

autostrade // per l'italia

AUTOSTRADA (A1) : MILANO – NAPOLI

ADEGUAMENTO DEL TRATTO DI ATTRAVERSAMENTO
APPENNINICO TRA SASSO MARCONI E BARBERINO DI MUGELLO



TRATTO : LA QUERCIA – BADIA NUOVA
SUBTRATTA : LAGARO – VAL DI SAMBRO
(Lotto 5B)

Contratto d'Appalto del 19.07.2005 Rep n. 19946


PERIZIA DI VARIANTE N°03

VERSANTE SANTA MARIA MADDALENA DI RIPOLI

PARTE GENERALE RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA


MANDATARIA:  COOPERATIVA MURATORI E BRACCianti DI CARPI	MANDANTE: CONSORZIO COOPERATIVE COSTRUZIONI	MANDANTE: C.F.M. SOCIETA' COOPERATIVA
Per l'Impresa:  C.M.B. Società Cooperativa Muratori e Braccianti di Carpi Via Carlo Marx nr. 11/14/12 CARPI MO	Verifica: Approvazione:	

PROGETTISTI SPECIALISTICI:  S.p.A.   	PROF. ING. RAFFAELE POLUZZI VIA CRISTONI, 14 - 40033 CASALECCHIO DI RENO (BO) TEL. 051-372131	STUDIO CANCELLI ASSOCIATO via Saraceno 23 - 20133 Milano Tel: 02 45488725 - 02 2666005 Fax: 02 45488726 E-mail: info@studiocancelli.eu
RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE :  S.p.A.	IL PROGETTISTA : STUDIO CANCELLI ASSOCIATO via Saraceno 23 - 20133 Milano Tel.: 02 45488725 - 02 2666005 Fax: 02 45488726 E-mail: info@studiocancelli.eu	 : azione:

La Direzione dei Lavori : 	Ingegneria europea	IL DIRETTORE DEI LAVORI Ing. Stefano FRANZIA Ord. Ingg. GENOVA N. 5895	IL DIRETTORE TECNICO Ing. Alberto SELLERI Ord. Ingg. LECCO N. 0727
---	---------------------------	---	---

RIFERIMENTO DIRETTORIO OPERA PARTE D'OPERA DOCUMENTO FILE REVISIONE	DATA : APR. 2013	REVISIONE n. data 01 SET. 2013
CODICE PDP: 12745 F 7.3 08 GEN I DR03 00 RG 002 - R01V -	SCALA : -	

Visto della Committente :


 Società per azioni

INDICE

1	PREMESSA	3
2	GEOLOGIA DELL'AREA	4
2.1	Geomorfologia e Idrografia	4
2.2	Geologia strutturale	5
2.3	Stratigrafia.....	6
2.4	Idrogeologia.....	6
2.5	Problematiche di stabilità.....	7
3	APPROFONDIMENTI GEOLOGICI A SCALA DI VERSANTE	10
3.1	Stratigrafia dell' area di intervento.....	10
3.2	Rilievo geologico-geomorfologico di campagna.....	10
3.2.1	Idrogeologia.....	15
4	SINTESI DEGLI ASPETTI GEOLOGICI	17
5	DOCUMENTAZIONE GEOTECNICA DI RIFERIMENTO	18
6	VERIFICHE DI STABILITA' DEL PENDIO	19
6.1	Modello di calcolo	19
6.2	Analisi di stabilità.....	20

1 PREMESSA

La presente relazione geologica e geotecnica è parte della proposta di integrazione progettuale di regimazione idraulica delle acque superficiali che interessano il versante Serra di Ripoli, richiamata con carattere prescrittivo con l'O.D.S n.25 dalla D.L., che viene riemessa ed inserita all'interno degli elaborati costituenti la Perizia di Variante 03 della galleria "Val di Sambro", prevista nell'ambito dell'intervento di "ADEGUAMENTO DEL TRATTO DI ATTRAVERSAMENTO APPENNINICO TRA SASSO MARCONI E BARBERINO DI MUGELLO" – Lotto 5B – Autostrada A1 Milano - Napoli.

Nella figura 2.1 sono rappresentati i due bacini idrografici di riferimento facenti capo rispettivamente a Rio Vallardino e al Rio che in carta non ha denominazione.

Gli interventi progettati si propongono di mitigare gli effetti dello stato di disorganizzazione del reticolo idrografico nella zona citata poc'anzi, sulle condizioni di stabilità del versante.

La proposta di integrazione progettuale (Delibera N°91 del 22/10/2012 Comune S. Benedetto Val di Sambro, BO, a cui fa seguito l'Ods n°25) si delinea attraverso i seguenti punti:

1. Dreni tubolari da piazzole;
2. Adeguamento della rete di drenaggio del deflusso delle acque superficiali.

La relazione fornisce una ricostruzione geologica e geomorfologica del sito, alla luce sia dei dati pregressi, già in precedenza analizzati (perizia di Variante 02 della galleria "Val di Sambro"– ex Lotto 5B – Variante di Valico) sia dell'integrazione di dati di terreno (geologici e di dinamica geomorfologica) di recente acquisizione.

E' utile ricordare per maggiore chiarezza espositiva che la cosiddetta "proprietà Roncaglie, Civico 5" è da intendere come la porzione di versante a sud-ovest di Ripoli tra quota 480 m circa s.l.m. fino al fondo valle principale del T. Setta.

2 GEOLOGIA DELL'AREA

2.1 Geomorfologia e Idrografia

A scala regionale l'area è caratterizzata da un regolare susseguirsi di valli e rilievi che da ovest verso est sono: la valle del T. Brasimone la valle del Torrente Setta e la valle del T. Savena. In direzione nord sia il T. Brasimone che il T. Sambro confluiscono nel T. Setta e sono rispettivamente affluente sinistro e affluente destro; nella stessa direzione si susseguono i rilievi montuosi di: M. Catarello (707 m s.l.m.), M. Bruciato 729 m s.l.m. (Fig. 2.1) e M. del Galletto (956m s.l.m.).

