficiente sismico orizzontale
- K_v : Coefficiente sismico verticale.

Calcolo coefficienti sismici

Le NTC 2008 calcolano i coefficienti K_o e K_v in dipendenza di vari fattori:

$$K_o = \beta_s \times (a_{\max}/g)$$

$$K_v = \pm 0,5 \times K_o$$

Con:

- β_s coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;
- a_{\max} accelerazione orizzontale massima attesa al sito;
- g accelerazione di gravità.

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{\max} = S_S S_T a_g$$

- S_S (effetto di amplificazione stratigrafica): $0.90 \leq S_S \leq 1.80$; è funzione di F_0 (Fattore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e della categoria di suolo (A, B, C, D, E).
- S_T (effetto di amplificazione topografica).

Il valore di S_T varia con il variare delle quattro categorie topografiche introdotte:

$$T1(S_T = 1.0) \quad T2(S_T = 1.20) \quad T3(S_T = 1.20) \quad T4(S_T = 1.40).$$

Questi valori sono calcolati come funzione del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R = -V_R / \ln(1 - PVR)$$

Con V_R vita di riferimento della costruzione e PVR probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso V_R dovrà essere maggiore o uguale a 35 anni.

Con l'OPCM 3274 e successive modifiche, i coefficienti sismici orizzontale K_o e verticale K_v che interessano tutte le masse vengono calcolati come:

$$K_o = S \quad (a_g/g) \quad K_v = 0.5 \cdot K_o$$

S: fattore dipendente dal tipo di suolo secondo lo schema:

tipo A - $S=1$;

tipo B - $S=1.25$;

tipo C - $S=1.25$;

tipo E - $S=1.25$;

tipo D - $S=1.35$.

Per pendii con inclinazione superiore a 15° e dislivello superiore a 30 m, l'azione sismica deve essere incrementata moltiplicandola per il coefficiente di amplificazione topografica S_T :

- $S_T \geq 1,2$ per siti in prossimità del ciglio superiore di pendii scoscesi isolati;
- $S_T \geq 1,4$ per siti prossimi alla sommità di profili topografici aventi larghezza in testa molto inferiore alla larghezza alla base e pendenza media $> 30^\circ$; $S_T \geq 1,2$ per siti dello stesso tipo ma pendenza media inferiore.

L'applicazione del D.M. 88 e successive modifiche ed integrazioni è consentito mediante l'inserimento del coefficiente sismico orizzontale K_o in funzione delle Categorie Sismiche secondo il seguente schema: I Cat. $K_o=0.1$; II Cat. $K_o=0.07$; III Cat. $K_o=0.04$

Per l'applicazione dell'Eurocodice 8 (progettazione geotecnica in campo sismico) il coefficiente sismico orizzontale viene così definito:

$$K_o = a_{gR} \cdot \gamma_I \cdot S / (g)$$

- a_{gR} : accelerazione di picco di riferimento su suolo rigido affiorante,

- γ_I : fattore di importanza;
- S: soil factor e dipende dal tipo di terreno (da A ad E).

$$a_g = a_{gR} \cdot \gamma_I$$

è la “design ground acceleration on type A ground”.

Il coefficiente sismico verticale K_V è definito in funzione di K_O , e vale:

$$K_V = \pm 0.5 \cdot K_O$$

Ricerca della superficie di scorrimento critica

In presenza di mezzi omogenei non si hanno a disposizione metodi per individuare la superficie di scorrimento critica ed occorre esaminarne un numero elevato di potenziali superfici.

Nel caso vengano ipotizzate superfici di forma circolare, la ricerca diventa più semplice, in quanto dopo aver posizionato una maglia dei centri costituita da m righe e n colonne saranno esaminate tutte le superfici aventi per centro il generico nodo della maglia $m \times n$ e raggio variabile in un determinato range di valori tale da esaminare superfici cinematicamente ammissibili.

