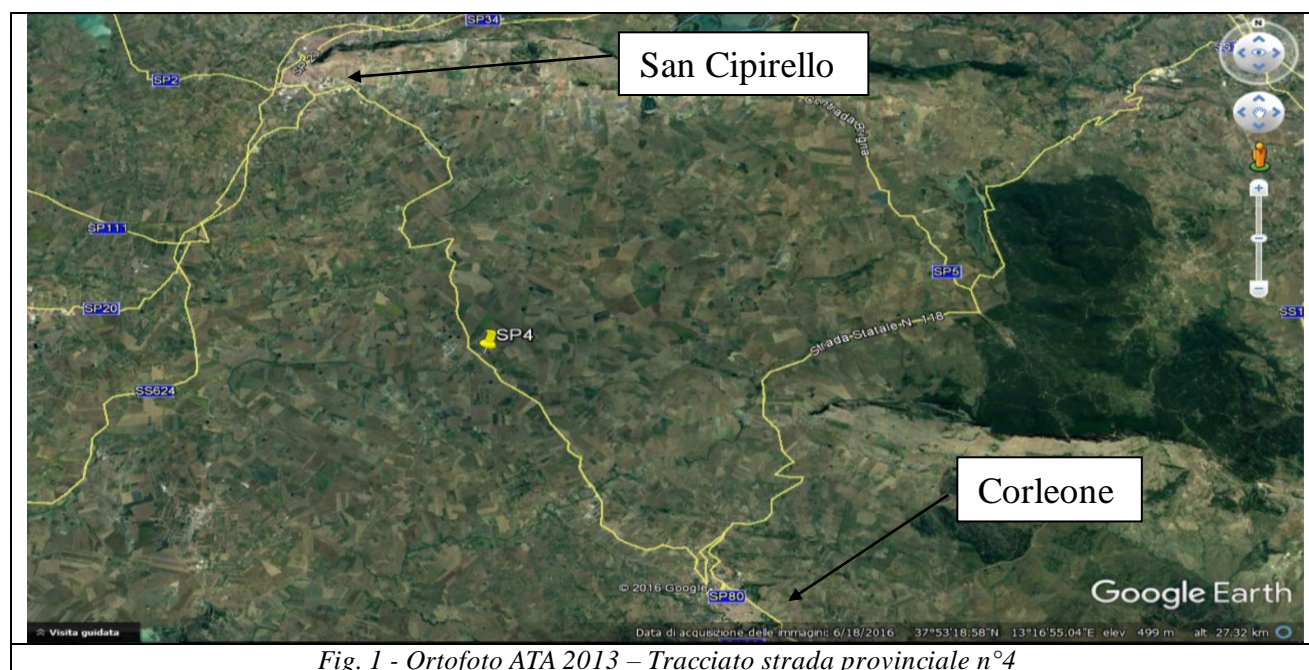


Analisi del dissesto idrogeologico lungo le arterie di viabilità provinciale: il caso della S.P. N°4 San Cipirello - Corleone

Il presente lavoro di tesi ha avuto lo scopo di mettere in evidenza le relazioni dirette tra stato di dissesto dell'arteria stradale ed il contesto geologico e geomorfologico dell'area.

La strada SP4 "Di Portella di Poirà" riveste un importante ruolo di collegamento, in quanto unisce i comuni di San Cipirello e Corleone; lungo il suo percorso sono presenti numerosi insediamenti produttivi quasi esclusivamente di tipo agricolo e zootecnico, ed inoltre, consente il raggiungimento della strada statale a scorrimento veloce SS 624 "Palermo-Sciacca", importante arteria della Sicilia centro occidentale (*Fig. 1*).



