

Deformazioni gravitative di versante e frane da liquefazione indotte nel territorio di Polistena - Cinquefrondi dal terremoto delle Calabrie del 1783

Gravitational slope deformations and liquefaction landslides triggered by the 1783 Calabria earthquake in the Polistena-Cinquefrondi territory

GUERRICCHIO A. (*), BIAMONTE V. (**),
MASTROMATTEI R. (***), PONTE M. (*)

RIASSUNTO - Lo studio dettagliato delle caratteristiche geomorfologiche dei territori di Polistena - Cinquefrondi (RC), attraverso osservazioni di campagna e l'analisi di immagini telerilevate, quali le foto aeree e quelle da satellite e SAR, ha consentito di riconoscere tipologie di deformazioni gravitative dovute alle particolari condizioni litologiche, strutturali e topografiche dell'area, per la gran parte indotte da fenomeni di liquefazione delle sabbie, prodotti dal "terremoto delle Calabrie" del 5-6 febbraio del 1783. Questo ebbe l'area epicentrale a nord del massiccio dell'Aspromonte comprendente la piana di Gioia Tauro, nella quale ricadono i territori esaminati nel presente lavoro. I risultati geologici e geotecnici ottenuti sono utili indicatori a posteriori dell'attività sismotettonica del territorio ovvero di una crisi geomorfogenetica da sisma e consentono di avere ancora oggi, a distanza di poco più di 200 anni, un quadro della drammaticità di questo terremoto, tra i più catastrofici che abbiano colpito la Calabria in tempi storici, a seguito del quale metà dei fiorenti centri urbani furono trascinati a valle da frane e rasi al suolo, con più di 31.000 vittime.

Gli effetti più vistosi di quel sisma sono state le deformazioni gravitative profonde del territorio esaminato e le imponenti frane, in prevalenza del tipo earth-block slide, con spostamenti orizzontali fino a 500 - 700 m, distacchi di strisce unitarie di terrazzi lunghe fino a 4 km, larghe fino a 1 km e spesse fino a più di 0.2 km, con trench a monte fino a 0.350 km e spostamenti laterali d'alveo fino a 0.14 km.

È stato caratterizzato, infine, lo stato attuale del ter-

reno al fine di valutarne il comportamento in presenza di sisma, verificando il grado attuale di pericolosità rispetto alla liquefazione.

PAROLE CHIAVE: terremoto, geomorfologia sismica, frane, liquefazione, deformazioni gravitative profonde di versante.

ABSTRACT - The detailed study of the geomorphological characteristics of the territory of Polistena - Cinquefrondi (RC), through direct survey and the analysis of aerial photographs and satellite and SAR images, has allowed the recognition of typologies of gravitative deformations due to special lithological, structural and topographic conditions of the area, for the most part induced by sand liquefaction phenomena produced by the "Calabrie" earthquake of 5-6 February 1783. This had its epicentral area to the north of the Aspromonte massif also embracing the Gioia Tauro Plain, in which the studied territories in this paper fall. The geological and geotechnical results obtained are useful a posteriori indicators of the seismotectonic activities of the territory, in other words of a geomorphogenetic crisis caused by seism. All this enable us still today, more than 200 years later, to have a clear picture of the dramatic nature of that earthquake, among the most catastrophic ever to have hit Calabria in historical times, following which half of the flourishing towns were dragged to the valley by landslides and razed to the ground, with more than 31,000 victims

(*) Dipartimento Difesa del Suolo "V. Marone", Università della Calabria

(**) Borsista della Regione Calabria c/o Dipartimento Difesa del Suolo "V. Marone", Università della Calabria

(***) Prof. Incaricato -Facoltà di Ingegneria, Università della Calabria

The most striking effects of that quake were the deep gravitative deformations of the study area and the massive landslides, prevalently of the earth-block slide type, with horizontal shifts of up to 500 - 700 m, separation of unitary terrace strips up to 4 km long, up to 1 km wide and up to more than 0.2 km deep, with trenches upslope of up to 0.350 km and lateral shifting of river beds of up to 0.14 km.

Finally, the present state of the territory has been characterised in the context of evaluating its behaviour when an earthquake occurs, to verify the current degree of danger regarding sand liquefaction.

KEYWORDS: earthquake, seismic geomorphology, landslides, liquefaction, deep seated gravitational slope deformations.

1. - INTRODUZIONE

Il terremoto ebbe inizio mercoledì 5 febbraio del 1783. La prima scossa, la più terribile di tutte e che durò circa tre minuti, avvenne tre quarti d'ora dopo mezzogiorno; la seconda, quasi egualmente forte, alle ore 19.00; la terza, che finì di abbattere le città ed i villaggi, il venerdì seguente alle ore 20.00 (fig. 1). Queste scosse furono seguite da altre di mediocre e leggera intensità, in un periodo di circa quattro anni, dal 1783 al 1786, con migrazione degli epicentri dapprima verso sud e poi verso nord (fig. 2) Durante questo periodo sismico, a Monteleone Calabro (oggi Vibo Valentia) furono contate 950 scosse nel 1783, 144 scosse nel 1784, 50 scosse nel 1785 e 42 scosse nel 1786 (VIVENZIO, 1788). L'epicentro delle prime due scosse più violente del 1783 è stato localizzato nell'area compresa tra le città di Bagnara, S. Cristina, Cinquefrondi ed un tratto di mare antistante Palmi e Gioia Tauro (MERCALLI, 1897). I danni più gravi si sono verificati nei depositi pleistocenici tra S. Cristina e S. Giorgio Morgeto e lungo la costa tirrenica tra Palmi e Scilla. Il 6 febbraio 1783 a Scilla si verificò un maremoto dove perirono 2475 persone, scampate alla morte dalla scossa principale del giorno precedente e rifugiatesi sulla costa.

I componenti della spedizione scientifica che partì il 5 febbraio del 1783, facente parte della Reale Accademia delle Scienze e Belle Lettere di Napoli e che si dotò di tre disegnatori: gli architetti P. Schiantarelli, I. Stile e B. Rulli, hanno lasciato una pregevole documentazione. I risultati furono pubblicati nel 1784 nell'Istoria, corredata da un grande Atlante (cm 48x37) di tavole illustrative, alcune delle quali sono riportate nelle figg. 3, 4, 5, 6, 7. Tali studiosi hanno descritto il terremoto "non come un moto

della terra ma come un rovescio totale della sua superficie: gli spettatori che si trovavano sopra i luoghi descritti vedevano i picchi ed i piani dei monti, così come le valli e le pianure delle loro pendici, muoversi come lo scioglimento dei ghiacciai". Altre descrizioni sono state fatte da numerosi cronisti e scienziati, quali GRIMALDI (1784), DE DOLOMIEU (1784) e VIVENZIO (1788), nonché da soccorritori e tecnici inviati dal Regno di Napoli.

Il terremoto provocò più di 31.000 vittime. Dei 384 centri abitati (comuni e villaggi) della "Calabria Ulteriore" rimasero illesi soltanto tre centri abitati: Cotronei, Isola Capo Rizzuto e Scandale, poste nella media costa Ionica, mentre circa la metà furono rasi al suolo, 155 parzialmente distrutti, altri ebbero solamente costruzioni danneggiate ed inabitabili (PLACANICA, 1985). Tra le principali località maggiormente investite dal sisma si riportano: Pizzo, Briatico, Bivongi, Vibo Valentia, situate nel fertile territorio degli antichi Ipponati, Filogaso, Tropea, Parghelia, Mileto, Rosarno, Galatro, Nicotera, Gioia Tauro, Palmi, Seminara, Polistena, Sinopoli, Cinquefrondi, Terranova, Casalnuovo, S. Cristina, S. Eufemia, S. Procopio, Castellace e tanti altri piccoli villaggi intorno ad Oppido (fig. 1).

Recentemente l'area epicentrale è stata delimitata da BARBANO *et alii* (1980); essa è compresa nell'isosisma di grado XI nella MKS-64 scale (fig. 1) ed è stata stimata una magnitudo di $M > 7$ ed il rilascio di un'energia sismica di 10^{23} erg (MANTOVANI, 1985).

2. - LINEAMENTI GEOLOGICI E TETTONICI DELL'AREA

2.1. - GEOLOGIA

L'area di Polistena-Cinquefrondi esaminata si colloca a nord del Massiccio dell'Aspromonte e comprende una parte della Catena delle Serre ed il bacino del torrente Vacale, affluente di sinistra del fiume Mesima. Essa ricade nel bacino di Gioia Tauro, il quale, con la fossa tettonica Filadelfia-Rosarno, si estende verso nord-ovest, entro la parte settentrionale del Foglio 246 "Cittanova" (fig. 8).

Generalmente le pareti della fossa tettonica esposte verso "occidente" fanno da limite alle rocce granitiche appartenenti alla Unità di Stilo (AMODIO MORELLI *et alii*, 1976). Verso nord-est il granito passa, tramite una stretta zona di transizione ad andamento OSO, agli scisti bio-