APPENDICE D

VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALI Aree Fr1 e Fr5:

TABULATI DI CALCOLO SEZIONI S1Fr1-S2Fr1 e S1Fr5-S2Fr5

Analisi di stabilità SEZIONE S1Fr1 superf. critica con BELL

Numero di strati	1,0
Numero dei conci	10,0
Coefficiente di sicurezza [R2]	1,3
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	9,4 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	108,45 m
Ascissa vertice destro superiore xs	145,42 m
Ordinata vertice destro superiore ys	247,41 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	20,0
Numero di celle lungo y	20,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]
Dati generali

Descrizione:	zona campo sportivo sud
Latitudine:	41,14
Longitudine:	15,51
Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	50,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	E
Categoria topografica:	T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,53	2,48	0,3
S.L.D.	50,0	0,7	2,5	0,32
S.L.V.	475,0	2,16	2,43	0,41
S.L.C.	975,0	3,01	2,38	0,42

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	1,0176	0,2	0,0208	0,0104

S.L.D.	1,344	0,2	0,0274	0,0137
S.L.V.	3,6579	0,28	0,1044	0,0522
S.L.C.	4,3214	0,28	0,1234	0,0617

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,104
 Coefficiente azione sismica verticale 0,052

Vertici profilo

N	X m	y m
1	0,0	0,0
2	8,3	2,0
3	29,5	6,0
4	59,1	6,0
5	75,9	9,0
6	104,1	14,0
7	127,2	19,0
8	156,3	24,0
9	189,7	29,0
10	209,7	34,0
11	228,7	39,0
12	246,3	44,0
13	264,2	49,0

Stratigrafia

c: coesione; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo;

Strato	c (kg/cm ²)	Fi (°)	G (Kg/m ³)	Gs (Kg/m ³)	Litologi a
1	0	25	1800	1900	sabbia e aren

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato 1,36
 Ascissa centro superficie 97,81 m
 Ordinata centro superficie 136,24 m
 Raggio superficie 120,88 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio ; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

Analisi dei conci. Superficie...xc = 97,814 yc = 136,24 Rc = 120,876 Fs=1,3601

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0,81	10,4	0,82	20,11	2,09	1,05	0,0	25,0	0,0	-8,3	-2,8
2	0,81	10,8	0,82	54,17	5,63	2,82	0,0	25,0	0,0	-1,7	-0,6
3	0,81	11,2	0,82	79,99	8,32	4,16	0,0	25,0	0,0	3,9	1,3
4	0,81	11,6	0,82	97,55	10,14	5,07	0,0	25,0	0,0	8,5	2,9
5	0,81	12,0	0,82	106,83	11,11	5,56	0,0	25,0	0,0	11,8	4,1
6	0,81	12,4	0,83	107,78	11,21	5,6	0,0	25,0	0,0	13,8	4,7
7	0,81	12,8	0,83	100,37	10,44	5,22	0,0	25,0	0,0	14,2	4,9
8	0,81	13,1	0,83	84,55	8,79	4,4	0,0	25,0	0,0	13,0	4,5
9	0,81	13,5	0,83	60,3	6,27	3,14	0,0	25,0	0,0	10,0	3,4
10	0,81	13,9	0,83	27,56	2,87	1,43	0,0	25,0	0,0	4,9	1,7

Analisi di stabilità SEZIONE S1Fr1 superficie zona bassa con BELL

Numero di strati	1,0
Numero dei conci	10,0
Coefficiente di sicurezza [R2]	1,3
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	9,4 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	108,45 m
Ascissa vertice destro superiore xs	145,42 m
Ordinata vertice destro superiore ys	247,41 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	20,0
Numero di celle lungo y	20,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]
Dati generali

Descrizione:	zona campo sportivo sud
Latitudine:	41,14
Longitudine:	15,51
Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	50,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	E
Categoria topografica:	T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,53	2,48	0,3
S.L.D.	50,0	0,7	2,5	0,32
S.L.V.	475,0	2,16	2,43	0,41
S.L.C.	975,0	3,01	2,38	0,42

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	1,0176	0,2	0,0208	0,0104
S.L.D.	1,344	0,2	0,0274	0,0137

S.L.V.	3,6579	0,28	0,1044	0,0522
S.L.C.	4,3214	0,28	0,1234	0,0617

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,104
 Coefficiente azione sismica verticale 0,052

Vertici profilo

N	X m	y m
1	0,0	0,0
2	8,3	2,0
3	29,5	6,0
4	59,1	6,0
5	75,9	9,0
6	104,1	14,0
7	127,2	19,0
8	156,3	24,0
9	189,7	29,0
10	209,7	34,0
11	228,7	39,0
12	246,3	44,0
13	264,2	49,0

Stratigrafia

c: coesione; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo

Strato	c (kg/cm ²)	Fi (°)	G (Kg/m ³)	Gs (Kg/m ³)	Litologi a
1	0	25	1800	1900	sabbia e aren

