

COMUNE di ISESNIA

(Provincia di Isernia)

INTERVENTI DI SISTEMAZIONE DEI DISSESTI IDROGEOLOGICI INTERESSANTI LA STRADA COMUNALE SAN LORENZO - CASTAGNA PROGETTO PRELIMINARE

RELAZIONE GEOLOGICA	Elaborato n. 8.1
	Scala:
	Data: 10/07/2009

Progettista Ing. Paolo Vacca	Direttore dei Lavori:	Geologo Dott. Claudio Treviso
Impresa Esecutrice:	Collaudatore:	Responsabile del Procedimento Ing. Roberto Potena

revisione	descrizione della revisione	data

Sul presente elaborato grava il diritto di proprietà, per cui ne è vietata la riproduzione (anche parziale), cessione a terzi e la diffusione, se non previa espressa autorizzazione scritta. Ogni violazione sarà perseguita ai sensi delle vigenti leggi civili e penali.

SERVIZI DI INGEGNERIA

Ing. Alessandro Di Cristinzi - Cell: 393/9272370 - e-mail: a.dicristinzi@tiscali.it
Ing. Paolo Vacca - Cell: 348/1111615 - e-mail: paolo.ing.vacca@gmail.com
Via XXIV Maggio, 135 - 86170, Isernia - Tel e Fax: 0865/451494

INDICE

PREMESSA

LOCALIZZAZIONE AREA D'INTERVENTO1

RIFERIMENTI UFFICIALI SU PERICOLOSITÀ E RISCHIO

IDROGEOLOGICO DELL'AREA3

INQUADRAMENTO GEOLOGICO7

Assetto geologico locale8

ASSETTO GEOMORFOLOGICO.....12

Inquadramento12

Situazione di dettaglio.....13

CONCLUSIONI.....21

Allegati:

Elab. n. 8.2: Carta Geomorfologica (*scala 1:1.000*)

Elab. n. 8.3: Planimetria con ubicazione Programma Indagini (*scala 1:1.000*)

Elab. n. 8.4: Calcolo sommario di spesa del Programma Indagini

PREMESSA

Con Determinazione n. 168 del 23/04/2009 il IV Settore – Area Tecnica – del Comune di Isernia affidava incarico allo scrivente per la consulenza geologica inerente al progetto degli “*Interventi di sistemazione dei dissesti idrogeologici interessanti la strada comunale S. Lorenzo – Castagna*” in agro di Isernia, da attuarsi sulla base di specifico finanziamento di €100.000,00 concesso dalla Giunta Regionale del Molise.

Considerato che già dai primi sopralluoghi emergevano seri dubbi riguardo alla possibilità di esulare qualsiasi intervento di sistemazione locale dal contesto di dissesto idrogeologico in cui l’area segnalata appariva inquadrabile, in relazione ai limiti imposti dalle risorse economiche disponibili, in accordo con il Progettista incaricato Ing. P. Vacca veniva tempestivamente informato l’Ufficio Tecnico del Comune di Isernia circa la complessità del problema, quindi, concordata la necessità di estendere i tempi di progettazione previsti al fine di consentirne uno studio adeguato. Dai successivi aggiornamenti seguiti agli approfondimenti geomorfologici, poi, si concordava con lo stesso Ufficio Tecnico l’opportunità di redigere, comunque, un progetto preliminare generale di interventi entro il quale ottimizzare le risorse economiche disponibili attraverso un primo stralcio funzionale mirato alla sistemazione del tratto di viabilità comunale attinente allo specifico finanziamento.

Di conseguenza il presente studio assume un carattere preliminare teso a sintetizzare il quadro geologico costituente la base di indirizzo per le soluzioni progettuali individuate dal Progettista incaricato, ricostruito attraverso l’elaborazione dei risultati emersi dalle seguenti attività:

- reperimento di studi geologico-geognostici pregressi attinenti all’area di interesse progettuale;
- consultazione del P.A.I prodotto dall’Autorità di Bacino competente, nonché di altra documentazione ufficiale di attinenza geologica, utile ad inquadrare l’area di studio;
- rilievi di campo finalizzati alla definizione delle caratteristiche geologiche e geomorfologiche locali,
- incontri tecnici assidui con il Progettista per aggiornamenti riguardo ai ri-

sultati in corso di acquisizione.

Nelle pagine seguenti si illustrano i risultati emersi dai diversi approfondimenti, inquadrati nel contesto conoscitivo maturato dallo scrivente in ambito a precedenti lavori professionali a più ampio spettro investigativo svolti sul territorio comunale di Isernia¹, quindi, si esprimono le considerazioni applicative di merito.

Costituiscono parte integrante del presente studio i seguenti elaborati allegati:

- ✓ *Elab. n. 8.2:* Carta Geomorfologica (*scala 1:1.000*)
- ✓ *Elab. n. 8.3:* Planimetria con ubicazione Programma Indagini (*scala 1:1.000*)
- ✓ *Elab. n. 8.4:* Calcolo sommario di spesa del Programma Indagini

¹ COMUNE DI ISERNIA – “*Variante al Piano Regolatore Generale delle Borgate*”- Integrazione ai sensi della LR 20/96 (Elab. Geologici aprile 2000; dr Geol. C. Scasserra – Collaboraz. dr geol **C. Treviso**).

COMUNE DI ISERNIA – “*Completamento rete idrica Centro Urbano e Frazioni* – Progetto Esecutivo - 2° Stralcio: Serbatoio Prece, anello Ospedale – Tiegno, anello Fragnete (Rel. Geol. ottobre 1999; geologi: **C. Treviso**- V. Fornaro).

COMUNE DI ISERNIA – “*Completamento rete fognante Centro Urbano e Frazioni – Revisione e sistemazione collettori principali Centro Urbano*”- Progetto Preliminare-Definitivo-Esecutivo (Rel. Geol. marzo 2004; geologi: Angelone-Di Iorio-Fornaro-Marcovecchio- **Treviso**).

LOCALIZZAZIONE AREA D'INTERVENTO

L'intervento di sistemazione attinente al finanziamento disponibile riguarda un breve tratto della strada comunale "Campo Cipietro", nei pressi del bivio con la Interpodereale "Paradiso". La zona si localizza a ovest del centro abitato di Isernia, lungo il bordo occidentale del settore terrazzato che identifica la C/da castagna, definito tra il Fiume Sordo, a est, ed il Torrente Ravasecca a ovest.

Con riferimento alla Carta Tecnica Regionale del Molise, l'area d'interesse si individua nell'Elemento n. 404031 alla scala 1:5.000 (Figura 1).

