

# Alluvione di Messina dell'1 ottobre 2009: il caso Giampilieri. Rischio idrogeologico e scenari di messa in sicurezza.

**Franco Ortolani**

Ordinario di geologia  
Direttore Dipartimento Pianificazione e  
Scienza del Territorio - Facoltà  
Ingegneria Università Federico II Napoli

fotolan@unina.it

**Angelo Spizuoco**

Ingegnere, Centro Studi  
Strutture Geologia Geotecnica  
San Vitaliano (NA), [www.spizuoco.it](http://www.spizuoco.it)

spizuoco@libero.it

## Premessa

Nel tardo pomeriggio dell'1 aprile 2009, verso la fine del notevole evento piovoso che ha riversato una cospicua quantità di acqua (l'associazione meteoweb riporta 300mm di pioggia in 3 ore mentre le fonti ufficiali del SIAS 170 mm di pioggia in 3 ore) sulla superficie del suolo di un'area ampia circa 50 km quadrati, nell'abitato storico di Giampilieri Superiore ubicato nel centro dell'area maggiormente interessata dagli effetti al suolo (figure 1 e 2), si sono riversate alcune colate rapide di fango e detriti che hanno devastato principalmente le costruzioni di Via Chiesa e Via Vallone determinando anche gravi danni agli edifici e agli autoveicoli nella parte bassa dell'abitato.

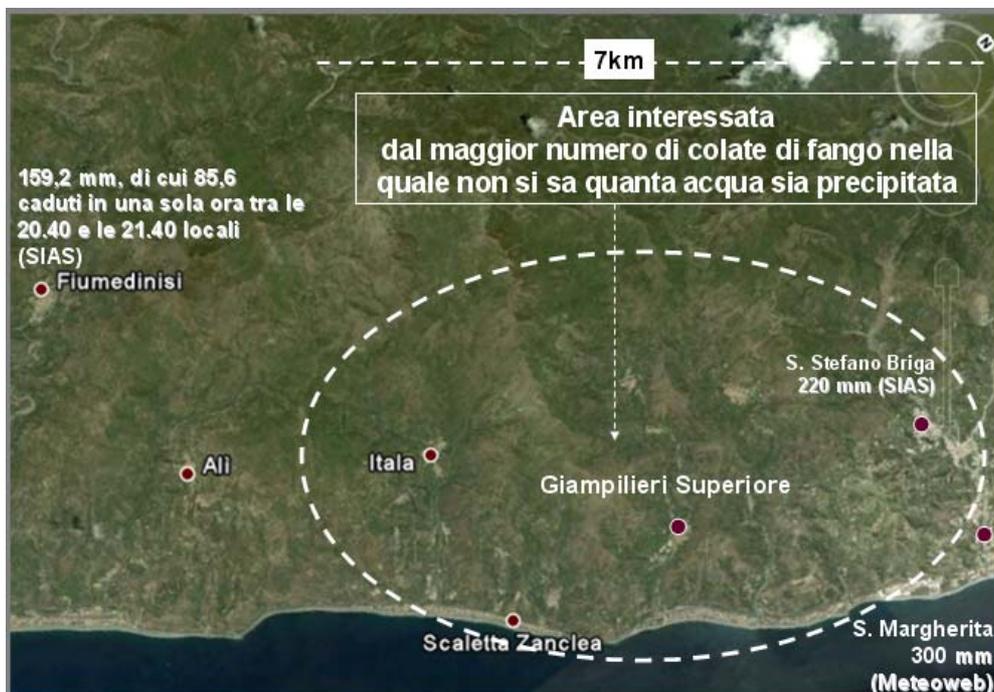


Figura 1: Individuazione dell'abitato di Giampilieri Superiore nell'ambito dell'area maggiormente interessata dagli effetti al suolo causati dall'evento piovoso dell'1 ottobre 2009.



Figura 2: Principali effetti al suolo causati dall'evento piovoso dell'1 ottobre 2009.

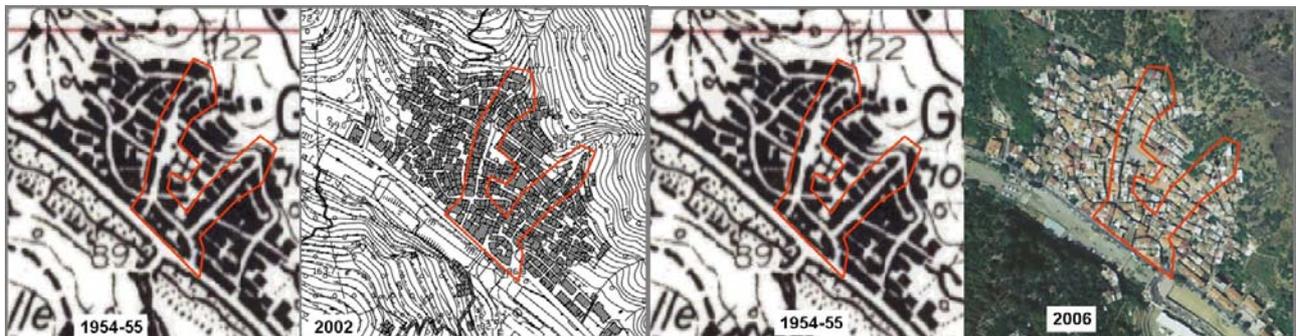


Figura 3: Confronto tra l'urbanizzazione di Giampillieri Superiore nel 1954-55 e nel 2002 (a sinistra) e nel 1954-55 e nel 2006 (a destra). L'area delimitata dalla linea rossa è quella più devastata dalle colate di fango.

Il fango e i detriti hanno raggiunto varie parti della zona bassa dell'abitato fino al Torrente Giampillieri, Via Comunale, Via Rizzo, Piazza Pozzo e la Strada Provinciale n. 33.

Numerose costruzioni ubicate nella parte alta di Via Chiesa e Via Vallone, nella zona in cui avviene l'immissione dei valloni nelle citate strade che rappresentano alvei-strada, sono state molto danneggiate e in parte demolite in seguito al violento impatto della parte frontale delle veloci colate di fango e detriti innescatesi, evolute e incanalate nelle depressioni vallive presenti a monte dell'abitato.

I flussi fangosi con altezza variabile da qualche metro a 4-5 m hanno percorso velocemente le citate vie incuneandosi nelle abitazioni e nelle vie laterali.

Le colate rapide di fango e detriti hanno devastato prevalentemente la parte storica dell'abitato di Giampillieri come si può agevolmente riscontrare dal confronto della carta topografica dell'IGM rilevata nel 1954-55 con i rilievi aereo fotogrammetrici successivi (ad esempio quello del 2002) e le foto aeree rilevate fino al 2006 e disponibili gratuitamente in internet (figura 3).

Anche l'area devastata dalla colata detritico-fangosa del Torrente Racinazzo (Ortolani e Spizuoco, ottobre 2009) nell'abitato di Scaletta Zanclea Marina risultava già urbanizzata nella carta IGM del 1954-55 come si può osservare nella figura 4.

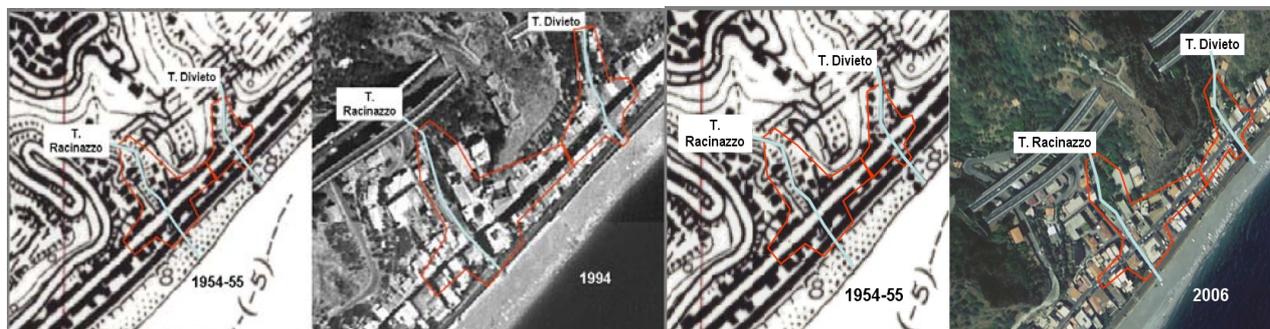


Figura 4: Confronto tra l'urbanizzazione di Scaletta Zanclea Marina nel 1954-55 e nel 1994 (a sinistra) e nel 1954-55 e nel 2006 (a destra). L'area delimitata dalla linea rossa è quella più devastata dalle colate di fango. Foto aeree dal sito del Ministero dell'Ambiente [Atlanteitaliano.it](http://Atlanteitaliano.it).

Il maggior numero di vittime si è avuto negli abitati di Giampileri Superiore e di Scaletta Zanclea Marina in aree di prevalente storica urbanizzazione.

Sono stati effettuati rilievi al fine di individuare i vari tipi di fenomeni idrogeologici più catastrofici che hanno interessato il messinese e trarre insegnamenti per mettere a punto scenari che prevedano interventi validi e di definitiva messa in sicurezza delle aree interessate dai gravi dissesti in base anche alle varie esperienze maturate in Campania.

### **Inquadramento geologico e geomorfologico dell'area nella quale è ubicato l'abitato di Giampileri Superiore.**

Le principali caratteristiche geologiche si possono ricavare dalla nuova carta geologica in scala 1:50.000 in corso di stampa (progetto CARG).

Come si deduce dalla figura 5 e dai rilievi diretti, la parte alta dell'abitato di Giampileri Superiore giace su rocce metamorfiche che hanno una copertura di rocce alterate e fratturate di spessore variabile da qualche metro a diversi metri in relazione alle proprietà geomeccaniche del substrato.

Sul substrato alterato si trova il suolo avente spessore di alcune decine di centimetri. In corrispondenza dei terrazzamenti agricoli lo spessore del suolo può raggiungere alcuni metri.

La parte bassa è stata realizzata su sedimenti recenti costituiti da detriti di frane precedenti l'urbanizzazione che hanno significativamente contribuito a modellare i versanti sovrastanti nei quali è possibile individuare alcuni bacini di limitate dimensioni.

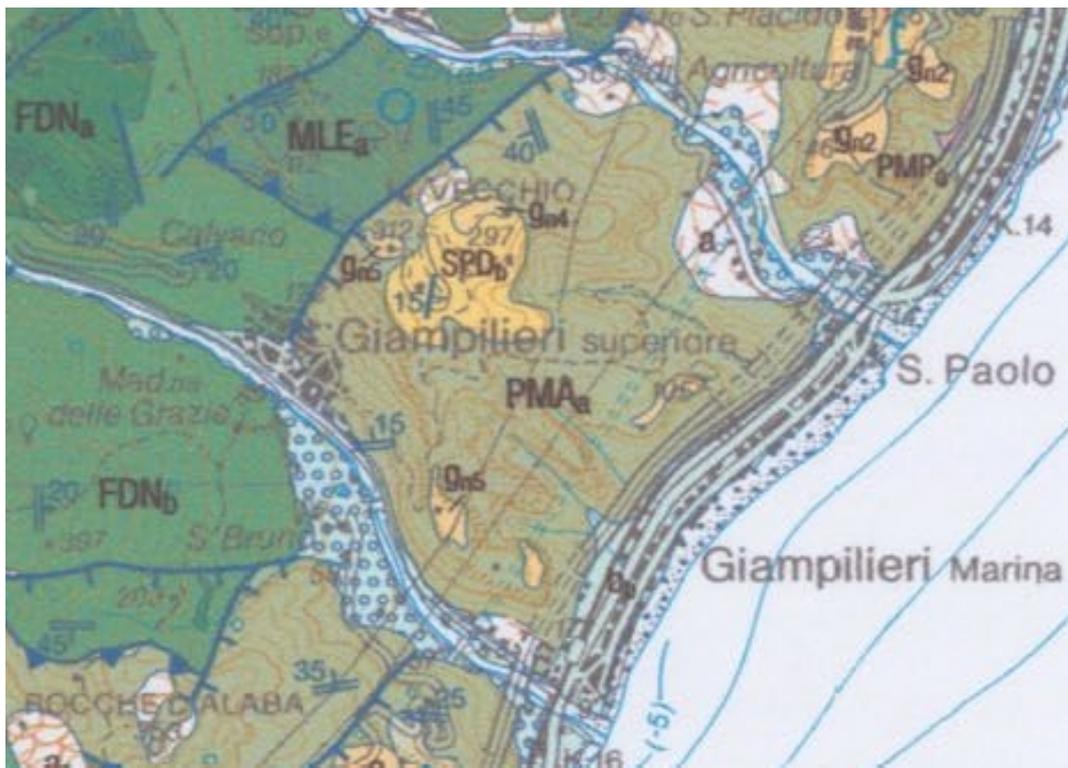


Figura 5: Schema geologico del substrato di Giampillieri (CARG, Foglio Messina). SPD b= Argille con sabbie di Spadafora (Pleistocene medio); PMA<sub>a</sub>= Micascisti grigio-scuri. FDN<sub>b</sub>= Filladi e metareniti. Nella parte bassa dell'abitato e lungo l'asta della fiumara si trovano sedimenti recenti alluvionali.

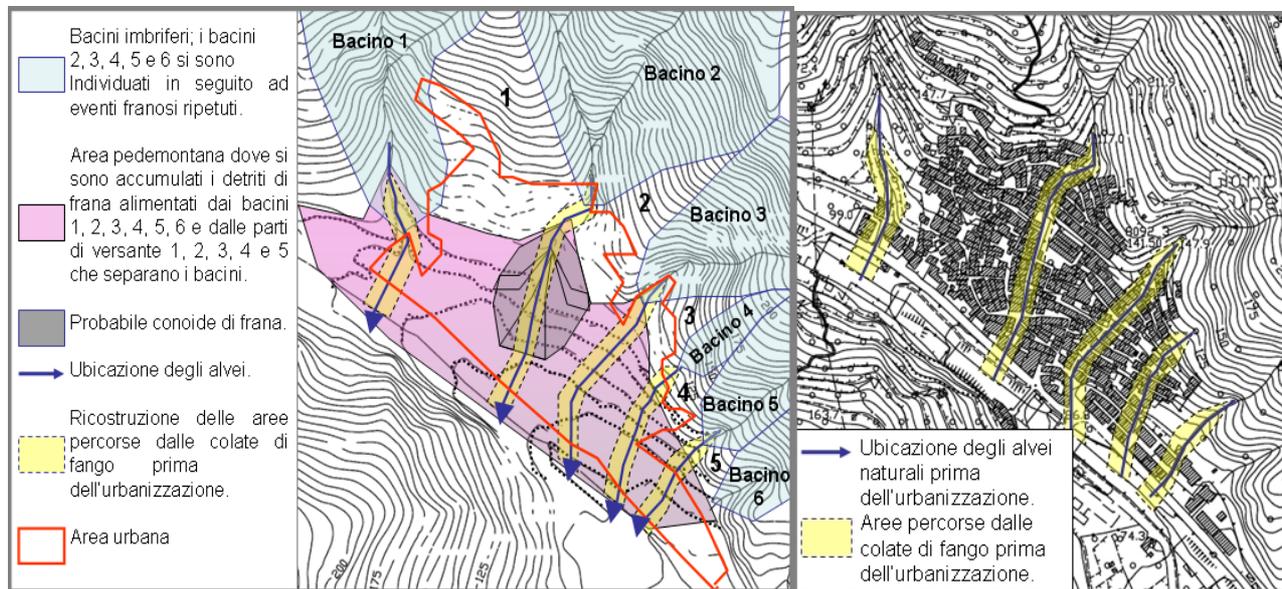


Fig.6

Fig.7

Figura 6: A sinistra, principali caratteristiche geomorfologiche dell'area nella quale si trova l'abitato di Giampillieri Superiore.

Figura 7: A destra, individuazione del reticolo idrografico e delle zone che prima dell'urbanizzazione erano interessate dallo scorrimento delle colate rapide di fango e detriti nell'area abitata di Giampillieri Superiore.

Per ricostruire la morfologia del substrato su cui poggia l'abitato, dalle carte topografiche in scala 1:2000 e 1:5000 è stata eliminata l'urbanizzazione (figura 6). E' stato evidenziato, in tal modo il percorso originario degli alvei (trasformati in alvei-strada con l'urbanizzazione). Sono stati delimitati i vari bacini imbriferi nei quali si suddividono i versanti a monte dell'abitato (bacini da 1 a 6) e le parti di versante comprese tra i vari bacini (da 1 a 5) che presentano una morfologia con pendenza minore. Allo sbocco del bacino 2 dove inizia Via Chiesa si individua una morfologia tipica di una conoide che potrebbe essere dovuta all'accumulo di una parte dei detriti di frana alimentati dai sovrastanti versanti. Quasi tutta l'area abitata (delimitata dalla linea rossa nella figura 6) è stata realizzata su una superficie debolmente inclinata verso il Torrente Giampileri che rappresenterebbe la sommità dei detriti di antiche frane di versante. La mancanza di conoidi, nell'area abitata, costruite dall'accumulo ripetuto dei detriti alimentati dai bacini a monte, indica che i flussi fangoso-detritici verificatisi prima dell'urbanizzazione hanno attraversato la fascia pedemontana andando ad accumularsi nel fondo valle del Torrente Giampileri. In base a questi dati si ritiene che l'area attualmente urbanizzata, in passato, sia stata attraversata dai veloci flussi fangoso-detritici provenienti dai vari bacini a monte (figura 7).