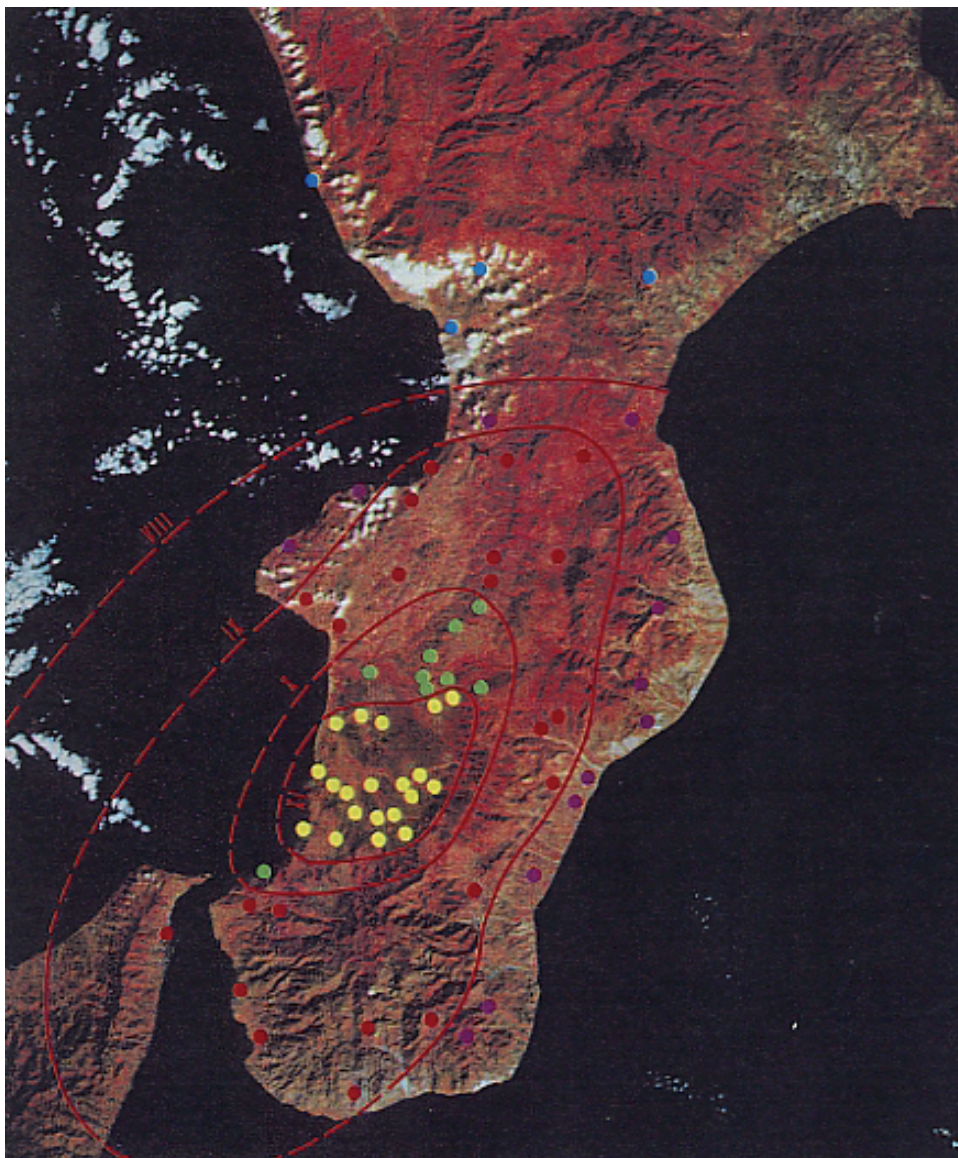


Fig. 1 - Immagine Landsat della Calabria meridionale da cui si evincono le principali lineazioni tettoniche e la vasta depressione tettonica della Piana di Gioia Tauro, zona epicentrale del terremoto del 1783, ove ricadono gli abitati di Polistena, Cinquefrondi e San Giorgio Morgeto. Questa depressione subsidente ha un limite rettilineo verso est ed uno arcuato a nord, costituito da un segmento di faglia trascorrente destra. Nell'area della Piana ricadono le isosisme di X ed XI grado e sono riportati con cerchietti gialli i principali abitati completamente distrutti; con quelli degli altri colori gli abitati con danni sempre più modesti man mano che ci si allontana dalla zona epicentrale.

- Landsat image of southern Calabria from which the main tectonic features can be inferred and the vast tectonic depression of the Gioia Tauro Plain, the epicentral area of the 1783 earthquake, where the settlements of Polistena, Cinquefrondi and San Giorgio Morgeto are found. This subsidence depression has a straight border to the east and an arched one to the north, constituted of a right transcurrent fault segment. In the Plain area are X and XI grade iso-seismals and the main settlements that were completely destroyed are shown by white circles; with those of darkest colours are indicated the settlements with ever more modest damage as they become more distant from the epicentral area.

titici e granatiferi della Unità dell'Aspromonte. Nell'angolo sud-orientale del Foglio il granito è in contatto intrusivo con gli scisti biotitici. Tale contatto decorre dall'angolo sud-orientale della tav. "Serra S. Bruno", con andamento da SO a SSO, verso il punto di mezzo del limite tra le tavv. "Caulonia" e "Gioiosa Ionica"; qui il contatto volge verso occidente e si prolunga verso il bordo della tav. "Cittanova", dove ruota verso sud per entrare nel F^o 255 "Locri". Con i graniti sono associate: pegmatiti, apliti, rocce dioritiche e masse talco-quarzose.

Nei rilievi montuosi delle Serre, che rappresentano il prolungamento settentrionale dell'Aspromonte, affiorano prevalentemente rocce cristalline, le quali costituiscono pure la parte nord-occidentale del Foglio nel quale ricade il pilastro tettonico del M. Poro - Vibo

Valentia. Tali rocce cristalline, affioranti nelle tavolette SE Cittanova e SO Taurianova, sono di natura granitica con l'eccezione di una fascia settentrionale di migmatiti e di gneiss. L'estremo vertice sud-orientale del Foglio "Cittanova" giunge alla costa ionica e l'angolo nord-occidentale è invece una zona elevata che fa parte del pilastro del M. Poro- Vibo Valentia (fig. 8). I depositi quaternari sono costituiti da sedimenti argilloso-sabbiosi e conglomeratici pleistocenici e da depositi olocenici superficiali ciottoloso-sabbiosi, ben rappresentati nella piana di Gioia Tauro.

Nell'angolo nord-occidentale dell'area rilevata affiorano i depositi del Miocene medio-superiore, i quali ricoprono il pilastro tettonico di Vibo Valentia ed i pendii nord-occidentali della fossa tettonica di Filadelfia-Rosarno.



Fig. 2 - Schema di migrazione dell'area epicentrale durante il periodo sismico compreso tra il 5 febbraio del 1783 ed il 28 marzo dello stesso anno, con indicazione delle città e dei paesi distrutti. La migrazione delle aree epicentrale è avvenuta nel seguente ordine: 1. 5 febbraio; 2. 6 febbraio; 3. 7 febbraio (alle ore 20.00); 4. 7 febbraio (alle ore 22.00); 5. 1 marzo; 6. 28 marzo. In particolare nell'area in studio la rottura fu osservata sulla superficie per una lunghezza maggiore di 25 km.

- Diagram of migration of the epicentral area during the seismic period between 5 February 1783 and 28 March of the same year, with indication of the towns and villages destroyed. The migration of the epicentral areas occurred in the following order: 1. 5 February; 2. 6 February; 3. 7 February (at 20.00); 4. 7 February (at 22.00); 5. 1 March; 6. 28 March. In particular in the study area the break was observed on the surface for a length of more than 25 km.

Presso il raccordo tra la fossa tettonica di Filadelfia-Rosarno col bacino di Gioia Tauro e quindi nell'area in studio, sono esposti, sul fianco sud-orientale della fossa tettonica, altri sedimenti coevi. Verso mezzogiorno si rinvennero affioramenti sporadici di questi sedimenti presso il bordo sud-orientale del bacino di Gioia Tauro. Tali depositi sono generalmente costituiti da sabbie, a grana da media a grossolana ed argille.

Età pleistocenica, probabilmente medio-superiore è quella dell'esteso cono di deiezione costituente gran parte della zona occidentale dell'area rilevata (figg. 9a, b, c). Esso si estende

dalla base della scarpata di faglia del versante occidentale delle Serre verso NO. Tutti i conoidi sono costituiti da elementi di rocce cristalline anche di grosse dimensioni, in abbondante matrice di sabbia e ghiaietto con tasche e lenti di limo.

I depositi del ciclo pliocenico-calabro, costituiti da argille, argille sabbiose e sabbie, giacciono generalmente in discordanza angolare sulle rocce più antiche; talora, tuttavia, si nota una concordanza con i livelli superiori del Miocene.

I fenomeni quaternari riscontrabili nell'area si possono suddividere in "forme di ero-

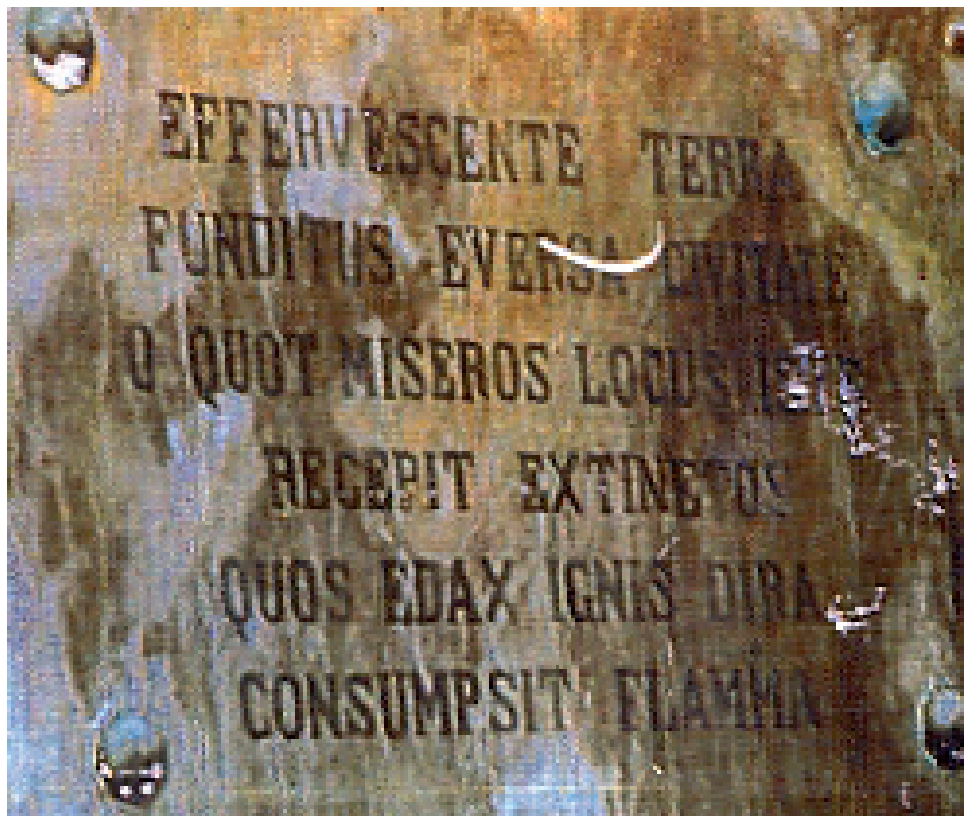


Fig. 3 - Lapide del 1784 in Polistena, che documenta, tra l'altro i fenomeni di liquefazione delle sabbie in quel territorio in occasione del terremoto del febbraio 1783: "Sconvolta la città dalle fondamenta per il ribollire della terra o quanti miseri accolse questo luogo che un fuoco consumò con inesorabile fiamma".

- General plan of the 215 lakes produced by the 1783 earthquake and the upheaval of the hydrographic network as a result of the great landslides induced, for the most part, by sand liquefaction phenomena in the epicentral area (Gioia Tauro Plain).



Fig. 4 - Pianta generale dei 215 laghi prodotti dal terremoto dal 1783 e dello sconvolgimento del reticolo idrografico conseguente alle grandi frane indotte, per gran parte, da fenomeni di liquefazione delle sabbie nell'area epicentrale (Piana di Gioia Tauro).