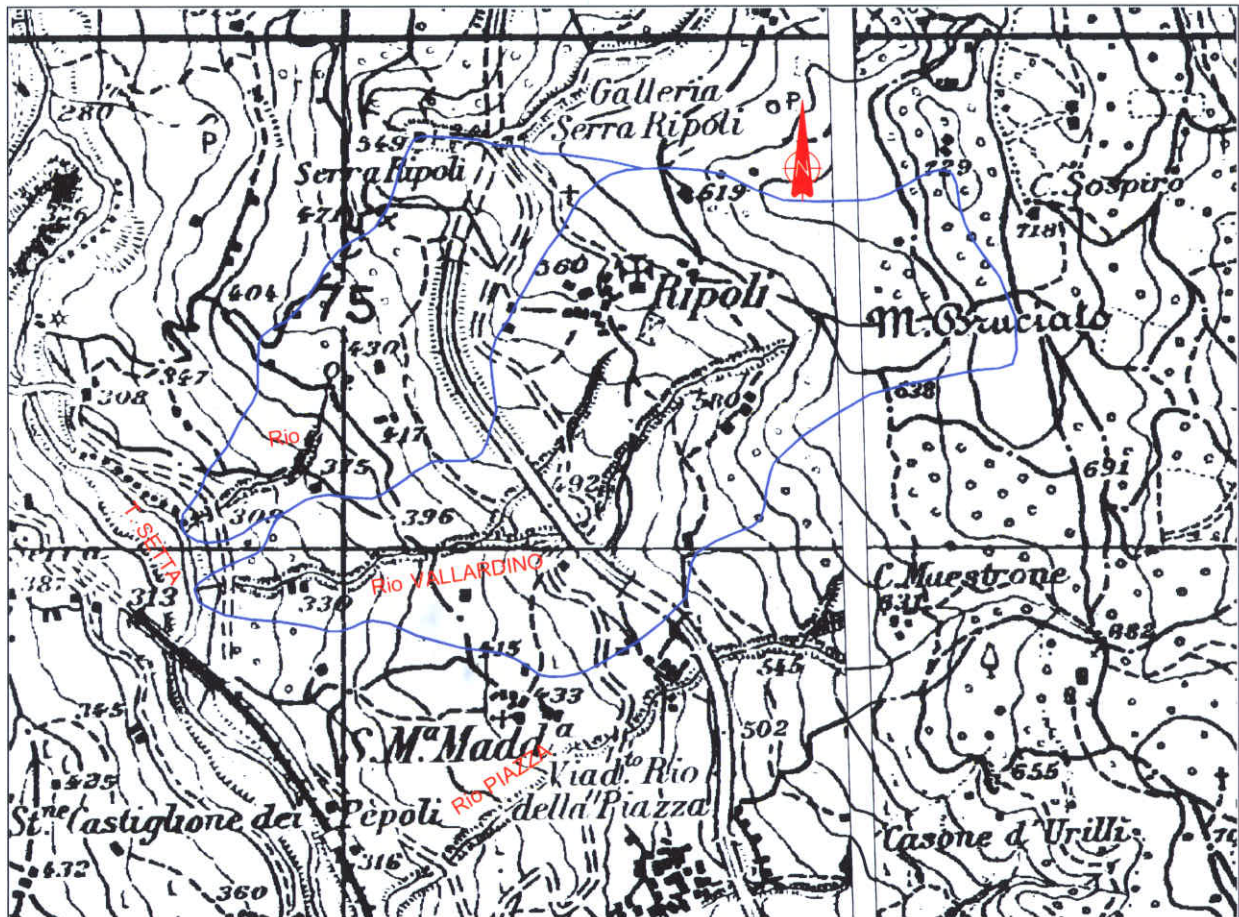


Figura 2.1 – Inquadramento topografico, in blu è rappresentato la linea spartiacque dei due bacini di interesse (mod. da IGM 1:25000 984SE /981SO)

A scala regionale almeno per i grandi corsi d'acqua citati prima, il *pattern* idrografico, ossia la configurazione delle linee d'impluvio che come noto tiene conto del "disegno", della densità e del

tipo di confluenza, può essere definito di tipo *subparallelo*; questa direzione di drenaggio prevalentemente N-S, ha carattere strutturale ossia è legata alla presenza di faglie regionali subparallele.

A scala di versante invece il *pattern* idrografico delle aste secondarie è di tipo angolato esso ha un'orientazione prevalente circa NE-SW (direzione strutturale detta anti-appenninica) che nei casi specifici subisce rotazioni riponendosi fino a ENE-WSW.

La direzione di drenaggio della porzione di versante sulla quale è ubicato l'abitato di Santa Maria Maddalena, nel quadro idrografico appena descritto è insolita (Fig. 2.1):

il deflusso della modesta depressione geomorfologica (obliterata dalla recente urbanizzazione) che avviene principalmente in direzione W-NW/E-SE, viene recapitato principalmente nell' asta di ordine secondario; questa ha subito modifiche nel percorso forse anche per esigenze agricole, risultando in alcuni suoi tratti pensile; si aggiunge che i fenomeni gravitativi recenti, hanno anche modificato la posizione della precedente immissione nell'alveo di Rio Vallardino.

2.2 Geologia strutturale

La Valle del T. Setta costituisce un esteso spaccato della parte centrale dell'Appennino emiliano-romagnolo, esso è notoriamente costituito da unità tettoniche riferibili ai domini ligure, subligure e toscano.

Nell'area di S. Maria Maddalena è presente la formazione di Monghidoro, si tratta di flysch (dominio ligure) di età compresa tra il Campaniano superiore e il Paleocene, che insieme alla formazione di Montevenere costituiscono la successione litostratigrafica detta della Val Rossena. Le due formazioni nel loro insieme danno luogo all'unità tettonica Monghidoro (a scala regionale) che per la sua stessa definizione è delimitata da superfici tettoniche; essa si presenta intensamente tettonizzata, con strati a giacitura rovesciata, correlabili con un ripiegamento a struttura isoclinale, frequentemente lacerato nella zona di cerniera.

I caratteri geologico-strutturali citati si ritrovano anche a scala del versante, due le ipotesi plausibili per spiegare la geomorfologia dell'area di S. Maria Maddalena: la depressione può essersi originata da una *sinforme* oppure essere il risultato dell'erosione differenziale in risposta alla presenza di strutture fragili a scala regionale (*thrust* in direzione NW-SE) che hanno fortemente deformano gli ammassi rocciosi affioranti (formazione di Monghidoro).

2.3 Stratigrafia

In ambito regionale come già accennato precedentemente, nell'area è presente la *successione* della Val Rossena, composta dall'alto verso il basso stratigrafico, solo dalle *formazioni* di Monghidoro e di Monteverene; rimane non risolta la collocazione paleogeografica; vari autori la ripongono in una porzione interna al dominio ligure, per giustificare sia gli apporti terrigeni arenacei (anche grossolani) tipici di un basamento cristallino che i relativi "caratteri prossimali" del flysch.

Formazione di Monghidoro (MOH)

Torbiditi arenaceo-pelitiche in strati da sottili a molto spessi, generalmente spessi, costituite da una base arenacea media o fine, a luoghi grossolana o microconglomeratica, grigia o bruna, che passa a pelite, spesso siltosa, grigio-scura. Il rapporto Arenarie/Peliti è generalmente maggiore di 1; la cementazione nella parte basale degli strati è localmente scarsa. Nella parte inferiore la formazione di Monghidoro sono presenti mega-torbiditi arenaceo-pelitiche di spessore plurimetrico: intervallo arenaceo a grana grossolana ben cementato e la frazione pelitica rappresentata da siltiti marnose e argille a tetto.

Sono presenti irregolarmente intercalati agli strati silicoclastici prima definiti, torbiditi calcareo-marnose più frequenti verso la base, in strati da medi a spessi grigio-biancastre o rosate. Età: Maastrichtiano superiore – Thanetiano.

Formazione di Monteverene (MOV)

Torbiditi calcareo marnose a base finemente detritica, in strati da medi a massicci di colore grigio chiaro con a tetto sottili intervalli argillosi grigio-scuro o nerastri; a esse sono alternati pacchi di strati di torbiditi arenaceo-pelitiche grigio-brunastre con rapporto degli strati A/P maggiore di 1 e base arenitica fine e media. Le caratteristiche del deposito indicano un ambiente di piana abissale con un spessore parziale di circa 900 m. Età: Campaniano Superiore-Maastrichtiano superiore.

2.4 Idrogeologia

Le dinamiche idrogeologiche che interessano la formazione di Monghidoro (MOH) appaiono fortemente condizionate dall'assetto litostratigrafico già menzionato.

In particolare la circolazione idrogeologica, non potendo interessare i livelli pelitici, i quali sono caratterizzati da valori di permeabilità primaria (per porosità) trascurabili, è invece presente negli strati arenacei, specialmente quando a basso grado cementazione.

Per questo motivo le modalità di circolazione all'interno di formazioni costituite da alternanze (flysch) si esplicano tipicamente attraverso la formazione di acquiferi sospesi, che di per sé si presenterebbero isolati.