*Figura 8: Versante settentrionale di monte Vezzi, nell'Isola d'Ischia, interessato da alcune colate rapide di fango il 30 aprile 2006. L'area interessata dalla colata 3, ripresa nel rettangolo bianco della figura di sinistra, presenta caratteristiche morfologiche simili a quella nella quale si trova l'abitato di Giampileri superiore; anche le dimensioni della colata (delimitata nella foto A ripresa pochi giorni dopo l'evento e nella foto B scattata dopo un anno), sono simili a quelle dei dissesti che hanno interessato l'abitato di Giampileri Superiore l'1 aprile 2009.*

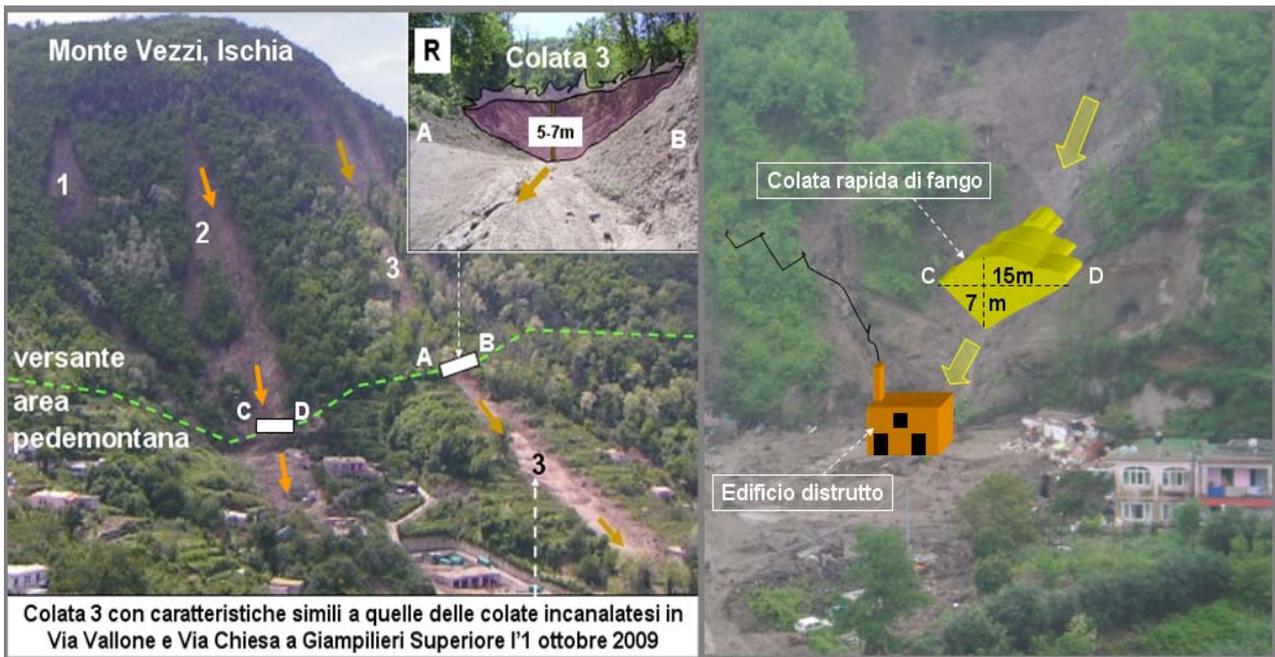


Figura 9: A sinistra, versante settentrionale di monte Vezzi, nell'Isola d'Ischia. L'area interessata dalla colata 3 presenta caratteristiche morfologiche simili a quella nella quale si trova l'abitato di Giampileri superiore con un versante, a monte, inclinato da 30 a 40° e l'area pedemontana debolmente inclinata verso valle. Nel riquadro R è illustrata la ricostruzione della morfologia della colata rapida, alla base del versante lungo il quale si è innescata ed evoluta, all'altezza della sezione A-B. L'immagine a destra illustra l'area interessata dalla colata 2, simile alla colata 3, pochi giorni dopo l'evento; è stata ricostruita la morfologia della colata rapida ed stato ubicato l'edificio investito e distrutto dal flusso fangoso.

Al fine di valutare l'ampiezza delle fasce interessate dallo scorrimento rapido delle colate sono state fatte valutazioni nel territorio di Ischia che nell'aprile 2006 fu colpito da alcune colate di fango (Ortolani e Pagliuca, 2006) aventi volumi simili a quelle verificatesi l'1 ottobre 2009, in situazioni morfologiche simili a quelle di Giampileri (figure 8, 9, 10) e simulazioni di possibili scenari per alcuni bacini di specifico interesse come ad es. quello condotto per il bacino n° 1 di Giampileri Superiore.

Il versante sud di Monte Vezzi presenta un'inclinazione e un dislivello tra zone d'innescio dei fenomeni franosi e area pedemontana del tutto simile ai versanti incombenti su Giampileri Superiore.

La colata rapida numero 3, indicata nella figura 10, dopo essersi accresciuta lungo il versante, si è incanalata alla base irrompendo nella fascia pedemontana, avente inclinazione simile a quella delle vie Chiesa e Vallone nell'abitato di Giampileri Superiore, con un'altezza variabile da 5 a 7 metri (figura 10). Come si osserva nella figura 10 (a sinistra) la fascia pedemontana occupata dalla colata rapida era larga mediamente circa 20 m.

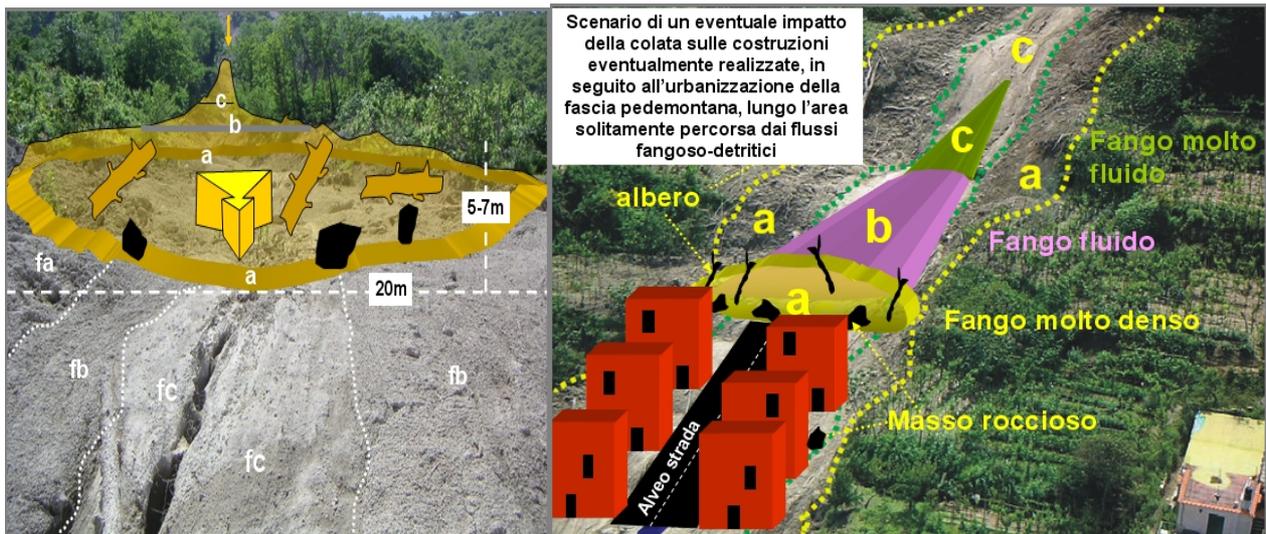


Figura 10: A sinistra, ricostruzione della morfologia della colata rapida n.3 nella zona pedemontana che ha percorso con andamento rettilineo. a= parte frontale della colata costituita da fango denso inglobante massi di roccia e grossi tronchi d'albero; b= parte centrale della colata con fango fluido; c= parte terminale della colata con fango molto fluido; fa= fango molto denso deposto dalla parte frontale della colata; fb= fango fluido deposto dalla parte centrale della colata; fc= fango molto fluido deposto dalla parte terminale della colata. La parte frontale della colata era larga mediamente 20 m e alta da 5 a 7 m. A destra, nella parte alta della figura: ricostruzione della morfologia della colata rapida n.3 nella zona pedemontana che ha percorso con andamento rettilineo. a= parte frontale della colata costituita da fango denso inglobante massi di roccia e grossi tronchi d'albero; b= parte centrale della colata con fango fluido; c= parte terminale della colata con fango molto fluido. Parte bassa della figura: scenario che illustra un'eventuale urbanizzazione della zona pedemontana con trasformazione dell'alveo originario in alveo-strada. Lo scenario immaginario è simile alla situazione di Via Vallone e Via Chiesa di Giampileri Superiore quando l'1 ottobre lungo gli alvei strada si sono incanalate le colate rapide di fango e detriti originatesi nei bacini imbriferi a monte. L'altezza della colata di fango equivale a quella di un edificio di 2-3 piani, la velocità stimata di varie decine di km/h, il volume stimato di molte migliaia di mc con un peso di circa 1500 kg per metro cubo. L'impatto è catastrofico con le prime file di costruzioni.

In base alle caratteristiche granulometriche del fango deposto lungo la scia dalla colata 3 è stato possibile ricostruire la morfologia e le caratteristiche fisiche principali della colata durante il rapido transito (figura 10 a sinistra).

Tali caratteristiche sono state verificate in molte altre aree percorse dalle colate rapide nell'area sarnese nel maggio 1998.

Nella figura 10 è stata realizzata una simulazione di un probabile impatto della colata 3 di Ischia con eventuali costruzioni realizzate, ipoteticamente, nella zona pedemontana percorsa dalla colata rapida.

Questo scenario serve a visualizzare quanto accaduto nelle vie Chiesa e Vallone di Giampileri Superiore quando l'1 ottobre 2009 dai bacini imbriferi sovrastanti si sono riversate le veloci colate di fango e detriti che hanno causato distruzione e danneggiamenti degli edifici costruiti, nei secoli scorsi, lungo l'originario vallone trasformato in alveo-strada.

## I dissesti che l'1 ottobre 2009 hanno devastato parte dell'abitato di Giampileri Superiore

Intorno alle 19,00 dell'1 ottobre 2009 sull'abitato storico di Giampileri Superiore si riversarono colate rapide di fango. Quelle che ebbero effetti devastanti provenivano dai bacini imbriferi a monte del Torrente Sopra Urno (qui denominato bacino 2) e del Torrente Puntale (qui denominato bacino 3); altre, meno distruttive, sono state alimentate dal bacino del Torrente Loco-S. Anna (qui denominato bacino 1), dai bacini a monte della Scuola Elementare e dai versanti sistemati con terrazzi agricoli compresi tra i bacini imbriferi. Le colate rapide provenienti dai Torrenti Puntale e Sopra Urno si incanalarono negli alvei strada dopo avere devastato le prime costruzioni colpite. Il fango e i detriti hanno percorso tutti gli alvei-strada fino a raggiungere il Torrente Giampileri penetrando nelle abitazioni e trascinando quanto incontrato nelle strade. Nelle figure 11, 12 e 13 sono evidenziate le principali aree che hanno alimentato i dissesti e i più significativi effetti da essi causati nell'area urbana.

I dati sono stati tratti, in parte, dagli elaborati tecnici del Genio Civile di Messina "Comune di Messina - Villaggio Giampileri - Eventi franosi verificatosi nello 01-10-2009, individuazione aree interessate" messi gentilmente a disposizione dall'Ing. Capo G. Sciacca.

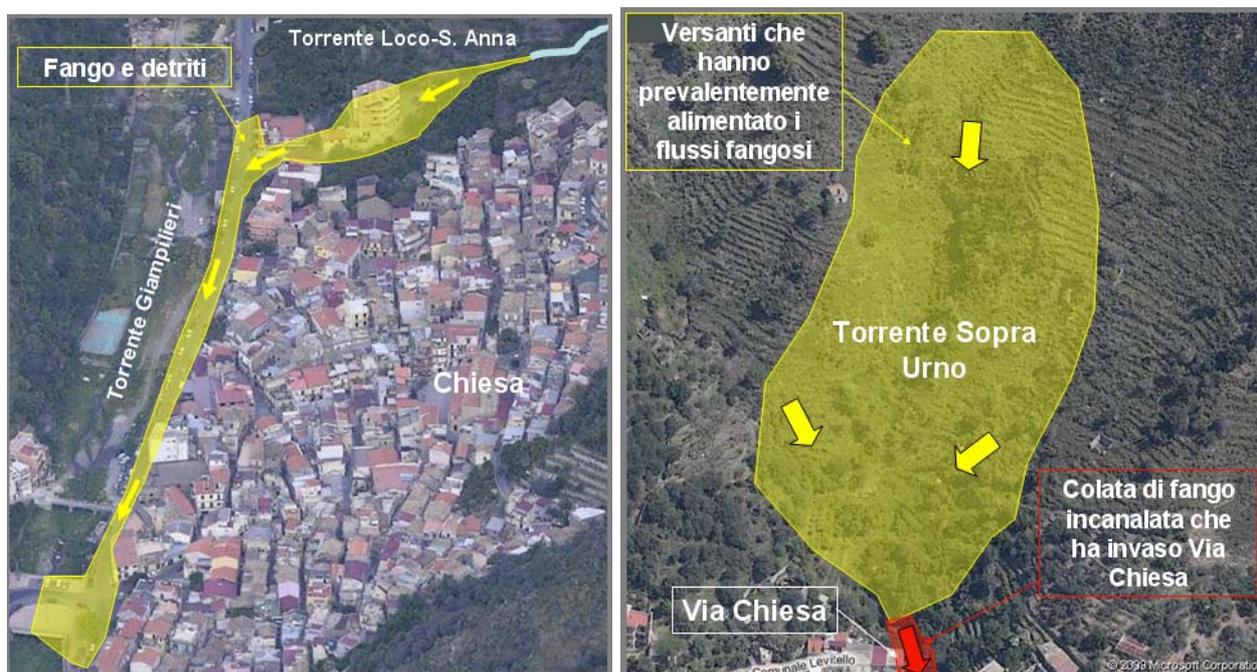
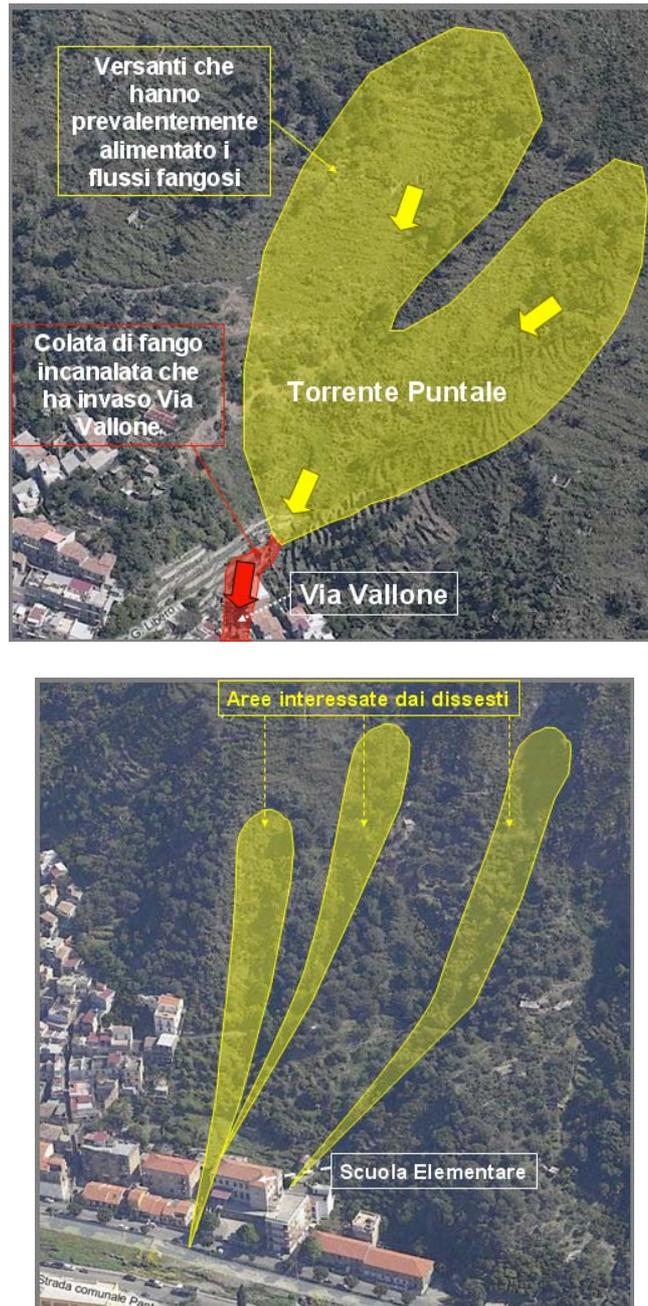


Figura 11: A sinistra, ricostruzione dell'area interessata da accumulo di fango e detriti provenienti dal Torrente Loco-S. Anna (di seguito definito bacino 1) nella parte orientale dell'abitato. A destra, Bacino del Torrente Sopra Urno (di seguito definito bacino 2) che ha alimentato i flussi fangosi che hanno invaso disastrosamente Via Chiesa.



*Figura 12: In Alto, ricostruzione dell'area compresa nel bacino del Torrente Puntale (di seguito definito bacino 3) che ha alimentato i flussi fangosi che hanno invaso disastrosamente Via Vallone.*

*In basso, individuazione delle parti di versante a monte della Scuola Elementare (di seguito definiti bacino 5 e 6) che hanno alimentato i flussi fangosi che hanno danneggiato anche l'edificio scolastico.*