Inizialmente è stato trattato l'assetto geologico, geologico-strutturale e geomorfologico dell'area in esame, partendo da un inquadramento generale, con la presentazione degli studi precedenti, per poi descrivere in dettaglio le caratteristiche litologiche e geomorfologiche delle aree limitrofe legate alla SP4. E' stato inoltre introdotto il concetto di frana sulla base della classificazione di Varnes del 1978 e sono state definite le tipologie di dissesto più significative per la nostra zona, ed è stata effettuata la lettura della cartografia P.A.I disponibile per l'area in esame, riportandone i contenuti relativi ai dissesti che interessano direttamente il tracciato stradale (*Fig. 2a - 2b*).



Fig. 2a - Ortofoto ATA 2013 con perimetrazione dissesto P.A.I, deformazione superficiale lenta (057 - 6CO - 078).

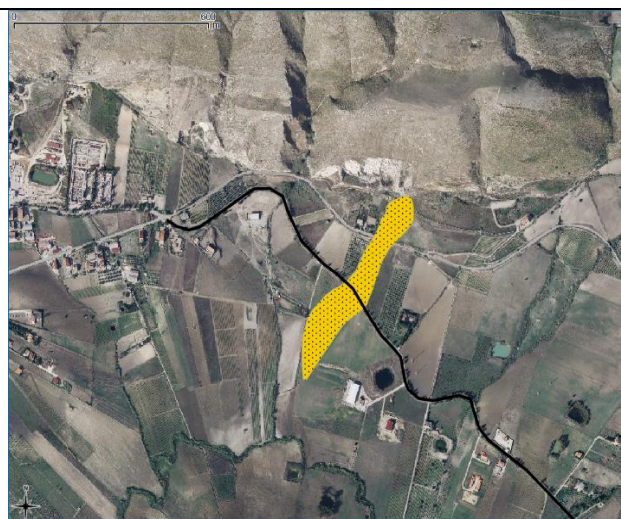


Fig. 2b - Ortofoto ATA 2013 con perimetrazione dissesto P.A.I, scorrimento inattivo (043 - 6SA - 003).

Successivamente a seguito di alcuni sopralluoghi conoscitivi, con l'aiuto dei relatori, sono stati individuati e studiati nel dettaglio tre aree in dissesto che hanno interessato alcuni tratti della SP4 rendendo difficoltoso il transito dei veicoli (Fig. 3).