- 1784 Plaque in Polistena, documenting, among other things the sand liquefaction phenomena in that territory on the occasion of the February 1783 earthquake: "The town was shaken to its foundations owing to the boiling up of the earth oh how much woe befell this place that a fire consumed with inexorable flame".



Fig. 5 - Un esempio di fenomeno di liquefazione con formazione di cratere nella zona di Polistena in località "Giuseppina"
 -An example of liquefaction phenomenon with formation of craters in the area of Polistena in the "Giuseppina" district.

sione" (superfici di erosione, piattaforme di abrasione e di erosione continentale) e "depositi" (antichi depositi di litorali).

Le antiche piattaforme, con i sedimenti a loro associati, si formarono probabilmente durante le fasi interglaciali, relativamente stabili, del Pleistocene. Nell'area ve ne sono a varie quote, a causa dei movimenti di sollevamento quaternari.

L'esteso piano di Gioia Tauro è in gran parte ricoperto da depositi epicontinentali di età pleistocenica; qui i conglomerati grossolani aventi vasta estensione fanno passaggio, verso occidente e verso nord-ovest, a sabbie grossolane ed a conglomerati sabbiosi. Altrove i depositi pleistocenici consistono di un sottile mantello, ad ossidazione rossastra, di materiali di derivazione locale e spesso si rinvengono come affioramenti isolati appartenenti ad anti-

che superfici, in gran parte asportate dall'erosione.

I depositi olocenici sono pure assai estesi e comprendono sabbie, ciottoli e depositi alluvionali, fissati (naturalmente o per opera dell'uomo) e mobili dei letti fluviali, nonché da detriti di frana, conoidi di deiezione e parte dei terrazzi fluviali. I conoidi di deiezione, tutti poco attivi, sono riconoscibili in destra del T. Vacale, in sinistra del T. Sciarapotamo (Cinquefrondi) e in località Pizzicalo. Quest'ultimo ricade allo sbocco di una depressione orientata da SE a NO prodottasi come deformazione gravitativa a seguito del terremoto del 1783.

Infine si osservano diversi ordini di terrazzi fluviali antichi, costituiti da ghiaie e blocchi in matrice limoso-sabbiosa, di spessore fino ad una decina di metri, non differenziati nelle figg. 9a e 9b.

2.2. - TETTONICA

I movimenti tettonici post-miocenici e quaternari hanno dato luogo a fratture e faglie verticali che è possibile rappresentino il ringiovanimento di antiche linee tettoniche profonde, mentre quelli tettonici, che hanno invece interessato le rocce più antiche hanno subito l'impronta dei fenomeni metamorfici ed intrusivi regionali cui queste zone sono state sottoposte (fig. 8).

In dettaglio, nell'area studiata i principali elementi strutturali sono rappresentati dall'horst di rocce cristalline della dorsale delle Serre con direzione NE-SO, tagliato trasversalmente (*crosscut*) e diviso dall'horst dell'Aspromonte e dal graben di Siderno con andamento NO-SE (fuori carta), ove passa la faglia trascorrente destra Monte Poro-Siderno, dall'horst di Sinopoli-Delianuova-Cosoleto e da quello minore di Palmi. A nord ed a NO degli horst suddetti esiste il vasto Graben della Piana di Gioia, riempito dai sedimenti del Pliocene-Quaternario e diviso a nord dall'horst di Capo Vaticano e da quello mi-

nore di Nicotera da una faglia normale con direzione NO-SE. Tale graben della Piana di Gioia presenta nella parte meridionale due insellature, l'una tra gli horst dell'Aspromonte e quello di Sinopoli-Delianuova-Cosoleto e l'altro tra quest'ultimo e l'horst di Palmi. Verso NE il graben è continuo con quello del Fiume Mesima (fuori carta), compreso tra l'horst di Capo Vaticano e quello delle Serre (figg. 8, 10). Gli horst suddetti sono delimitati da faglie normali, di cui qualcuna assume caratteri di trascorrenza. Le superfici di faglia tra l'horst di Sinopoli-Delianuova-Cosoleto e quello dell'Aspromonte mostrano strie oblique con componente sinistra.

Tutte le faglie principali ad andamento NE-SO e le unità tettoniche da esse delimitate ruotano verso S-SO, così da assumere un andamento curvilineo, il quale si adatta a quello a più grande scala dell'Arco Calabro.

Le faglie normali si sviluppano nell'ambito del meccanismo di *back-thrusting*, determinato dall'innalzamento della dorsale aspromontana e dal contemporaneo sprofondamento del fondo del Mar Tirreno. A volte al meccanismo nor-



Fig. 6 - Rottura apertasi in Polistena in località "Giuseppina" ampiamente descritta dal Sarconi. Sullo sfondo si nota l'acquedotto che è stato distrutto in più parti; ancora oggi ne sono visibili i resti.
- Wide trench opened in Polistena in the "Giuseppina" district, amply described by Sarconi. In the background can be noted the aqueduct that was destroyed in many parts; the remains can still be seen today.



Fig. 7 - Frane da scorrimento rotazionale e traslazionale in località "Ventriconi".

- Rotational slumps and translational slips in the "Ventriconi" district, where the landscape was described by the ancient scientist as sinked ("nabissato").

male puro si sovrappone quello di trascorrenza fra i blocchi tettonici, come lungo la faglia di Santa Cristina, quella di Santa Eufemia e quella a sud dell'horst del monte Poro, tutto ciò molto probabilmente dovuto all'attuale deformazione dell'Arco Calabro.

La faglia normale Delianuova-Molochio-Santa Cristina, che prosegue nella zona di Polistena esaminata con analoga direzione nel versante occidentale delle Serre e in particolare ai piedi di S. Giorgio M., mette in contatto laterale i terreni sedimentari del Plio-Quaternario con le rocce cristalline del substrato (figg. 9a, b, c).

Si evidenzia che essa si è riattivata durante il terremoto del 1783, insieme ai fenomeni franosi da esso innescati. Il segmento di faglia normale riattivato, ancora oggi abbastanza evidente sul terreno, va dall'abitato di Santa Cristina a quello di San Giorgio M. per una lunghezza non inferiore a 25 km, con un abbassamento della parte occidentale di alcuni metri (fig. 10). Detto segmento di faglia riattivata si è progressivamente allungato per un centinaio di chilometri tra il 5 febbraio ed il 28 maggio 1783, sia verso lo stret-

to di Messina che verso la fossa di Catanzaro, come testimonia la migrazione degli epicentri degli eventi sismici (fig. 2).

Il quadro complessivo della sismicità storica evidenzia che gli epicentri dei sismi di maggiore intensità si allineano lungo la fossa tettonica del Mesima e dello stretto di Messina. Si nota che i terremoti entro l'area di Gioia Tauro sono particolarmente intensi, quelli con periodo di ritorno maggiore ($T > 40-50$ anni) sono di magnitudo più elevata ($M > 6$).

3. - CARATTERI MORFOLOGICI DELLE DEFORMAZIONI DEL SUOLO E DELLE FRANE INDOTTE DAL TERREMOTO DEL 1783 NELL'AREA DI POLISTENA-CINQUEFRONDI

Come detto, il terremoto della Calabria del 5-6 febbraio 1783 è tra i più catastrofici che in tempi storici abbiano colpito questa regione. La durata della scossa principale è stata di circa tre minuti; la magnitudo è stata stimata $M > 7$.

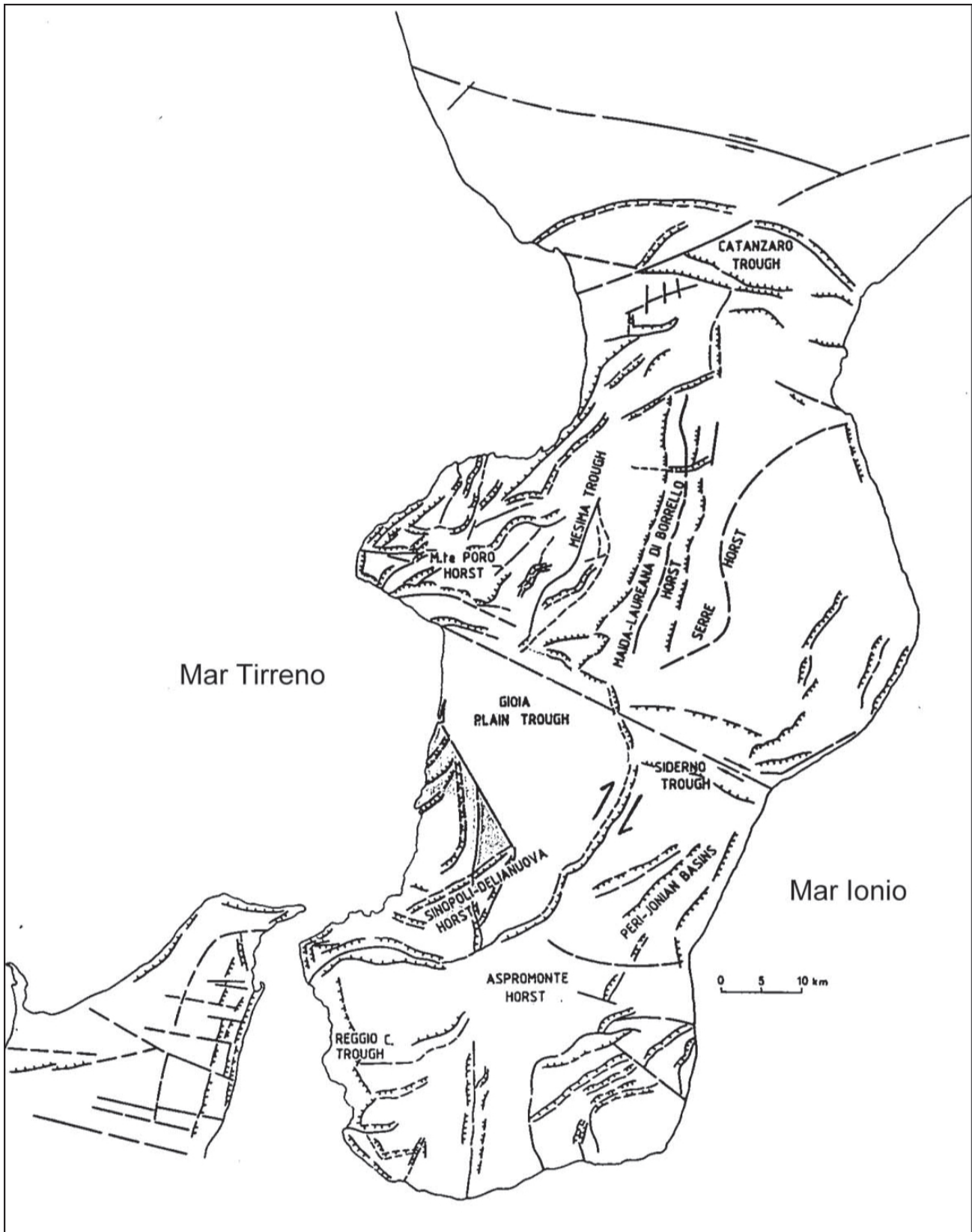


Fig. 8 - Zone neotettoniche della Calabria meridionale derivate dall'esame di immagini da satellite. Le zone sismo-tettoniche sono indicate come da letteratura. La faglia riattivata è indicata con le due frecce e mostra il carattere di trascorrente destra.
 - Neotectonic areas of southern Calabria deriving from the examination of satellite images. The seismotectonic areas are indicated as in literature. The reactivated fault is indicated with the two arrows and reveals the character of a right strike slip fault.