Tuttavia la presenza di manifestazioni tettoniche pervasive interviene con un ulteriore contributo di permeabilità secondaria (per fratturazione) che aumenta la conducibilità idraulica degli ammassi sia lungo i piani di strato, sia soprattutto lungo le fratture indotte, con il risultato di mettere in collegamento diversi acquiferi arenacei.

In conclusione, le formazioni costituenti i versanti di interesse possono essere interessate da significativi fenomeni di circolazione idrica sotterranea, al punto da influenzarne la stabilità non solo a livello delle coltri superficiali ma anche del substrato.

2.5 Problematiche di stabilità

L'area in esame, che talora si estende dal crinale ai fondovalle, e che quando si assottiglia evidenzia morfologie indicative di condizioni di substrato affiorante o semi-affiorante; sono stati riconosciuti quindi depositi superficiali, derivanti da fenomeni eluvio-colluviali (suoli) e da dinamiche gravitative di versante (frane); tali depositi arealmente più estesi sembrano il risultato di più fenomeni coalescenti o sovrapposti e non il prodotto di un unico fenomeno parossistico. A questo proposito in riferimento al foglio Sasso Marconi 237 in scala 1:50000 (Progetto CARG) di recente pubblicazione (2002), nelle aree prima definite sono stati cartografati (Fig. 2.2):

- accumuli gravitativi di materiale eterogeneo ed eterometrico apparentemente stabilizzato, definiti quiescenti;
- aree di crollo o di scivolamento in blocco.

Le note illustrative allegate allo stesso foglio descrivono contesti geologici (*"insiemi"*) che hanno caratteristiche simili in relazione alla propensione al dissesto: unità litostratigrafiche costituite da alternanze argilloso arenacee o argilloso calcare (rispettivamente F. di Monghidoro e F. di Monteverene), la presenza di sottili ma continui intervalli argillosi, accompagnata da una permeabilità sia primaria che secondaria (fratturazione molto pervasiva del materiale roccia); in tali contesti geologici si annoverano frane per colate superficiali e frane per scorrimento traslazionale con piani di scivolamento lungo strato.

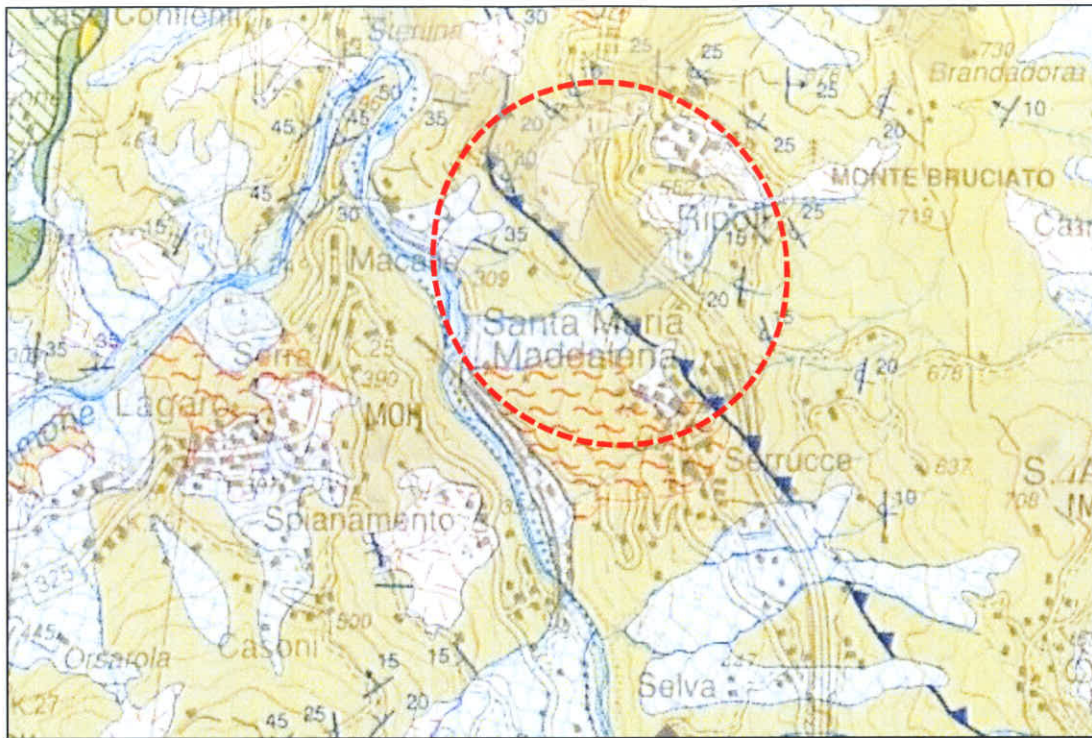


Fig. 2.2 – Carta geologica dell'area (tratta dal foglio geologico Sasso Marconi 237 - RER/ISPRA)

Le recenti dinamiche geomorfologiche di versante, in particolare quelle in prossimità dell'abitato di S. Maria Maddalena, evidenziano la marcata tendenza evolutiva di alcuni settori riconosciuti tuttora attivi. Infatti il *servizio geologico, sismico e dei suoli* della Regione Emilia Romagna per questo motivo ha aggiornato la cartografia del dissesto idrogeologico (Fig. 2.3) e nelle aree in questione individua i seguenti elementi geomorfologici:

- deposito di frana attiva per scivolamento (a1b);
- deposito di frana attiva complessa (a1g);
- deposito di frana attiva per scivolamento in blocco o dgpv (a1h).

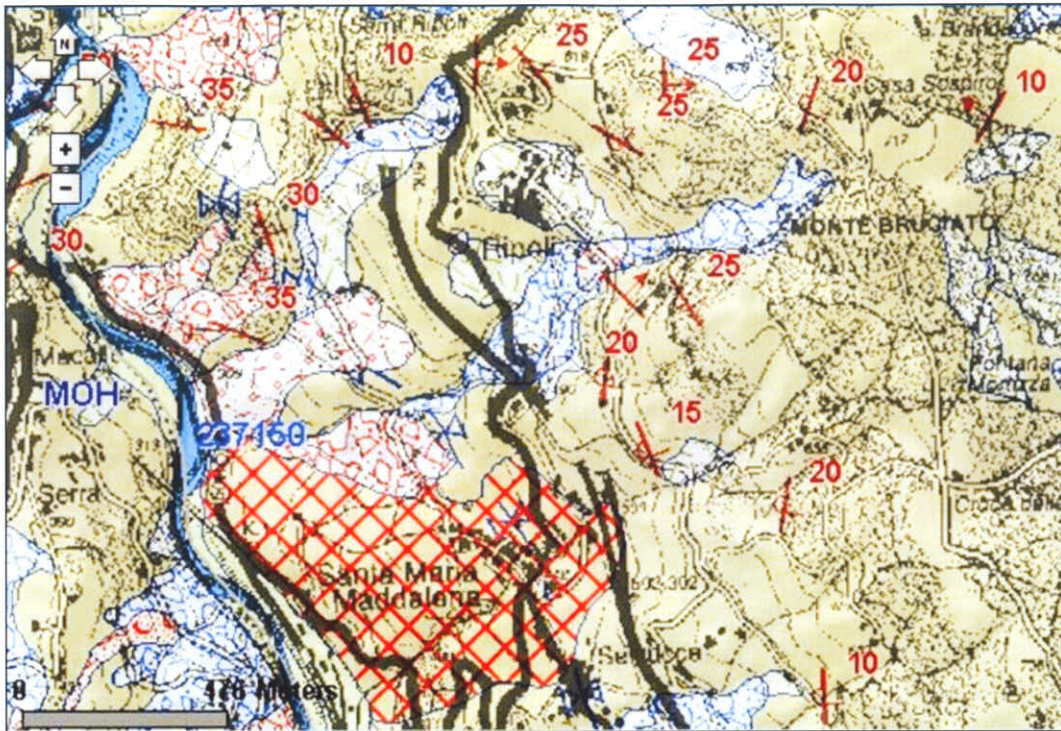


Fig. 2.3 – Carta geologica dell'area (tratta dai dati cartografici del dissesto on-line - RER)