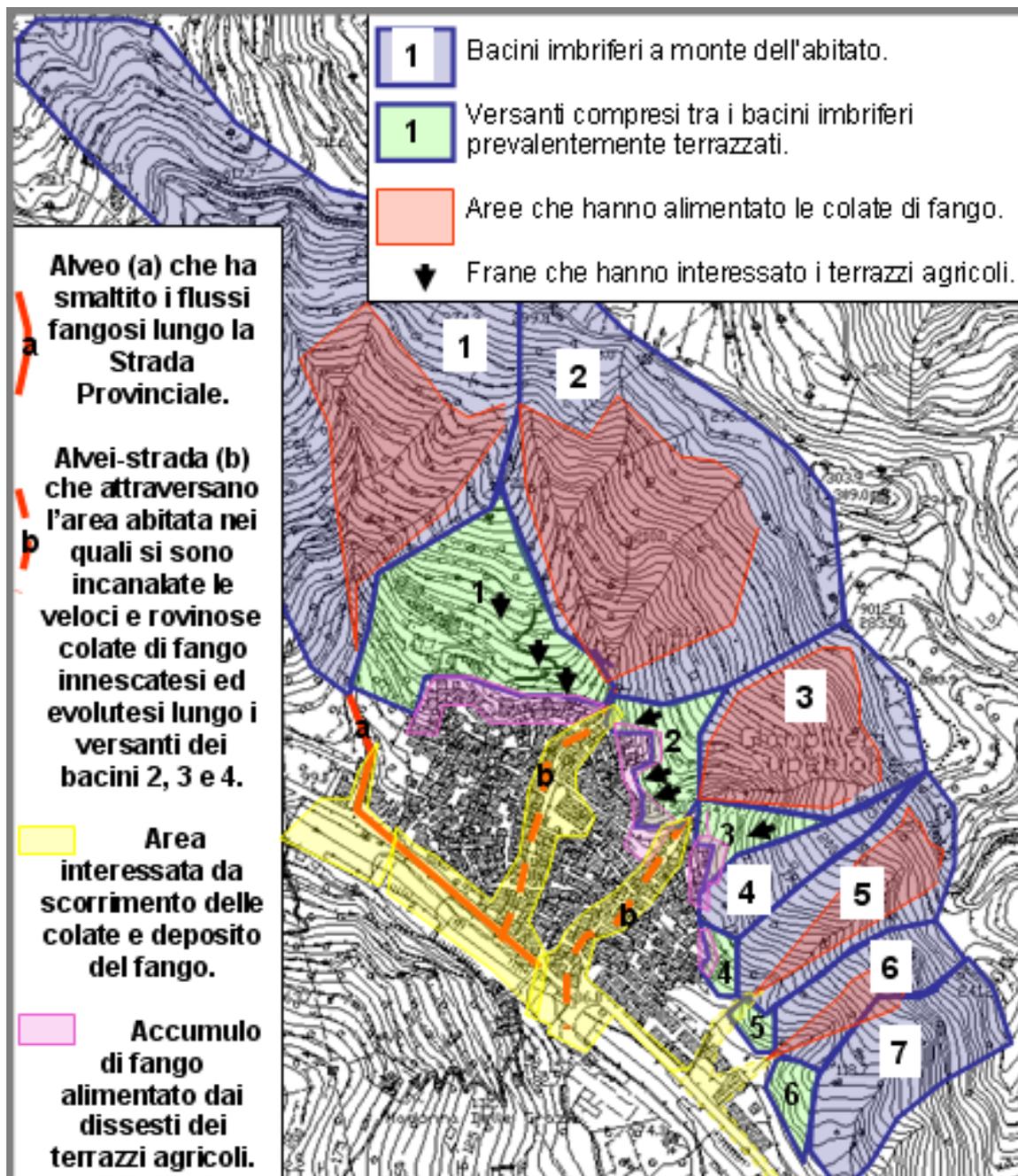


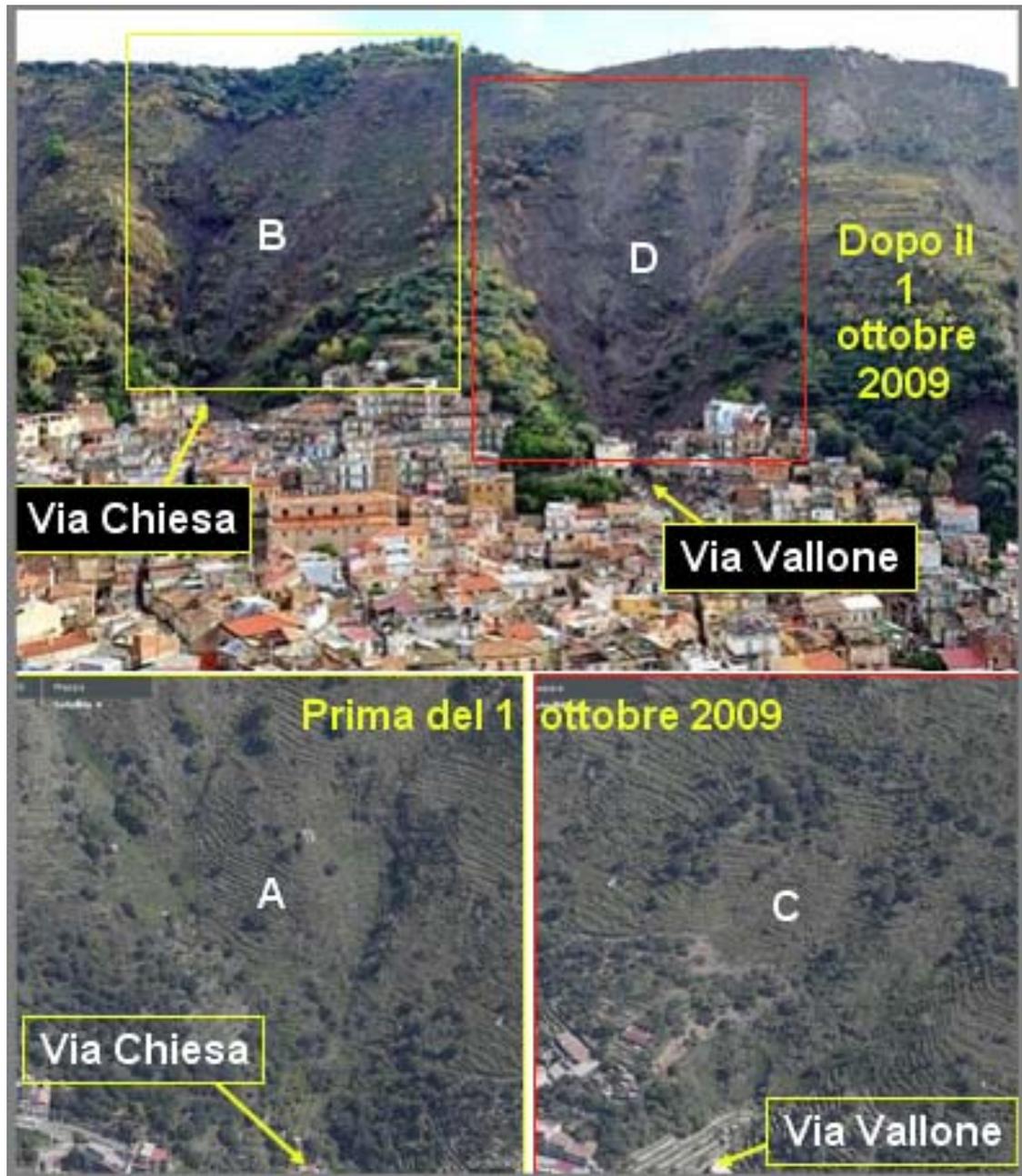
Figura 13: Principali caratteristiche geomorfologiche e dissesti causati dalle colate di fango innescatesi in seguito all'evento piovoso dell'1 ottobre 2009.



Figura 14: Esempio dei dissesti innescatisi nella parte alta del bacino imbrifero 3 incombente su Via Vallone di Giampileri Superiore. c= area d'innescio delle colate rapide di fango costituite da suolo e parte alterata del substrato saturi d'acqua che si sono liquefatti subito dopo il primo distacco scorrendo lungo il sottostante versante come una valanga che ha inglobato i sedimenti di copertura. Alla base del bacino imbrifero le colate rapide si sono canalizzate (ci) aumentando in velocità. La parte frontale della colata può aver raggiunto un'altezza di 5-10 metri e una velocità di molte decine di km/h. E' evidente che i dissesti hanno coinvolto anche la parte terrazzata della copertura costituita da suolo e parte alterata del substrato metamorfico.



Figura 15: Esempio di dissesto che ha interessato la parte di versante compresa tra due bacini imbriferi. E' evidente che il dissesto ha interessato vari terrazzi agricoli protetti da muri a secco.



*Figura 16: In alto, esempio dei dissesti che hanno interessato i bacini 2 e 3 rispettivamente a monte di Via Chiesa e di Via Vallone.  
In basso, i due bacini prima dell'1 ottobre 2009.*

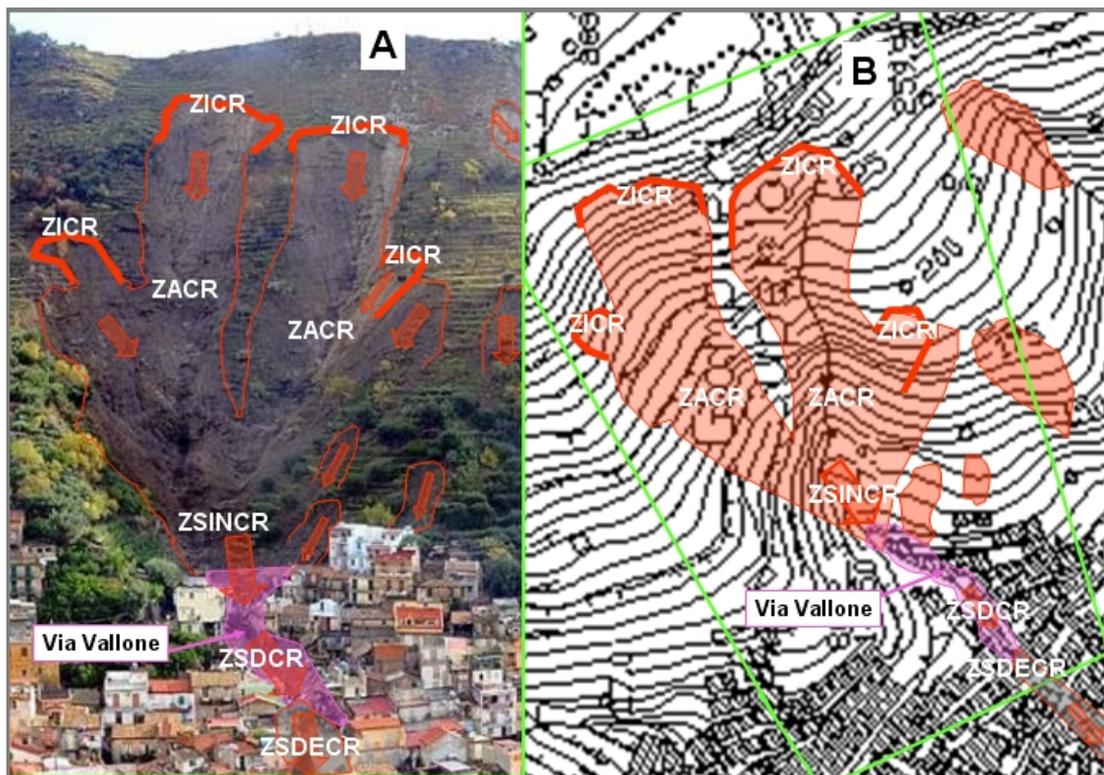


Figura 17: La foto A illustra il bacino 3 a monte di Via Vallone, che ha alimentato numerose frane con molte migliaia di metri cubi di sedimenti saturi d'acqua. Tali sedimenti hanno formato colate di fango rapide che si sono incanalate alla base del bacino imboccando la Via Vallone (alveo-strada) che rappresenta l'originario percorso delle colate di fango che scorrevano verso il sottostante T. Giampileri prima dell'urbanizzazione. L'area delimitata dalla linea verde nella carta topografica B è quella rappresentata nella foto A. ZICR= zona d'innescò della colata rapida di fango; ZACR= zona di scorrimento e accrescimento della colata rapida; ZSINCR= zona di scorrimento incanalato della colata rapida alla base del bacino dove c'è l'imbocco della Via Vallone (alveo-strada); ZSDCR= zona di scorrimento e impatto devastante sulle costruzioni; ZSDECR= zona di scorrimento e deposizione di fango e detriti lungo l'alveo-strada, nelle vie laterali e all'interno delle costruzioni.



Figura 18: La foto a sinistra illustra la parte inferiore del bacino 3 all'imbocco di Via Vallone. In giallo trasparente è ricostruita una colata rapida di fango simile a quella che ha investito le costruzioni con un impatto devastante. Il riquadro A, delimitato dalla linea gialla nella figura a destra, illustra l'area evidenziata nella figura in alto, dove massima è stata la distruzione. In giallo trasparente è ricostruita la morfologia della colata nella zona d'impatto con le costruzioni.

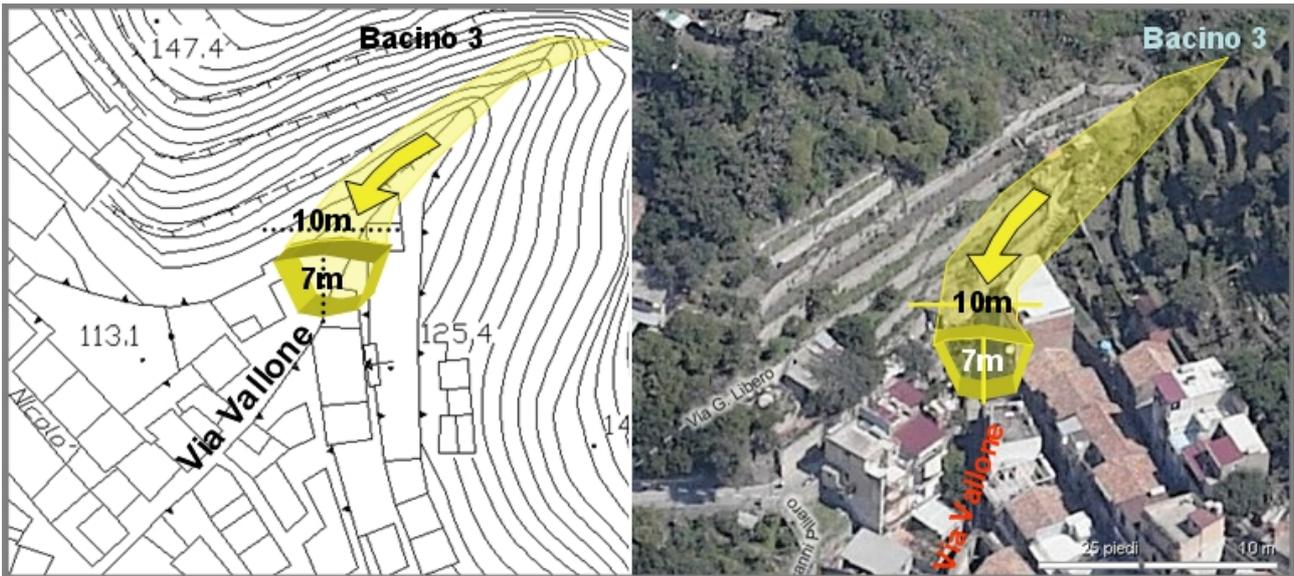


Figura 19: Ricostruzione della colata rapida che ha invaso Via Vallone. La sezione occupata dalla parte frontale del flusso fangoso è di circa 50 metri quadrati; simile a quella che ha interessato la parte alta di Via Chiesa. Il volume di fango e detriti che complessivamente ha costituito le colate di fango innescatesi ed evolutesi nei bacini 2 e 3 è compreso tra i 10.000 e 20.000 mc per bacino. La portata massima della parte frontale dei flussi, ipotizzando una velocità di circa 20 m/sec all'inizio dell'abitato, è dell'ordine di circa 1000 mc/sec. Questi dati sono di fondamentale importanza per individuare gli interventi idonei a garantire la sicurezza all'abitato mediante la realizzazione di canali di gronda che intercettino, a monte delle case, gli eventuali flussi fangosi rapidi che possono verificarsi in futuro.



Figura 20: Le foto 1 e 2 illustrano la Piazza del Pozzo, vicino al T. Giampileri, dopo l'asportazione del fango e detriti che raggiungevano l'altezza evidenziata dalla linea bianca a e b. Le foto 3 e 4 evidenziano l'altezza del fango accumulato nella Piazza del Pozzo, indicata dalle linee bianche a e b.

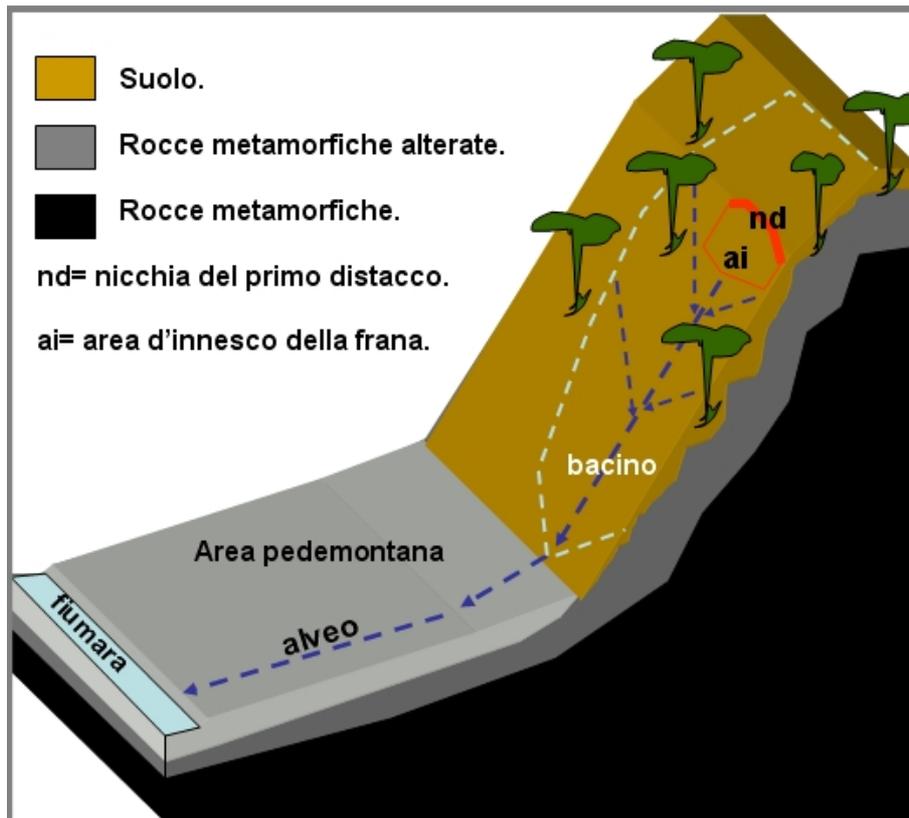


Figura 21: Schema della morfologia e stratigrafia dell'area di Giampileri Superiore (versante e area pedemontana) che è stata interessata dalle colate rapide di fango.

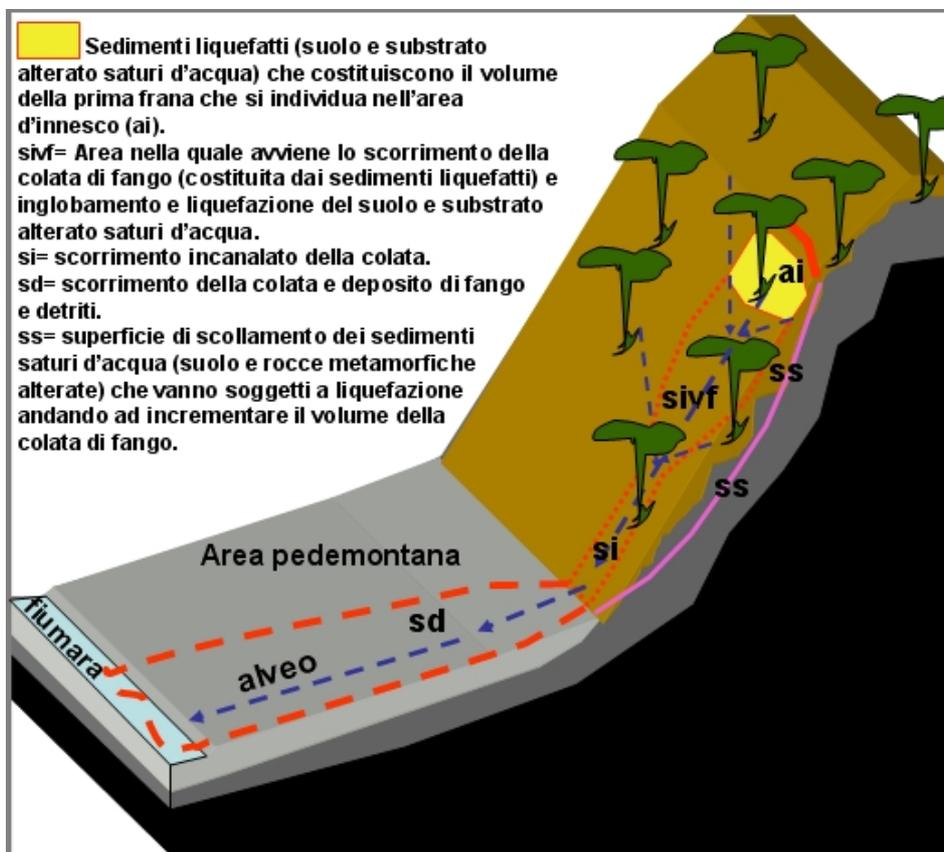


Figura 22: Schema della morfologia e stratigrafia dell'area di Giampileri Superiore (versante e area pedemontana) e zonazione tipica di un'area che è stata interessata dalle colate rapide di fango.