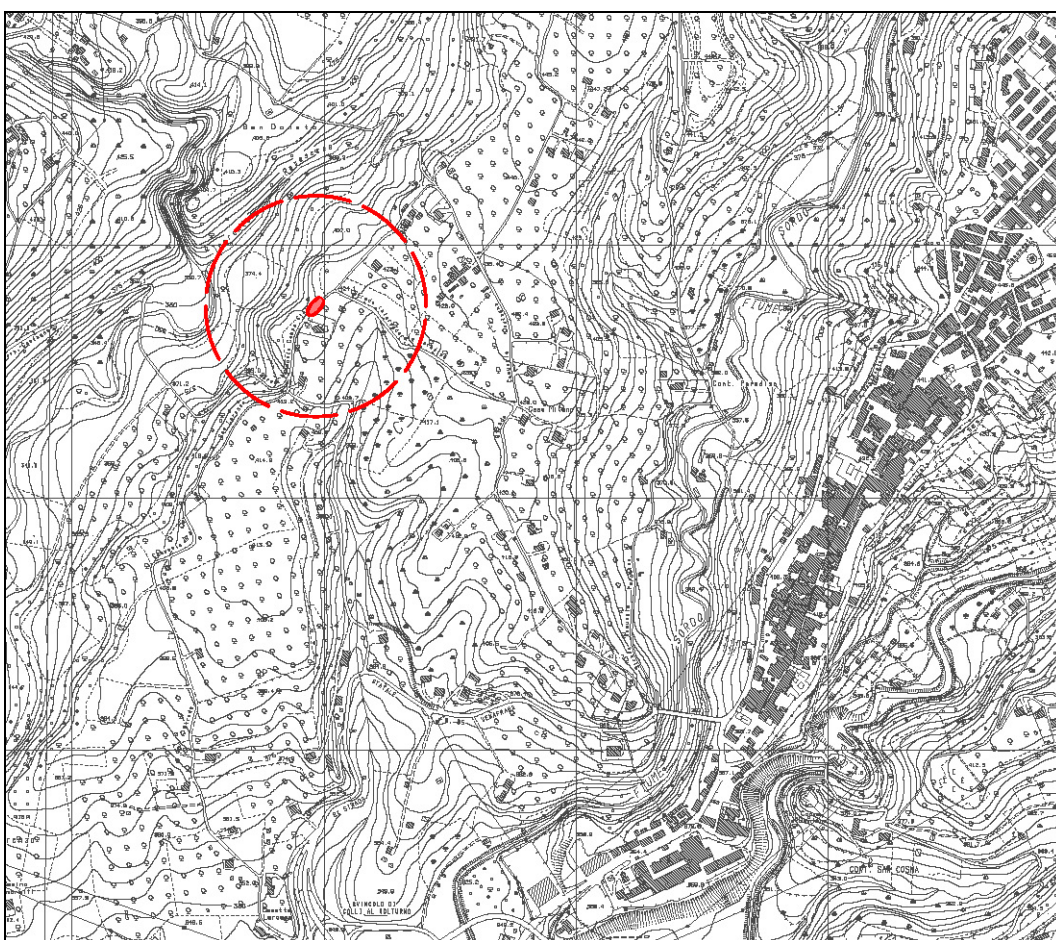


Figura 1 Corografia: area di studio, centrata sul settore di strada comunale interessato dai lavori di sistemazione per i quali è stato concesso il finanziamento (*stralcio fuori scala Elemento CTR n. 404031; topografia aggiornata al 1992*).

In particolare, il tratto di strada comunale di pertinenza ha una lunghezza di ~20 m e circoscrive un ciglio di scarpata di origine franosa lungo il bordo di un'area terrazzata

dove l'insediamento urbano è caratterizzato da case sparse. Nell'area sono presenti altre infrastrutture, rappresentate da un acquedotto che corre lungo la comunale Campo Cipietto e da una condotta fognaria passante a valle, a mezza costa del versante che sottende la stessa comunale.

Di riflesso, in funzione delle condizioni di rischio, la stessa A.d.B. distingue sul versante in esame Aree di Attenzione da “media” a “alta”, allertando sul rischio potenziale di quelle aree che potrebbero essere coinvolte da eventuali ampliamenti di frane pregresse o da fenomeni di primo distacco (Figura 3)

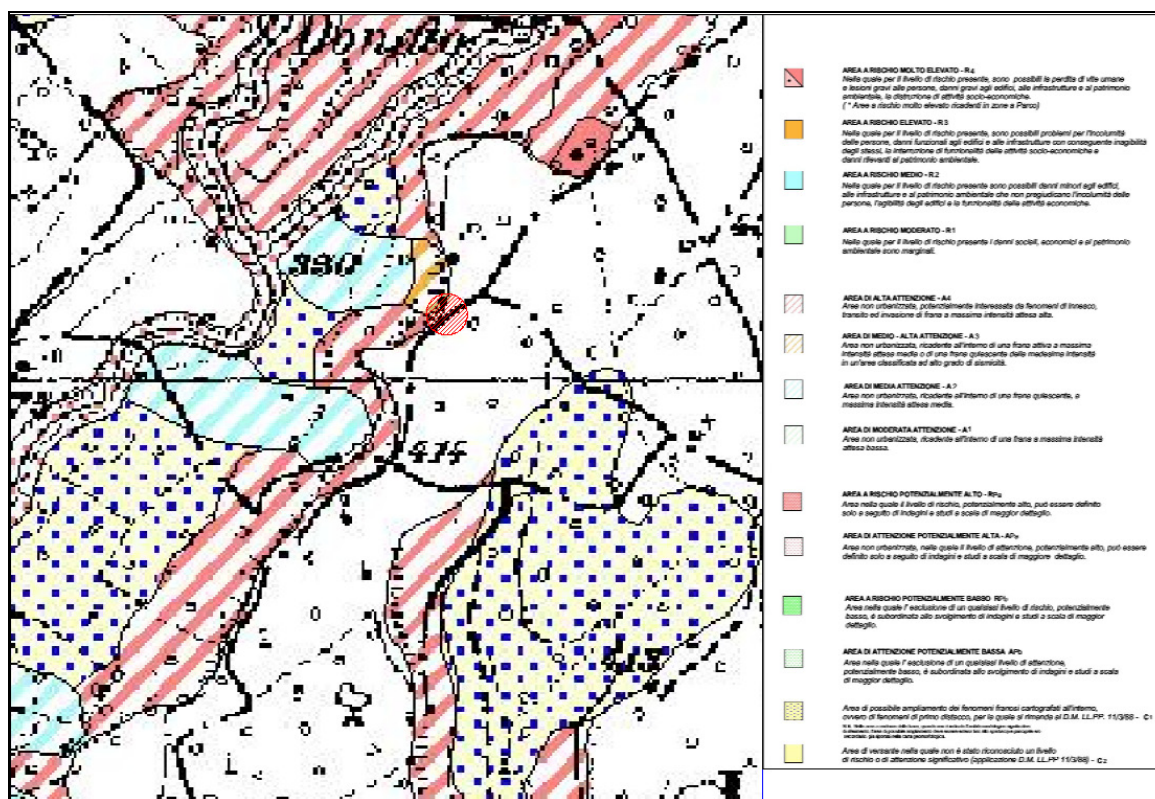


Figura 3 Localizzazione dell'area di intervento nella “Carta degli scenari di rischio” da frana (stralcio fuori scala estratto dal P.P.S.A.I. – Rischio Frana dell'Autorità di Bacino Liri-Garigliano e Volturno - Tav. 13.23; Foglio 161-1).