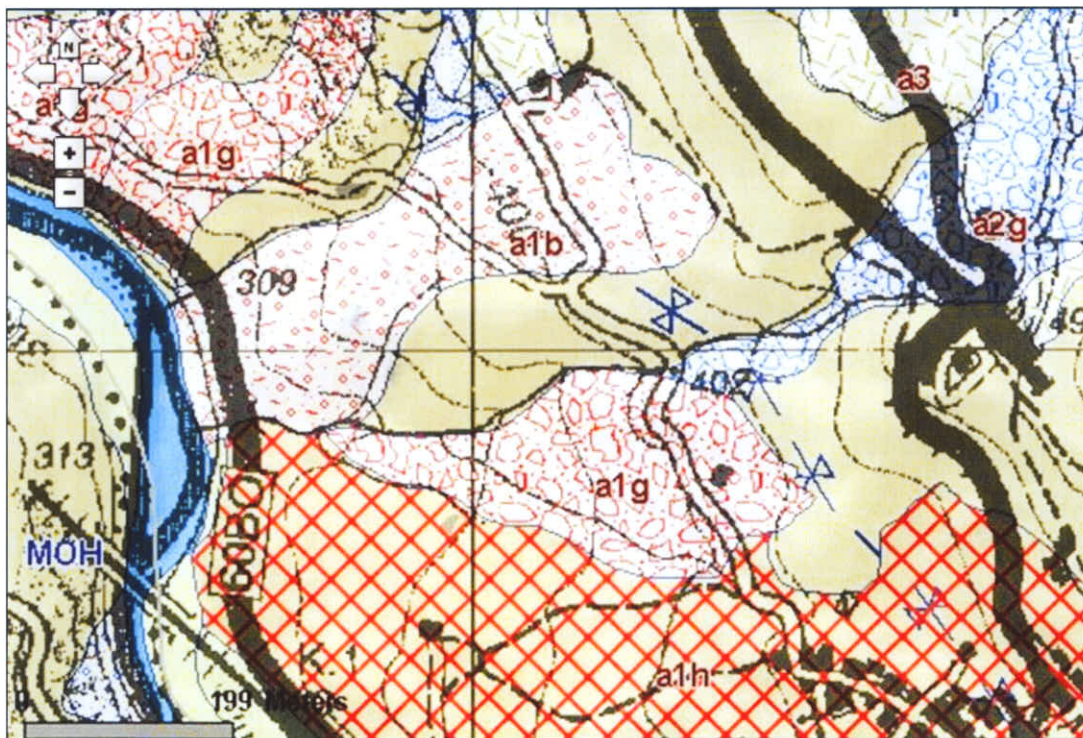


Fig. 2.4 – Carta geologica dell'area ingrandimento della figura 2.3.

3 APPROFONDIMENTI GEOLOGICI A SCALA DI VERSANTE

3.1 Stratigrafia dell' area di intervento

La stratigrafia dell'area, anche in riferimento ai sondaggi geognostici eseguiti nelle varie fasi progettuali, è costituita da un ammasso roccioso caratterizzato da torbiditi arenaceo-pelitiche, in strati da sottili a spessi fino a metrici; la granulometria delle arenarie varia da media a fine passanti localmente a grossolane, di colore grigio chiaro o bruno; le peliti sono spesso siltose passanti ad argilliti, di colore grigio scuro.

Tali caratteristiche litostratigrafiche confermano che l'ammasso roccioso è riferibile alla formazione di Monghidoro (MOH). In generale, a conferma dei dati di letteratura, il rapporto arenaria/pelite è stato spesso rinvenuto maggiore di 1; in alcuni casi tale rapporto è risultato decisamente inverso. Inoltre sono stati ritrovati anche banchi costituiti da breccie, spesso ri-cementate, costituite da blocchi spigolosi con diametro massimo fino a qualche centimetro; la presenza di tali breccie avvalorava l'ipotesi avanzata in fase di progettazione esecutiva sulla presenza di ammassi rocciosi fratturati in seguito a deformazioni tettoniche fragili (faglie e fratture) molto pervasive.

Laddove invece, il rapporto arenaria/pelite è risultato molto minore di 1, è stata istituita all'uopo un'unità "litotecnica" a rango delle litozone stratigrafiche, denominata (MOHa). Già nel corso degli approfondimenti progettuali, si era rinvenuta la presenza di porzioni abbastanza spesse e continue di una facies costituita da argilliti grigio scure, con subordinati livelli di areniti e siltiti. A causa dell'estrema tettonizzazione e per l'assenza di affioramenti non è stato possibile interpretare correttamente la posizione stratigrafica entro la Formazione di Monghidoro, si era ritenuto comunque plausibile la distinzione di una "litozona" argilloso/arenacea con rapporto arenarie/peliti variabile da 1/2 a 1/3. In alcuni casi in presenza di un forte rimaneggiamento dei carotaggi è stato difficile capire se il risultato fosse da attribuire ad un deposito di frana oppure all'inevitabile disturbo arrecato durante l'esecuzione. In aggiunta a questo, laddove si è stimato un alto grado di fratturazione dell'ammasso roccioso, è stato definito "Monghidoro fratturato".

3.2 Rilievo geologico-geomorfologico di campagna

Dall'esame dei documenti progettuali (Progetto Esecutivo 2007-2008) è stata evidenziata la presenza di un fenomeno gravitativo quiescente che interessa la porzione di versante a valle e a monte dell'abitato civico 5 di via Roncaglie. In accordo con la letteratura scientifica, la condizione di quiescenza di un fenomeno franoso ne implica lo stato di inattività, pur se non stabilizzato e

quindi potenzialmente riattivabile. Per questa ragione è stato eseguito un rilevamento di campagna che ha individuato i seguenti elementi di interesse geologico-geomorfologico:

- Scarpate morfologiche a valle e a monte dell'abitato civico 5 di via Roncaglie con diverso grado di attività rispetto alla dinamica geomorfologica; l'intero versante a partire dallo spartiacque (Serra di Ripoli circa 549 m s.l.m.) fino al fondovalle (T. Setta circa 294 m s.l.m.) è caratterizzato da brusche variazioni di pendenza formanti ripiani morfologici, sia a grande scala (occupati da piccoli centri abitati quali Ripoli e S Maria Maddalena), sia a scala minore, (occupati da singole abitazioni o piccole aree prative);
- Assetto geometrico e litostratigrafico del versante attraverso il rilievo delle giaciture degli affioramenti. Data l'esposizione non ideale degli affioramenti rocciosi, quelli rinvenuti sono alquanto limitati, tuttavia in aggiunta a quelli già rinvenuti nelle fasi progettuali precedenti si annoverano:
 - arenarie in banchi di spessore decimetrico, lungo la strada comunale immediatamente a ovest della "proprietà Roncaglie, Civico 5" tra quota 340m e 370m s.l.m. i quali presentano giaciture $338^{\circ}\text{N}/18^{\circ}$, $345^{\circ}\text{N}/20^{\circ}$;
 - affioramenti nei pressi della sede autostradale A1, lungo la pista di servizio appena a monte del fosso di guardia si tratta di arenarie, in strati decimetrici immergenti a ovest $285^{\circ}\text{N}/08^{\circ}$;
 - arenarie in banchi di spessore metrico, lungo la linea spartiacque di rio Vallardino in destra idrografica con giacitura media $070^{\circ}\text{N}/06$.