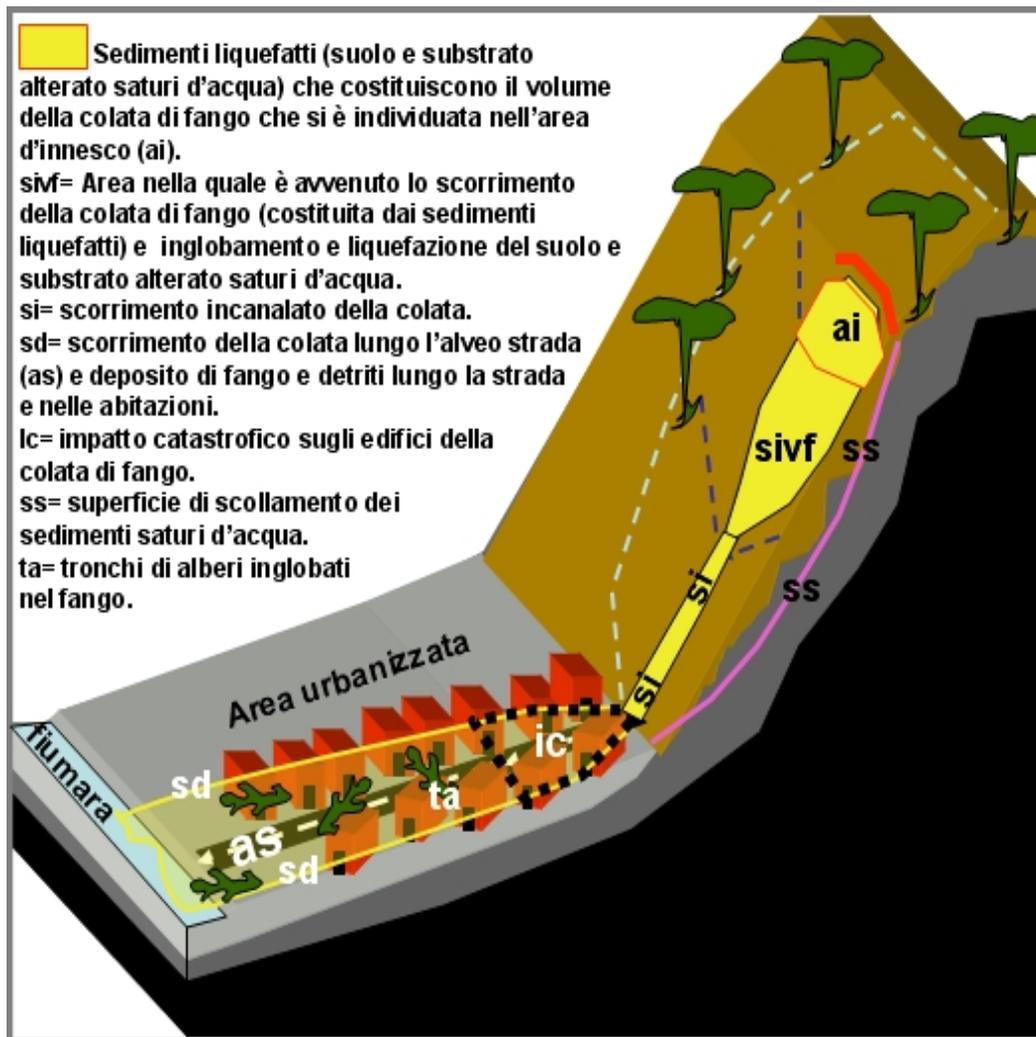


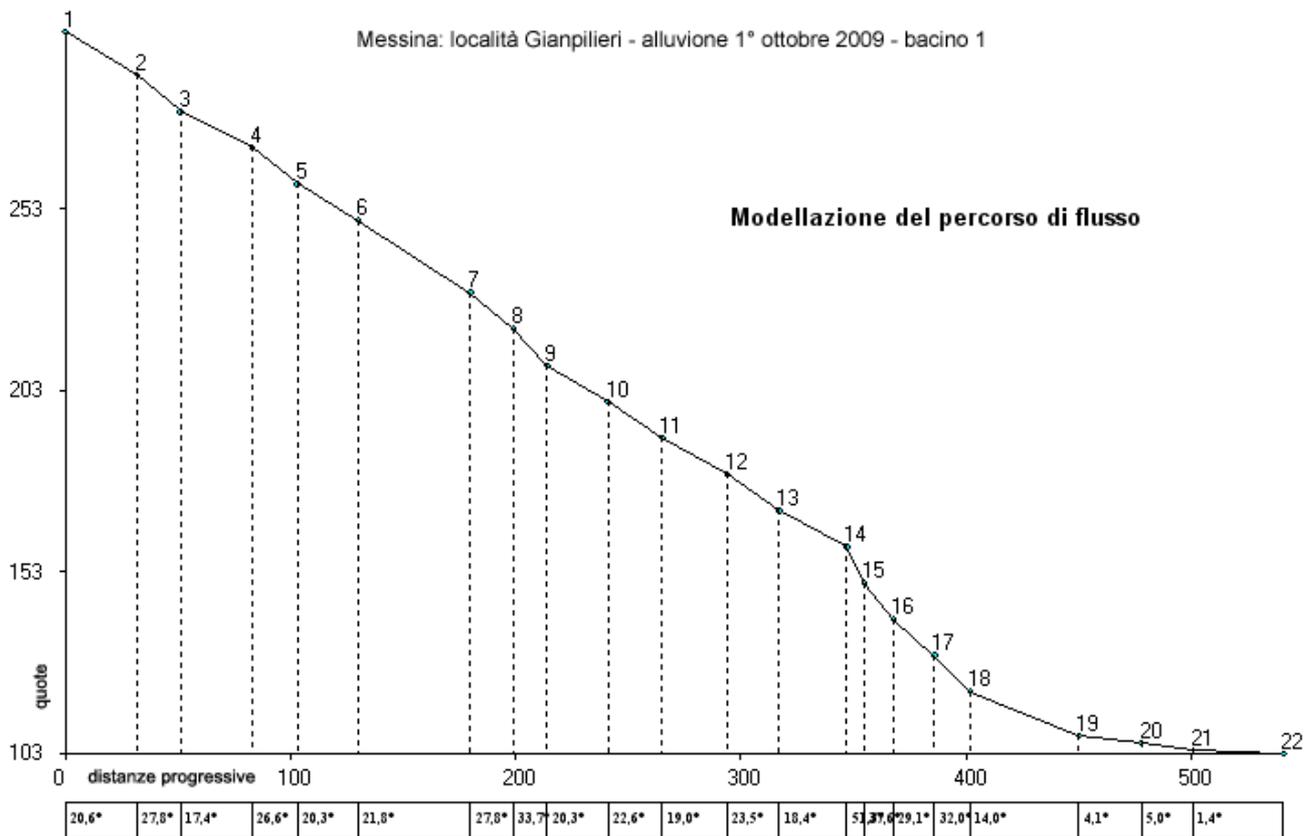
Figura 23: Schema della morfologia e stratigrafia dell'area di Giampileri Superiore (versante e area pedemontana) e zonazione tipica di un'area di versante e dell'area urbanizzata che è stata interessata dalle colate rapide di fango.

L'alveo che drena il bacino 1, nella parte occidentale dell'abitato, ha fatto defluire parte del fango nel Torrente Giampileri; una parte consistente è esondata invadendo l'area abitata circostante incanalandosi nella Strada Provinciale, come già accaduto durante l'evento del 25 ottobre 2007.

Per l'asta torrentizia di questo alveo, esemplificativamente, è stata eseguita un'analisi delle condizioni che hanno determinato il "debris flow".

E' stata schematizzata l'asta torrentizia del bacino 1 che a partire da una quota di 302 metri s.l.m. percorre una distanza di 450 metri per poi giungere nella zona abitata a ridosso del torrente Giampileri.

La modellazione del percorso di flusso schematicamente è riportata nella figura 24.



*Figura 24*

E' stata condotta un'analisi di tipo fisico e di tipo meteorologico. In entrambi i casi, a conferma di quanto accaduto nella realtà, si è giunti facilmente alla conclusione della possibilità di innesco della colata fangosa detritica.

In particolare, tenuto conto delle divergenze di dati relativi ai mm di pioggia caduta immediatamente prima dell'evento franoso (giacché le fonti ufficiali del Servizio Informativo Agrometeorologico Siciliano ritengono che siano caduti 170 mm di pioggia in 3 ore corrispondenti a 57 mm/h mentre l'associazione meteoweb ritiene che siano caduti circa 300 mm di pioggia in 3 ore corrispondenti a 100 mm/h), si è ritenuto opportuno applicare il criterio meteorologico riportando il grafico della figura 25 (curva Caine) ed il grafico della figura 26 (curva Ceriani e curva Agustoni) da cui si evince che in entrambi i casi (300 mm – 170 mm) e per tutte le curve considerate, l'innesco della colata era altamente probabile, a conferma di quanto accaduto.

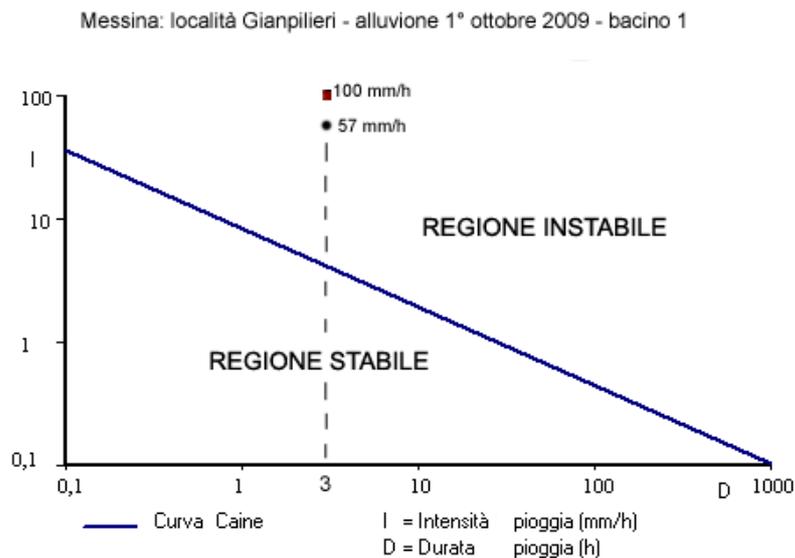


Figura 25

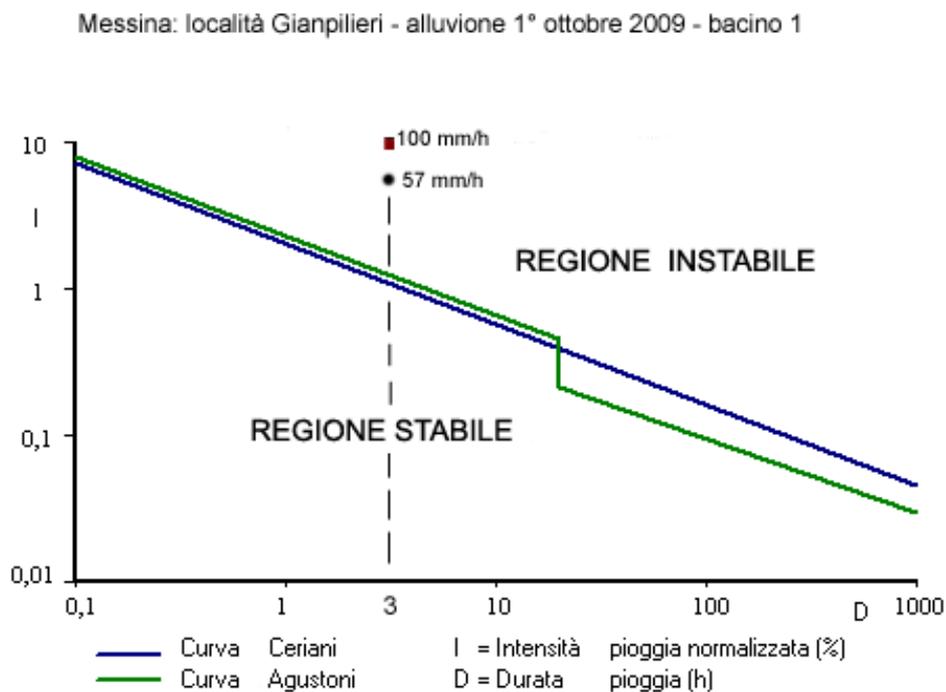


Figura 26

Ulteriori utili indicazioni possono essere attinte dal raffronto tra la pendenza media del conoide ed il numero di Melton (vedi figura 27) ove si giunge alla conclusione che potenzialmente si è in presenza essenzialmente di Debris flow.

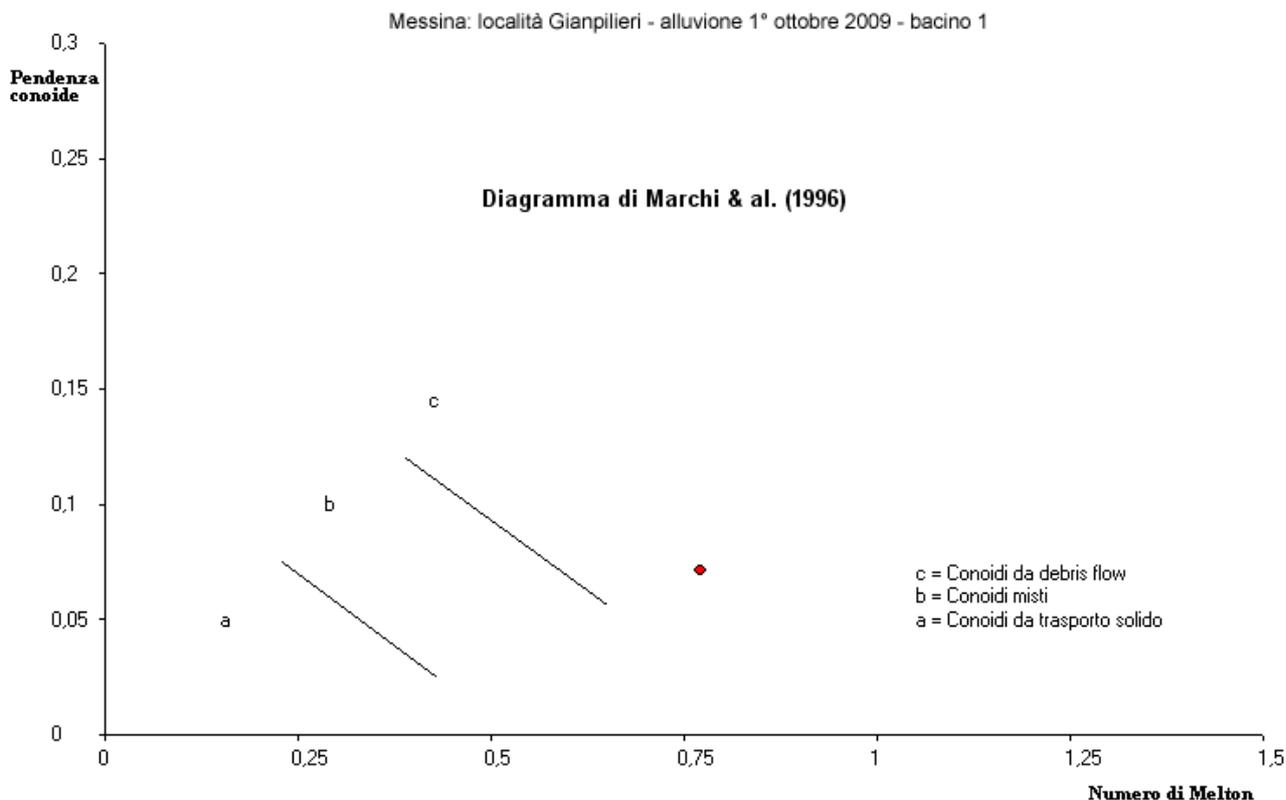


Figura 27

Per il bacino preso in esame, è stato stimato un tempo di corrivazione mediato di 6 minuti, a cui corrisponde per effetto dell'evento verificatosi, un'altezza massima di precipitazione pari a 10 mm di pioggia.

Con la morfologia dei versanti innanzi descritta e di quella dell'asta torrentizia in esame, con i dati sopra menzionati è stato stimato che la portata iniziale ha superato la portata di soglia per cui si è avuto un'ulteriore conferma dell'innescò del Debris flow.

Naturalmente, verificando le condizioni di equilibrio lungo il canale di flusso, a seguito della portata idrica risulta che tutto l'alveo è in movimento confermando l'elevata erodibilità dell'asta torrentizia.

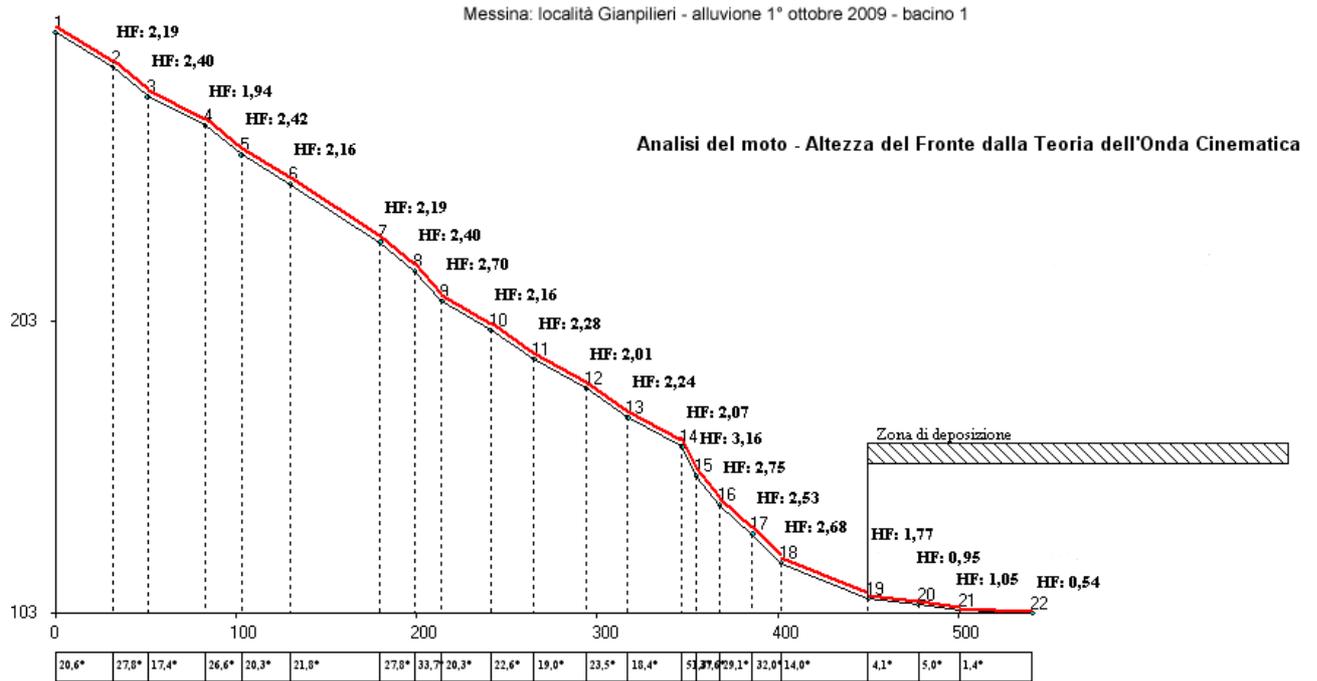


Figura 28

Conducendo poi, un'analisi del moto applicando la teoria dell'onda cinematica, così come riportato nella figura 28, il flusso fangoso detritico incomincia l'arresto in corrispondenza del vertice n° 19 (vale a dire a ridosso del fabbricato multipiano indicato dalla freccia nera in figura fig. 29.) con una distanza di arresto stimata in 233 metri.