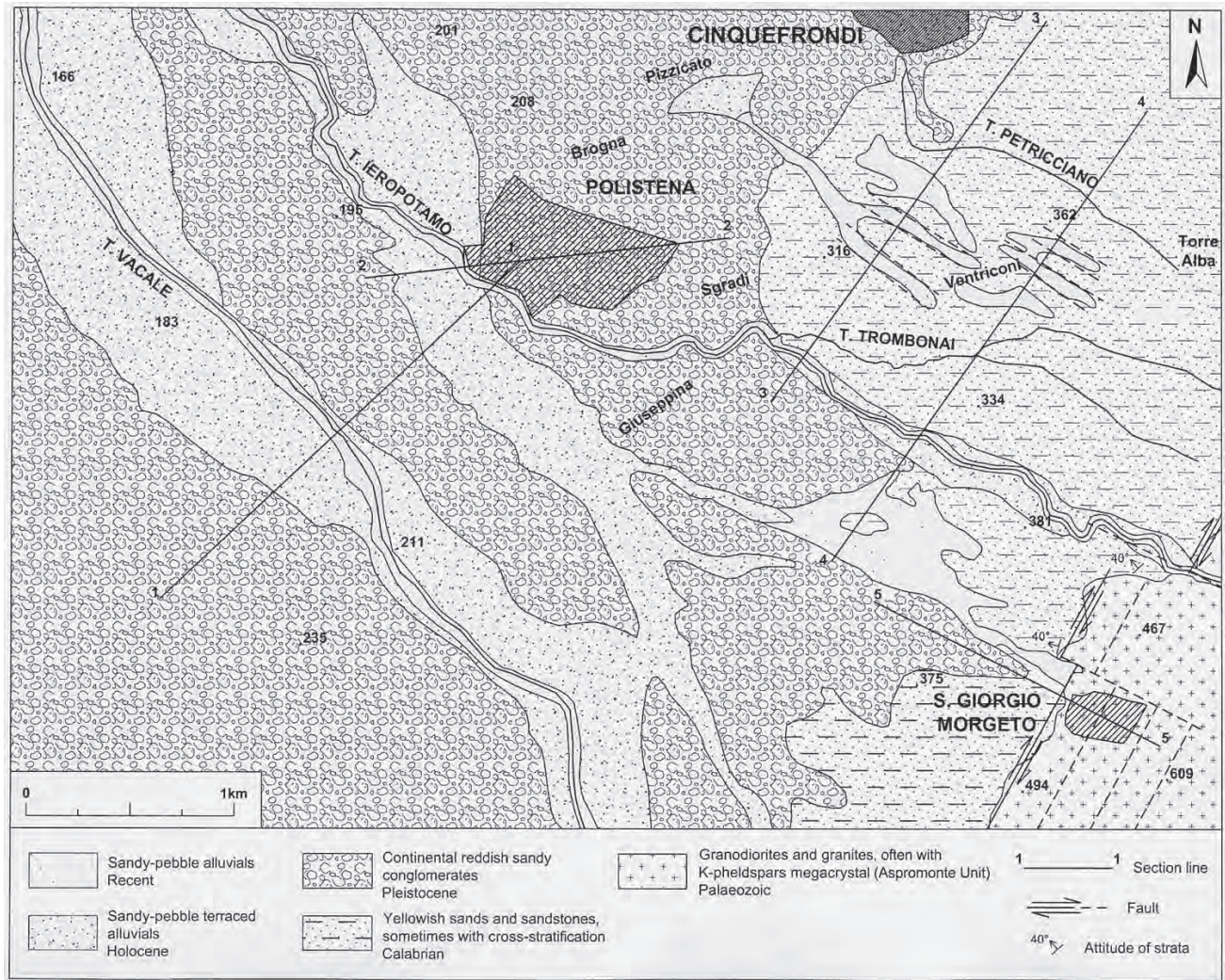


Fig. 9a - Carta geologica finalizzata alle deformazioni del suolo ed alla franosità indotte dal terremoto del 1783 nel territorio di Polistena.
- Geological schematic map of the Polistena-Cinquefrondi-San Giorgio Morgeto area.

L'area epicentrale è stata localizzata sulle falde settentrionali del Massiccio dell'Aspromonte, costituito da rocce cristalline e nella piana di Gioia Tauro, costituita da terreni conglomeratici, sabbiosi ed argilloso-marnosi di origine marina e da depositi continentali di età pleistocenica. Il terremoto ha scatenato una crisi geomorfogenetica, dando luogo a fenomeni straordinari ed apocalittici: deformazioni gravitative profonde; numerose grandi frane; interi abitati trascinati a valle e distrutti; corsi d'acqua deviati o sbarrati, con formazione di numerosi laghi, di cui ben 215 sono stati rappresentati in planimetria (fig. 4); disseccamento istantaneo di taluni fiumi, seguito dopo qualche tempo da onde di piena; eruzioni d'acqua dal sottosuolo, con i caratteristici "vulcanelli" di sabbia dovuti a fenomeni di liquefazione (fig. 5); comparsa, scomparsa o brusche variazioni di portata

delle sorgenti; lunghe fessure sul terreno (figg. 4, 6, 7). Tali sconvolgimenti colpiscono, in particolare, i paesi di Polistena [2261 morti], Cinquefrondi e S. Giorgio. Polistena, costruito sulle sponde del torrente Jerapotamo, viene distrutto per la parte più importante.

Sostanzialmente tutto il terrazzo alluvionale nel quale ricadono i centri abitati di Polistena e Cinquefrondi è stato interessato da profonde rotture e depressioni alternate a strutture topograficamente elevate ed allungate grosso modo in senso SE-NO. I terreni costituenti il detto terrazzo appartengono a formazioni continentali di età pleistocenica ovvero conglomerati sabbiosi e sabbie di colore rossastro con locali intercalazioni limose; in passaggio laterale affiorano sabbie rossastre a grana da fine a grossolana.

Le depressioni anzidette sono veri e propri

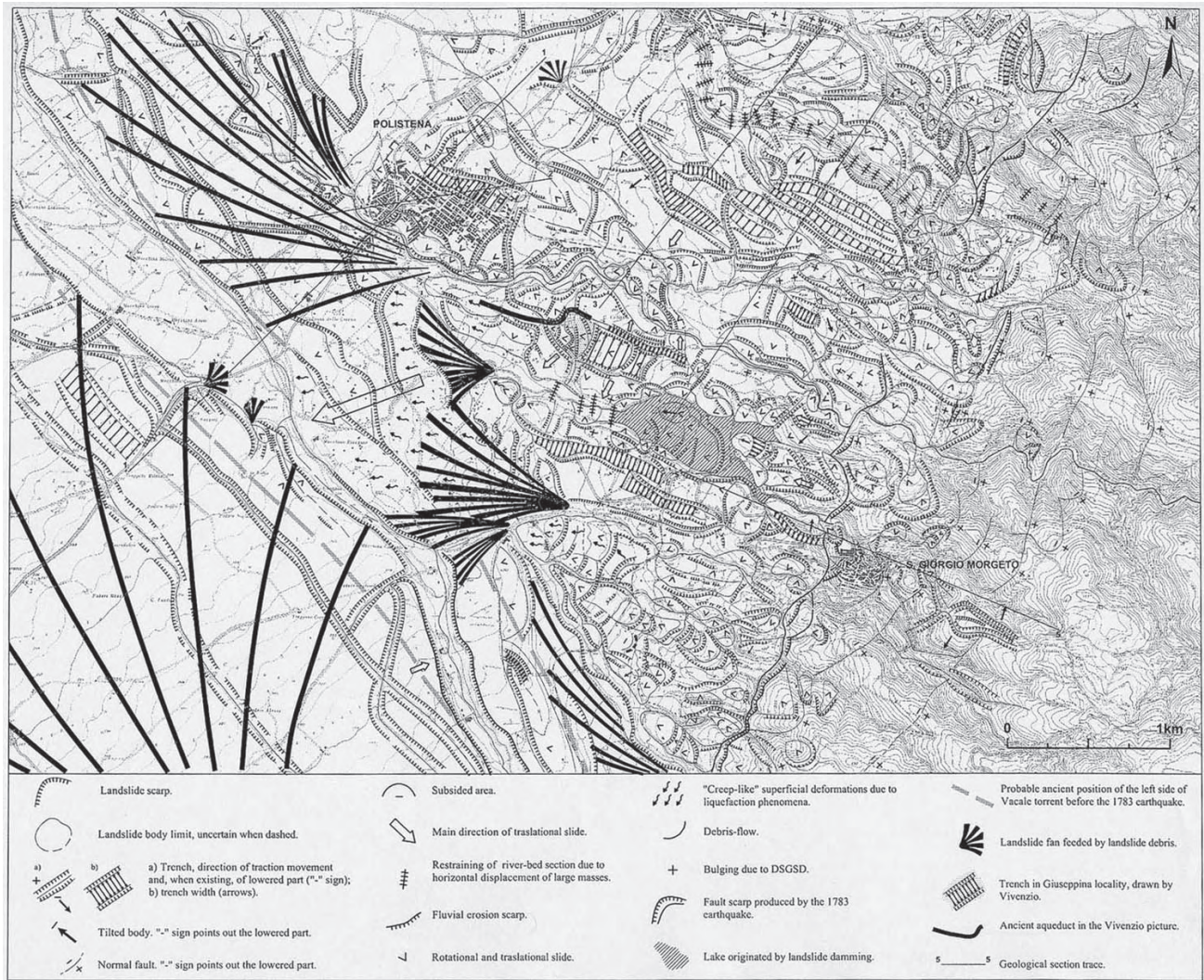


Fig. 9b - Carta geomorfologica finalizzata alle deformazioni del suolo ed alla franosità indotte dal terremoto del 1783 nel territorio di Polistena.
- Geomorphological map to point out deformations of the soil and landslide proneness induced by the 1783 earthquake on the territory of Polistena.