In secondo luogo, si considerano gli elaborati geologici annessi al progetto di “Variante al Piano Regolatore Generale delle Borgate” di Isernia (*lavoro citato*). In Figura 4 si ne riporta uno stralcio dell'elaborato geomorfologico che, sostanzialmente, convalida gli scenari di franosità già tracciati dall'A.d.B. individuando almeno due ampi movimenti franosi quiescenti, tra il ciglio di terrazzo e l'alveo del Ravasecca, nonché una diffusa attività superficiale sulle aree di versante contigue, connessa a cinematismi più o meno lenti per *creep* e/o soliflusso.

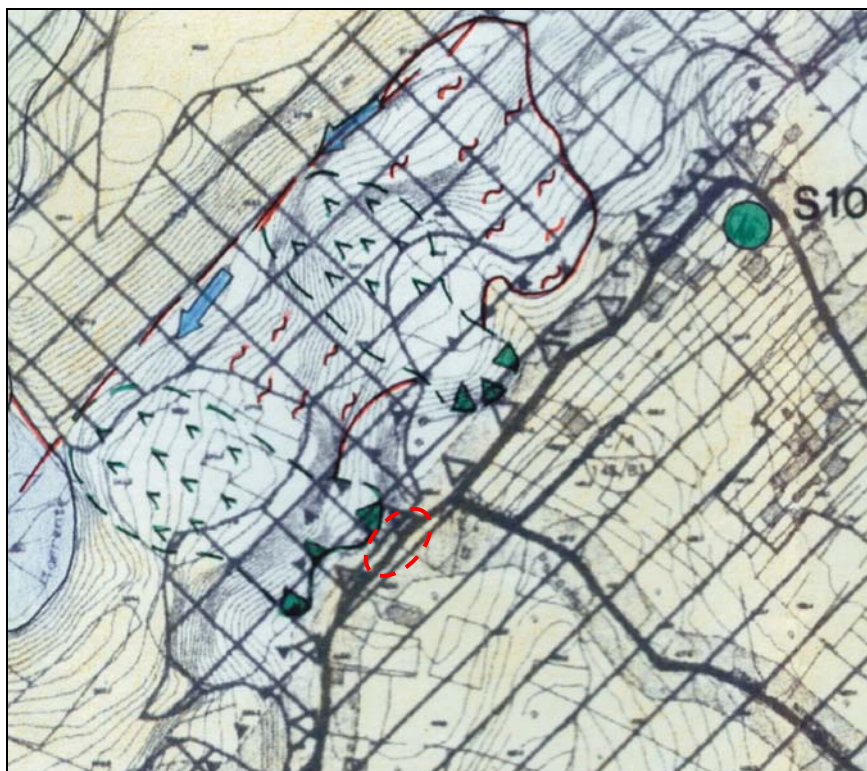
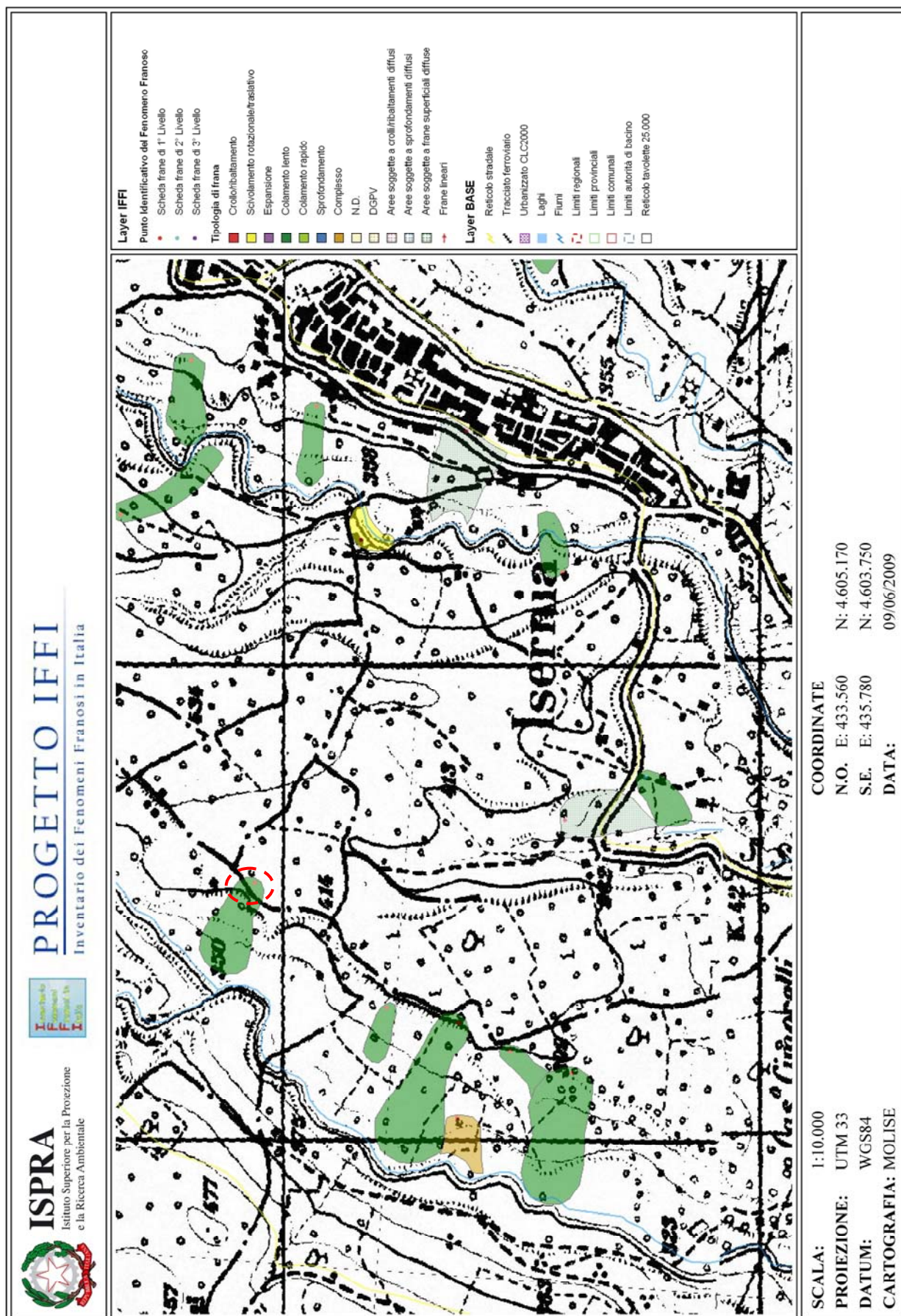