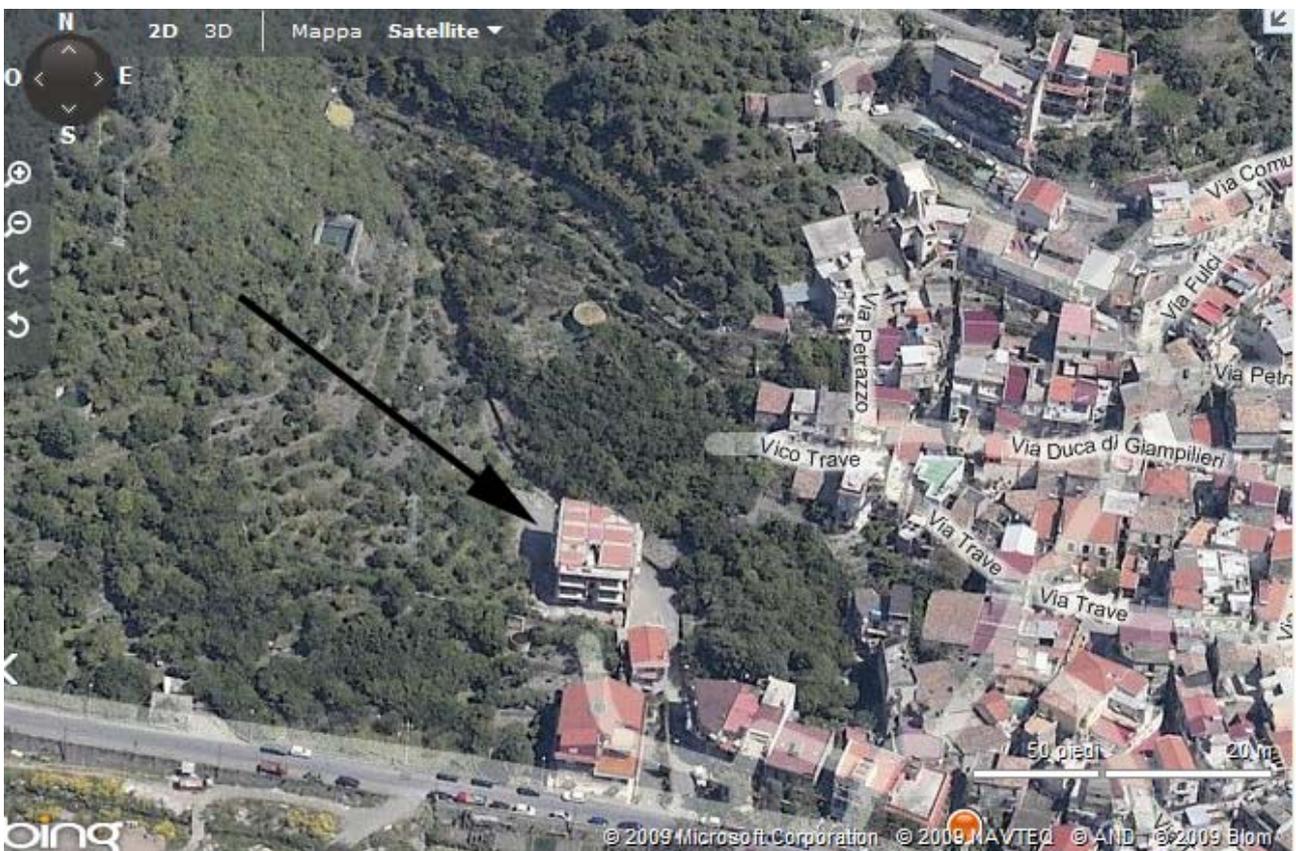


Figura 29

Ciò sta a significare che il materiale fangoso detritico ha raggiunto facilmente, così come accaduto, i fabbricati nell'area pedemontana, le stradi comunali di pertinenza, la strada comunale parallela al torrente Giampilieri ed il torrente medesimo.

E' stata stimata una portata di picco della colata pari a 213 mc/s con velocità di circa 5m/s. Dallo studio eseguito, innanzi riportato, è deducibile che se si fosse eseguita un'analisi preventiva, in funzione dei dati geomorfologici disponibili, si sarebbero potute, facilmente, stabilire delle soglie di allarme già in funzione dei millimetri di pioggia a cadere.

In pratica era sufficiente avere dei semplici pluviografi disposti sul territorio collegati in tempo reale ad una centrale operativa al fine di consentire di allertare la popolazione evitando così perdite di vite umane.

### I dissesti che il 25 ottobre 2007 hanno interessato parte dell'abitato di Giampilieri Superiore

Sul sito Meteoweb del 26 ottobre 2007 Peppe Caridi ha pubblicato i dati dell'evento piovoso avvenuto il giorno precedente (figura 30). Riferisce Caridi: "L'alluvione lampo che ha colpito le zone meridionali dello Stretto ha scaricato nel pomeriggio/sera tantissima acqua (175 mm a Santa Margherita, 134 mm a Fiumedinisi, 86 mm a Reggio Calabria Ravagnese, 40 mm a Messina Contesse, 30 mm a Reggio Calabria centro e così via)."

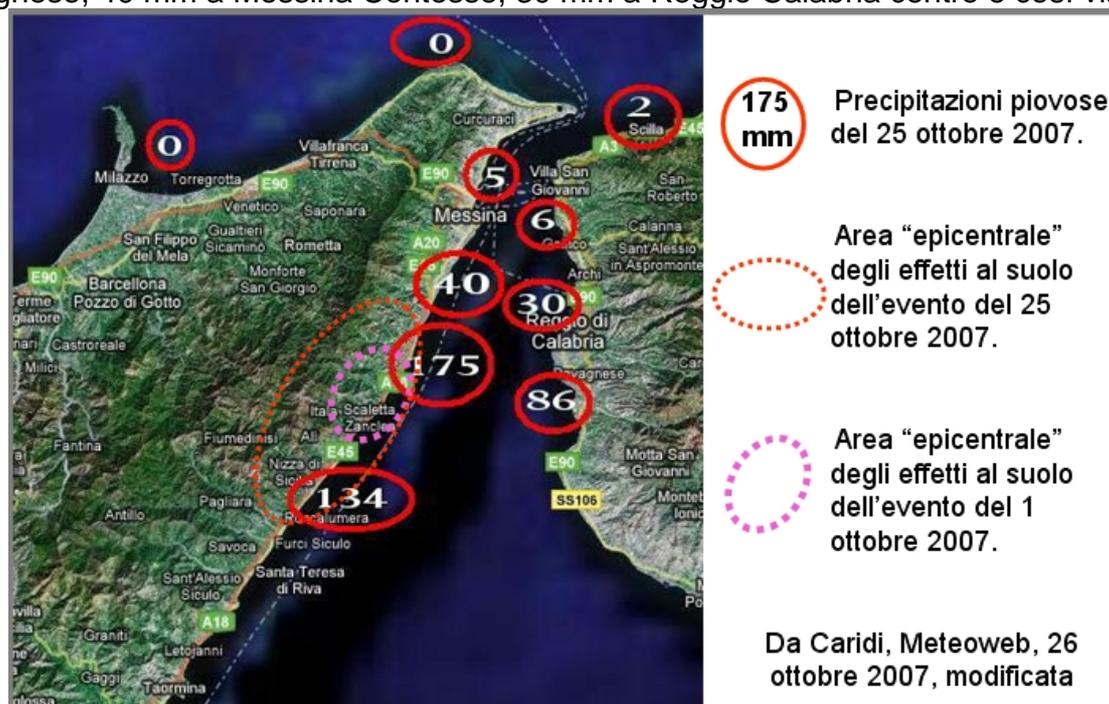


Figura 30: Ricostruzione delle precipitazioni piovose e dell'area "epicentrale" dei principali effetti al suolo dell'evento del 25 ottobre 2007 e confronto con l'area "epicentrale" degli effetti al suolo dell'evento dell'1 ottobre 2009.

Nell'area definita "epicentrale", per quanto riguarda gli effetti al suolo in figura 30, si verificarono numerose colate rapide di fango che arrecarono seri danni all'ambiente antropizzato. Anche a Giampilieri Superiore vi furono dissesti che interessarono i versanti terrazzati compresi tra i bacini imbriferi (figura 13) e varie colate di fango si incanalavano negli alvei-strada che percorrono l'abitato dallo sbocco dei valloni fino al Torrente Giampilieri (figure 31,32,33,34,35 e 36).

L'evento piovoso del 25 ottobre 2007 ha riversato in poche ore sul suolo di Giampileri un volume di acqua notevole compreso tra 134 e 175 mm, inferiore a quello che ha caratterizzato l'evento dell'1 ottobre 2009. I fenomeni franosi del 25 ottobre 2007 sono stati meno devastanti ed hanno richiamato l'attenzione sulle diffuse condizioni di instabilità geomorfologica dei versanti in occasione di significativi eventi piovosi. Era evidente che le superfici di scorrimento che provocavano la liquefazione del suolo e del substrato alterato si trovavano al di sotto della profondità alla quale si sviluppano le radici degli alberi d'alto fusto (moltissimi alberi furono coinvolti dalle colate come accaduto anche l'1 ottobre 2009) e che i terrazzi agricoli non rappresentavano un consolidamento dei versanti in quanto i muri di contenimento sono fondati nella copertura alterata.



Figura 31: Frane a monte dell'abitato che hanno interessato i terrazzi agricoli sostenuti da muri fondati sulla copertura alterata del substrato metamorfico avvenute, rispettivamente, il 25 ottobre 2007 (a sinistra) e l'1 ottobre 2009 (a destra).

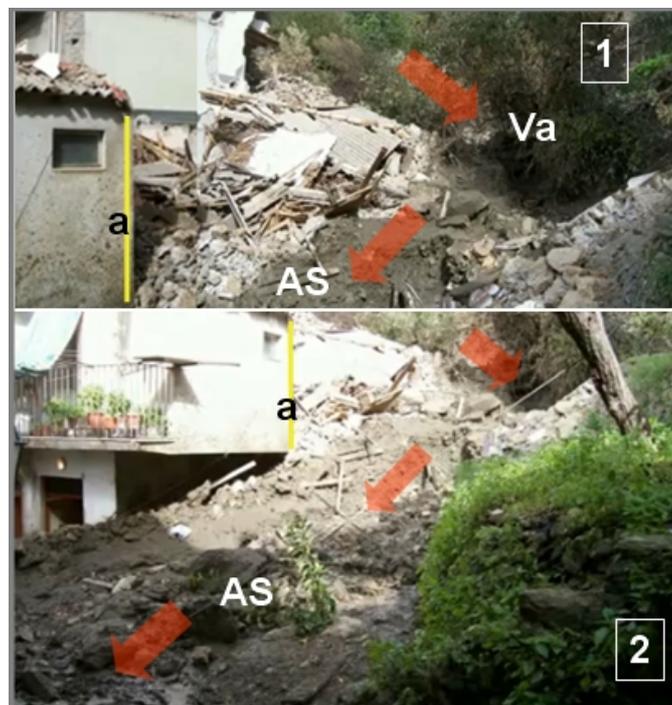


Figura 32: Effetti distruttivi delle colate di fango, incanalate nei bacini a monte dell'abitato, nella zona in cui i valloni si immettono nell'alveo-strada (25 ottobre 2007). La linea verticale gialla (a) evidenziata nelle foto 1 e 2 si riferisce allo spigolo dello stesso manufatto. Va= termine del vallone che si immette nell'area urbana; AS= inizio dell'alveo-strada.



*Figura 33: Effetti distruttivi delle colate di fango, incanalate nei bacini a monte dell'abitato, nella zona in cui i valloni si immettono negli alvei-strada (25 ottobre 2007, a sinistra; 1 ottobre 2009, a destra). E' evidente che le colate di fango che si incanalarono negli alvei strada nell'ottobre 2007 furono prevalentemente smaltite verso valle in quanto di volume inferiore a quelle che si sono verificate l'1 ottobre 2009 (foto a destra) che investirono la parte alta degli alvei strada con portate notevoli (stimate intorno ai 1000 mc/sec) che determinarono un impatto catastrofico contro gli edifici.*



*Figura 34: Effetti distruttivi delle colate di fango incanalate nella parte alta degli alvei-strada (25 ottobre 2007). La foto in basso evidenzia l'effetto diga causato da un'autovettura incastratasi nella stretta strada e il conseguente accumulo di fango a monte.*



*Figura 35: Fango accumulato a valle dell'abitato a ridosso del Torrente Giampileri (25 ottobre 2007) proveniente dal bacino 1 (Torrente Loco-S. Anna). Effetti simili, più diffusi e più gravi, si sono verificati in seguito alle colate rapide dell'1 ottobre 2009 in tutta la parte bassa dell'abitato.*



*Figura 36: Fango e detriti accumulati dalle colate verificatesi il 25 ottobre 2007 nella parte alta dell'abitato.*

### **Scenari relativi alla messa in sicurezza dell'abitato**

In base ai dati acquisiti è possibile delineare l'attuale assetto geomorfologico dei versanti incombenti sull'abitato di Giampileri Superiore, l'instabilità delle coltri superficiali non ancorate in un substrato lapideo stabile e i pericoli per l'area urbana in relazione agli eventi che si possono verificare in futuro (figura 37), purtroppo, ignorati dal vigente Piano Assetto Idrogeologico vedi figure 38 e 39.

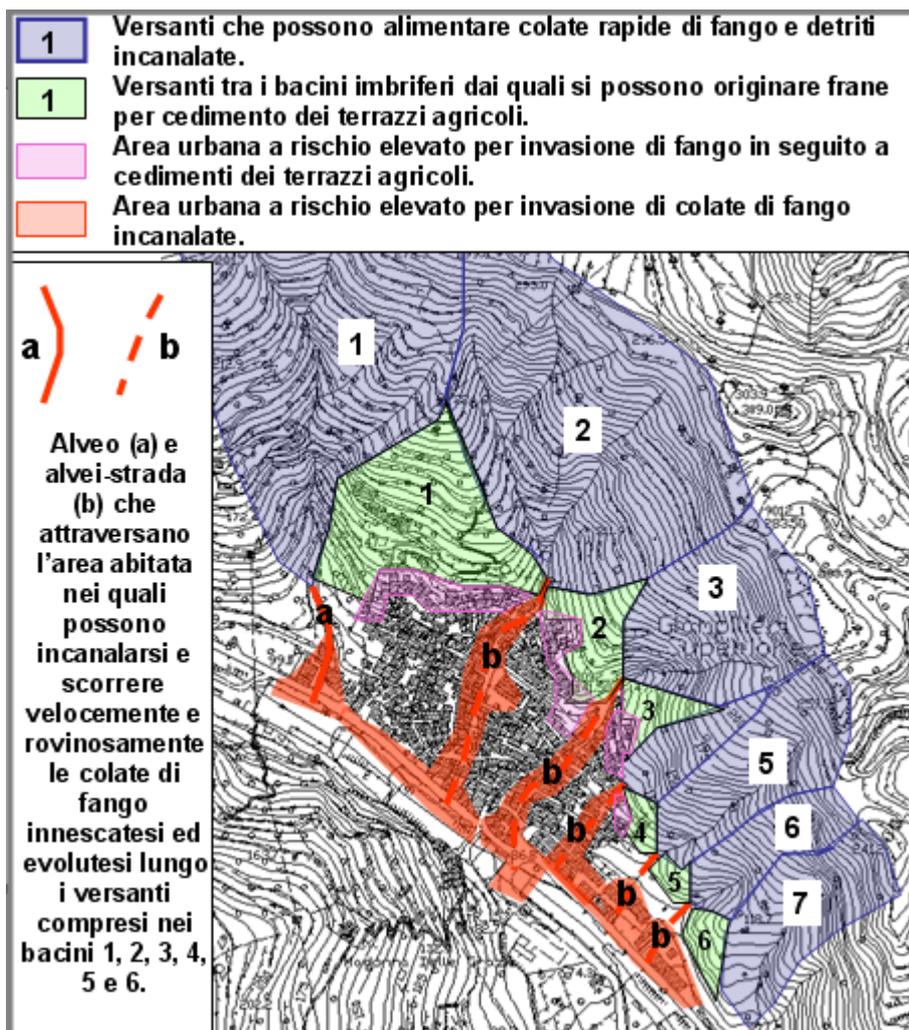


Figura 37: Inquadramento geomorfologico dei versanti a monte dell'abitato di Giampileri Superiore dopo le frane dell'1 ottobre 2009 e individuazione dei pericoli e rischi connessi all'evoluzione futura dei versanti.

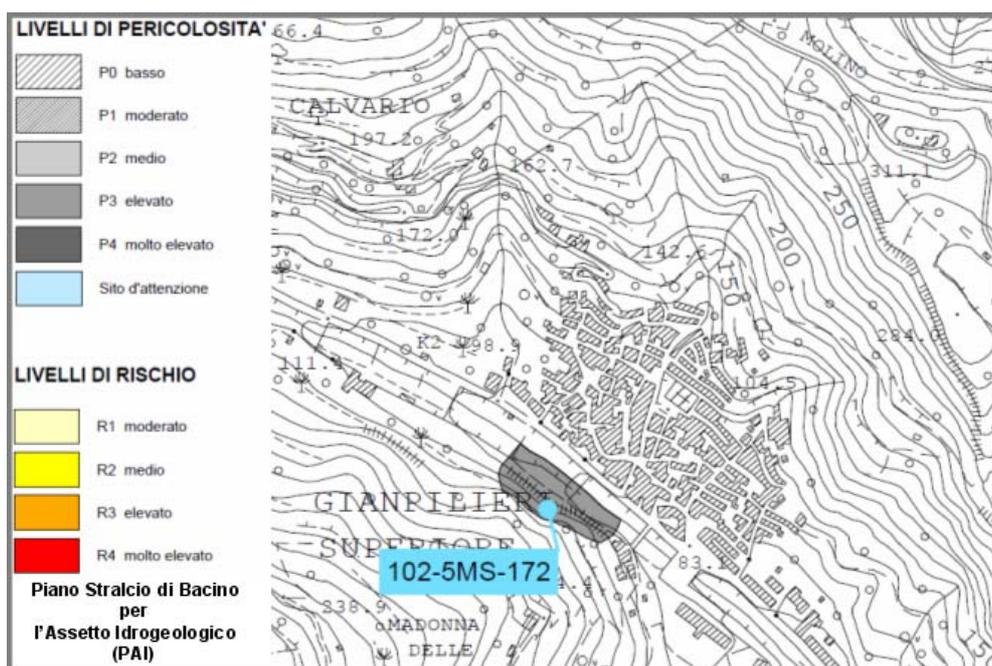


Figura 38: Secondo il vigente Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico del 2006 (PAI) l'abitato di Giampileri Superiore sarebbe esente da pericoli e rischi idrogeologici.