“trenches” causati da fenomeni di liquefazione delle sabbie mediamente profonde in occasione del sisma. Le dimensioni trasversali delle depressioni, pur essendo generalmente non più ampie di un centinaio di metri, giungono a superare i 400 metri nella zona di Poggio Pantana (figg. 9a, b, c). Il loro sostanziale allineamento al pari di quello delle ondulazioni in direzioni NO-SE, all’incirca sub-parallelo agli assi dei torrenti Vacale, Ierapotamo e Serrapotamo, fa intuire una possibile direzione delle onde sismiche da SO a NE. Le valli dei suddetti torrenti, costituendo elementi di debolezza nel contesto generale dell’area, hanno avuto la funzione di forte richiamo dei movimenti di massa di tipo earth block slide (GUERRICCHIO *et alii*, 2000), in particolare in località Giuseppina, Iona e Ventriconi, tutti territori ricadenti nell’area più vasta esaminata (figg. 9a,

b, c). Tutte le depressioni sono state successivamente colmate in parte da terreni che nella cartografia geologica ufficiale sono riportati di età Olocenica; è evidente che essi si sono depositati in questi “suarci” solo successivamente alla formazione di questi ultimi e cioè in occasione del terremoto del 1783. Trattasi quindi di terreni recentissimi, di epoca storica a noi vicina, che sotto l’aspetto dell’ambiente di formazione sono da considerarsi di natura eluvio-colluviale.

Nelle figure 9a, b, c sono stati mappati i principali lineamenti morfologici riguardanti le deformazioni gravitative indotte dal terremoto.

A partire dalla zona nella quale ricade l’abitato di Polistena e procedendo verso la catena delle Serre, si può notare che il territorio è stato profondamente smembrato da rotture e

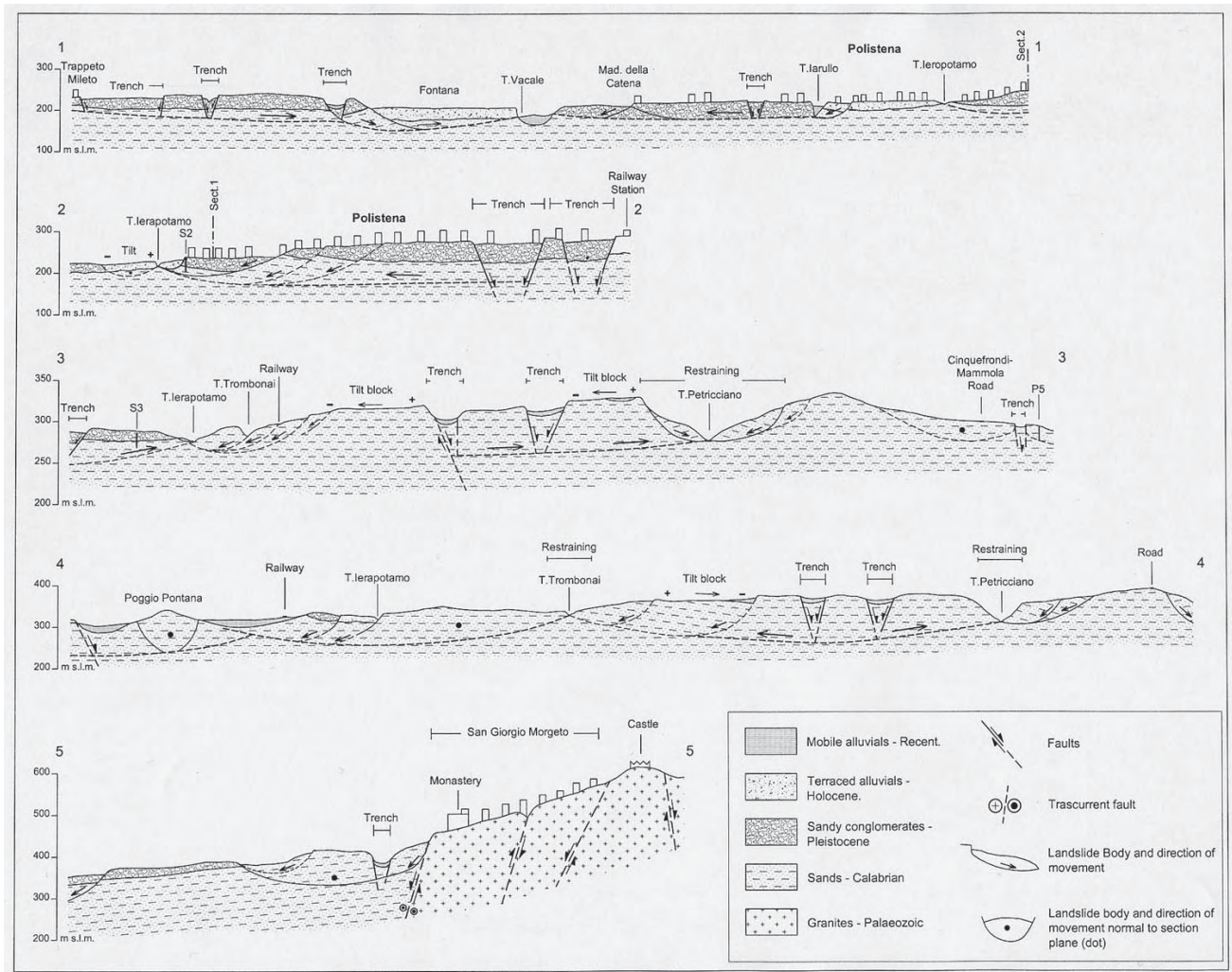


Fig. 9c - Sezioni geologiche finalizzate alle deformazioni del suolo ed alla franosità indotte dal terremoto del 1783 nel territorio di Polistena.
 - Geological sections of the soil deformations triggered by the 1783 earthquake in the territory of Polistena.

da frane di varia tipologia, ancora oggi riconoscibili soprattutto attraverso l'esame stereoscopico di fotografie aeree. Nei terreni a NO della faglia normale Delianuova - Molochio - Santa Cristina il terremoto ha scatenato numerosissime frane che raggiungono la massima densità nel quadrilatero S. Giorgio M.-Torre Alba (491 m s.l.m.) - Cinquefrondi - Polistena - Torrente Vacale (località Pomodoro). In tale quadrilatero il senso dei movimenti franosi è in prevalenza verso NO ma anche verso NE. I movimenti verso NO riguardano numerose porzioni dei terrazzi plio-quadernari nei quali si osservano corpi rocciosi anche di dimensioni di alcune centinaia di metri dislocati per decine o centinaia di metri nella suddetta direzione. Tra questi va segnalato il blocco in sabbie addensate passante ad arenarie di Poggio Pantana (323 m s.l.m.) distaccatosi dalla località Pignara e spostatosi di oltre 200 m.

L'area su cui ricade l'abitato di Polistena è attraversata, come prima accennato, da una serie di rotture orientate secondo direzioni variabili da nord a sud o da NE a SO, le quali si compongono con altre orientate secondo NO-SE o ONO-ESE; ognuna di queste famiglie di rotture è associata a scarpate di frana che, per quanto di modeste altezze, sono tuttavia ben evincibili all'esame stereoscopico delle foto aeree. Poiché Polistena ricade nell'angolo sud occidentale di un ampio antico terrazzo pleistocenico (Polistena è infatti a 250 m s.l.m. in media ed il suo terrazzo si eleva sino a quota superiore a 400 m), confinante con un'area anch'essa terrazzata ma di quota più bassa (in media 180 m s.l.m.), durante l'evento sismico deve aver subito le massime sollecitazioni a causa della focalizzazione dell'energie sismiche, esaltate dalla mancanza di qualsiasi contrasto laterale o di bordo lungo il perime-

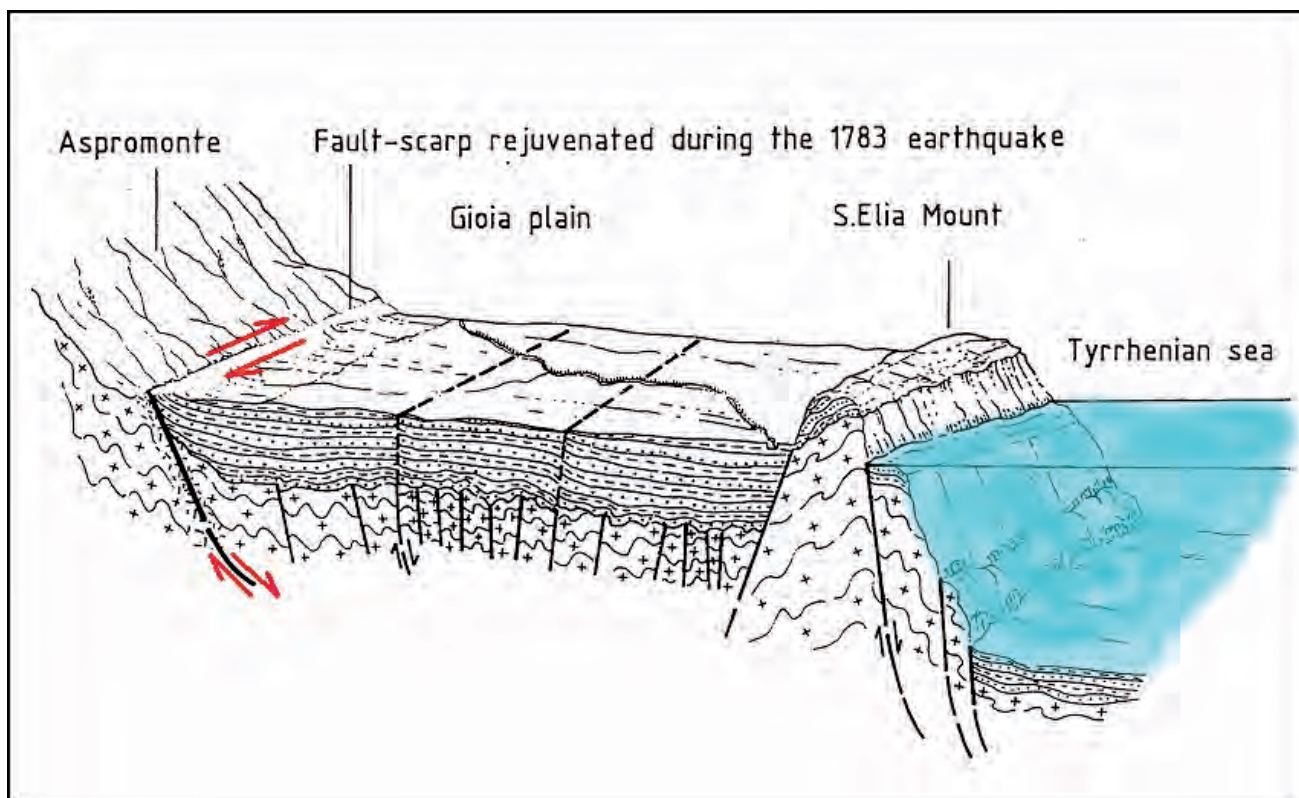


Fig. 10 – Block-diagram schematico della Piana di Gioia Tauro tra il pilastro tettonico (horst) Palmi – S. Elia e il Massiccio dell’Aspromonte, con le faglie normali che tendono a ruotare verso il Mare Tirreno, prodotte dalle spinte (ai piedi dell’Aspromonte) e dalla forza di gravità (nella Piana e al bordo del pilastro tettonico di Palmi)