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato **1,36**
 Ascissa centro superficie 97,81 m
 Ordinata centro superficie 136,24 m
 Raggio superficie 120,88 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio ; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

Analisi dei conchi. Superficie...xc = 87,613 yc = 111,92 Rc = 104,374 Fs=1,5363

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	2,61	-7,2	2,63	1903,68	197,98	98,99	0,0	25,0	0,0	698,1	211,9
2	10,51	-3,6	10,53	41330,91	4298,422	149,21	0,0	25,0	0,0	-20016,5	-6075,6
3	6,56	1,1	6,56	45778,9	4761,01	2380,5	0,0	25,0	0,0	7866,9	2387,9
4	6,56	4,7	6,58	55528,77	5774,99	2887,5	0,0	25,0	0,0	29677,8	9008,1
5	4,57	7,8	4,62	41785,97	4345,742	172,87	0,0	25,0	0,0	25203,0	7649,9
6	8,55	11,5	8,72	81416,96	8467,364	233,68	0,0	25,0	0,0	130824,1	39709,2
7	6,56	15,7	6,82	60205,47	6261,373	130,69	0,0	25,0	0,0	102669,6	31163,4
8	7,99	20,0	8,51	62347,1	6484,132	242,05	0,0	25,0	0,0	165934,1	50366,2
9	5,12	23,8	5,6	27708,43	2881,681	1440,84	0,0	25,0	0,0	57528,7	17461,8
10	6,56	27,4	7,39	14281,19	1485,24	742,62	0,0	25,0	0,0	44422,4	13483,6

Analisi di stabilità SEZIONE S2Fr1 superf. critica con BELL

Numero di strati	1,0
Numero dei conci	10,0
Coefficiente di sicurezza [R2]	1,3
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	9,4 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	108,45 m
Ascissa vertice destro superiore xs	145,42 m
Ordinata vertice destro superiore ys	247,41 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	20,0
Numero di celle lungo y	20,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]
Dati generali

Descrizione:	zona campo sportivo nord
Latitudine:	41,14
Longitudine:	15,51
Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	50,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	E
Categoria topografica:	T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,53	2,48	0,3
S.L.D.	50,0	0,7	2,5	0,32
S.L.V.	475,0	2,16	2,43	0,41
S.L.C.	975,0	3,01	2,38	0,42

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	1,0176	0,2	0,0208	0,0104
S.L.D.	1,344	0,2	0,0274	0,0137

S.L.V.	3,6579	0,28	0,1044	0,0522
S.L.C.	4,3214	0,28	0,1234	0,0617

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,104
 Coefficiente azione sismica verticale 0,052

Vertici profilo

N	X m	y m
1	0,0	0,0
2	16,1	5,0
3	27,9	10,0
4	49,7	15,0
5	74,6	20,0
6	100,6	25,0
7	122,2	30,0
8	145,6	35,0
9	185,8	40,0
10	219,5	45,0
11	258,1	50,0
12	297,9	55,0

Stratigrafia

c: coesione; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo;

Strato	c (kg/cm ²)	Fi (°)	G (Kg/m ³)	Gs (Kg/m ³)	Litologia
1	0.4	15	1900	1950	limo sabbioso

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato **1,31**
 Ascissa centro superficie 104,62 m
 Ordinata centro superficie 247,41 m
 Raggio superficie 260,63 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio ; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

Analisi dei concii. Superficie...xc = 104,615 yc = 247,413 Rc = 260,626 Fs=1,3125

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	4,0	-20,3	4,26	10406,0	1082,22	541,11	0,4	15,0	0,0	24264,4	17134,9
2	11,8	-18,5	12,44	163051,8	16957,39	8478,7	0,4	15,0	0,0	-476385,0	-61290,7
3	21,8	-14,6	22,53	715167,1	74377,38	37188,69	0,4	15,0	0,0	-3519163,0	-651981,4
4	24,9	-9,4	25,24	1288270,0	133980,06	6990,02	0,4	15,0	0,0	-4636072,0	-870544,8
5	26,0	-3,7	26,06	1736765,0	180623,69	0311,79	0,4	15,0	0,0	-2520319,0	-435273,4
6	21,6	1,5	21,61	1667246,0	173393,58	6696,77	0,4	15,0	0,0	975550,9	264979,3
7	23,4	6,5	23,55	1959031,0	203739,21	01869,6	0,4	15,0	0,0	4832263,0	1057791,0
8	40,2	13,6	41,36	3318996,0	345175,51	72587,8	0,4	15,0	0,0	29496570,0	6144066,0
9	33,7	22,2	36,39	2341736,0	243540,51	21770,3	0,4	15,0	0,0	29298750,0	6083873,0
10	58,07	33,9	69,94	2055948,0	213818,61	06909,3	0,4	15,0	0,0	72905320,0	15060180,0