A questo proposito gli affioramenti rinvenuti confermano una generale geometria immergente verso i quadranti nord-occidentali; ma alla luce dei sondaggi a disposizione e alla testimonianza di strutture fragili e duttili rinvenute in modo pervasivo sui fronti di scavo in avanzamento, le variazioni locali delle geometrie possono talora discostarsi dalle ipotesi del modello geologico-tecnico, valide a grande scala. In alcuni casi i cambiamenti di geometria degli strati, indicano che l'ammasso roccioso è interessato da strutture plicative anche a livello di mesoscala.

Dall'esame dei risultati di tutte le attività di indagine sul versante in oggetto è stato possibile confermare la presenza di un fenomeno gravitativo apparentemente in condizioni quiescenti; sono state evidenziate in particolare:

- morfologie gravitative, sotto forma di rigonfiamenti, diffuse sull'intero versante;
- scarpate morfologiche relitte, e pertanto relative a fenomeni non recenti, i cui dislivelli variano da 1÷3 m;
- perduranti condizioni di stabilità profonda (a livello del substrato) come testimoniato dalle periodiche letture degli inclinometri SI30, SI31 e N2.

Peraltro le condizioni di generale disorganizzazione del reticolo idrografico superficiale, così come riscontrate in sede di sopralluogo, creano le condizioni per lo sviluppo di fenomeni di natura superficiale, quali erosioni, ristagni, soliflussi ecc. Tali fenomeni si manifestano attraverso:

- la formazione di rotture nel manto stradale, che hanno coinvolto anche i muretti a secco e i sottoservizi;
- la occasionale deformazione a livello dei depositi superficiali in occasione di eventi metereologici intensi (vd inclinometro SI 30 nel periodo aprile 2013).

La sintesi del rilevamento di campagna e l'interpretazione del modello geologico sono rappresentati rispettivamente nella Carta geologica-geomorfologica (GENIDR03GOPL001-R00E) e nella Sezione A2-A2' (GENIDR03GOSZ001-R00E) entrambi allegati al presente progetto; mentre le figure Fig.3.1 e Fig.3.2 rappresentano degli stralci di ognuna.

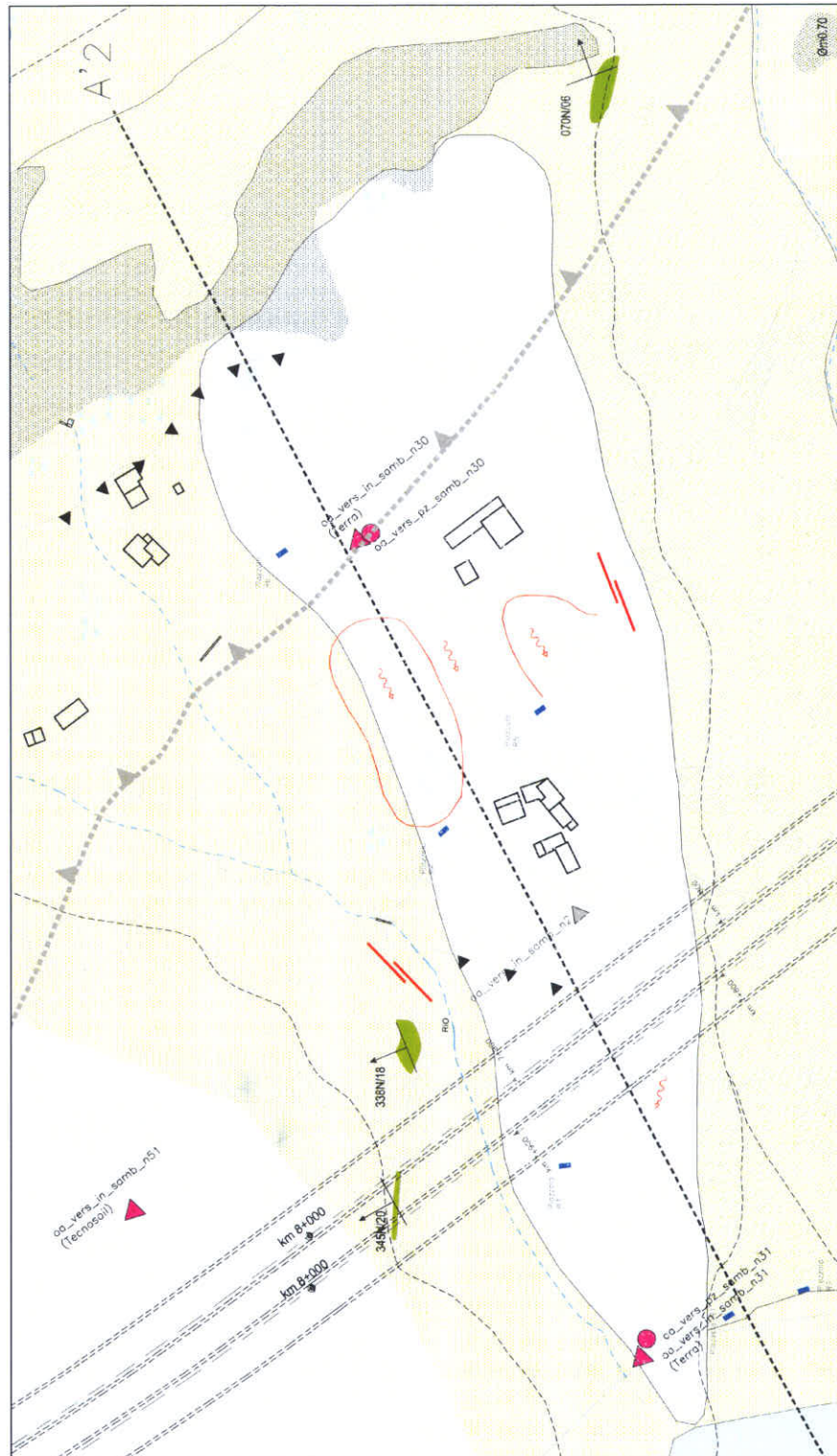


Fig. 3.1–Stralcio della Carta geologica-geomorfologica dell’area di intervento area di “proprietà Roncaglie civico 5”