Figura 4 Localizzazione dell'area di intervento nella Carta Geomorfolitologica allegata alla Variante al P.R.G. delle Borgate di Isernia (*stralcio fuori scala dell'Elaborato. n. 3d alla scala 1:5.000*)

In ultimo si cita la cartografia del Progetto IFFI², allo stato, lo strumento conoscitivo di base più aggiornato riguardo alla distribuzione dei fenomeni franosi sul territorio nazionale, di recente pubblicazione (2006÷2007). Alla pagina seguente se ne riporta lo stralcio relativo al settore occidentale di Isernia dal quale si evince la discreta distribuzione di movimenti franosi lungo il versante occidentale di C.da Castagna, in linea con gli scenari di franosità e/o con i dettagli geomorfologici evidenziati dalle cartografie precedenti.

² Progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia)- Dipartimento Difesa del Suolo e Servizio Geologico d'Italia dell'APAT, in collaborazione con le Regioni e le Province Autonome d'Italia (sito *web* www.mais.sinanet.apat.it/cartanetiffi).



INQUADRAMENTO GEOLOGICO

La C.da Castagna si colloca al margine occidentale del settore isernino della conca intermontana di Isernia-Venafro, una depressione strutturale definitasi con l'attività tettonica a prevalente carattere distensivo che dalla fine del Pliocene e per tutto il Pleistocene ha caratterizzato le fasi di sollevamento dell'Appennino centro-meridionale. Nella conca in evoluzione si instaurava un ambiente sedimentario continentale di tipo fluvio-lacustre, all'origine di una potente successione costituita da facies molto variabili, sia in senso laterale sia verticale. I sedimenti fluvio-lacustri coprono un substrato cenozoico riconducibile alle facies di transizione tra due domini sedimentari marini nettamente differenti: quello di Piattaforma Carbonatica, cui sono riferibili le successioni calcareo-dolomitiche mesozoiche del massiccio montuoso del Matese, a sud, e quello del Bacino Molisano-Sannitico, rappresentato da un flysch tardo-miocenico affiorante sui rilievi a nord di Isernia.. L'attuale configurazione orografica della depressione deriva dallo sviluppo del sistema idrografico con le fasi di sollevamento più recenti, quindi, dal prosciugamento della conca in concomitanza con processi di erosione lineare che hanno profondamente inciso la successione fluvio-lacustre determinandone l'articolazione a blocchi terrazzati. A tratti, lembi carbonatici circoscritti emergono dalla successione fluvio-lacustre, portati alla luce da motivi tettonici quaternari che hanno determinato zone di debolezza strutturale successivamente riprese e approfondite dall'erosione fluviale.

Il sintetico quadro geologico tracciato è desumibile dallo stralcio cartografico riportato in Figura 5, estratto dalle recente Carta Geologica del Molise alla scala 1:100.000.

In relazione a contesto geologico descritto, la strada comunale interessata dal progetto in essere percorre il bordo occidentale di un terrazzo fluviale a costituzione fluvio-lacustre situato al margine della conca strutturale; localmente, il bordo della conca è individuato dalle litologie calcaree affioranti in sponda destra del T. Ravasecca e costituenti la facies che caratterizza la struttura rocciosa di Colle Croce. Ai fini progettuali, comunque, i sedimenti fluvio-lacustri rappresentano i terreni di maggiore interesse. Si tratta di un complesso litologico costituito da varie associazioni di facies connesse

all'alternanza di sedimentazione fluviale e lacustre che ha caratterizzato il colmamento della depressione strutturale in età pleistocenica.



Figura 5 Stralcio della Carta Geologica del Molise scala 1:100.000 (Vezzani e al. 2004) con localizzazione dell'area di intervento.

ASSETTO GEOLOGICO LOCALE

Le conoscenze pregresse denotano che nelle le porzioni superiori del terrazzo di C.da Castagna prevalgono facies fluviali rappresentate da un'alternanza a strati e banchi lentiformi di ghiaie e ciottoli in matrice limoso-sabbiosa di colore avana-giallastro, da debolmente a ben cementate, e di sabbie argillose e limi argillosi debolmente ghiaiosi di colore avana, grigio o grigio-verdastro. Inferiormente, dette litologie passano a facies più spiccatamente lacustri rappresentate da limi e argille sabbiosi di colore grigio, grigio verde e grigio azzurro, intercalati da lenti ghiaiose indicative di episodi fluviali. In copertura, la successione presenta un orizzonte pedologico argillo-limoso-ghiaioso di colore brunastro e avana il cui spessore, in genere, varia da alcuni decimetri a ~ 1 m (suolo s.s.).

Tale assetto generale sembra confermato anche dai rilievi attuali che, localmente, hanno portato a distinguere sedimenti relativamente più grossolani nella parte superiore del terrazzo, per uno spessore di ~ 40 m, passanti in basso a depositi più fini di prevalente natura limosa e/o argillosa (*cfr.* Carta Geomorfologica allegata).

In particolare, entro i primi 20 m circa di dislivello a valle della strada comunale, un'ampia scarpata di frana espone depositi tipicamente fluviali, in prevalenza rappresentati da ghiaie e ciottoli poligenici con matrice limo-sabbiosa debolmente cementata, da scarsa a dominante, raramente in livelli ben cementati di spessore decimetrico (Foto 1).



Foto 1 Esempi della facies ghiaiosa dominante sulle scarpate di frana a valle della strada comunale Campo Cipietto.

A tratti, si osservano associazioni lentiformi di limo sabbioso-argilloso e di sabbia limosa avana, raramente, intercalate da strati di sabbia grigiastra cementata (Foto 2). Limitatamente alle sezioni di maggiore altezza, alla base della scarpata, si è individuato anche uno strato orizzontale con spessore di almeno 50 cm costituito da argilla limosa avana con sfumature grigie e grigio verdi e chiazze ocracee, con rari inclusi ghiaiosi di piccole dimensioni, talora di genesi concrezionale e/o parzialmente decalcificati, e con punteggiature organiche nerastre (Foto 3). Da valutazioni di carattere geomorfologico,

per tale orizzonte si stima una discreta continuità laterale nel settore di interesse progettuale, quindi, per quanto meglio specificato in seguito, gli si attribuisce un ruolo significativo in ambito alla ricostruzione della recente dinamica geomorfologica del versante.