Analisi di stabilità SEZIONE S2Fr1 superficie zona bassa con BELL

Numero di strati	1,0
Numero dei conci	10,0
Coefficiente di sicurezza [R2]	1,3
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	9,4 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	108,45 m
Ascissa vertice destro superiore xs	145,42 m
Ordinata vertice destro superiore ys	247,41 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	20,0
Numero di celle lungo y	20,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]
Dati generali

Descrizione:	zona campo sportivo nord
Latitudine:	41,14
Longitudine:	15,51
Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	50,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	E
Categoria topografica:	T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,53	2,48	0,3
S.L.D.	50,0	0,7	2,5	0,32
S.L.V.	475,0	2,16	2,43	0,41
S.L.C.	975,0	3,01	2,38	0,42

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	1,0176	0,2	0,0208	0,0104
S.L.D.	1,344	0,2	0,0274	0,0137

S.L.V.	3,6579	0,28	0,1044	0,0522
S.L.C.	4,3214	0,28	0,1234	0,0617

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,104
 Coefficiente azione sismica verticale 0,052

Vertici profile

N	X m	y m
1	0,0	0,0
2	16,1	5,0
3	27,9	10,0
4	49,7	15,0
5	74,6	20,0
6	100,6	25,0
7	122,2	30,0
8	145,6	35,0
9	185,8	40,0
10	219,5	45,0
11	258,1	50,0
12	297,9	55,0

Stratigrafia

c: coesione; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo;

Strato	c (kg/cm ²)	Fi (°)	G (Kg/m ³)	Gs (Kg/m ³)	Litologia
1	0.4	15	1900	1950	limo sabbioso

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato 1,31
 Ascissa centro superficie 104,62 m
 Ordinata centro superficie 247,41 m
 Raggio superficie 260,63 m

Analisi dei conci. Superficie...xc = 33,203 yc = 132,765 Rc = 134,184 Fs=1,5604

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	11,05	-9,7	11,21	58392,08	6072,783036,39		0,4	15,0	0,0	-61354,4	17792,2
2	11,8	-4,8	11,84	189455,6	19703,399851,69		0,4	15,0	0,0	-130806,3	7786,7

3	11,17	0,1	11,17	269410,2	28018,6614009,33	0,4	15,0	0,0	33333,6	34346,3
4	10,63	4,8	10,67	297675,3	30958,2315479,12	0,4	15,0	0,0255324,5	71102,6	
5	12,04	9,7	12,22	359833,3	37422,6718711,33	0,4	15,0	0,0669739,5	145876,7	
6	12,86	15,1	13,32	378414,4	39355,119677,55	0,4	15,0	0,01172096,0234222,3		
7	9,82	20,2	10,47	263480,3	27401,9513700,97	0,4	15,0	0,0846584,1	170547,1	
8	16,18	26,3	18,05	339525,7	35310,6717655,34	0,4	15,0	0,02392513,0452302,1		
9	6,5	31,8	7,65	87278,98	9077,014538,51	0,4	15,0	0,0311307,4	70116,0	
10	11,34	36,4	14,09	66814,96	6948,763474,38	0,4	15,0	0,0492328,4	113606,1	

Analisi di stabilità SEZIONE S1Fr5 totale con BELL

Numero di strati	2,0
Numero dei conci	10,0
Coefficiente di sicurezza [R2]	1,3
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	15,53 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	136,89 m
Ascissa vertice destro superiore xs	108,55 m
Ordinata vertice destro superiore ys	216,49 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	20,0
Numero di celle lungo y	20,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]
Dati generali

Descrizione:	zona SP sud
Latitudine:	41,14
Longitudine:	15,52
Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	50,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	E
Categoria topografica:	T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,53	2,49	0,3
S.L.D.	50,0	0,7	2,5	0,32
S.L.V.	475,0	2,16	2,43	0,41
S.L.C.	975,0	3,02	2,38	0,42