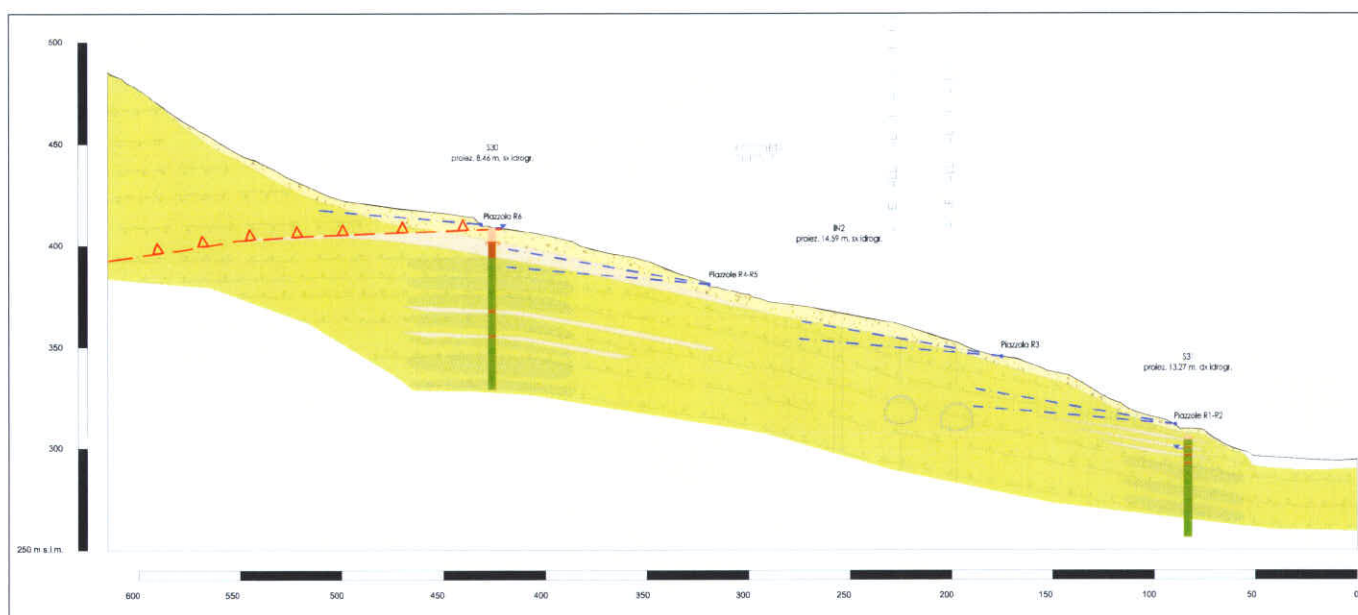


Fig. 3.2– Sezione geologica orientata NE-SW dell'area di intervento di "proprietà Roncaglie, civico 5".

3.2.1 Idrogeologia

Idrografia superficiale

In riferimento alle considerazioni fatte nel § 2.1 la rete idrografica dell'area in esame è sostanzialmente costituita dal Rio (affluente destro del T. Setta) e dalle aste idrografiche di terzo ordine con un deflusso superficiale discontinuo; partendo dallo spartiacque la geomorfologia del bacino idrografico ha conservato solo in parte la sua organizzazione naturale. In particolare per la presenza in direzione trasversale, rispetto al deflusso generale, dei manufatti antropici sia quelli relativi autostrada A1 (MI-NA) in esercizio che quelli delle opere comunali anche se di minore impatto.

Attualmente i recapiti naturali (aste minori, ruscellamento non incanalato) sono stati convogliati principalmente in almeno tre punti (N°3) che dopo aver attraversato il manufatto autostradale scaricano a valle dello stesso. Le condizioni attuali non sempre assicurano il recapito finale in modo adeguato specie in coincidenza dell'aumento delle portate. Per questo sul versante si assiste a fenomeni vistosi di ruscellamento non incanalato e alla formazione di ristagni. Quest'ultimi favoriti da una morfologia dell'area subpianeggiante occupata in parte da piccoli gruppi di abitazioni.

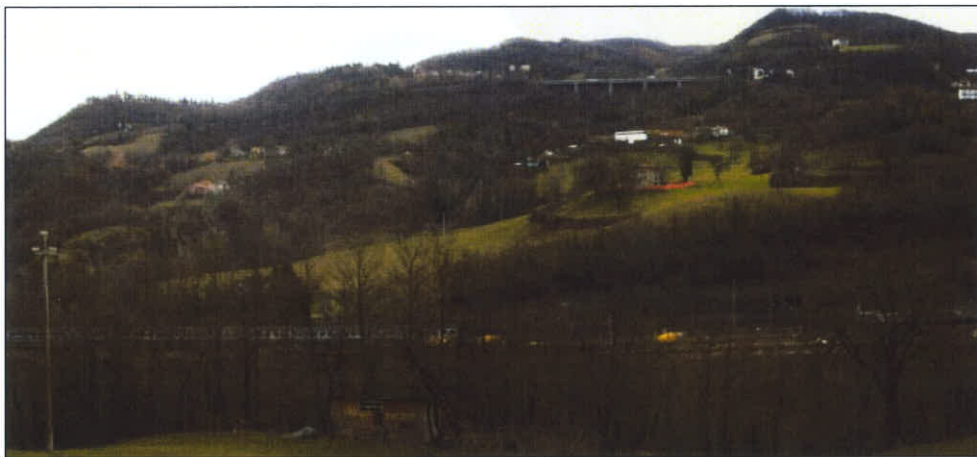


Fig. 3.3 – Panoramica verso est dell'area "proprietà Roncaglie, Civico 5": Rio (a sinistra nell'immagine) e Rio Vallardino (a centro nell'immagine).

Sorgenti

Nel corso del rilevamento si confermano i fenomeni già rinvenuti e cartografati nei precedenti documenti:

- appena monte della “proprietà Roncaglie Civico 5” sul versante alle quote 384 m s.l.m., 410 m s.l.m. e 436 m s.l.m., sono state rilevate modeste emergenze a carattere temporaneo.
- esistono numerosi bottini di presa non sempre attivi ed efficienti.

Misure piezometriche

L’area di intervento è attualmente dotata due piezometri che fanno capo al piano di monitoraggio geotecnico. Le misure effettuate, in un intervallo di tempo di circa 8 mesi, indicano valori di soggiacenza generalmente compresa tra qualche metro fino a una decina di metri dal piano campagna.

In riferimento alla Fig. 3.4 si nota che:

- il piezometro Pz30 ubicato nella porzione subpianeggiante a monte della “proprietà Roncaglie Civico 5” ha indicato una soggiacenza della falda molto superficiale, compresa tra 5÷0 m dal piano campagna; mentre nel Pz31 ubicato sulla S.P. in destra idrografica del T. Setta è compresa tra 18÷10 m dal piano campagna.
- Tutti e due i piezometri a partire dal mese di ottobre 2012 registrano valori di soggiacenza molto minori, attestandosi al piano campagna nel primo caso (PZ30) mentre nella secondo la risalita è avvenuta fino a circa 10m (PZ31).

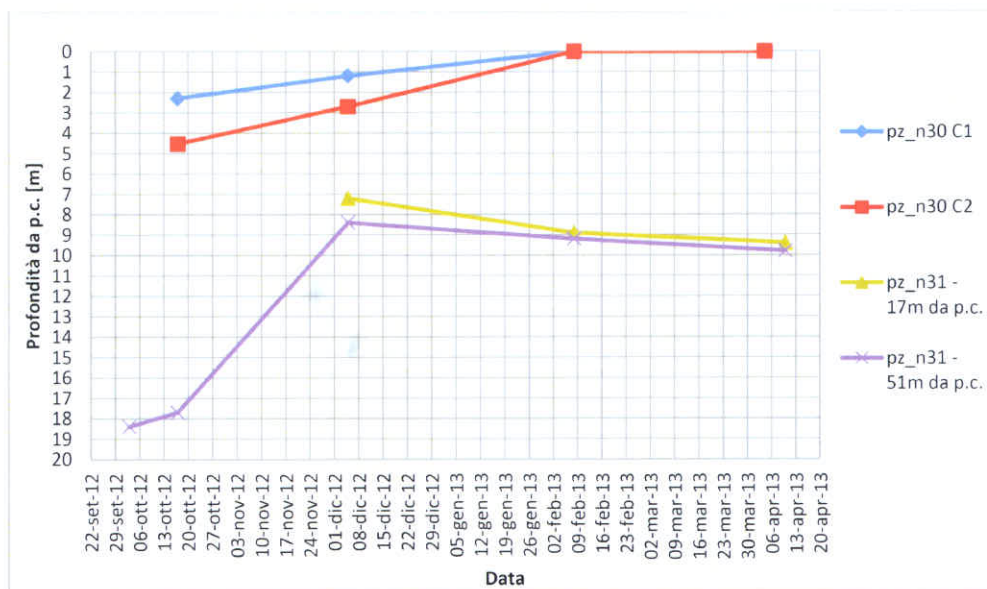


Fig. 3.4 – Area “proprietà Roncaglie Civico 5” - valori di soggiacenza (m) nell’area di intervento provenienti dal piano di monitoraggio piezometrico (SPEA) attivato dal settembre 2012 fino ad aprile 2013.