– Schematic block-diagram of the Gioia Tauro Plain between the tectonic column (horst) Palmi – S. Elia and the Massif of the Aspromonte, with the normal faults that tend to rotate towards the Tyrrhenian Sea, produced by thrusting (at the foot of the Aspromonte) and by the force of gravity (in the Plain and at the edge of the horst of Palmi)

tro del terrazzo. Di qui la possibilità dell’area di avere alti gradi di libertà di mobilitazione, come si riconosce dai numerosi corpi deformati nelle direzioni variabili da NO a O, OSO, SO e S. Mancano, inoltre, nelle immediate adiacenze dell’abitato, deformazioni significative verso i quadranti orientali proprio a causa del contrasto che il terreno ha offerto in quella direzione.

Tra le rotture più importanti va segnalata quella decorrente tra le località Pizzicato, Brogna e Sgradi (figg. 9a, b, c), che, con andamento in parte rettilineo ed in parte sinusoidale, decorre dal trivio di quota 294 m in località Sgradi verso NO. Detta rottura, percorsa fino agli anni ‘60-’70 da una mulattiera, oggi arteria cittadina, è bordata per alcune centinaia di metri da pareti sub-verticali ancora oggi visibili e si unisce e compone con un’altra rottura a direzione NNE-SSO, il cui andamento planimetrico è leggermente ondulato. Essa è fiancheggiata da una scarpata di almeno 5-8 metri di altezza, riconoscibile in località Sgradi. Queste due rotture, assieme alle relative scarpate, definiscono e delimitano la deformazione gravita-

tiva più ampia dell’area di Polistena, di dimensioni di 1,5 km nel senso E-O e almeno 1 km in quello N-S.

La rottura ad andamento NO-SE è compresa, nei primi 400 metri a partire dal trivio di quota 294 m, tra due nette scarpate sub-verticali, mentre quasi immediatamente dopo l’intersezione con la Ferrovia Calabro-Lucana, a quota circa 275 metri, corre su un dosso allungato sempre secondo la direzione NO-SE, delimitato da due scarpate di frana. La scarpata rivolta verso SO confina, nella sua zona bassa, con una depressione di ampiezza quasi costante pari a 100 m e sviluppo verso NO, che ha la stessa direzione ed andamento della scarpata e della rottura descritta. Tale depressione, oggi completamente urbanizzata, ha i caratteri di una vera e propria fascia di trazione e rappresenta quindi un vero e proprio “trench”, delimitato verso il suo fianco sud-occidentale da una ulteriore scarpata di lunghezza pari a 300 m. Quest’ultima borda un corpo di forma vagamente triangolare, a sua volta delimitato verso SO da un’altra scarpata di maggiore lunghezza (600 m), diretta da NO a SE.

L'intero elemento delimitato dalle suddette scarpate mostra direzione di scorrimento traslazionale verso NO. Inoltre nella fascia di piede dell'elemento di forma vagamente triangolare ora descritto, sono evidenti altri più piccoli corpi di frana traslazionali che lo hanno disarticolato, a causa del minore contrasto esistente nella zona di piede, durante il terremoto.

Una morfologia diversa dalle suddette frane di piede presenta invece il corpo di frana di forma ellissoidale nella parte più settentrionale dell'elemento triangolare; detto corpo insiste direttamente su un lato del cimitero di Polistena, provocando deformazioni visibili almeno nel muro di cinta.

Il resto dell'abitato di Polistena ricade su corpi di scorrimento in parte richiamati dal sottostante torrente Ierapotamo ed in parte dalla zona di pianura alluvionale in destra del torrente stesso. Nel tessuto urbano le scarpate di antica frana sono ormai praticamente irriconoscibili; esse sono al massimo indicate da modeste differenze di quota. Per il resto la morfologia dell'abitato è caratterizzata da superfici sub-pianeggianti di ampiezza variabile, talora leggermente basculate verso-monte, cioè verso est. La più ampia di tali placche è quella in cui dopo il sisma del 1783 fu ubicato il nuovo insediamento, con la classica pianta a strade tra loro rigorosamente parallele ed incrociate ad angolo retto nelle due direzioni NO-SE e NE-SO. Una di queste placche, quella triangolare più spostata verso est, prossima alla Ferrovia Calabro-Lucana e confinante con il suo lato corto con il torrente Ierapotamo, è definita da due profondi trenches, i quali negli anni '60 erano percorsi da due mulattiere convergenti a nord nel tessuto urbano. Detta placca è particolarmente interessante poichè costituisce una zona di forte compressione, ove ancora oggi si fanno risentire sull'edificato i movimenti che, seppur a lenta evoluzione, la interessano; ad esempio, il trench più occidentale, sul quale ricade una parte della chiesa del Rosario e che un tempo era all'estrema periferia dell'abitato, ha lesionato il corpo ecclesiale, grosso modo nella sua parte centrale, a testimonianza della sua continua lenta mobilitazione. La rottura più orientale della suddetta placca prosegue verso NNE e definisce verso SSE l'ampio trench nel quale si adagia la porzione abitata di Polistena che negli anni '60 rappresentava la periferia dell'abitato (figg. 9a, b, c).

Un altro elemento di notevolissima rilevanza morfogenetica e che testimonia l'intensità

di quel terremoto è dato dalle notevoli deformazioni del territorio nelle aree a ENE e a SSE di Polistena, ricadenti nelle località Petricciana e Ventriconi. In questa porzione del territorio si riscontrano numerosi trenches e "placche" basculate verso SO, con rigonfiamenti nei loro margini più nord orientali. Il suddetto blocco, di vaga forma romboidale, così smembrato, mostra una netta scarpata da rottura per deformazione gravitativa decorrente da SE verso NO che si evidenzia a partire da un trivio di quota circa 330 m e scende verso le località Ventriconi e Sgradi e sempre più fino alla strada provinciale Polistena-Cinquefrondi. A tale scarpata si accompagna la rottura che la definisce al suo piede e che, dalla suddetta strada, piega verso nord per unirsi alla rottura che da Cinquefrondi va verso la località S. Michele. Il blocco romboidale descritto presenta numerosi strappi o "trenches" (almeno quattro), di ampiezza media 50 m e di lunghezza fino a 1 km, orientati prevalentemente da NO a SE e indicativi di forti fenomeni trattivi verso NE; si evidenzia pure la notevole riduzione dell'ampiezza della valle incassata del corso d'acqua anonimo, defluente da SE a NO, il quale borda Cinquefrondi sul lato meridionale.

In particolare, nella zona delimitata dal torrente Ierapotamo e Torre Alba, sono molto evidenti alcune deformazioni crostali indotte dalla componente orizzontale verso NE del movimento di faglia. Infatti, in tale zona si notano spostamenti medi con componente orizzontale fino a circa 70 m e con deformazioni meccaniche di tipo franoso, dovute ad adattamenti ai suddetti movimenti tettonici più che a fenomeni indotti dalla sola gravità o da liquefazione delle sabbie.

Di una certa rilevanza è la deformazione in "Contrada Giuseppina", dove gli studiosi della Reale Accademia di Napoli eseguirono dei rilievi di grandissimo pregio scientifico (figg. 5 e 6).

Oggi tutto l'ampio corpo compreso tra i corsi d'acqua Ierapotamo a nord e quello che viene da Poggio Pontana a sud, nel quale ricadono le località Iona, Giuseppina e Gatto, è profondamente smembrato da numerose frane. Queste si sono mobilitate verso nord e verso sud, rispettivamente nelle porzioni laterali settentrionali e meridionali, determinando nella parte centrale dei conglomerati sabbiosi, ivi affioranti, frane di scorrimento multiplo, il cui movimento, favorito dalla inclinazione degli strati, è stato verso NO, con parziale rotazione antioraria nella porzione più occi-

dentale dell'ammasso stesso (figg. 9a, b, c). È comunque possibile che lo squarcio riportato nella stampa d'epoca sia quello a circa 200 m dall'acquedotto dal suo lato sud che guarda verso il fosso anonimo proveniente da Poggio Pontana. Tuttavia un "trench" di maggiore ampiezza e continuità è quello che si è formato nel versante settentrionale della collinetta in prosecuzione dell'acquedotto.

Esso mostra ampiezza di oltre 10 m ed una lunghezza di almeno 350 m, con direzione NO-SE. Da tale "trench" si distacca un grosso corpo di frana, a sua volta suddiviso in altre unità minori, con movimento verso nord cioè verso lo Ierapotamo.

Va comunque messo in evidenza che tutto il blocco di terrazzo di località Giuseppina, Gatto e Iona deve aver subito uno scivolamento in blocco verso NO con probabile inizio di rotazione oraria che ha determinato la deformazione dell'andamento planimetrico del torrente Ieropotamo, il quale è così costretto a cambiare il suo percorso iniziale da SE a NO, all'altezza della confluenza di un fosso anonimo presso quota 270, verso NE-SO, abbandonando l'antica direzione di deflusso.

Un altro lineamento morfologico di particolare interesse è pure quello della zona di Poggio Pontana (quota 324 m), immediatamente ad est di contrada Giuseppina, riguardante una porzione dell'alveo del corso d'acqua anonimo, di ampiezza non inferiore a 600×500 m. Qui si riconosce un'ampia depressione colmata da depositi alluvionali ed eluvio-colluviali certamente di epoca post 1783 e non propriamente olocenica, come riportato nella carta geologica ufficiale della Calabria (CASMEZ, 1971).