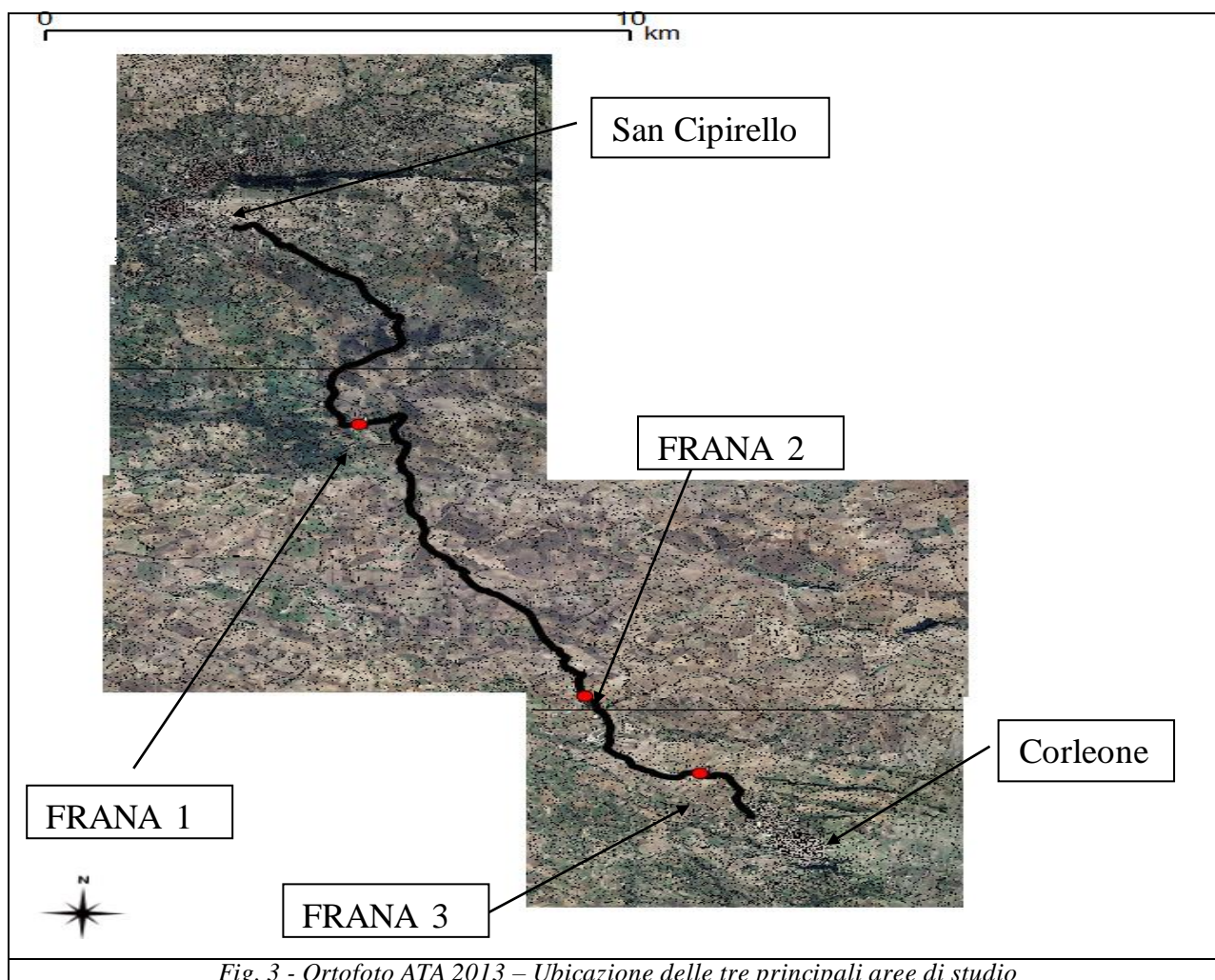


Fig. 3 - Ortofoto ATA 2013 – Ubicazione delle tre principali aree di studio

Per ciascuno di questi eventi franosi sono stati effettuati numerosi sopralluoghi dettagliati necessari per rilevare, a scala adeguata, le litologie affioranti lungo i versanti, precedentemente individuate nel Foglio 607 CORLEONE del progetto CARG; definire l'assetto geomorfologico generale dei siti che interessano la strada e prendere visione delle opere ingegneristiche presenti, aventi lo scopo di garantire la sicurezza del tratto viario.