4 SINTESI DEGLI ASPETTI GEOLOGICI

Per quanto visto, sia la geomorfologia che le caratteristiche litostratigrafiche, quali soprattutto la litozona argillitica (MOHa), favoriscono in generale condizioni di falda freatica a bassa soggiacenza con profondità dal piano campagna anche di pochi metri che in talune condizioni stagionali da luogo ad emersioni. Per questo motivo anche le condizioni di stabilità del versante ne risultano influenzate in modo non trascurabile.

Il regime piezometrico nell'area "proprietà Roncaglie civico 5" di tale falda appare governato soprattutto dalla dispersione sul versante dei numerosi apporti idrici, spesso di origine antropica, che risultano non avere un recapito finale ben definito.

La proposta progettuale è quindi compatibile con il suddetto modello geologico- geomorfologico, e crea i presupposti per l'ottenimento di migliori condizioni di stabilità del versante:

- sia con l'esecuzione del rinalveamento, ovvero riordino delle acque superficiali dell'area, potendo così migliorare le caratteristiche geotecniche dei terreni;
- sia con la raccolta delle acque meteoriche e di quelle provenienti dalla piattaforma stradale dell'autostrada A1, attraverso la sistemazione e il prolungamento delle canalette ad oggi presenti sul versante.

5 DOCUMENTAZIONE GEOTECNICA DI RIFERIMENTO

I parametri geotecnici di seguito riportati ed utilizzati nelle analisi di stabilità fanno riferimento alla relazione “Studio di stabilità del versante abitato Santa Maria Maddalena – aprile 2011”. Già in quella fase la caratterizzazione geotecnica dei “terreni” è risultata complessa per la natura litostratigrafica del flysch di Monghidoro; stabilendo che si trattava di coltri instabili attraverso l'esecuzione di una back analysis si sono ottenuti i parametri di base.

La rete piezometrica indica la presenza di una falda freatica oscilla da 2÷5; nelle ultime misure si è manifestata un emersione a piano campagna.

6 VERIFICHE DI STABILITA' DEL PENDIO

6.1 Modello di calcolo

Le condizioni di stabilità di un pendio sono abitualmente espresse mediante un coefficiente di sicurezza F_s che, con riferimento ad un'assegnata superficie di scorrimento, può essere pensato come il rapporto tra la sommatoria delle resistenze disponibili e la sommatoria delle resistenze mobilitate.

Le tensioni di cui sopra si possono scrivere, attraverso semplici condizioni di equilibrio, come:

$$\sigma = \gamma z \cos^2 \beta$$

$$\tau = \gamma z \sin \beta \cos \beta$$

dove

β = inclinazione del pendio;

z = profondità della giacitura considerata;

γ = peso dell'unità di volume

Pertanto il coefficiente di sicurezza si scrive:

$$F_s = \frac{c' + (\gamma z \cos^2 \beta - u_0) \tan \phi'}{\gamma z \sin \beta \cos \beta}$$

con u_0 pressione interstiziale dell'acqua nei pori del terreno sulla superficie di riferimento.

Con riferimento al caso semplice di pendio indefinito sede di un moto di filtrazione stazionaria con flusso monodimensionale parallelo al piano campagna, sul generico piano (nel nostro caso il substrato roccioso) parallelo al piano campagna pressione dell'acqua si può scrivere come:

$$u_0 = \gamma_w h_w \cos^2 \beta$$

dove h_w è la profondità della superficie di scorrimento rispetto alla superficie libera della falda. Il coefficiente di sicurezza diventa quindi

$$F = \frac{c' + (\gamma z - \gamma_w h_w) \cos^2 \beta \tan \phi'}{\gamma z \sin \beta \cos \beta}$$

L'espressione pertanto, nell'ipotesi sopra descritte, mostra che per aumentare la stabilità di un pendio si può abbattere la pressione dell'acqua. L'incremento massimo del coefficiente di sicurezza assume il valore massimo quando si annullano le pressioni interstiziali:

$$\Delta F_{\max} = \frac{u_0 \tan \phi'}{\gamma z \sin \beta \cos \beta}$$

Si definisce l'efficienza idraulica E come il rapporto tra l'incremento di fattore di sicurezza ΔF ottenuto a seguito dell'intervento e l'incremento massimo ΔF_{\max} teoricamente ottenibile se si abbattessero completamente le pressioni interstiziali. In formula:

$$\Delta F = E \cdot \Delta F_{\max}$$

In realtà, essendo il processo di consolidazione distribuito nel tempo, la funzione E è anch'essa funzione del tempo: l'efficienza pertanto aumenta nel tempo come il fattore di sicurezza a seguito dell'intervento di drenaggio.

6.2 Analisi di stabilità

Le poche informazioni sulla stratigrafia e sulla piezometria dell'area non permettono una valutazione approfondita sugli effetti del drenaggio; per cui ricostruito un modello stratigrafico ed un livello piezometrico plausibile si è proceduto alla valutazione delle condizioni di stabilità nelle presunte condizioni attuali (Fig. 6-1) e in caso di abbattimento totale della falda (Fig. 6-2); tale abbattimento peraltro sembrerebbe del tutto possibile a causa delle modesti spessori di terreno da sottoporre a drenaggio.

Per il versante in oggetto al momento sono disponibili solamente N°3 inclinometri di cui 2 di recente installazione, accoppiati ad altrettanti piezometri (Pz30, Pz31). I fenomeni gravitativi in questo caso si caratterizzano per uno stato di inattività (quiescente) che ne rende non univoco il riconoscimento morfologico, e peraltro non si dispone di precedenti analisi di stabilità a cui fare riferimento.

Come primo passo si è proceduto con una back analysis a partire dai parametri geotecnici utilizzati per le analisi di stabilità già esistenti ("Studio di stabilità del versante abitato Santa Maria Maddalena – aprile 2011"). Di seguito si riportano i parametri per cui si ottiene un FS pari ad 1.

<i>Depositi superficiali:</i>	γ	19.5	kN/m ³
	c'	5	kN/m ²
	φ'	17	°
<i>Alterazione substrato (MOH):</i>	γ	19.5	kN/m ³
	c'	14	kN/m ²
	φ'	19	°

<i>Substrato (MOH):</i>	γ	23	kN/m ³
	c'	230	kN/m ²
	ϕ'	34	°

Gli interventi di drenaggio permetteranno di diminuire il valore delle pressioni interstiziali nel terreno in frana e migliorarne le condizioni di stabilità, mentre gli interventi di canalizzazione e di riorganizzazione dell'idrografia superficiale ridurranno i fenomeni di infiltrazione nel corpo di frana.

Nell'ipotesi di completo abbattimento della falda si ottiene un fattore di sicurezza pari a 1.53. Tale valore andrà approfondito una volta che ulteriori informazioni sulla geologia del sito consentiranno l'esecuzione di stime più accurate.