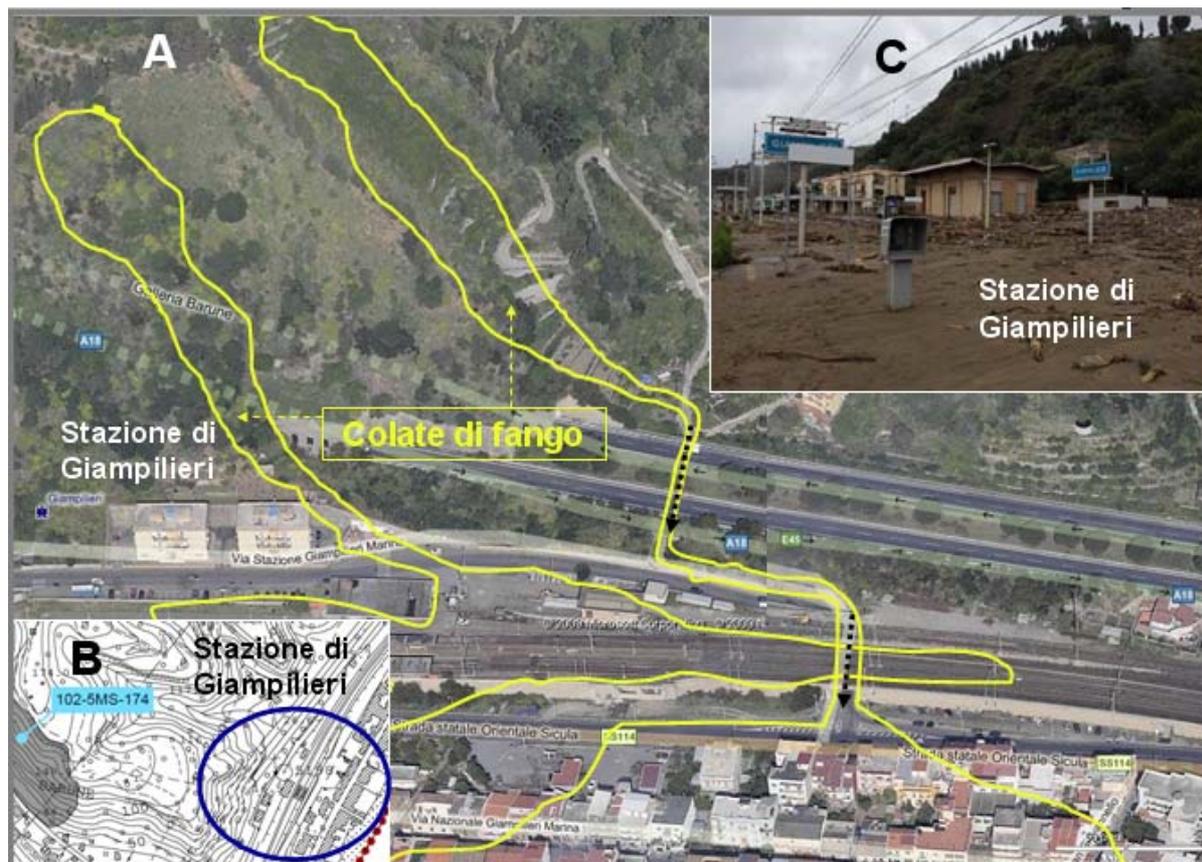


Figura 39: Nell'immagine A ripresa prima dell'1 ottobre 2009 sono state riportate le aree interessate da due colate di fango innescatesi a monte dell'Autostrada Messina Catania che hanno invaso i binari ferroviari (immagine C) e, incuneandosi (frecche nere) nei sottopassi, la sottostante Giampileri Marina. Secondo il vigente Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico del 2006 (PAI) anche la Stazione di Giampileri sarebbe esente da pericoli e rischi idrogeologici (immagine B).

Non si deve trascurare che i versanti a monte di Giampileri negli anni scorsi sono stati ripetutamente percorsi dal fuoco dovuto, certamente, a cause non naturali. La figura 40 evidenzia la vegetazione che ricopriva i versanti in gran parte devastata dagli incendi nel 2006.

E' stato accertato, con le ricerche multidisciplinari pluriennali svolte presso il Dipartimento di Pianificazione e Scienza del Territorio dell'Università Federico II, che il comportamento dei versanti, rispetto all'acqua di precipitazione, cambia drasticamente quando la copertura vegetale viene devastata dagli incendi. Questi, infatti, provocano la distruzione della vegetazione e la formazione di uno strato di cenere finissima che rende momentaneamente impermeabile la superficie del suolo in occasione di violente piogge; ciò provoca, in concomitanza con eventi piovosi intensi lo scorrimento superficiale delle acque piovane e l'innescò di fenomeni erosivi che modificano le condizioni di stabilità. L'incendio, inoltre, distruggendo le radici degli alberi fa venire meno l'azione di ancoraggio del sistema pianta-suolo-substrato; tanto più è precario l'equilibrio preesistente (ad esempio a monte delle aree abitate e delle vie di comunicazione dichiarate ad alto rischio idrogeologico dalle Autorità di Bacino, lungo scarpate dove il suolo viene trattenuto proprio dagli apparati radicali) tanto più è grave la destabilizzazione conseguente all'incendio.

Ciò può provocare, in concomitanza con eventi piovosi eccezionali e anche di breve durata, l'innescò di colate di detriti che possono interessare, rovinosamente e

catastroficamente, le aree antropizzate e urbanizzate a valle dove possono arrecare danni notevoli a persone, abitazioni, colture, infrastrutture. L'acqua di ruscellamento, scorrendo su superfici molto inclinate, tende ad incanalarsi nelle depressioni vallive provocando erosione, trasporto di detriti vari e tronchi d'albero.

Senza indugiare, dopo gli incendi, i sindaci dovrebbero far delimitare su carte topografiche di dettaglio le aree percorse dal fuoco al fine di individuare i bacini imbriferi interessati e conseguentemente le aree urbanizzate, a valle, che potrebbero essere interessate rovinosamente da eventuali colate detritiche. In seguito dovrebbero predisporre un piano di protezione civile, per le aree potenzialmente interessate dai flussi detritici, da attivare in sinergia con la Protezione Civile Regionale, in relazione all'andamento delle piogge da monitorare con uno strumento dedicato, in modo da attuare le idonee misure di difesa della popolazione. Ricerche innovative hanno evidenziato che le precipitazioni molto intense che hanno innescato le colate detritiche di Montoro Superiore e di Napoli-Soccavo, in Campania, hanno un andamento tipico che può consentire di allertare l'area urbanizzata con 15-20 minuti di anticipo sull'eventuale arrivo di flussi fangoso-detritici; pochi minuti, però, sufficienti a liberare le strade, preventivamente individuate, dalle persone che vi stiano transitando attuando un piano comunale di emergenza già messo a punto e verificato con esercitazioni pratiche, senza preavviso, finalizzate alla verifica del modello d'intervento.

Naturalmente, le misure di salvaguardia, dovranno essere volte all'allontanamento della popolazione dalla zona di pericolo con priorità per disabili, bambini ed anziani da ospitare in centri di accoglienza.

Per il funzionamento dei piani di emergenza, è indispensabile che i cittadini interessati, siano a conoscenza del piano. E' auspicabile, perciò, che i cittadini interessati seguano un corso per l'apprendimento del piano indirizzato, in particolare, a conoscenze comportamentali da assumere durante l'emergenza, specialmente, con riferimento a come comportarsi immediatamente prima, durante e dopo l'evento atteso e che conoscano con quale mezzo vengono fornite informazioni ed allarmi.

Ciò sarà fattibile se sarà previsto, logicamente, anche un piano di ottimizzazioni dei flussi di traffico lungo le vie di fuga e l'ottimizzazione dell'accesso dei mezzi di soccorso.

Tutto ciò sarà possibile se sarà garantita la funzionalità delle comunicazioni tra le varie strutture operative dislocate sul territorio, se il piano di emergenza viene concepito di tipo dinamico, cioè soggetto a continuo aggiornamento derivante dal cambiamento dei fattori direttamente interconnessi alla variabilità degli scenari (cambiamento dell'assetto urbanistico, rinnovamento tecnologico delle strutture operative, cambiamento delle risorse disponibili, ecc.) e se infine si avrà la possibilità di mantenere sempre efficiente il piano d'emergenza.

Ovviamente il Centro Operativo Comunale dovrà essere localizzato in un edificio non vulnerabile ed in una zona facilmente accessibile.

Per Giampileri, si ritiene di evidenziare che occorre anche adeguare la capacità di pronto ed efficace intervento antincendio, specialmente lungo i versanti boscati incombenti su aree ad alto rischio idrogeologico. Una concreta ed efficace innovazione da introdurre, facilmente realizzabile e non molto costosa, è rappresentata dalla costruzione di una capillare rete di vasche antincendio attrezzate adeguatamente e ubicate sugli altopiani in siti sicuri geomorfologicamente e alle quote idonee a consentire un rapido e veloce rifornimento idrico di acqua dolce sia ai mezzi antincendio a pala rotante che ai mezzi terrestri.



Figura 40: Gran parte dei versanti a monte di Giampileri Superiore devastati dagli incendi nel 2006 (foto da Atlanteitaliano.it).

### **Le aree a rischio**

In un prossimo futuro, durante gli eventi piovosi, l'avvenuto denudamento di vaste parti dei versanti faciliterà il ruscellamento superficiale e l'erosione delle rocce alterate affioranti.

In assenza di adeguati interventi di messa in sicurezza, acqua e detriti provenienti dai versanti compresi nei bacini imbriferi 2, 3, 4, 5 e 6 e dalle parti comprese tra i bacini potrebbero invadere l'area abitata sottostante (vedi figura 37).

Porzioni dei terreni circostanti le nicchie di distacco dei dissesti verificatisi l'1 ottobre 2009 potrebbero franare alimentando flussi fangosi che potrebbero incanalarsi verso gli alvei strada.

E' prevedibile che i dissesti siano di entità nettamente inferiore a quelli avvenuti l'1 ottobre 2009.

Acqua e detriti si potrebbero riversare nella parte di area urbana nella quale la rete fognante potrebbe essere stata completamente intasata dal fango.

I bacini imbriferi a monte dell'abitato (2, 3, 4, 5, 6) hanno limitate dimensioni per cui la portata massima dell'acqua di ruscellamento sarà comunque di scarsa entità e potrebbe essere smaltita da una rete fognante in buone condizioni.

Man mano che si ricostituirà il suolo e la copertura vegetale, in un periodo di qualche anno, come accaduto nelle aree denudate dalle colate di fango in Campania, l'erosione si ridurrà e anche la quantità di detriti convogliata negli alvei strada diminuirà drasticamente.

Anche fra qualche anno, comunque, se non si realizzeranno interventi adeguati di messa in sicurezza dell'abitato, permarrà il pericolo di nuovi eventi franosi.  
 Nelle figure seguenti sono evidenziate le aree che sono e saranno a rischio per frana.

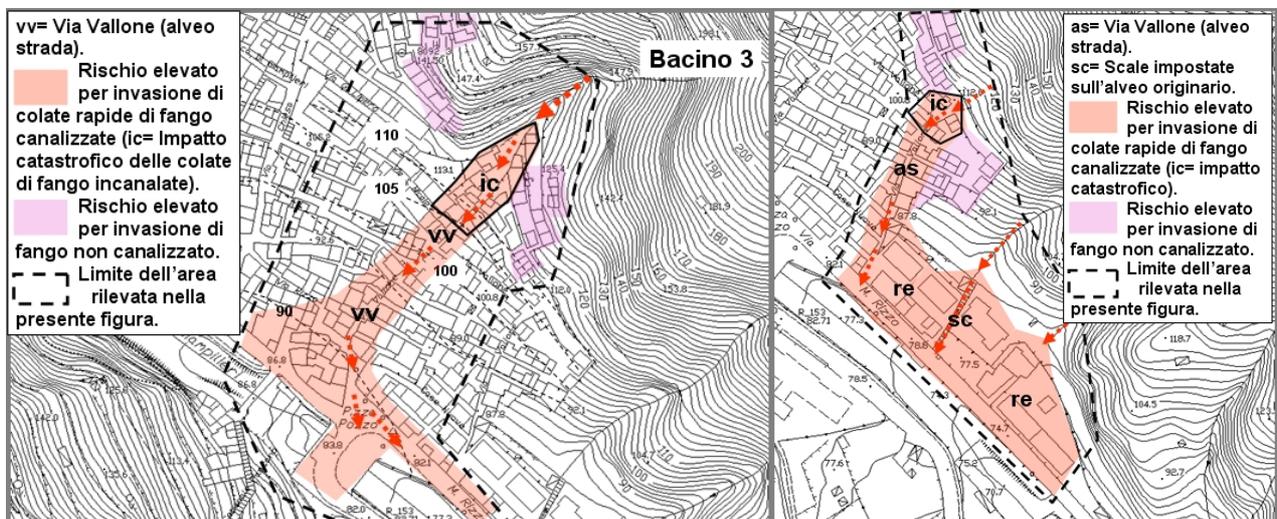


Figura 41: A destra schema dell'attuale rischio idrogeologico nella parte sudorientale dell'abitato; a sinistra schema dell'attuale rischio idrogeologico nella parte dell'abitato a valle del bacino 3 lungo la Via Vallone.

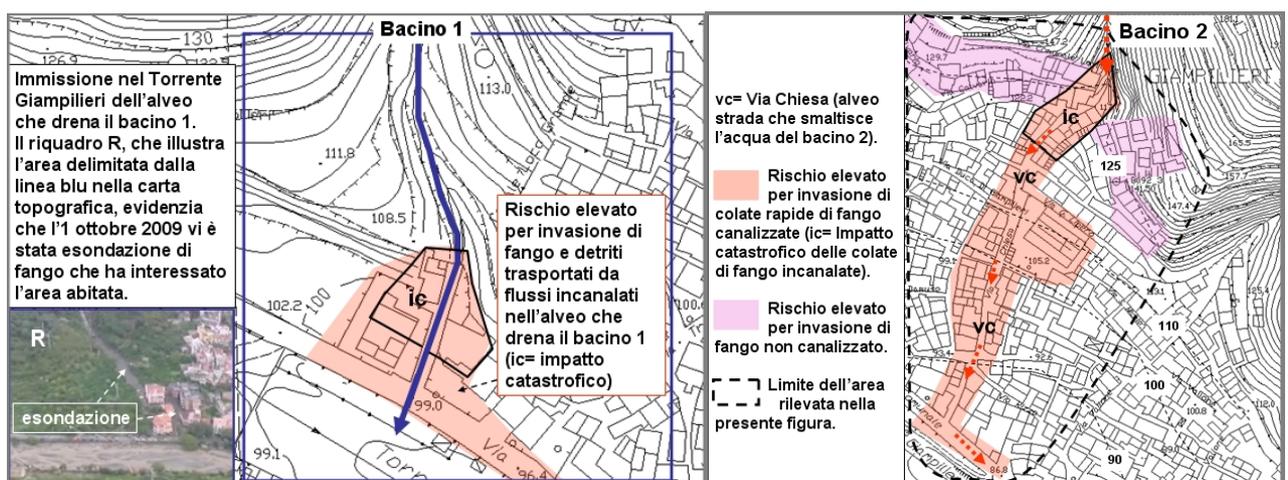


Figura 42: A destra schema dell'attuale rischio idrogeologico nella parte dell'abitato a valle del bacino 2 lungo la Via Chiesa; a sinistra schema dell'attuale rischio idrogeologico nella parte dell'abitato a valle del bacino 1.

### La messa in sicurezza

Come sintetizzato nelle figure 37, 41 e 42 il pericolo principale per gli abitanti di Giampileri Superiore continua ad essere rappresentato dai dissesti che si possono innescare ed evolvere rapidamente lungo i versanti a monte.

Come accaduto l'1 ottobre 2009, gli eventi più catastrofici attesi sono rappresentati dai flussi fangoso-detrिटici che, dopo essersi evoluti lungo i versanti dei bacini 1, 2, 3, 4, 5 e 6, si possono incanalare alla base dei versanti invadendo rovinosamente gli alvei strada (figure 33, 34, 35 e 36).

Altri dissesti si possono verificare nelle parti di versante comprese tra i bacini dove prevalgono le aree sistemate con terrazzi agricoli.

In seguito ad eventuali incendi lungo i versanti a monte dell'abitato, in occasione di significativi eventi piovosi, si possono verificare flussi fangoso-detrिटici incanalati.

In base alle caratteristiche morfologiche, geomorfologiche e urbanistiche sono state valutate diverse possibilità di messa in sicurezza dell'abitato. Tra queste, si ritiene opportuno riportare almeno le due proposte più fattibili.

### Proposta 1

Nella figura 43 è schematizzata la prima proposta che, oltre al consolidamento delle aree comprese tra i bacini imbriferi, prevede il ripristino degli alvei originari che drenano i bacini 2, 3 e 4 mediante la rinaturalizzazione di tre fasce larghe circa 20 m indicate con la linea rossa nella figura 43.

Un intervento da realizzare può essere rappresentato dal consolidamento delle aree indicate con il colore giallo trasparente (parti di versante comprese tra i bacini) che metterebbe in sicurezza le parti di abitato immediatamente sottostanti.

Il consolidamento può essere realizzato con terrazzi contenuti da muri drenanti fondati su pali ed eventualmente tirantati.

Il terrazzamento avrebbe un ruolo strutturale di contenimento e consentirebbe le attività agricole.

Le acque superficiali andrebbero incanalate e immesse nella rete fognaria.