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	1,0176	0,2	0,0208	0,0104
S.L.D.	1,344	0,2	0,0274	0,0137

S.L.V.	3,6579	0,28	0,1044	0,0522
S.L.C.	4,326	0,28	0,1235	0,0618

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,104
 Coefficiente azione sismica verticale 0,052

Vertici profile

N	X m	y m
1	0,0	0,0
2	17,8	5,0
3	39,5	10,0
4	54,0	15,0
5	71,9	20,0
6	88,0	25,0
7	102,6	30,0
8	125,8	35,0
9	138,5	40,0
10	157,1	45,0
11	164,0	48,0

Vertici strato1

N	X m	y m
1	0,0	-10,0
2	17,8	-5,0
3	39,5	0,0
4	54,0	5,0
5	71,9	10,0
6	88,0	15,0
7	102,6	20,0
8	125,8	25,0
9	138,5	30,0
10	157,1	35,0
11	164,0	38,0

Stratigrafia

c: coesione; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm ²)	Fi (°)	G (Kg/m ³)	Gs (Kg/m ³)	Litologia
1	0.29	14	1900	1950	Limo argilloso
2	0.32	24	2000	2000	argilla azzurra

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1,31
Ascissa centro superficie	20,18 m
Ordinata centro superficie	176,69 m
Raggio superficie	174,43 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio ; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

Analisi dei concii. Superficie...xc = 20,184 yc = 176,692 Rc = 174,425 Fs=1,3132

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	8,52	-2,2	8,52	22828,28	2374,141187,07	0,29	14,0	0,0	4995,4	19756,7	
2	13,67	1,5	13,67	110401,2	11481,735740,86	0,29	14,0	0,0	50763,5	39820,4	
3	8,03	5,0	8,06	93639,71	9738,534869,27	0,29	14,0	0,0	67384,8	30531,2	
4	14,5	8,8	14,67	225870,2	23490,511745,25	0,29	14,0	0,0461303,5	119602,9		
5	10,75	13,0	11,03	199561,3	20754,3710377,19	0,29	14,0	0,0446822,4	108561,5		
6	7,15	16,0	7,44	135400,2	14081,627040,81	0,29	14,0	0,0251444,3	63539,2		
7	16,1	20,1	17,14	295949,4	30778,7415389,37	0,29	14,0	0,01550676,0329963,3			
8	14,6	25,5	16,18	228316,3	23744,8911872,45	0,29	14,0	0,01416312,0301140,8			
9	6,51	29,4	7,48	73592,27	7653,6 3826,8	0,29	14,0	0,0240975,0	60137,8		
10	11,09	32,8	13,2	53334,91	5546,832773,42	0,29	14,0	0,0339040,6	88865,3		

Analisi di stabilità SEZIONE S1Fr5 parte alta con BELL

Numero di strati	2,0
Numero dei conci	10,0
Coefficiente di sicurezza [R2]	1,3
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	100,8 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	64,28 m
Ascissa vertice destro superiore xs	153,43 m
Ordinata vertice destro superiore ys	175,39 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	20,0
Numero di celle lungo y	20,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]
Dati generali

Descrizione:	zona SP sud
Latitudine:	41,14
Longitudine:	15,52
Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	50,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	E
Categoria topografica:	T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,53	2,49	0,3
S.L.D.	50,0	0,7	2,5	0,32
S.L.V.	475,0	2,16	2,43	0,41
S.L.C.	975,0	3,02	2,38	0,42

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	1,0176	0,2	0,0208	0,0104
S.L.D.	1,344	0,2	0,0274	0,0137
S.L.V.	3,6579	0,28	0,1044	0,0522
S.L.C.	4,326	0,28	0,1235	0,0618

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,104

Coefficiente azione sismica verticale 0,052

Vertici profilo

N	X m	y m
1	0,0	0,0
2	17,8	5,0
3	39,5	10,0
4	54,0	15,0
5	71,9	20,0
6	88,0	25,0
7	102,6	30,0
8	125,8	35,0
9	138,5	40,0
10	157,1	45,0
11	164,0	48,0

Vertici strato1

N	X m	y m
1	0,0	-10,0
2	17,8	-5,0
3	39,5	0,0
4	54,0	5,0
5	71,9	10,0
6	88,0	15,0
7	102,6	20,0
8	125,8	25,0
9	138,5	30,0
10	157,1	35,0
11	164,0	38,0