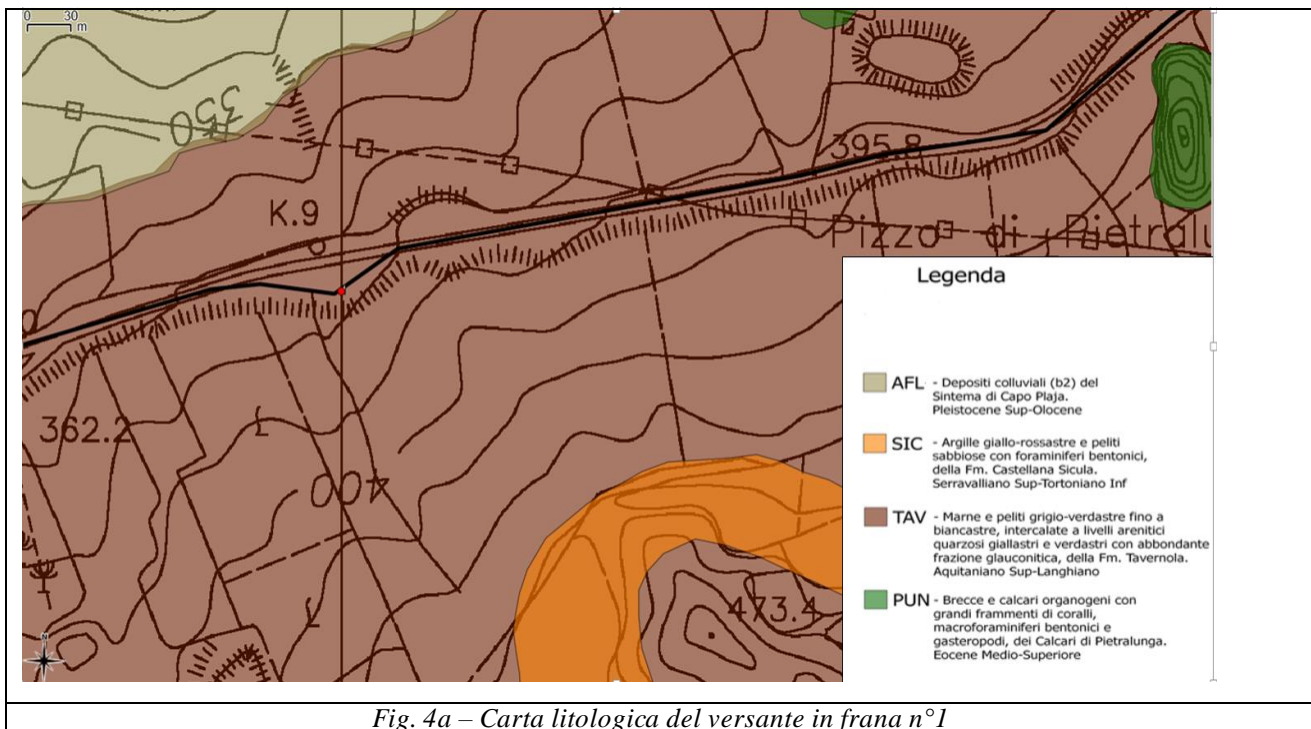
A supporto dello studio è stata utilizzata la piattaforma Google Earth, utile per ricostruire l'evoluzione storica dei tre versanti in frana, utilizzando le immagini satellitari esistenti.

Inoltre sono state utilizzate le ortofoto digitali ATA in formato ECW, del 2005 – 2008 e 2013, che racchiudono l'intera area di studio. Grazie a queste è stato possibile visionare immagini con maggiore dettaglio rispetto a quelle satellitari di Google Earth.

Ci si è serviti anche di alcune foto aeree del 2005, fornite dal geologo Dott.sa Di Natale, la cui elaborazione con lo stereoscopio, ha consentito un'analisi più precisa delle geometrie dei corpi di frana.

Sulla base dei dati acquisiti ed alla cartografia digitale disponibile, è stato possibile ricostruire le geometrie dei tre corpi di frana; individuare le principali caratteristiche morfometriche dei singoli eventi e creare una carta litologica e geomorfologica grazie all'utilizzo del software QGis.

Di seguito vengono riportate, a titolo di esempio, la carta litologica (*Fig. 4a*) e la carta geomorfologica (*Fig. 4b*) del versante in frana n°1