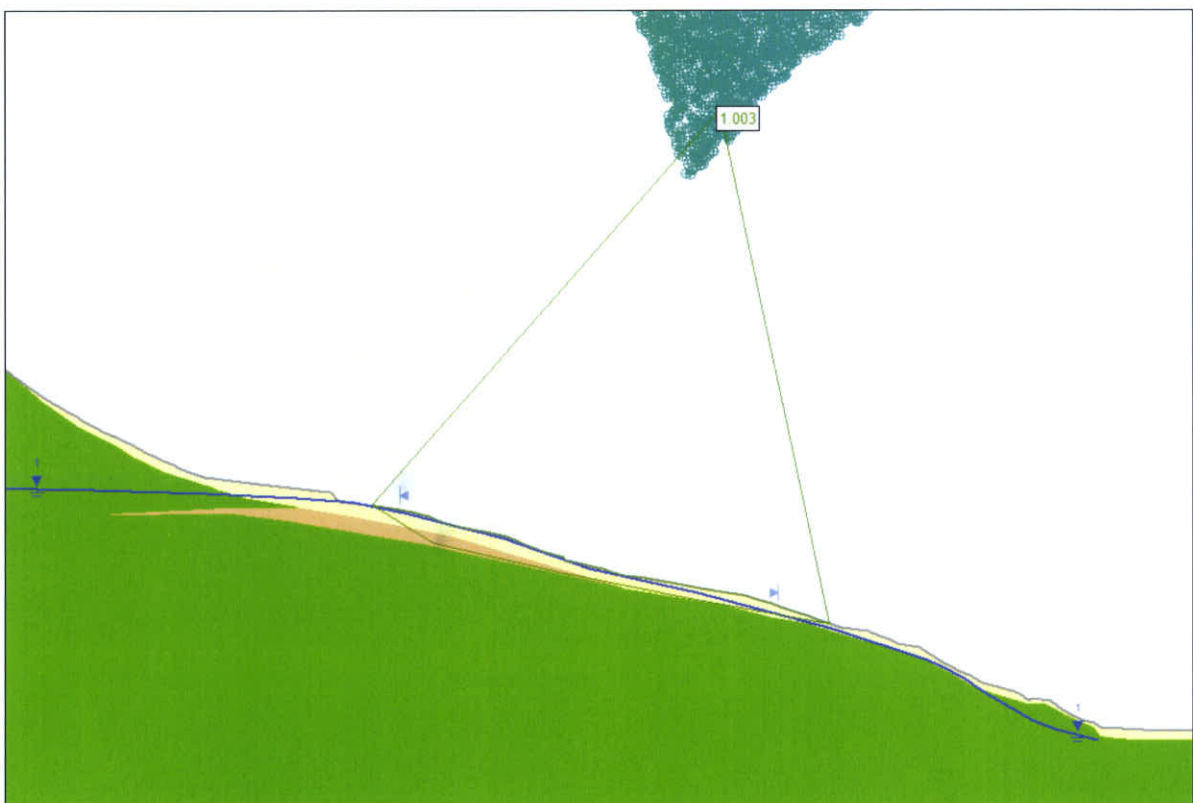


Fig 6-1: back analysis dell' Area Roncaglie (FS=1)

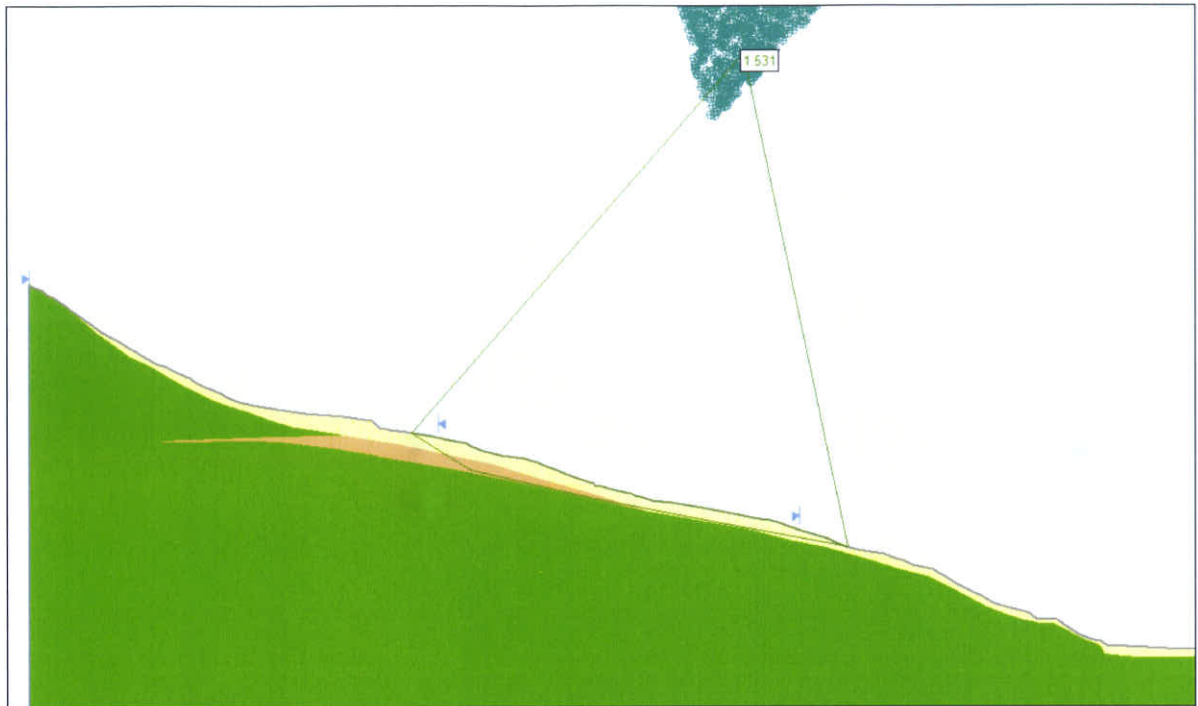


Fig 6-2: analisi di stabilità dell' Area Roncaglie con abbattimento della falda (FS=1.53)

Autostrada Milano-Napoli (A1)
Adeguamento del Tratto di Attraversamento Appenninico
Tra Sasso Marconi e Barberino del Mugello
Tratto: La Quercia-Badia Nuova
Subtratta: Lagaro-Valdisambro
Lotto 5b
PERIZIA DI VARIANTE N°03

Io sottoscritto Prof. Geol. A. Cancelli, iscritto all'Ordine dei Geologi della Lombardia con il n.1500 AP Sez. A, in ottemperanza a quanto prescritto nel D.M. 11 marzo 1988 ed ai fini della richiesta di autorizzazione ad eseguire opere in area sottoposta a vincolo idrogeologico (R.D.L. 30 dicembre 1923 n.3267 e DG Regione Emilia-Romagna del 11 luglio 2000 n.1117), in considerazione delle risultanze emerse dalle indagini geognostiche eseguite, nonché dalla caratterizzazione geologica e geomorfologica delle aree interessate dalle opere in oggetto, così come ampiamente esposto nella Relazione geologica e geotecnica, facente parte degli elaborati costituenti la Perizia di Variante 03 della galleria "Val di Sambro", da me redatta (elaborato GEN-IDR-003-00-RG-002-R01V), esprimo parere favorevole in merito alla fattibilità delle opere da un punto di vista geologico.

22/10/2013

Prof. Geol. Andrea Cancelli