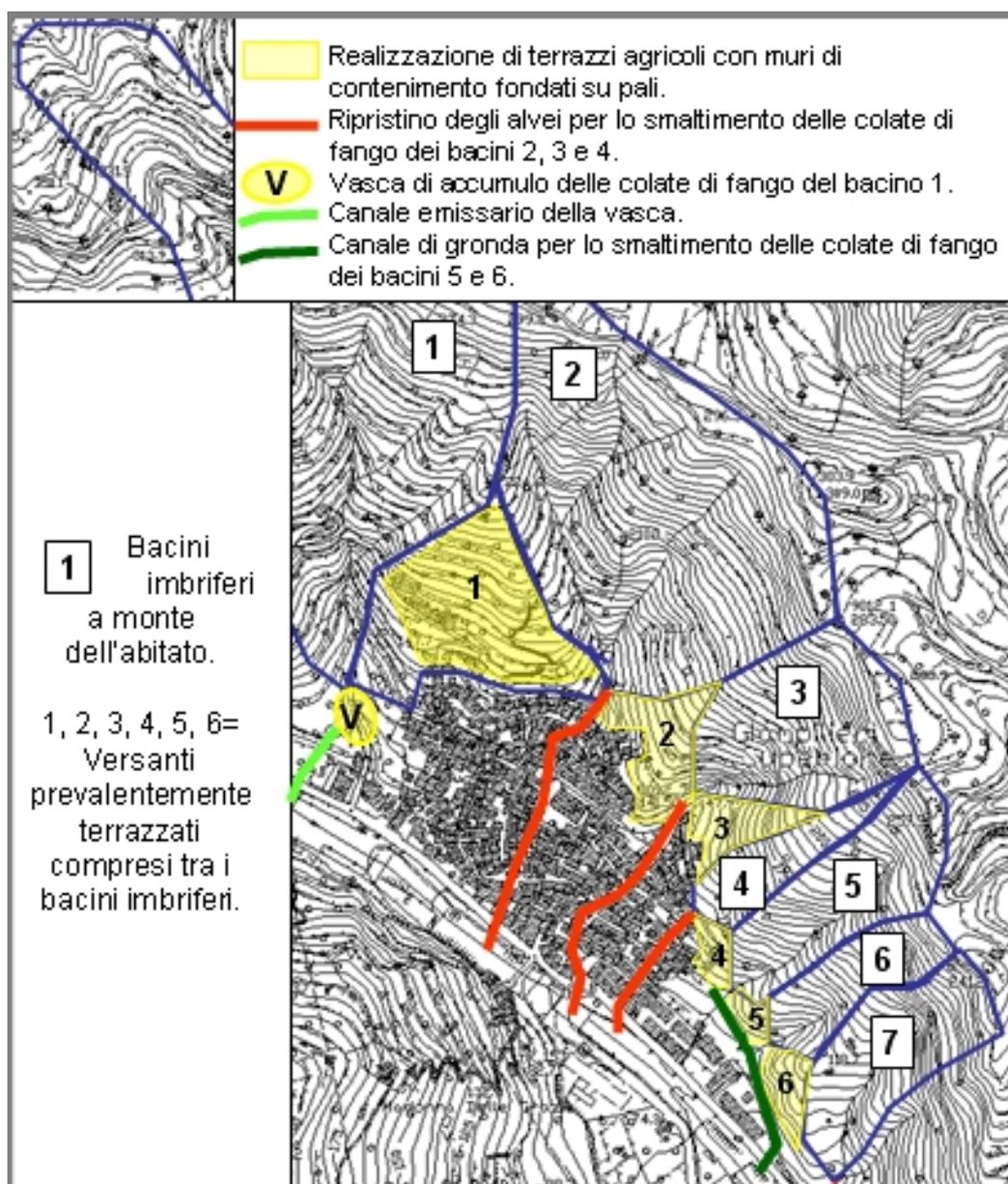


Fig.43

**Figura 43: Proposta di messa in sicurezza dell'abitato di Giampileri Superiore.** La proposta 1 prevede: 1- la realizzazione di terrazzi agricoli con muri di contenimento fondati su pali attestati nel substrato al di sotto della copertura alterata lungo i versanti compresi tra i vari bacini imbriferi indicati con il giallo trasparente; 2- il ripristino degli alvei originari che drenano i bacini 2, 3 e 4 dimensionati per consentire l'evacuazione di eventuali colate di fango; 3- la realizzazione di una vasca di accumulo per contenere il fango di eventuali colate incanalate nel bacino 1, indicata con l'ovale giallo trasparente e la lettera V; 4- realizzazione di un nuovo canale emissario della vasca che consentirebbe di dismettere l'attuale canale che scorre attraverso alcuni edifici; 5- realizzazione di un canale di gronda per la raccolta e smaltimento di eventuali colate incanalate nei bacini 5 e 6.

La messa in sicurezza della parte sudorientale dell'abitato sarebbe assicurata da un canale di gronda per l'intercettazione dei flussi fangosi e dell'acqua di ruscellamento provenienti dai bacini 5 e 6 e verrebbero smaltiti nel Torrente Giampileri. La messa in sicurezza della parte occidentale dell'abitato si potrebbe ottenere con la realizzazione di una vasca di accumulo del fango allo sbocco del bacino 1 e la deviazione del canale ad ovest dell'abitato.

**Proposta 2**

La proposta 2, schematizzata nella figura 44, si differenzia dalla precedente in quanto il ruolo principale di messa in sicurezza verrebbe affidato a due canali di gronda per l'intercettazione, incanalamento e smaltimento delle colate di fango nel Torrente Giampileri. Un canale occidentale drenerebbe il bacino 2 mettendo in sicurezza l'area di Via Chiesa. Un canale orientale intercetterebbe i bacini 3, 4, 5 e 6. Il canale occidentale si immetterebbe in una vasca di accumulo del fango che servirebbe anche il bacino 1.

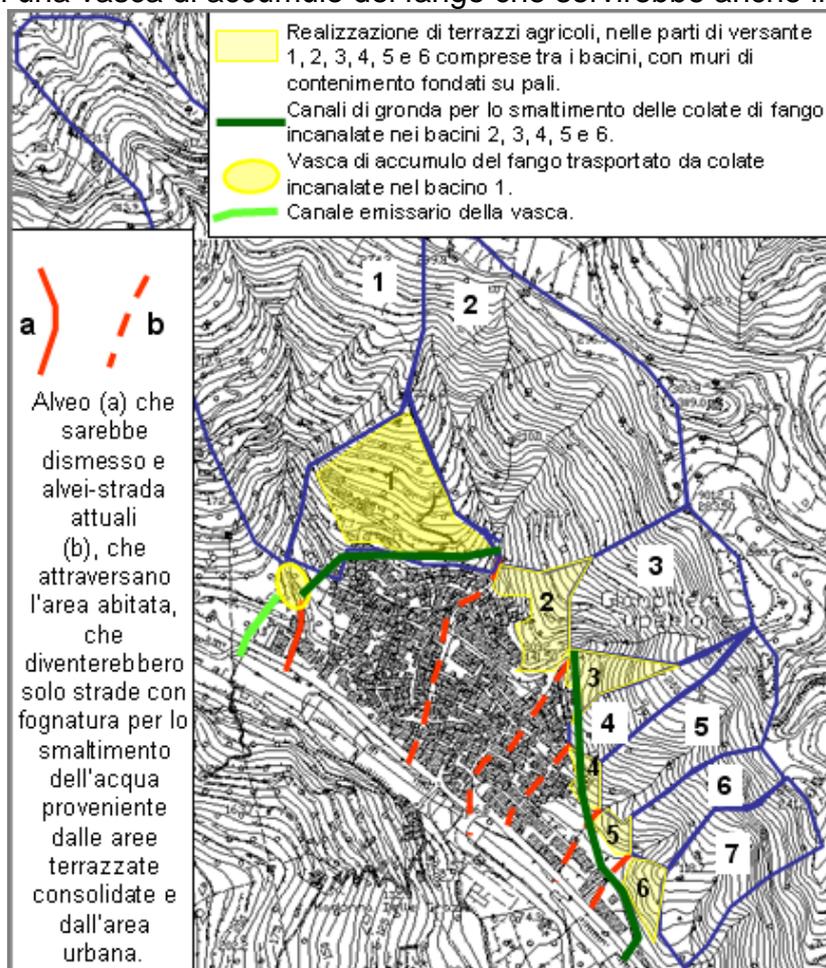


Fig.44

Figura 44: Proposta di messa in sicurezza dell'abitato di Giampileri superiore. 1- Consolidamento strutturale di una parte dei versanti 1, 2, 3, 4, 5 e 6 (indicati con il giallo trasparente) compresi tra i bacini 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 mediante la realizzazione di terrazzi agricoli contenuti da muri fondati su pali attestati nel substrato al di sotto dello strato alterato; 2- Realizzazione di canali di gronda per la raccolta, incanalamento e smaltimento delle colate di fango che si possono originare nei bacini 2, 3, 4, 5 e 6. 3 - realizzazione di un'eventuale vasca di accumulo per contenere il fango di eventuali colate incanalate nel bacino 1, indicata con l'ovale giallo trasparente; 4- realizzazione di un nuovo canale emissario della vasca che consentirebbe di dismettere l'attuale canale che scorre attraverso alcuni edifici.

Le figure 45 e 46 seguenti illustrano schematicamente, non in scala, gli interventi previsti nella proposta 2 di messa in sicurezza precedentemente sintetizzata.



Figura 45: Individuazione della fascia a monte della parte occidentale dell'abitato (su foto satellitare) nella quale potrebbero essere realizzati gli interventi di messa in sicurezza consistenti in: a- canale di gronda dal bacino 2 al bacino 1 dove andrebbe realizzata una vasca per l'accumulo del fango. In tale vasca andrebbe immesso anche l'alveo che drena il bacino 1. Un nuovo canale emissario metterebbe in comunicazione la vasca con il Torrente Giampileri ad ovest dell'abitato. Il tratto terminale dell'alveo che drena il bacino 1, in tal modo, sarebbe dismesso. Il canale di gronda potrebbe essere realizzato con dimensioni tali da assumere anche la funzione di vasca lineare di accumulo parziale del fango. Al fine di avere una quantificazione massima dei costi delle opere è stata presa in considerazione la dimensione massima del canale realizzabile in base alle caratteristiche morfologiche, geomorfologiche e geologico-tecniche dell'area interessata. I calcoli fanno riferimento ad un canale tipo con base di 15 m e altezza lato valle di 10 m e altezza sul lato monte di 15 m. E' evidente che le reali dimensioni del canale saranno diverse, quelle effettive saranno riportate nella progettazione esecutiva. Il consolidamento dell'abitato sarebbe completato mediante il consolidamento strutturale dei terrazzi agricoli compresi tra i bacini 2 e 3 evidenziati con il verde trasparente nell'immagine in basso. La strada provinciale in sinistra orografica del T. Giampileri dovrebbe essere adeguata altimetricamente in corrispondenza dell'attraversamento del canale emissario della vasca di accumulo. L'ubicazione del canale è indicativa.

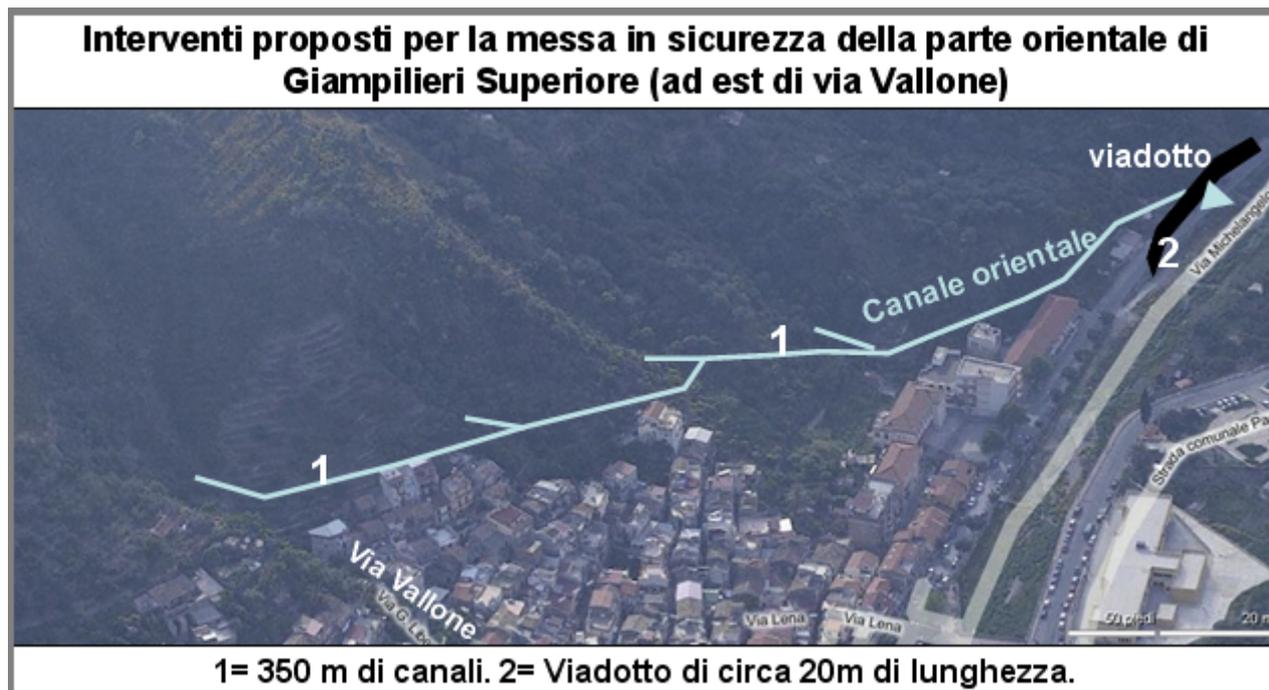


Figura 46: Individuazione della fascia a monte della parte orientale dell'abitato nella quale potrebbe essere realizzato il canale di gronda dal bacino 3 (a monte di via Vallone) al Torrente Giampileri. La strada provinciale in sinistra orografica del T. Giampileri dovrebbe essere adeguata altimetricamente in corrispondenza dell'attraversamento del canale. L'ubicazione del canale è indicativa.

La soluzione progettuale sopra schematizzata è stata valutata sulla base delle caratteristiche geoambientali dell'area in esame e sulla scorta di personali conoscenze professionali.

Sono stati presi in considerazione anche gli interventi realizzati nell'area campana interessata dalle colate di fango del 5 e 6 maggio 1998.

**I dati acquisiti ed elaborati evidenziano la fattibilità delle opere che garantirebbero la messa in sicurezza dell'abitato senza sconvolgerne l'attuale assetto urbanistico.**

Per la messa in sicurezza sono state privilegiate le opere durature che, fermo restante la normale stesura del piano di manutenzione prevista per tutte le opere strutturali, di fatto, richiedono solo un'indispensabile manutenzione per la pulizia dei canali in seguito a qualche evento franoso.

E' evidente che tale fattibilità, come previsto dalla normativa vigente sui Lavori Pubblici, dovrà essere seguita da una progettazione definitiva e successivamente da quella esecutiva.

La soluzione numero 2, a parere degli scriventi, è quella che maggiormente è da ritenersi più valida essendo quella che più garantisce la salvaguardia dei cittadini e del territorio nei confronti di tempi di ritorno sia brevi che lunghi di tali eventi eccezionali, senza indurre grosse conseguenze di impatto ambientale ed essendo economicamente accettabile.

Ipotizzando, infatti, lo schema progettuale riportato in figura 70, sinteticamente, riassunto alla seguente maniera:

- Realizzazione di una fila di pali in c.a. in sinistra orografica del canale di gronda ancorati a tiranti attivi o passivi ad es. realizzati con micropali ad armatura tubolare;
- Realizzazione di una fila di pali in c.a. in destra orografica del canale di gronda tirantati come sopra;
- Scavo con mezzi meccanici tra le due file di pali con trasporto a rifiuto del materiale proveniente dallo scavo e/o riutilizzo dello stesso per sistemazione dei versanti;

- Realizzazione di idoneo scatolare in c.a. a cielo aperto (Non escludendo la realizzazione di eventuali puntoni in testa ai pali opportunamente distanziati qualora sorgesse la necessità di contrastare maggiormente le spinte laterali sulle pareti del canale) nell'area di scavo per consentire il deflusso di piena;

La realizzazione delle palificate ai bordi del tracciato dei canali, consente di sagomare a piacimento il tracciato dei canali evitando problemi di sorta legati alla pendenza dei versanti e tra l'altro garantisce la tutela anche nei confronti di un'eventuale sorpresa geologica che potrebbe manifestarsi lungo il tracciato previsto, tenuto conto che le indagini dirette preliminari sono di tipo puntuali e le indirette possono riservare sorprese.

In fase di carotaggio dei pali, infatti, si avrà la possibilità di sapere con esattezza la costituzione del sottosuolo interessato che potrà essere caratterizzato nei minimi dettagli dal punto di vista geologico e geotecnico. A questa maniera è possibile, anche a posteriori, effettuare una modifica delle pendenze e/o della morfologia del letto del canale o addirittura (compatibilmente con la stabilità strutturale delle palificate) anche della profondità dello stesso senza particolari problemi.

Gli scriventi, con la stesura di analisi dei costi ed un computo metrico estimativo eseguiti a parte, hanno valutato che la realizzazione dell'intervento di cui sopra, viene a costare circa 70.000 euri a metro lineare di opera realizzata.

Ciò significa che, se per mettere in sicurezza Giampileri Superiore, si dovessero realizzare 700 metri di canale di gronda, occorrerebbe spendere una cifra di circa 50 milioni di euri.

Cifra questa sicuramente accettabile in rapporto ai benefici derivanti dalla realizzazione dell'opera progettuale innanzi indicata per la risoluzione del problema Giampileri.

### **Il problema del dimensionamento dei canali per l'intercettazione e lo smaltimento delle colate rapide di fango e detriti**

Le colate rapide di fango e detriti hanno interessato varie parti d'Italia negli ultimi 100 anni seminando centinaia di vittime. Prendendo in considerazione gli interventi realizzati per la messa in sicurezza delle aree urbanizzate da questi micidiali dissesti, si evince che essa è stata attuata come messa in sicurezza idraulica sottostimando, conseguentemente, quasi sempre la potenza dei fenomeni idrogeologici. In pratica non è stata attuata una messa in sicurezza relativamente ai dissesti che hanno causato vari disastri nel senso che, se nella stessa area si ripetesse un evento simile a quello che si era verificato prima degli interventi, questi ultimi garantirebbero una mitigazione degli effetti ma non la messa in sicurezza.

Ad esempio, analizzando gli interventi realizzati nelle aree devastate dalle colate di fango del 5 e 6 maggio 1998 in Campania, si evince che le opere costruite dopo gli eventi franosi sono state realizzate per la difesa idraulica dei territori; gli stessi eventi verificatisi nel 1998 sarebbero mitigati solo per circa il 10-15%.

Subito dopo i disastrosi eventi del 1998 in Campania il gruppo di lavoro coordinato dagli scriventi si pose il problema di valutare la potenza dei fenomeni idrogeologici tipo colata di fango e detriti che hanno invaso le aree antropizzate e urbanizzate al fine di individuare gli interventi più adeguati che potessero garantire la messa in sicurezza delle aree soggette agli stessi pericoli.

Fu eseguito un rilievo sul campo nelle aree interessate da colate di fango e detriti che è continuato fino agli eventi disastrosi dell'1 ottobre 2009 nel messinese e del 10 novembre 2009 di Casamicciola. Le investigazioni geoambientali sono state tese a riconoscere sul campo le tracce dei fenomeni franosi e a valutare le portate massime, la morfologia e stratigrafia "dinamica" dei flussi, che avevano interessato le aree urbane. Nella bibliografia scientifica e tecnica non sono riportati dati sperimentali acquisiti sul campo, pur essendo

evidente che solo i dati originali acquisiti sul campo sono in grado di fornire le basi scientifiche per individuare le più idonee opere da realizzare per intercettare e far smaltire in maniera controllata e inoffensiva i flussi fangoso-detritici che possono verificarsi in varie parti del territorio caratterizzato da diverse morfologie.

Subito dopo gli eventi del 5 e 6 maggio 1998 nell'area sarnese sono stati effettuati rilievi diretti tesi a valutare l'evoluzione dei flussi fangosi più significativi dalla zona d'innescò alla zona pedemontana. Avvalendoci delle valutazioni effettuate da Faella e Nigro, 2002, che in base ai danni subiti dagli edifici nell'area edificata di Episcopio (Sarno) distante circa 700 m dalla base del versante avevano ricostruito le velocità del flusso fangoso che li avevano determinati, è stata valutata la velocità della stessa colata fino alla base del versante lungo il quale si era innescata, evoluta ed incanalata la più disastrosa colata rapida del Vallone Trave (Sarno). Di seguito si illustrano i dati relativi alle colate rapide più significative rilevati a Sarno, Siano, Cervinara e Ischia.

Le colate rapide di Sarno e di Siano sono state caratterizzate da volumi nettamente superiori a quelle che hanno interessato Giampileri Superiore. L'evento che ha interessato Cervinara è simile a quello che ha devastato Scaletta Zanclea Marina. Le colate rapide originatesi nel 2006 sul versante settentrionale di Monte Vezzi ad Ischia sono simili a quelle di Giampileri.