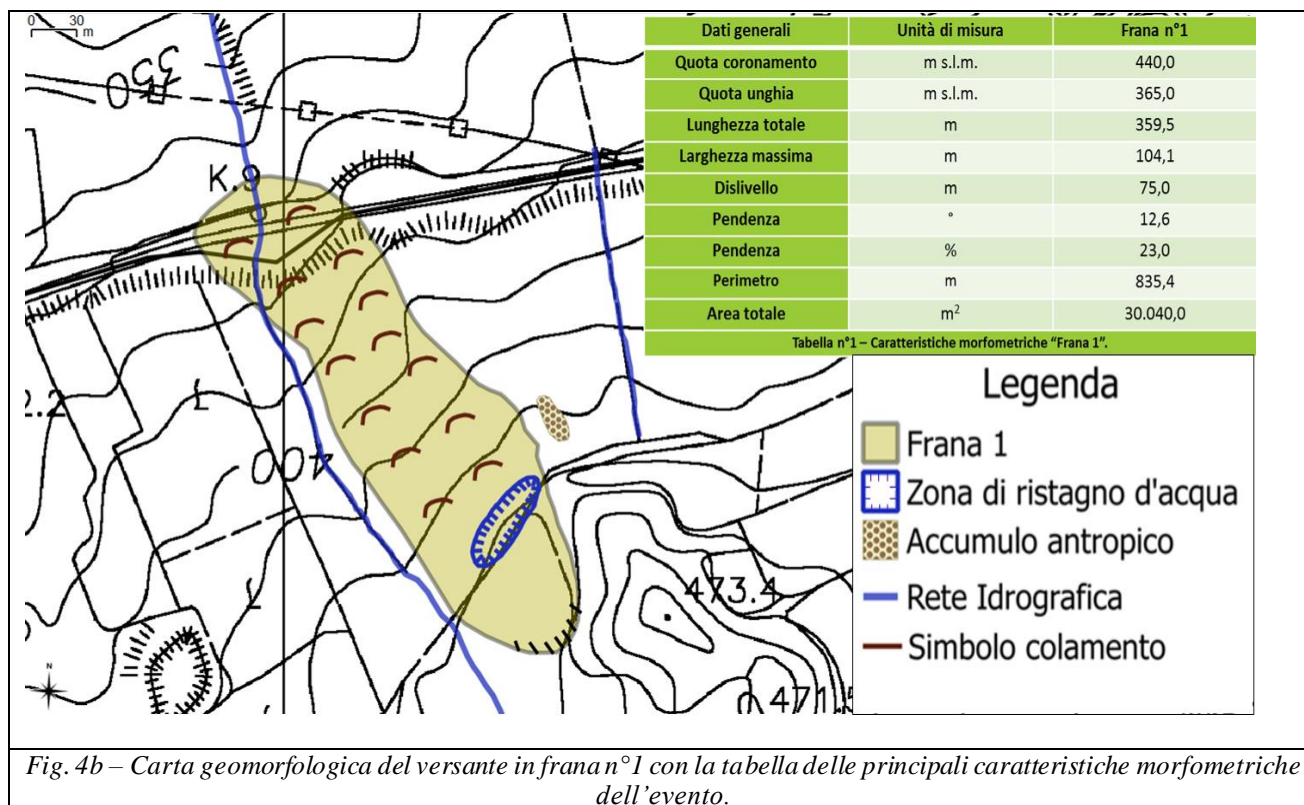


Fig. 4b – Carta geomorfologica del versante in frana n°1 con la tabella delle principali caratteristiche morfometriche dell'evento.

Per una corretta interpretazione delle caratteristiche litologiche e geomeccaniche dei terreni interessati dagli eventi franosi, si è proceduto con l'analisi della documentazione tecnica esistente, fornita dal funzionario geologo Dott.sa Di Natale e dal funzionario tecnico Dott.sa Bonni del *Libero Consorzio delle Città Metropolitane Direzione Infrastrutture, Viabilità Provinciale, Mobilità e Trasporti, (ex Provincia regionale di Palermo)* relativa a due campagne di sondaggi effettuate nel 1996 e nel 2006 lungo i versanti della SP4. Grazie ai dati relativi ai sondaggi geognostici è stato possibile confermare la tipologia e la successione stratigrafica dei terreni in esame, mentre i dati relativi alle prove geotecniche di laboratorio, eseguite sui campioni indisturbati prelevati nel corso delle perforazioni, hanno consentito di valutare lo stato fisico dei terreni in situ. I dati disponibili sono stati caricati ed elaborati tramite il software MS Excel, grazie al quale è stato possibile definire alcune proprietà indice, individuando: nella Carta di plasticità di Casagrande il campo di appartenenza dei litotipi argillo-marnosi (Fig. 5a); e nel grafico di attività delle argille il range di appartenenza dei campioni esaminati (Fig. 5b).