Più ragionevolmente, i suddetti depositi possono essersi formati in un ambiente lacustre-palustre generatosi a seguito dello sbarramento da parte dei corpi di frana del corso d'acqua anonimo provenienti rispettivamente dalle località Giuseppina e Falcusa, quest'ultima collocata sul versante opposto e costituente un modesto rilievo allungato in senso NO-SE, di ampiezza media 150 m e di lunghezza complessiva di 1 km circa. Esso ha subito un movimento complessivo, oltre che verso NO, anche verso NNE, come testimonia il lungo ed ampio "trench" riconoscibile sul fianco meridionale del suddetto "rilievo collinare". Quest'ultimo movimento ha potuto chiudere, assieme ai movimenti del fianco destro della valle (loc. Giuseppina), il corso d'acqua, creandovi il lago chiamato al tempo forse "Pantana". Potrebbe essere questa quindi l'origine

della località "Poggio Pontana", deformazione nel tempo del sostantivo Pantano. Il suddetto Poggio Pontana deve essersi staccato, inoltre, dalla località Renale percorrendo circa 270-280 m in direzione OSO. Durante tale trasferimento l'elemento sabbioso arenaceo ha subito una rotazione che ha incrementato l'inclinazione degli strati da circa 5°, nelle zone di affioramento delle sabbie in "posto", a 35°-40°.

Il suddetto pantano-lago da frana viene quasi certamente in seguito svuotato dai genieri del tempo che, mediante intelligenti sovralti del pelo idrico, creano i presupposti per un aumento dell'energia potenziale mediante operazioni di successiva tracimazione controllata.

I depositi, in parte lacustri-palustri richiamati verso valle mediante le operazioni sopra descritte, costituiscono una parte del cono di deiezione allo sbocco del corso d'acqua nella zona di piana alluvionale nella località Belà e Pioppi ed anche di quelli immediatamente sottostanti e latitanti, che appaiono molto irregolarmente disposti ed interessati da movimenti di natura viscosa, che fanno pensare a fenomeni di creep indotti da liquefazione.

Tutti questi depositi hanno partecipato allo spostamento verso OSO del torrente Vacale nella zona antistante le foci del primo corso d'acqua anonimo e degli altri due posti a sud, uno dei quali è lo Ierulli. In tale zona è importante mettere pure in risalto il contemporaneo movimento verso NE di una porzione della sponda sinistra del torrente Vacale, di ampiezza massima di 600 m, costituito da depositi dell'antico conoide pleistocenico del Vacale stesso. Detto movimento di tipo *earth-block slide*, innescato da liquefazioni delle sabbie sottostanti, ha comportato uno spostamento della sponda sinistra di almeno 300 m rispetto alla condizione pseudo-rettilinea preesistente. Analoga considerazione vale per la parte settentrionale del corso d'acqua in località S. Caterina.

Le deformazioni riconoscibili nella zona di Polistena consentono di dare, in definitiva, una direzione e verso alle onde sismiche che da SO sono migrate verso NE.

Si può affermare che pochissime siano le aree che possono ritenersi in posto, tutto essendo stato sconvolto da adattamenti delle formazioni geologiche sabbiose, conglomeratiche ed arenacee alla deformazione tettonica fondamentale.

È fuor di dubbio che i fenomeni di liquefazione delle sabbie, avvenuti anche a profondità

maggiori di quelle possibili riportate in letteratura, devono aver giocato un ruolo determinante per un gran numero di deformazioni riconoscibili nell'area in oggetto, le quali devono aver necessariamente avuto l'innescò da parte di livelli sabbiosi fini in falda perchè potesse avvenire uno scorrimento del tipo *earth-block-slide* secondo superfici sub-orizzontali, che non potrebbero prodursi attraverso altri meccanismi. Proprio l'ampiezza, la vastità, le tipologie delle deformazioni nel territorio di Polistena e Cinquefrondi ci spingono a ritenere che il terremoto del 1783, classificato fino ad oggi con una intensità M.C.S. tra il X e XI grado, debba invece essere classificato come XII grado.

4. - VALUTAZIONE DEL GRADO ATTUALE DI PERICOLOSITÀ RISPETTO ALLA LIQUEFAZIONE

Com'è noto, il fenomeno della liquefazione per carichi ciclici può innescarsi in depositi sabbiosi fini sciolti saturi per effetto dell'annullarsi delle tensioni efficaci in risposta ad un aumento repentino della pressione neutra. In tali condizioni, il terreno tende a comportarsi come una massa viscosa, essendo praticamente privo di resistenza al taglio.

Secondo quanto riportato in letteratura (PASQUALINI, 1977, SEED & IDRIS, 1982, FACCIO-LI, 1983, CREPELLANI *et alii*, 1988), affinché tale fenomeno abbia luogo in depositi orizzontali è necessario che la sollecitazione ciclica (sisma) sia caratterizzata da magnitudo $M > 6$, durata > 15 sec e accelerazione massima al suolo $a_g > 0.1g$.

È stato caratterizzato lo stato attuale del terreno nell'ottica del suo comportamento in presenza di sisma, verificando il grado attuale di pericolosità rispetto alla liquefazione.

Come già detto, il territorio di Polistena-Cinquefrondi, caratterizzato dalla prevalenza di formazioni sabbiose, sia pur di epoca ed ambienti deposizionali diversi, è certamente, per condizioni litologiche, granulometriche ed idrogeologiche, suscettibile di liquefazione in presenza di sollecitazioni indotte da un sisma; la formazione sabbiosa più antica, di epoca plioce-nico-calabrianica, benchè costituita da alternanze di strati addensati ed in parte cementati, mostra saltuari livelli sabbiosi fini allo stato sciolto di spessore molto variabile, fin'anche dell'ordine del metro.

Anche la formazione marina pleistocenica, costituita di alternanze di conglomerati e sab-

bie, è caratterizzata da partimenti sabbiosi prevalentemente allo stato sciolto o molto poco cementato a causa della sua recente deposizione.

Un ulteriore fattore che può considerarsi predisponente ai fenomeni di liquefazione è rappresentato dalla particolare condizione idrografica, che vede la presenza di una fitta serie di corsi d'acqua provenienti dalla Catena delle Serre e recapitati nella Piana di Gioia Tauro, cui si deve lo stato di sostanziale saturazione dei litotipi sabbiosi dei terrazzi, favorita dalla loro elevata permeabilità. In tale contesto va infatti sottolineato, sempre nell'ottica dell'interpretazione del fenomeno della liquefazione, il lungo periodo di piovosità, durato circa 2 mesi, che ha preceduto l'evento sismico fortemente energetico del 5 febbraio 1783 (SARCONI, 1784).

Per una valutazione quantitativa del potenziale di liquefazione dei terreni sabbiosi del comprensorio in argomento, sono stati elaborati i risultati di prove penetrometriche dinamiche (S.T.P.) effettuate lungo alcuni sondaggi attraversanti i litotipi prima descritti, con particolare riguardo ai livelli granulometricamente più fini ed allo stato sciolto. Come è stato possibile evincere dalle colonne statigrafiche interpretative, detti livelli sono caratterizzati da valori di N_{STP} variabili in un intervallo molto ristretto e mediamente pari a 20. A tale valore non è stata apportata alcuna correzione per la condizione sotto falda, in concordanza con quanto riportato dalla letteratura specifica (TERZAGHI & PECK, 1948; GIBBS & HOLTZ, 1957) che consiglia di trascurare questo effetto salvo che nelle sabbie molto fini e limose; nella fattispecie, invece, trattasi nel complesso di sabbie granulometricamente variabili da fini a medie.

Gli esiti delle prove penetrometriche dinamiche sono dunque stati utilizzati per la quantificazione dei parametri geotecnici più usualmente correlati a tale tipo di prova, ossia la densità relativa D_r e l'angolo di attrito ϕ .

Per il primo parametro, ad un valore di $N_{SPT} = 20$ corrisponde una densità relativa classificabile come "media" secondo TERZAGHI & PECK e compresa fra il 35% ed il 65% secondo GIBBS & HOLTZ; dalla espressione di MEYERHOF (1957):

$$D_R = 21 * [N_{SPT} / (\sigma_v + 0.7)]^{0.5} = 43\%$$

avendo assegnato: $\sigma_v = 4$ kg/cm², corrispondente ad una profondità media pari a 22 m dal piano di campagna. Il valore così ottenuto si colloca bene al di sotto della soglia ($D_R = 60\%$) definita negli studi di GUPTA (1979) oltre la

quale, sotto l'azione di un carico ciclico, non si avrebbero aumenti di pressione interstiziale e quindi non si creerebbero le condizioni per l'innescarsi di fenomeni di liquefazione.

In ordine alla valutazione dell'angolo di attrito, mediante le formule di SHIOI & FUKUNI (1982) si ottiene:

$$\phi = (15 \cdot N_{SPT})^{0.5} + 15 = 32.3^\circ \text{ (Y. Shioi);}$$

$$\phi = 0.3 \cdot N_{SPT} + 27 = 33^\circ \text{ (J. Fukuni)}$$

valori in assoluto non molto alti per depositi sabbiosi e che possono essere considerati tipicamente rappresentativi di livelli sabbiosi sciolti o molto poco cementati.

Per quanto attiene più specificatamente al potenziale di liquefazione, il valore medio di $N_{SPT} = 20$ mostra, nell'approccio di SEED & IDRIS (fig. 11), di correlarsi a valori di resistenza alla liquefazione R piuttosto bassi; infatti, per $N_{SPT} = 20$, risulta: $N_1 = C_n \cdot N_{SPT} = 16$, avendo adottato per C_n il valore medio del suo intervallo di variabilità (0-1.6). Ne consegue che, a parità di livello energetico della sollecitazione sismica, il basso valore di resistenza dei depositi in argomento rende questi ultimi particolarmente predisposti alla liquefazione.

L'altro approccio di TOKIMATSU & YOSHIMI (1983) consente di definire per via analitica il valore della resistenza alla liquefazione R mediante la formula

$$R = a \cdot C_r \cdot \left[\frac{(16 \cdot (N_1 + \Delta N_f)^{0.5})}{100 + (16 \cdot (N_1 + \Delta N_f)^{0.5}) / C_s^n} \right]$$

in cui:

$a = 0.5$; $C_r = 0.57$; $n = 14$; $C_s = 75$; $\Delta N_f = 0$ (per le sabbie pulite) e $= 5$ (per le sabbie limose);

$$N_1 = [1.7 / \sigma'_v + 0.7] \cdot N_{SPT} = 12.6$$

(ove σ'_v rappresenta la tensione efficace espressa in kg/cm^2 e riferita nella fattispecie ad una profondità media di posizionamento delle prove S.T.P. di 22 m). Da ciò risulta:

$$R = 0.45 \cdot 0.57 \cdot \left[\frac{(16 \cdot 3.95 / 100 + (16 \cdot 3.95 / 75)^{14})}{100 + (16 \cdot 3.95 / 75)^{14}} \right]$$

$$= 0.45 \cdot 0.57 \cdot 0.723 = 0.1854 \text{ kg/cm}^2.$$

Tale valore, oltre a presentarsi sotto il profilo puramente numerico in buona concordanza con quello desumibile dall'abaco di SEED & IDRIS, si mostra in assoluto piuttosto basso, confermando la particolare predisposizione alla liquefazione dei litotipi sabbiosi presenti nel comprensorio oggetto di studio.