Stratigrafia

c: coesione; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo;

Strato	c (kg/cm ²)	Fi (°)	G (Kg/m ³)	Gs (Kg/m ³)	Litologia
1	0.29	14	1900	1950	Limo argilloso
2	0.32	24	2000	2000	argilla azzurra

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1,42
Ascissa centro superficie	106,06 m
Ordinata centro superficie	97,61 m
Raggio superficie	74,76 m

Analisi dei conchi. Superficie...xc = 106,061 yc = 97,61 Rc = 74,761 Fs=1,4188

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	7,26	-11,1	7,39	28196,11	2932,4	1466,2	0,29	14,0	0,0	-16023,0	12016,7
2	7,24	-5,4	7,27	76661,79	7972,833	986,41	0,29	14,0	0,0	-29397,4	9624,3
3	7,28	0,1	7,28	109714,3	11410,295	705,15	0,29	14,0	0,0	16156,3	17713,8
4	7,26	5,7	7,29	125877,1	13091,226	545,61	0,29	14,0	0,0	91988,0	30997,9
5	8,67	11,9	8,86	158281,5	16461,288	230,64	0,29	14,0	0,026	3749,4	64063,6
6	5,85	17,7	6,14	108696,6	11304,445	52,22	0,29	14,0	0,018	2705,3	44058,6
7	6,85	22,9	7,44	129468,7	13464,746	732,37	0,29	14,0	0,033	1518,8	72266,9
8	7,66	29,1	8,76	127986,1	13310,556	655,28	0,29	14,0	0,047	8754,8	99790,6
9	7,26	35,9	8,95	83608,34	8695,274	347,63	0,29	14,0	0,038	4110,2	82333,6
10	7,26	43,1	9,94	28333,94	2946,731	1473,37	0,29	14,0	0,016	8307,3	44409,8

Analisi di stabilità SEZIONE S2Fr5 totale con BELL

Numero di strati	2,0
Numero dei conci	10,0
Coefficiente di sicurezza [R2]	1,3
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	15,53 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	136,89 m
Ascissa vertice destro superiore xs	108,55 m
Ordinata vertice destro superiore ys	216,49 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	20,0
Numero di celle lungo y	20,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]
Dati generali

Descrizione:	zona SP nord
Latitudine:	41,14
Longitudine:	15,52
Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	50,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	E
Categoria topografica:	T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,53	2,49	0,3
S.L.D.	50,0	0,7	2,5	0,32
S.L.V.	475,0	2,16	2,43	0,41
S.L.C.	975,0	3,02	2,38	0,42

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	1,0176	0,2	0,0208	0,0104
S.L.D.	1,344	0,2	0,0274	0,0137

S.L.V.	3,6579	0,28	0,1044	0,0522
S.L.C.	4,326	0,28	0,1235	0,0618

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,104
 Coefficiente azione sismica verticale 0,052

Vertici profilo

N	X m	y m
1	0,0	0,0
2	16,3	5,0
3	31,5	10,0
4	48,4	15,0
5	66,3	20,0
6	85,3	25,0
7	119,7	30,0
8	146,7	35,0
9	166,9	40,0

Vertici strato1

N	X m	y m
1	0,0	-10,0
2	16,3	-5,0
3	31,5	0,0
4	48,4	5,0
5	66,3	10,0
6	85,3	15,0
7	119,7	20,0
8	146,7	25,0
9	166,9	30,0

Stratigrafia

c: coesione; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo;

Strato	c (kg/cm ²)	Fi (°)	G (Kg/m ³)	Gs (Kg/m ³)	Litologia
1	0.29	14	1900	1950	Limo argilloso
2	0.32	24	2000	2000	argilla azzurra

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1,39
Ascissa centro superficie	17,86 m
Ordinata centro superficie	158,78 m
Raggio superficie	156,25 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio ; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