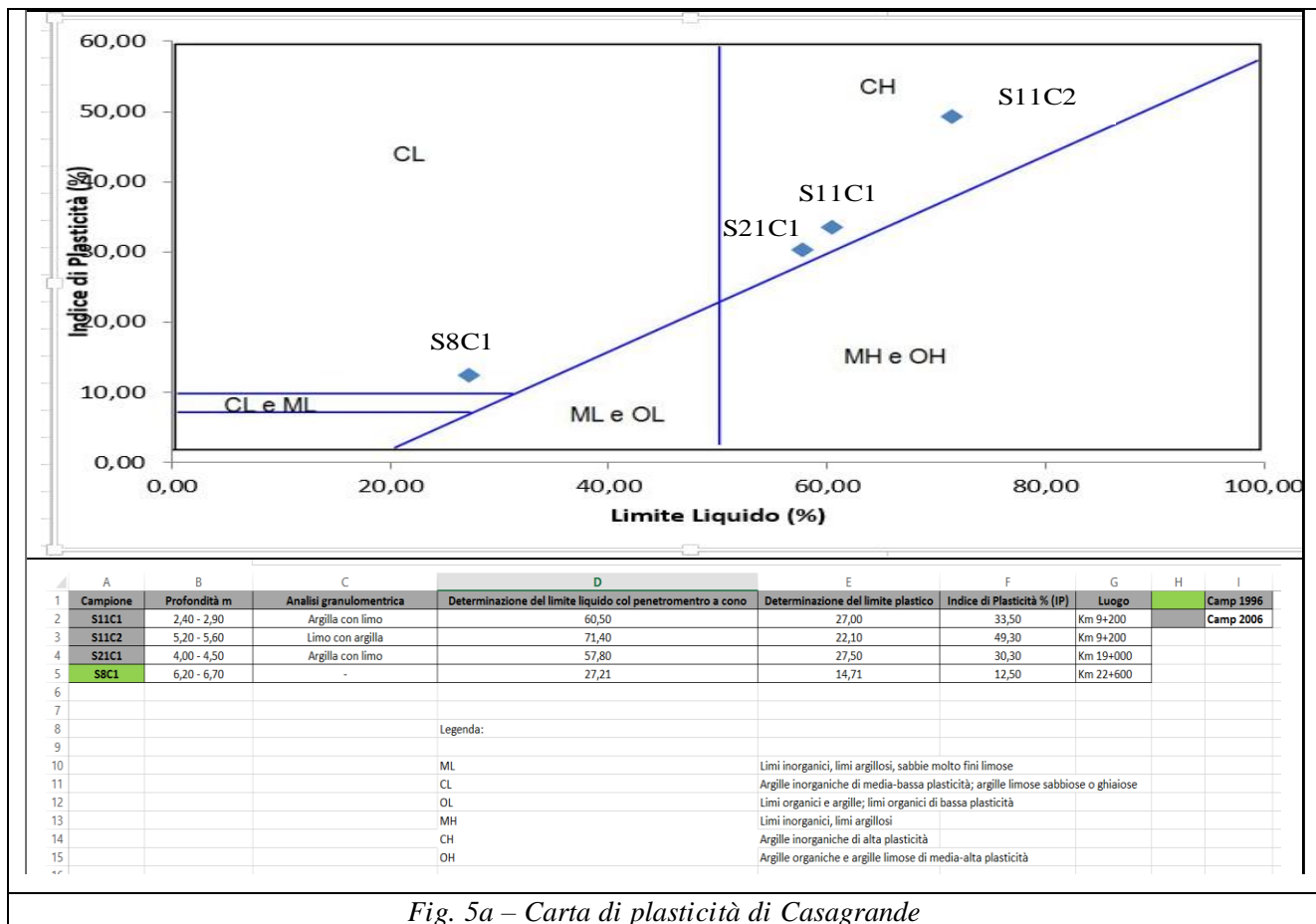


Fig. 5a – Carta di plasticità di Casagrande

I campioni esaminati ricadono nel campo CH, *argille inorganiche ad alta plasticità*, (campioni C1 e C2 del sondaggio S11, ed il campione C1 del sondaggio S21) e nel campo CL, *argille inorganiche di media-bassa plasticità; argille limose sabbiose o ghiaiose*, per il campione C1 del sondaggio S8.