Foto 2 Associazione di limi argillo-sabbiosi e sabbie limose a costituire una spessa lente avana-giallastra intercalata nei depositi ghiaiosi; verso l'alto, si nota un sottile livello di sabbia limosa grigia cementata che separa la porzione limosa della lente da quella sabbiosa superiore.

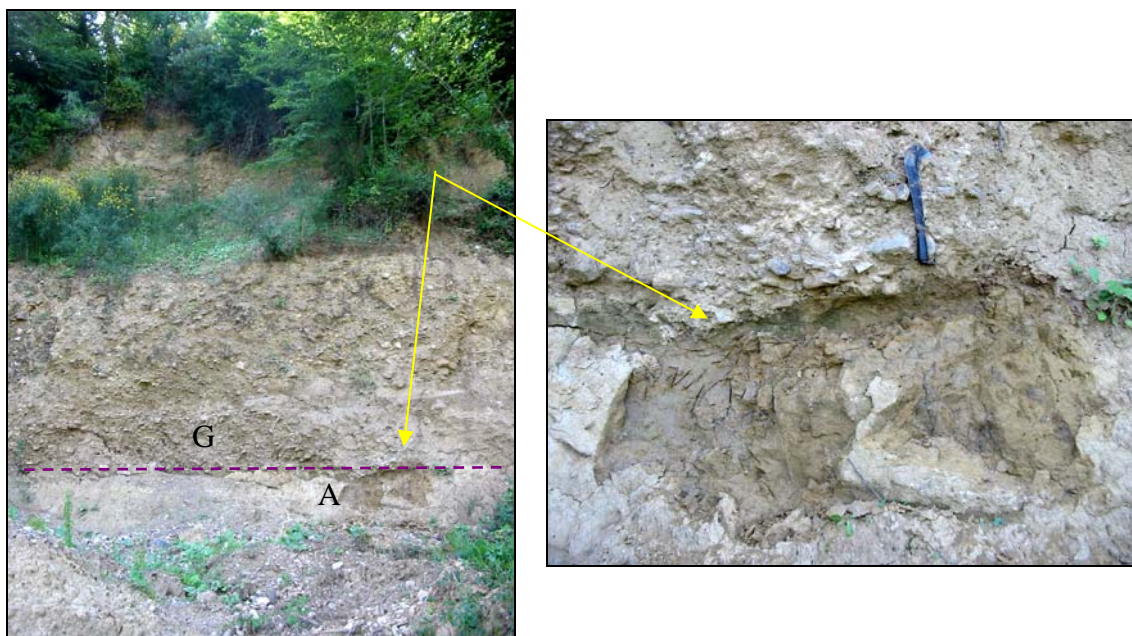


Foto 3 Panoramica e particolare della scarpata di frana alla base della quale si rileva un contatto orizzontale di discreta continuità laterale tra un orizzonte argilloso (A) e la facies ghiaiosa prevalente (G).

Riguardo alla continuità verticale dei depositi descritti, in assenza di indagini dirette e di affioramenti rappresentativi a quote inferiori, allo stato non è possibile individuare un preciso profilo stratigrafico che copra tutto il dislivello compreso tra la superficie del terrazzo e l'alveo del T. Ravasecca (~ 60 m). Elementi di carattere geomorfologico ed idrogeologico, tuttavia, rendono verosimile l'ipotesi di una tendenziale riduzione delle frazioni grossolane nei successivi 20 m, all'incirca fino alla quota del netto cambio di pendenza che caratterizza la parte inferiore del versante, probabilmente, indicativo di un contatto stratigrafico con depositi a netta prevalenza argilloso-limosa; ciò in analogia con quanto verificato in altri settori del terrazzo non molto distanti da quello in esame, sulla scorta di indagini dirette pregresse.

A completamento del quadro geologico-stratigrafico descritto si evidenzia che nella metà inferiore del versante che sottende l'area di intervento sono presenti ingenti coltri di frana per le quali, esclusivamente su base geomorfologica, si stima uno spessore massimo dell'ordine dei 5÷6 m.

Dal punto di vista idrogeologico i depositi pleistocenici descritti costituiscono un complesso a bassa permeabilità d'insieme, controllata dall'abbondanza di matrice fine limosa e/o dalle intercalazioni argillose. La marcata eterogeneità granulometrica laterale e verticale della successione, comunque, può consentire circolazioni idriche sotterranee per falde sovrapposte, confinate nei livelli grossolani. Si tratta di falde a sviluppo irregolare e di produttività molto modesta poiché, nelle porzioni superiori del terrazzo, raramente, fanno registrare presenze idriche significative nei primi 20 m. L'assetto descritto, tuttavia, a varie altezze del versante determina la presenza diffusa di zone ad elevata concentrazione di umidità e/o di ridotte emergenze idriche a carattere stagionale il cui deflusso tende ad essere assorbito dalle coltri di frana situate a quote inferiori. Detta circostanza è stata riscontrata nel corso dei recenti sopralluoghi, in particolare, lungo la mezza costa ed alla base del settore superiore più acclive del versante; circostanza che, oltre a suffragare il modello geologico-stratigrafico proposto, individua alcuni elementi di criticità in relazione alla dinamica evolutiva del versante, sia pregressa che futura.

ASSETTO GEOMORFOLOGICO

INQUADRAMENTO

Il tratto di strada comunale d'interesse s'imposta a quota 420 m circa lungo il bordo occidentale del terrazzo fluviolacustre di C.da Castagna, definito da un versante esposto a NO che, localmente, si estende per una lunghezza di ~ 220 m fino all'alveo del T. Ravasecca coprendo un dislivello complessivo di ~ 65 m. Per inquadrare i caratteri geomorfologici principali dell'area di studio è stata elaborata la carta delle acclività proposta in Figura 5.