Analisi dei concii. Superficie...xc = 17,859 yc = 158,783 Rc = 156,246 Fs=1,3874

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	7,22	-1,9	7,23	17421,42	1811,83	905,91	0,29	14,0	0,0	6579,2	16281,8
2	15,2	2,2	15,21	139952,6	14555,077277,54		0,29	14,0	0,0	91505,8	48217,5
3	5,63	6,0	5,67	79506,41	8268,674134,33		0,29	14,0	0,0	47922,5	20389,5
4	11,27	9,2	11,41	188324,2	19585,729792,86		0,29	14,0	0,0312883,7	79778,5	
5	7,44	12,7	7,63	137097,4	14258,137129,07		0,29	14,0	0,0208124,3	52953,3	
6	10,46	16,1	10,89	196922,1	20479,910239,95		0,29	14,0	0,0529860,8	117089,4	
7	8,24	19,7	8,76	147884,2	15379,957689,98		0,29	14,0	0,0388423,9	87038,7	
8	10,76	23,4	11,72	167418,2	17411,498705,75		0,29	14,0	0,0691555,6	146764,5	
9	7,95	27,2	8,94	87065,09	9054,774527,39		0,29	14,0	0,0315473,3	73312,2	
10	9,35	30,8	10,89	39516,74	4109,742054,87		0,29	14,0	0,0195312,2	54650,1	

Analisi di stabilità SEZIONE S2Fr5 parte alta con BELL

Numero di strati	2,0
Numero dei conci	10,0
Coefficiente di sicurezza [R2]	1,3
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	93,26 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	72,92 m
Ascissa vertice destro superiore xs	157,49 m
Ordinata vertice destro superiore ys	182,19 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	20,0
Numero di celle lungo y	20,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]
Dati generali

Descrizione:	zona SP nord
Latitudine:	41,14
Longitudine:	15,52
Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	50,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	E
Categoria topografica:	T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,53	2,49	0,3
S.L.D.	50,0	0,7	2,5	0,32
S.L.V.	475,0	2,16	2,43	0,41
S.L.C.	975,0	3,02	2,38	0,42

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	1,0176	0,2	0,0208	0,0104

S.L.D.	1,344	0,2	0,0274	0,0137
S.L.V.	3,6579	0,28	0,1044	0,0522
S.L.C.	4,326	0,28	0,1235	0,0618

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,104
 Coefficiente azione sismica verticale 0,052

Vertici profilo

N	X m	y m
1	0,0	0,0
2	16,3	5,0
3	31,5	10,0
4	48,4	15,0
5	66,3	20,0
6	85,3	25,0
7	119,7	30,0
8	146,7	35,0
9	166,9	40,0

Vertici strato1

N	X m	y m
1	0,0	-10,0
2	16,3	-5,0
3	31,5	0,0
4	48,4	5,0
5	66,3	10,0
6	85,3	15,0
7	119,7	20,0
8	146,7	25,0
9	166,9	30,0

Stratigrafia

c: coesione; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo;

Strato	c (kg/cm ²)	Fi (°)	G (Kg/m ³)	Gs (Kg/m ³)	Litologia
1	0.29	14	1900	1950	Limo argilloso
2	0.32	24	2000	2000	argilla azzurra

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1,84
Ascissa centro superficie	93,26 m
Ordinata centro superficie	138,49 m
Raggio superficie	120,95 m

Analisi dei conchi. Superficie...xc = 122,163 yc = 78,387 Rc = 56,717 Fs=1,9888

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	6,46	-21,3	6,94	22637,34	2354,281177,14	0,29	14,0	0,0	-36674,7	4827,2	
2	6,46	-14,4	6,67	59692,18	6207,993103,99	0,29	14,0	0,0	-76968,9	-224,2	
3	8,4	-6,8	8,46	116943,7	12162,146081,07	0,29	14,0	0,0	-91468,3	781,6	
4	4,53	-0,2	4,53	75259,35	7826,973913,49	0,29	14,0	0,0	5470,7	7287,2	
5	6,46	5,4	6,49	116907,6	12158,396079,19	0,29	14,0	0,0	72499,2	18513,6	
6	6,46	12,0	6,61	119514,2	12429,486214,74	0,29	14,0	0,0155474,5	28915,7		
7	9,55	20,5	10,19	161258,0	16770,838385,42	0,29	14,0	0,0528782,0	80208,5		
8	3,38	27,6	3,81	47035,3	4891,672445,84	0,29	14,0	0,0	77231,1	14613,1	
9	6,46	33,4	7,74	69351,85	7212,59	3606,3	0,29	14,0	0,0270632,0	43352,2	
10	6,46	41,7	8,66	28246,09	2937,59	1468,8	0,29	14,0	0,0148416,8	28030,9	