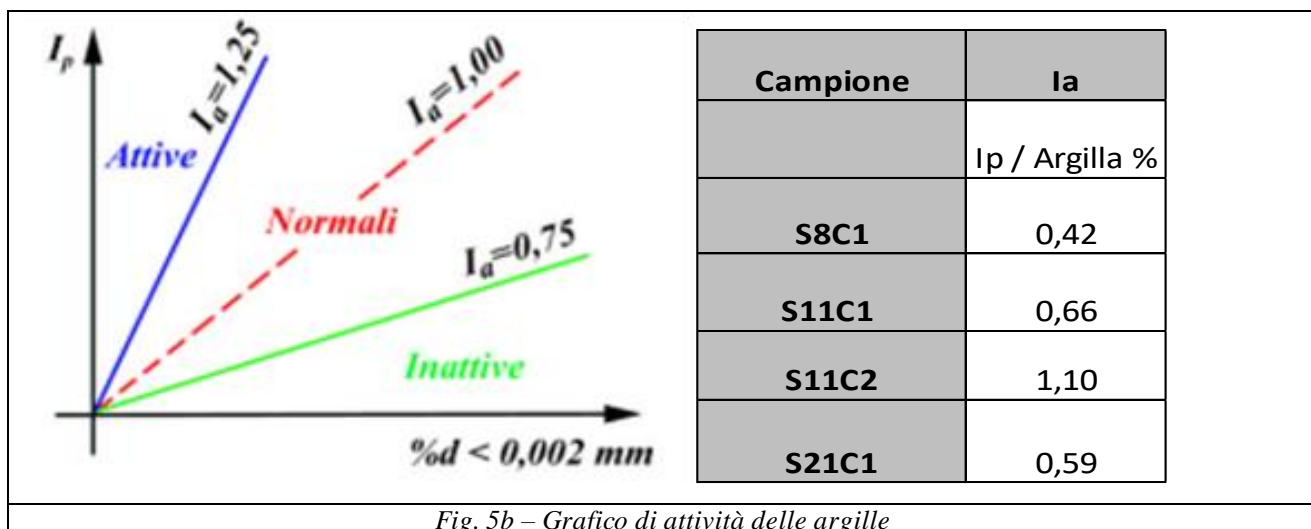
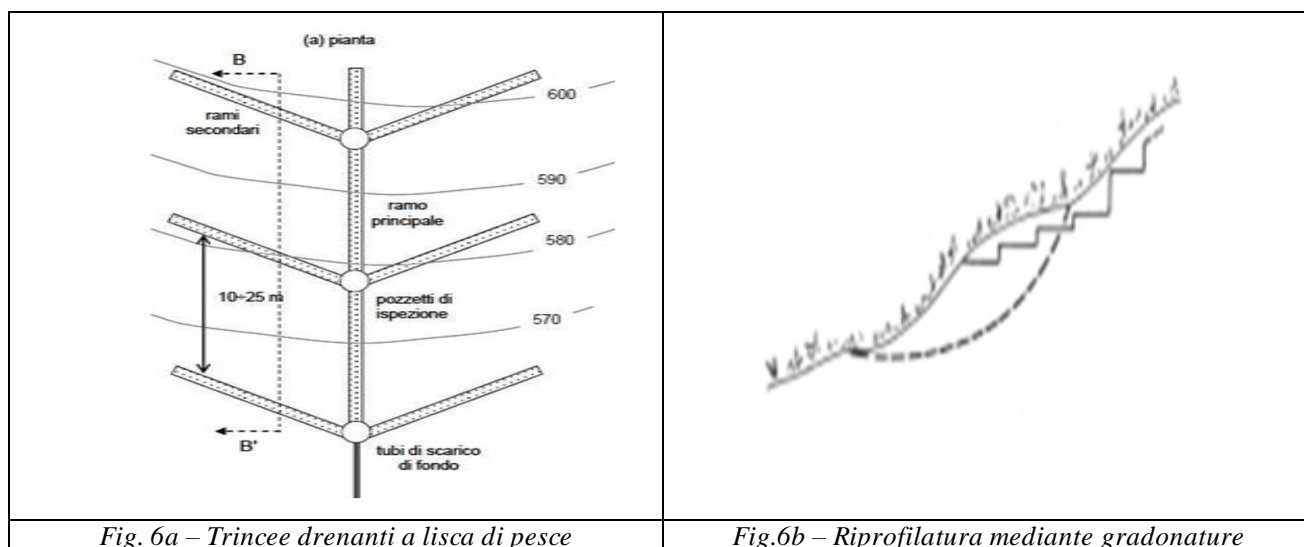