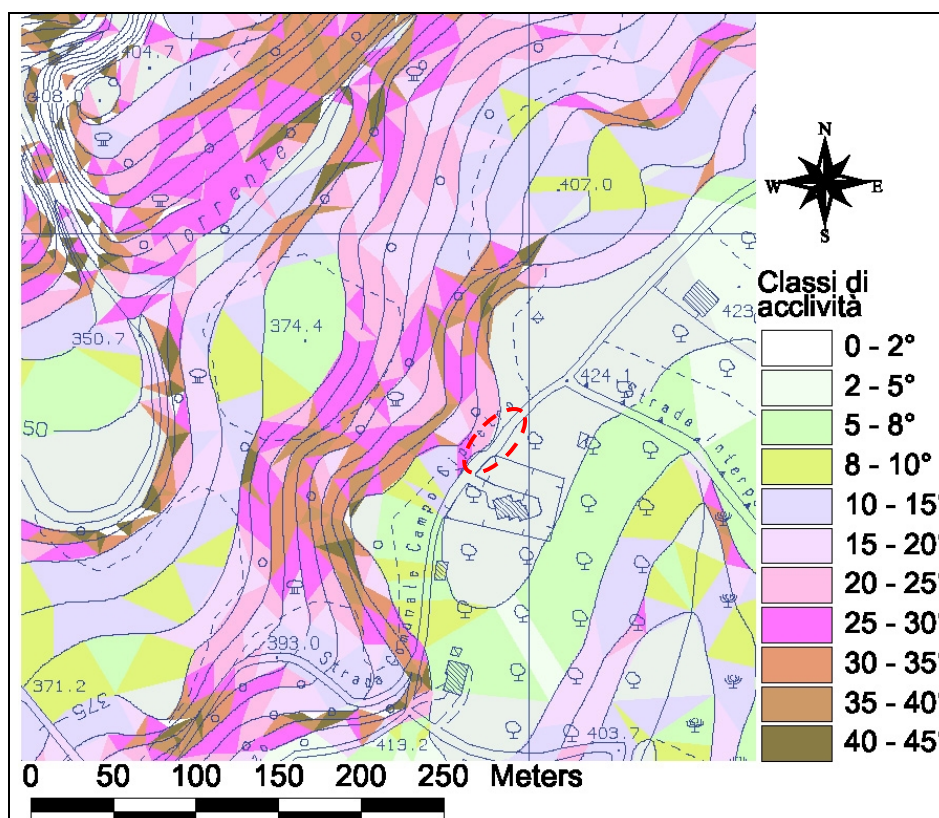


Figura 6 Carta delle acclività del settore di studio con individuazione del tratto stradale di interesse progettuale (ricostruita su base topografica CTR 1:5.000 aggiornata al 1992)

Dalla elaborazione grafica spicca la morfologia differenziata tra la metà superiore del versante e quella inferiore, in riflesso dell'assetto geologico-stratigrafico in precedenza illustrato. La parte superiore ha dislivello complessivo di ~ 40 m e valori medi di acclività variabili tra i 20° ed i 40° la cui distribuzione denota, da un lato, l'eterogeneità

litologica laterale e verticale della facies fluviolacustre affiorante, dall'altro le irregolarità morfologiche connesse a dinamiche di versante relativamente recenti che hanno prodotto arretramenti localizzati della scarpata ed il conseguente sviluppo ondulato dell'attuale orlo di terrazzo. Relativamente alla parte inferiore, invece, si registrano valori medi di acclività nell'ordine dei 10÷15° articolati da riduzioni ed incrementi correlati che individuano forme riconducibili ad accumuli di frana, nonché da netti incrementi localizzati lungo i settori di sponda fluviale, evidentemente, più sollecitati dall'azione erosiva del T. Ravasecca.

Rispetto al quadro generale descritto, l'assetto geomorfologico di dettaglio emerso dai rilievi attuali si presenta decisamente più articolato e con segni di modificazioni successive alla data della cartografia CTR utilizzata per l'elaborazione grafica delle acclività, peraltro, di scarsa fedeltà topografica in alcuni settori di versante fittamente vegetati all'epoca delle riprese aeree da cui deriva la stessa cartografia (volo RTA 1992).

Riguardo alle modificazioni menzionate, brevemente, si ricorda che l'area di Isernia non è stata risparmiata dagli effetti di degradazione connessi con gli eventi meteorici particolarmente intensi che hanno investito tutto il territorio molisano durante le stagioni invernali del 2002/2003, sfociati nell'alluvione del gennaio 2003, del 2005/2006, nonché nel corso dell'ultima stagione invernale 2008/2009. A ciò si aggiungano le più lievi modificazioni di origine antropica connesse con la recente realizzazione della condotta fognaria che corre lungo la parte alta del versante.

SITUAZIONE DI DETTAGLIO

Le risultanze dei rilievi di campo eseguiti sono graficati nella Carta Geomorfologica allegata, alla scala 1:2.000, su base topografica messa a disposizione dall'Ufficio Tecnico del Comune di Isernia in occasione di precedenti lavori, presumibilmente derivante dalla CTR. In proposito, si evidenzia la difficoltà oggettiva di cartografare fedelmente la complessa situazione geomorfologica locale su una base topografica non aggiornata e di per sé già carente riguardo ad alcuni dettagli.

Ciò premesso, in generale accordo con le cartografie tematiche di base già illustrate, si fa notare che il tratto di strada comunale segnalato per la sistemazione lambisce la corona di frana di un movimento quiescente, con buona probabilità riferibile alla

recente evoluzione locale di una più ampia ed antica linea di corona bilobata con estensione laterale di oltre 100 m e con evidenti segni di franosità attiva nella metà SO (Foto 4). In realtà, il coronamento antico racchiude movimenti differenti per entità e cinematismo, comunque, ricondotti ad un'unica area di alimentazione in rapporto alla continuità laterale e/o alla coalescenza dei fenomeni. Di fatto, l'insieme di tali fenomeni ha progressivamente definito un'unica zona di accumulo entro cui, oggi, è possibile differenziare con buona approssimazione solo alcune riattivazioni parziali e superficiali.