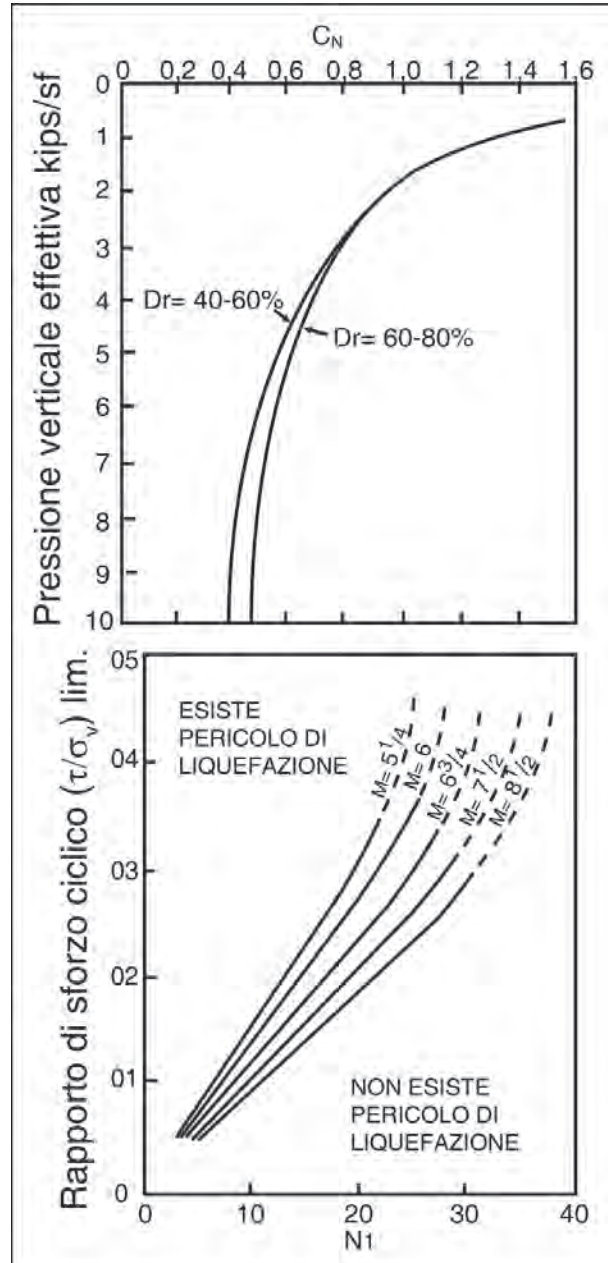


Fig. 11 - Coefficiente correttivo CN del NSPT e correlazione tra il rapporto di sforzo ciclico ed il numero di colpi standard corretto N_1 .
- Corrective coefficient CN of the NSPT; and correlation between the ratio of cyclical effort and the number of correct standard hits N_1 .

5. - CONCLUSIONI

Il terremoto della Calabria del 5-6 febbraio 1783, tra i più catastrofici dei terremoti che in tempi storici hanno colpito questa regione e la cui area epicentrale si colloca sulle falde settentrionali del Massiccio cristallino dell'Aspromonte e nella piana di Gioia Tauro, ha scatenato una crisi geomorfogenetica dando luogo a fenomeni straordinari ed apocalittici: deformazioni gravitative profonde, imponenti e nume-

rose frane di scorrimento che hanno sbarrato i corsi d'acqua, distruzione di interi abitati che sono stati trascinati a valle.

In aree limitrofe a quella di Polistena, esaminata nel presente studio, sono state individuate alcune faglie sismogenetiche con meccanismo normale ed in parte trascorrente, di cui una oggi ancora molto evidente, presso S. Cristina d'Aspromonte, Oppido M. e Cittanova, supera i 25 km, con successiva riattivazione progressiva fino ad un centinaio di km.

A partire dall'area nella quale ricade l'abitato di Polistena e procedendo verso la catena delle Serre, sono state riconosciute caratteristiche morfologie del territorio smembrato da rotture e da frane di varia tipologia. Questi eventi si sono verificati per le particolari condizioni litologiche e topografiche dell'area sopra citata. Dall'analisi delle prove in sito si è visto che molte delle unità litologiche sono liquefificabili.

Si è pure osservato come il terremoto del 1783 abbia sconvolto, tra le altre, l'area in esame; l'ampiezza, la vastità e le tipologie delle deformazioni indotte nel territorio di Polistena e Cinquefrondi, ci spingono a ritenere che esso, classificato fino ad oggi con un'intensità M.C.S. tra il X e l'XI grado, abbia avuto invece una intensità del XII grado. Nella scala suddetta, infatti, al XII grado si legge: «Ogni opera dell'uomo viene distrutta; grandi trasformazioni topografiche; deviazioni di fiumi e scomparsa di laghi». A tale grado corrisponde una scossa totalmente catastrofica.

Questo lavoro è stato svolto e stampato con il contributo CNR n. 9901422

BIBLIOGRAFIA

- AMODIO-MORELLI L., BONARDI G., COLONNA V., DIETRICH D., GIUNTA G., IPPOLITO F., LIGUORI V., LORENZONI S., PAGLIONICO A., PERRONE V., PICCARRETA G., RUSSO M., SCANDONE P., ZANETTIN LORENZONI E. & ZUPPETTA A. (1976) - *L'arco calabro-peloritano nell'orogene appennino-maghrebide*. Mem. Soc. Geol. It., 17: 1-60.
- BARBANO M.S., COSENTINO M., LOMBARDO G. & PATANÈ G. (1980) - *Isoseismal maps of Calabria and Sicily earthquakes*. Work 341: pp. 116, CNR - Progetto Finalizzato Geodinamica, Catania. CASMEZ (1971) - *Carta geologica della Calabria nella scala 1:25.000*.
- CRESPELLANI T., NARDI R. & SIMONCINI C. (1988) - *La liquefazione del terreno in condizioni sismiche*. Ed. Zanichelli, Bologna.
- CRISTOFOLINI R., GHISSETTI F. & VEZZANI L. (1982) - *Processi dinamici profondi e superficiali dell'Arco calabro e nell'Appennino meridionale sulla base dei dati geologici, sismologici e vulcanologici*. Mem. Soc. Geol. It., 24 (3): 497-505.
- DE DOLOMIEU D. (1784) - *Mémoire sur le tremblements de terre de la Calabre Ulteriore pendant l'année 1783*. Fulgoni Ed., Roma.
- FACCIOLI E. (1983) - *Liquefazione dei terreni granulari saturi per effetto di sollecitazioni sismiche*. In: "Costruzioni in zona sismica": pp. 91-115, Masson Italia Ed.
- GIBBS, H.J. & HOLZ, W.G. (1957) - *Research on determining the density of sands by spoon penetration testing*. Proc. 4th Int. Conf. Soil Mech. Found. Eng., London, 1, pp. 35-39.
- GRIMALDI F.A. (1784) - *Descrizione de' terremoti accaduti nelle Calabrie nel 1783*. Ed. presso Giuseppe-Maria Porcelli. Ristampa a cura di Saverio Napolitano, Managò Editore, Bordighera 1984.
- GUERRICCHIO A., BIAMONTE V., MASTROMATTEI M., PONTE M., SIMEONE V. & ZIMMARO S. (2000) - *Deformazioni gravitative profonde nel territorio di Rosarno (RC) indotte da fenomeni di liquefazione delle sabbie dal "terremoto delle Calabrie" del 1783*. Atti 21° Corso di Aggiornamento in Tecniche per la Difesa dall'Inquinamento. Guardia Piemontese Terme (CS), 21-24 Giugno 2000, Ed. BIOS.
- GUPTA M.K. (1979) - *Liquefaction of sands during earthquakes*. Ph.D. Thesis, University of Roorkee, Roorkee, India.
- MANTOVANI E. (1985) - *La sismicità in Italia*. Le Scienze, 203,35: 24-31.
- MEYERHOF G.G. (1957) *Discussion for session I*. Proc. 4th Int. Conf. "Soil Mechanics and Foundation Engineering", 3: p. 10.
- MERCALLI G. (1897) - *I terremoti della Calabria meridionale e del messinese. Saggio di una monografia sismica regionale*. Mem. Soc. It. Scienze (detta dei XL), ser. 3a, t. XI: pp. 117-266.
- PASQUALINI E. (1977) - *Valutazione del pericolo della liquefazione dei terreni sabbiosi*. Atti Ist. Scienza delle Costruzioni, Politecnico Torino: pp. 366.
- PLACANICA A. (1985) - *Il filosofo e la catastrofe. Un terremoto del settecento*. Einaudi Editore, Torino.
- SARCONI M. (1784) - *Osservazioni fatte nelle Calabrie e nella frontiera di Valdemone sui fenomeni del tramonto del 1783 e sulla Geografia fisica di quelle regioni*. R. Acc. Sc. e Belle Lett. Di Napoli, Ivi, Giuseppe Campo.
- SEED H.B. & IDRIS I.M. (1982) - *Ground motions and soil liquefaction during earthquakes*. Earthquake Engineering Research Institute Monograph, U.S. University of California, Berkeley.
- SHIOI Y. & FUKUI J. (1982) - *Application of N-value to the Design of Foundations in Japan*. Proc. 2nd European Symposium on Penetration Testing (ESOPT2), Amsterdam, 1, pp. 159-164.
- TERZAGHI K. & PECK R.B. (1948) - *Soil Mechanics in Engineering practice*, pp. 566, J. Wiley & Sons, New York.
- TOKIMATSU K. & YOSHIMI Y. (1983) - *Empirical correlation of soil liquefaction based on SPTN value and fines content*. Soils and Foundations, 23 (4), 56-74.
- VIVENZIO G. (1788) - *Istoria de' tremuoti avvenuti nella Provincia della Calabria Ulteriore, e nella Città di Messina nell'anno 1783. E di quanto nella Calabria fu fatto per lo suo risorgimento fino al 1787. Preceduta da una teoria ed istoria generale dei tremuoti*. II Edizione, Stamperia Reale, 2 vol., Napoli.