Fig. 5b – Grafico di attività delle argille

Come è possibile vedere dalla tabella sulla destra, i campioni C1 appartenenti ai sondaggi S8, S11 ed S21, ricadono nel range delle argille inattive (valori di $I_a < 0,75$), mentre il campione C2 del sondaggio S11 presenta un valore più elevato che caratterizza le argille normali (valori $1,25 > I_a > 0,75$)

Infine, dopo aver messo in evidenza alcuni punti di carattere normativo riguardanti la situazione della SP4, aver mostrato le condizioni in cui versano le opere di sistemazione esistenti per i tre siti in esame, è stato possibile proporre delle opere di intervento atte alla stabilizzazione e sistemazione dei versanti, oltre che alla messa in sicurezza della strada. Nello specifico è stato proposto per il versante in frana n°1 un sistema di drenaggio sub – superficiale, costituito da trincee drenanti disposte a lisca di pesce installate lungo il versante a monte della strada al di sotto della soglia di lavorazione (Fig. 6a), che consenta di drenare le acque che insistono sul versante così da migliorarne le condizioni di stabilità. E' stato anche proposto un intervento di riprofilatura del versante così da eliminare le zona di ristagno e diminuirne l'inclinazione per mezzo di gradonature (Fig. 6b).



Per rendere più stabile i versanti a monte ed a valle della strada è stato proposto inoltre un sistema di gabbioni (Fig.7a), da installare sul fianco lato monte della strada, che siano in grado di sopportare gli sforzi e le sollecitazioni a cui sono sottoposti rendendo più stabile il versante, ed un muro cellulare (Fig. 7b), installato a valle della strada, che riesca ad opporsi ai cedimenti del versante evitando danni alla strada.



Fig. 7a – Gabbionate in pietrame



Fig. 7b – Muro cellulare

La situazione di dissesto presente nella SP4 è estendibile a tutta la rete viaria provinciale siciliana, che secondo dati del 2014 ha registrato oltre 80 incidenti stradali e 137 feriti. Oltre al contesto geologico e geomorfologico predisponente, le cause della criticità da frana sono da ricercarsi nella cronica mancanza di fondi che attanaglia le ex Province regionali ed in una normativa complessa che rende difficile l'occupazione temporanea dei terreni adiacenti ai tracciati stradali per realizzare i necessari interventi di sistemazione dei versanti che assicurerebbero vita più duratura agli interventi manutentivi. Tali interventi, spesso sono di rapida realizzazione, come nel caso delle trincee drenanti, e funzionali alla stabilizzazione delle coltri superficiali. Corrette tecniche di lavorazione del terreno rispettose delle naturali vie di deflusso superficiale, possono inoltre contribuire al miglioramento dell'assetto idraulico e conseguentemente alla stabilizzazione dei versanti ed alla salvaguardia delle opere esistenti.

Il presente lavoro di tesi vuole fornire uno spunto di riflessione agli organi competenti ed al legislatore per l'attuazione di misure che possano condurre alla realizzazione di adeguati interventi manutentivi e sistematori durevoli nel tempo con conseguente risparmio di risorse, messa in sicurezza del transito veicolare, salvaguardia del territorio e benefici per la comunità.