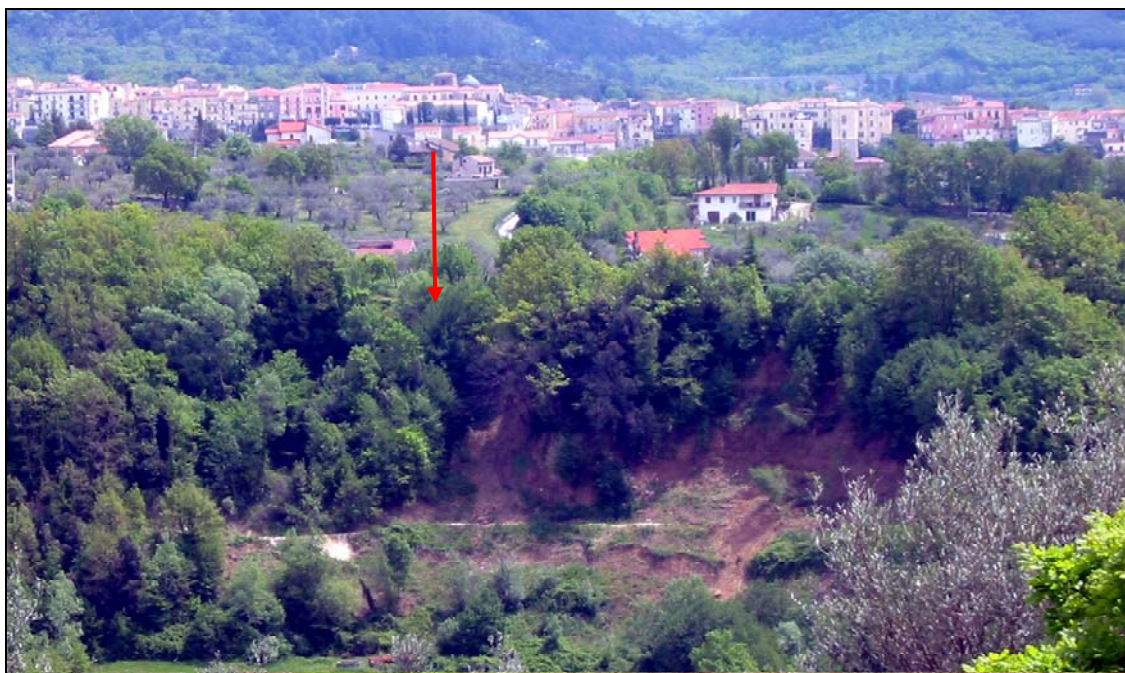


Foto 4 Panoramica delle scarpate di frana attive a valle della strada comunale Campo Cipietro; la freccia indica la posizione del tratto stradale attinente ai lavori di sistemazione in progetto, nascosto dalla vegetazione (*ripresa dal versante in destra del T. Ravasecca*).

Dall'analisi di dettaglio dei dissesti si rileva che il ciglio di frana quiescente circoscritto per circa 20 m dalla comunale Campo Cipietro è riconducibile ad un movimento complesso per crollo-colata impostatosi verso il margine SO di un'ampia corona di frana inattiva con caratteri presunti di scorrimento rotazionale-colata. Il movimento quiescente è caratterizzato da una scarpata principale con dislivello massimo stimato in ~ 6 m, a ridosso della strada, con corpo di frana esteso in direzione E-O per circa 50 m, fino all'altezza della pista che identifica l'asse di sviluppo della fognatura di recente costruzione (vedi Foto 4). Lo stato di quiescenza attribuito al movimento è relazionato alla giovane vegetazione arborea riscontrata lungo tutto il corpo di frana; allo stato, tuttavia, si registrano segni precursori più o meno evidenti di una possibile riattivazione del mo-

vimento. In particolare, si fa riferimento a lievi cedimenti della sede stradale in corrispondenza della curva, associati ad una fessura da trazione arcuata che interessa circa metà carreggiata, (Foto 5), a piccoli smottamenti superficiali lungo la linea di fronte del movimento, con parziale invasione della pista della fognatura, e soprattutto all'azione di richiamo connessa con la recente attivazione sul fianco sinistro del movimento che determina la continuità laterale tra la corona quiescente e la parte di corona attiva individuata verso SO (Foto 6).



Foto 5 Indizi di assestamento del tratto di comunale che borda la frana quiescente (scatto da NE).



Foto 6 Frana complessa per crollo-colata attiva sul fianco sinistro del movimento principale quiescente; in primo piano a sinistra, pozzetto della condotta fognaria.

Sul fianco destro della frana quiescente una fitta e robusta vegetazione arborea indica l'attuale inattività della più ampia area di svuotamento originaria. Relativamente al fianco sinistro, invece, la parte attiva descritta è in continuità laterale con una rientranza del versante conseguente a prevalenti fenomenologie di crollo, tuttora attive (Foto 7). La rientranza è caratterizzata da due scarpate subverticali sovrapposte, in raccordo verso l'estremità e separate da un gradino inclinato di pochi metri di larghezza nella parte centrale; nel complesso, se ne stima un'altezza massima di ~18 m. Nella parte centrale dell'area s'individua un movimento isolato di tipo rotazionale, con accumulo che ha scavalcato la pista della fognatura, senza coinvolgere direttamente la condotta interrata ma danneggiando modeste opere di regimazione idraulica sulla scarpata a valle, aventi funzione di raccolta delle acque scaricate da drenaggi attinenti alla fognatura (Foto 8 e 9)



Foto 7 Panoramica delle scarpate caratterizzate da attività per crollo nella parte superiore del versante. Al centro della foto è visibile l'accumulo di frana impostatosi sulla pista della fognatura; nella parte bassa si osservano i dissesti superficiali che caratterizzano estesamente la scarpata immediatamente a valle della fognatura.



Foto 8 Panoramica laterale dell'area ripresa nella foto precedente, vista da NE. Nella foto si vede la pista della fognatura variamente invasa dai detriti e sottesa da dissesti superficiali.



Foto 9 Particolare di un settore di scarpata ripreso nella Foto 7 dove i movimenti hanno divelto le canalette di raccolta dei drenaggi della fognatura.

Come si nota anche dalle foto precedenti, il gradino morfologico lungo il quale si sviluppa la fognatura separa due settori a sviluppo relativamente differenziato nella metà superiore del versante. A valle della condotta, infatti, è presente una scarpata con dislivello dell'ordine di $15 \div 20$ m, caratterizzata da acclività media stimata in $\sim 25^\circ \div 30^\circ$ ed estesamente interessata da franosità superficiale, del tipo per soliflusso, che si attesta lungo il ciglio di valle della pista. A tali fenomeni si deve il dissesto di altre opere di

regimazione idraulica come quelle già viste, nonché una condizione di generale instabilità che, in tempi brevi, è in grado di coinvolgere direttamente la condotta fognaria, quindi, di interferire con l'attività franosa superiore.

Riguardo alla parte bassa del versante, infine, si rilevano diffusi indizi di riattivazioni parziali e superficiali dell'antico corpo di frana inattivo presente in questo settore (Foto 10).



Foto 10 Panoramica parziale della metà inferiore del versante che sottende la comunale Campo Cipietto nell'area di interesse.

In particolare, verso il fianco destro del corpo di frana inattivo (verso nord) si rileva un colamento superficiale lento relazionabile all'evoluzione locale di diffusi movimenti superficiali per creep o soliflusso, più o meno pronunciati, che caratterizzano circa la metà inferiore del settore di versante in esame (Foto 11 e 12). Muovendo verso sud, un'altra evoluzione di questo tipo è rappresentata da una colata di terra superficiale che ha invaso un breve tratto di alveo del Ravasecca (Foto 13). Sul fianco sinistro del corpo inattivo, invece, si rileva un movimento complesso del tipo scorrimento-colata, apparentemente indipendente dal contesto delle deformazioni superficiali citate, con ciglio di frana intestato sul cambio di pendenza che separa i due settori principali del versante.

In tutti i casi, i fenomeni descritti non mostrano evidenti connessioni con attività di erosione e scalzamento al piede lungo l'alveo del Ravasecca, piuttosto, appaiono legati a condizioni idrogeologiche critiche per contrasto di permeabilità, all'altezza del cambio di pendenza principale, e/o per condizioni di deflusso difficoltoso nelle coltri di frana a quote inferiori. Tali fenomeni, pertanto, risultano complessivamente riconducibili ad

eccessi di pressione interstiziale che possono verificarsi stagionalmente, con accentuazioni significative in occasione di eventi meteorici particolarmente intensi come quelli che si sono intervallati tra il 2003 ed il 2009.



Foto 11 Linea di taglio che individua il fianco destro del colamento lento segnalato nella parte inferiore del versante (*ripresa dal basso*)



Foto 12 Esempio delle fessure da trazione conseguenti a fenomenologie di creep/soliflusso, diffusamente riscontrate nella parte basale del versante; l'immagine riprende la zona prossima al movimento attivo di tipo complesso individuato al margine sud dell'area di frana (fascia alberata sullo sfondo).



Foto 13 Colata di terra che ha invaso l'alveo del T. Ravasecca.

CONCLUSIONI

Dall'esito degli approfondimenti condotti appare evidente che la stabilità del breve tratto di strada comunale attinente al progetto finanziato è controllata dall'evoluzione della franosità attiva che affligge l'intero versante a valle della comunale, entro un settore definito da larghezza di oltre 100 m e lunghezza di oltre 200 m, peraltro, già evolutosi per dinamiche da frana pregresse.

In particolare, dallo studio emergono le principali criticità geologiche di seguito descritte.

- Le scarpate individuate nella parte più alta del versante sono affette da fenomeni di crollo la cui distribuzione retrogressiva consente di prevederne il graduale arretramento, quindi, l'estensione dell'attività franosa alle zone di ciglio attualmente quiescenti. In rapporto alla sua posizione di ciglio, pertanto, il tratto di comunale segnalato ai fini dell'intervento mostra condizioni di notevole precarietà, di conseguenza anche l'acquedotto sottoposto; precarietà che, in tempi ragionevolmente meno brevi, può essere estesa ai tratti di viabilità contigui direttamente sottesi dall'ambito franoso identificato. In ogni caso, alle fenomenologie di crollo si devono accumuli di materiale che hanno investito la fognatura passante al piede delle scarpate in esame, allo stato, causando solo il dissesto degli interventi di regimazione idraulica realizzati a valle della condotta, comunque, contribuendo ad un imminente dissesto della condotta stessa.
- La concretezza dell'imminenza di dissesto per la condotta citata è legata anche all'intensa franosità superficiale rilevata sulla scarpata immediatamente sottostante. A detta franosità, soprattutto, viene attribuito un ruolo importante in termini di contributo alla pericolosità geomorfologica dell'area poiché crea i presupposti per l'innescio di movimenti di maggiore entità rispetto a quelli attualmente attivi, secondo cinematismi verosimilmente analoghi a quelli dei movimenti più importanti che nel passato hanno interessato la zona.
- A completamento del quadro evolutivo dell'area, inoltre, non è da trascurare la diffusa attività franosa superficiale individuata nella parte inferiore meno acclive del versante, all'origine di un progressivo detensionamento delle coltri rimaneg-

giate ancora apparentemente stabili, quindi capace di fornire ulteriori contributi allo scenario di pericolosità geomorfologica già delineato.

- Tipologia e distribuzione dei fenomeni franosi, relazionati all'assenza di una significativa attività erosiva lungo la sponda fluviale che sottende l'area di dissesto, indicano che le cause predisponenti sono da ricercare, essenzialmente, nel complesso assetto idrogeologico locale. Tale complessità consegue all'eterogeneità granulometrica laterale e verticale della successione fluviolacustre, a piccola e grande scala, ed alla scarsa permeabilità complessiva delle coltri rimaneggiate che ricoprono la parte bassa del versante. In rapporto agli aspetti evolutivi tracciati, le diverse fasce di versante distinte nella trattazione geomorfologica mostrano elementi di criticità idrogeologica apparentemente indipendenti, di fatto, con effetti che determinano interferenze tra fasce contigue, quindi, potenzialmente estesi a tutto il sistema "versante". Relativamente alle cause determinanti, l'attuale grado di dissesto sembra essere il risultato di un recente progressivo deterioramento del versante, relazionabile con il breve lasso di tempo intercorso tra gli eventi meteorici a carattere alluvionale registrati dal 2003 ad oggi, all'origine di altrettanti episodi di brusca accelerazione geomorfologica che hanno caratterizzato buona parte del territorio molisano. Gli effetti locali di tali eventi si esprimono attraverso la riattivazione di fenomeni pregressi, quindi, in una zona ad equilibrio già precario, peraltro, priva di una rete idrografica ben definita che possa favorire lo smaltimento delle acque pluviali a scapito dell'infiltrazione.

È parere dello scrivente, pertanto, che qualunque soluzione progettuale finalizzata alla stabilità a lungo termine del tratto stradale individuato dalla Committenza assumerà carattere risolutivo solo se inquadrata in un piano di interventi mirato al ripristino delle condizioni di stabilità dell'intero settore di versante in dissesto. In tale ottica, si auspica un piano di interventi compositi che fondi sui seguenti criteri di approccio, peraltro già discussi e condivisi con Progettista incaricato:

- sistemazione e consolidamento delle scarpate affette da crolli nella parte alta del versante, a mezzo di opere aventi funzione di sostegno e protezione antierosiva, integrate da interventi di bonifica e di regimazione idraulica, rispettivamente, finalizzati al controllo delle pressioni interstiziali lungo la base delle scarpate, quindi, ad un controllo generale sullo smaltimento delle acque pluviali e di quelle raccolte

- dai sistemi di bonifica, da convogliare direttamente nell'alveo del T. Ravasecca;
- consolidamento delle coltri rimaneggiate presenti nella metà inferiore del versante, essenzialmente, attraverso sistemi di drenaggio sotterraneo che coprano estesamente il settore a partire dal piede della scarpata che sottende la fognatura, comunque, prevedendo un deflusso controllato delle captazioni fino all'alveo del Ravasecca. Fermo restando quanto detto circa l'estensione delle opere di regimazione idraulica, a supporto degli interventi di drenaggio si suggeriscono interventi leggeri di sistemazione e consolidamento della scarpata immediatamente a valle delle fognature, nonché opere di contenimento e protezione di sponda lungo il tratto alveo fluviale che sottende il versante in dissesto.

Per l'attuazione del piano di interventi auspicato si renderà necessario espletare adeguati approfondimenti geognostici, mirati alla precisa definizione delle diverse criticità geologiche evidenziate, quindi, ad una caratterizzazione geotecnica dei terreni funzionale alla progettazione esecutiva degli interventi. In quest'ottica è stato messo a punto il Programma Indagini proposto nell'allegato Elab. n. 8.3 (*Planimetria con ubicazione Programma Indagini*), il cui dettaglio analitico e la relativa quantificazione di spesa sono espressi nell'allegato Elab. n. 8.4 (*Calcolo sommario di spesa del programma Indagini*).

Geol. Dott. Claudio Treviso