Figura 47: Ricostruzione dell'altezza e morfologia della parte frontale della colata rapida incanalatasi nel Vallone Trave di Sarno il 5-6 maggio 1998. Si tratta della colata che ha causato i maggiori danni nell'abitato di Episcopio (frazione di Sarno); il volume complessivo di fango costituente il flusso è stato valutato in oltre 100.000 mc. La colata si è incanalata nel vallone nella parte bassa del versante costituito da rocce carbonatiche (con inclinazione media di 30-35°) raggiungendo l'altezza massima di 22 metri occupando una sezione di circa 400 metri quadrati. Nella zona pedemontana (inclinazione media di circa 10-15°) il flusso fangoso avente una portata nettamente superiore a quella che poteva essere smaltita dal vallone avente dimensioni medie di 5X5 m, ha proseguito il veloce percorso verso valle scorrendo al di sopra di un'area coltivata caratterizzata da una blanda morfologia concava verso l'alto. La sezione occupata dal flusso è variata da circa 80 a circa 100 m di base con altezza media fuori alveo di circa 4-5 m.

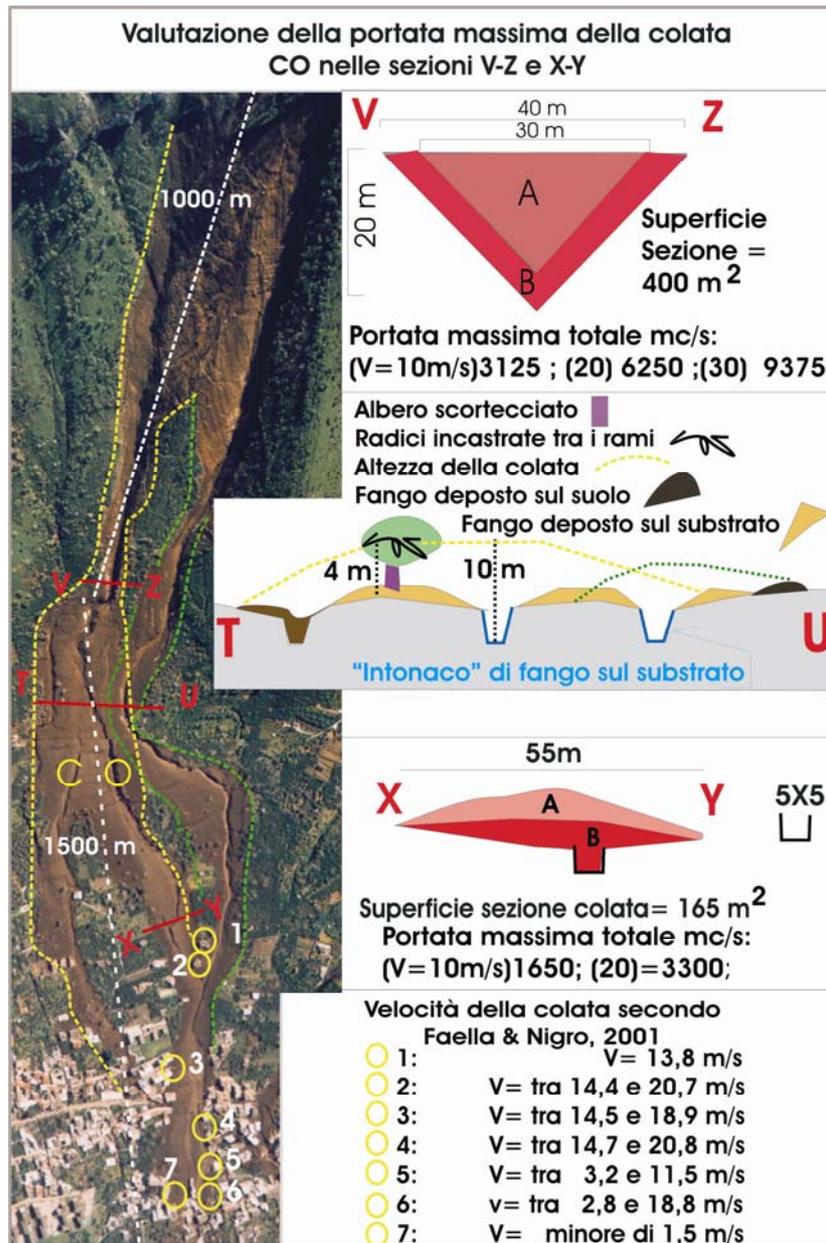


Figura 48: La foto aerea illustra la colata del Vallone Trave indicata con la sigla CO e limitata dalla linea tratteggiata gialla. La colata ha percorso circa 1000 di versante evolvendosi e accrescendosi fino ad acquisire un volume di oltre 100.000 mc; nella zona pedemontana ha percorso circa 1500 m in un'area inclinata da 15-10° nella parte alta a circa 5° nella zona bassa in corrispondenza del cimitero dove si è arrestata. Nella parte inferiore della zona pedemontana il flusso fangoso ha investito vari edifici indicati con il cerchietto giallo e i numeri da 1 a 7; in base alle caratteristiche strutturali dei manufatti e ai danni causati dall'impatto Faella e Nigro, 2001, hanno determinato le varie velocità del flusso fangoso come riportato nel riquadro in basso a destra. Gli scriventi hanno ricostruito la morfologia del flusso fangoso in base alle tracce lasciate sul terreno e sugli alberi colpiti ma non sradicati. La mancanza di capacità di investigazione geoambientale può avere indotto osservatori a ritenere che il fango spalmato sul terreno rappresentasse lo spessore del flusso fangoso transitato sulla superficie del suolo. In tal modo sarebbe stata gravemente sottostimata la portata del flusso fangoso. Probabilmente con tale inadeguatezza professionale si è basata la progettazione dei canali assolutamente non idonei ad intercettare flussi fangosi di potenza simile a quella delle colate del maggio 1998. In corrispondenza della sezione X-Y nei pressi degli edifici 1 e 3, usando le velocità del flusso determinate da Faella e Nigro e attribuendo una velocità inferiore alla parte

basale della colata, gli scriventi hanno valutato la portata che essa poteva avere considerando una velocità di 10 m/sec (1650 mc/sec) e di 20 m/sec (3300 mc/sec). In corrispondenza della sezione T-U il flusso fangoso scorreva lungo un'area ampia circa 100 m. In corrispondenza della sezione V-Z, alla base del versante, il flusso fangoso occupava una sezione di circa 400 metri quadrati. La velocità del flusso fangoso è stata stimata ricostruendo verso monte (regressione lineare) i valori stimati da Faella e Nigro come evidenziato nella figura 49.

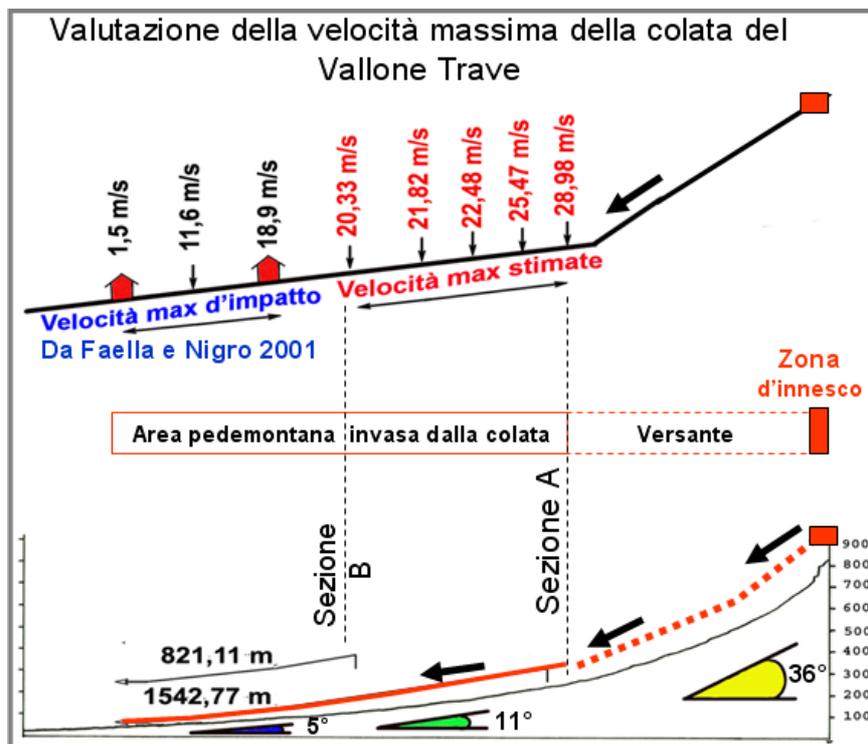


Figura 49: Al fine di ottenere un valore indicativo della velocità massima che caratterizzava la parte frontale del flusso rapido incanalato nel Vallone Trave alla base del versante sono stati utilizzati i valori di velocità valutati da Faella e Nigro negli ultimi 750 m circa del percorso effettuato dalla colata di fango. E' stata costruita la retta di regressione lineare che ha evidenziato indicativamente i valori della velocità con la quale la colata di fango ha percorso i primi 750 m della zona pedemontana. Ricordando che la colata di fango ha percorso circa 1500 m della zona pedemontana caratterizzata da inclinazione media variabile da 5° a oltre 11°, il calcolo evidenzia che indicativamente alla base del versante il flusso fangoso poteva avere una velocità intorno ai 29 m/sec (sezione A corrispondente alla sezione V-Z di figura 48); all'altezza della sezione B, ubicata circa 750 m più a valle della sezione A (ubicata poco a monte della sezione T-U di figura 48), la velocità della colata poteva essere di compresa tra 18 m/sec (come stimato da Faella e Nigro) e 20 m/sec.

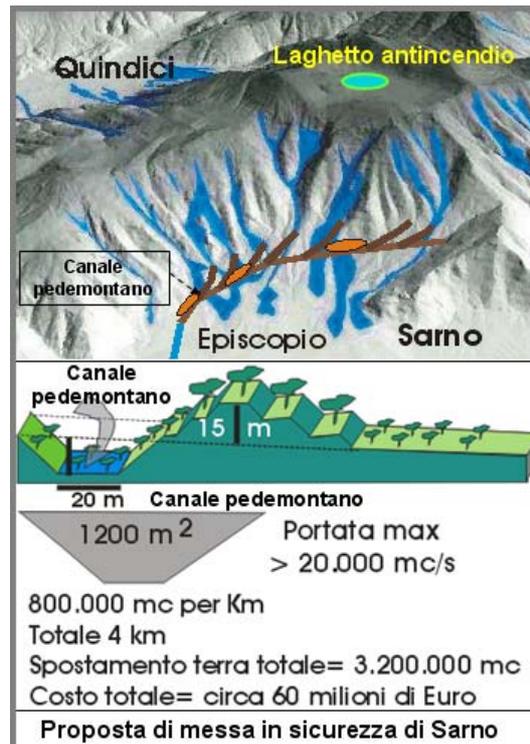


Figura 50: Proposta (elaborata da F. Ortolani nel 2001) per la messa in sicurezza di Sarno mediante la realizzazione di un ampio canale pedemontano per l'intercettazione e smaltimento degli eventuali flussi fangosi da est verso ovest.

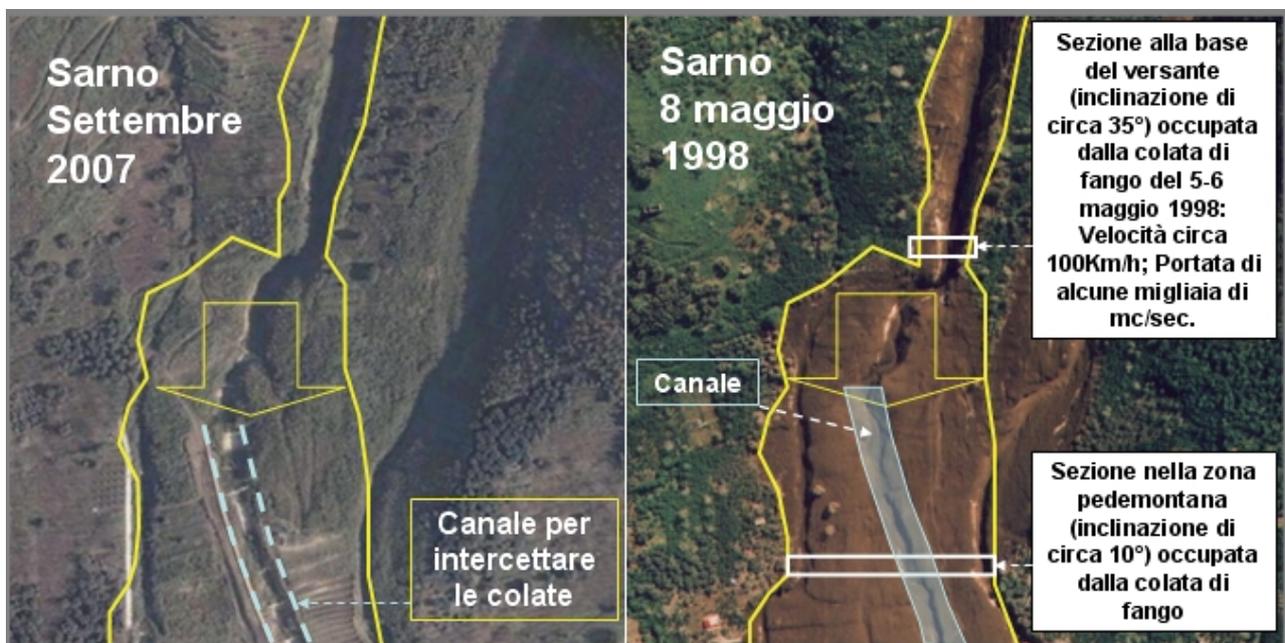


Figura 51: A destra, la colata di fango del 5-6 maggio 1998 del Vallone Trave di Sarno da una foto aerea scattata 2 giorni dopo l'evento. I rettangoli bianchi individuano due sezioni attraverso le quali è transitato il flusso fangoso; la sezione inferiore è ampia 100 m circa. In azzurro trasparente è indicato il canale realizzato per intercettare eventuali futuri flussi fangosi. A sinistra, la linea gialla indica l'impronta lasciata dalla colata di fango sovrapposta al canale realizzato per la messa in sicurezza dell'abitato a valle. E' evidente che chi ha progettato la realizzazione del canale non aveva in mente di progettare un'opera che potesse servire ad intercettare ed incanalare un flusso fangoso simile a quello del 1998.

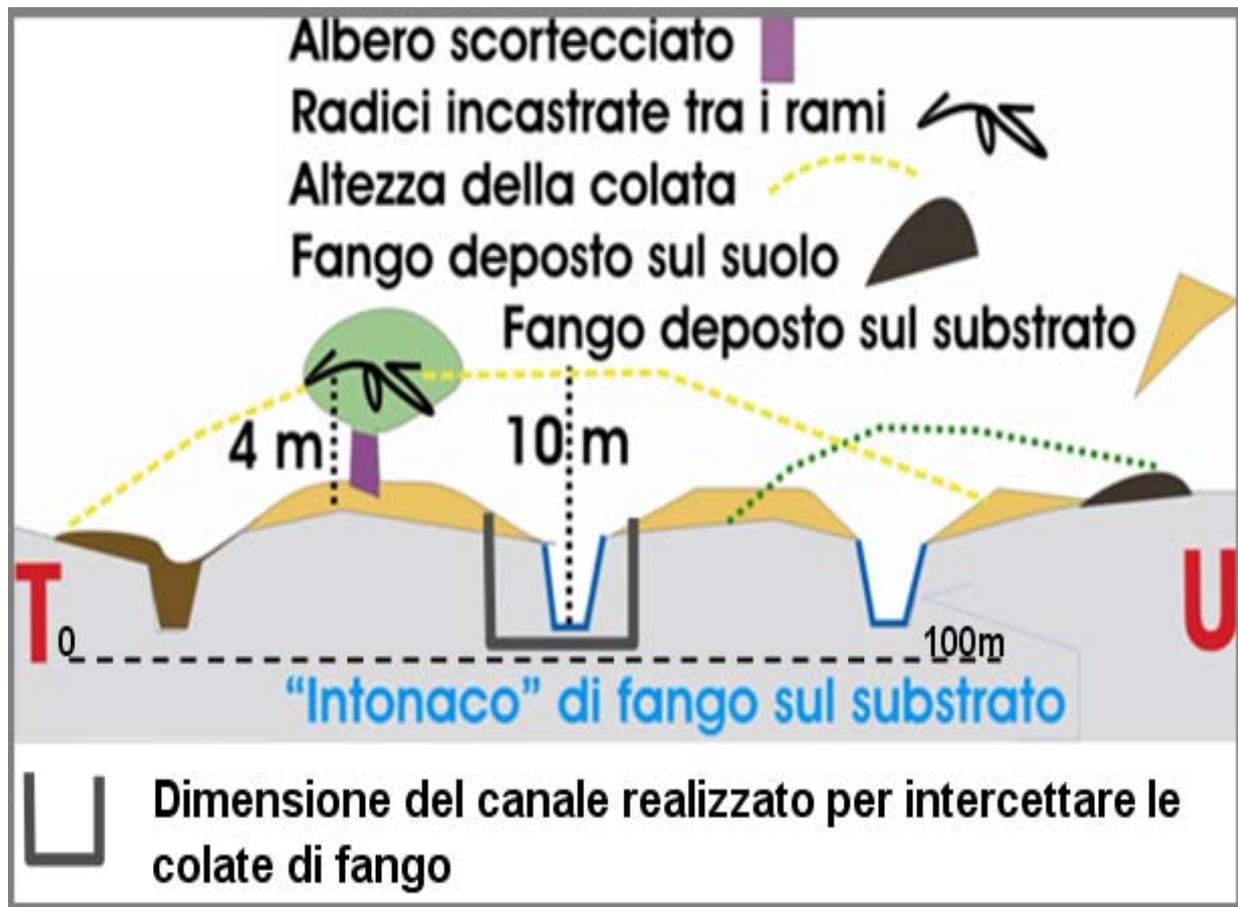


Figura 52: Ricostruzione della morfologia della colata di fango del 5-6 maggio 1998, incanalatasi nel Vallone Trave di Sarno, mentre transitava nella zona pedemontana, sovrapposta alla sezione del canale realizzato per la messa in sicurezza dell'abitato a valle. Si ricorda che la morfologia della colata rapida di fango è stata ricostruita in base alle diffuse tracce lasciate dal flusso fangoso durante il transito su numerosi alberi non sradicati. E' evidente l'inadeguatezza dell'intervento realizzato senza avere una corretta idea della potenza del flusso fangoso che distrusse parte dell'abitato di Episcopio; il canale realizzato può servire a smaltire solo eventuali flussi aventi portate nettamente inferiori alla colata rapida del 5-6 maggio 1998. Il nuovo canale non può rappresentare, evidentemente, il prototipo di intervento da realizzare in aree che possono essere interessate da flussi fangosi rapidi aventi caratteristiche simili a quelle della colata rapida del Vallone Trave del 5-6 maggio 1998. E' parere degli scriventi che l'inadeguata progettazione del canale discenda da un'incapacità di investigazione geoambientale che non ha consentito di individuare i vari indizi lasciati dal flusso fangoso e di comprenderne il significato in termini di morfologia e stratigrafia "dinamica".



Figura 53: Panoramica delle colate rapide di fango che hanno investito la parte settentrionale dell'abitato di Siano il 5 maggio 1998. Fortunatamente l'abitato era distante alcune centinaia di metri dalla base del versante per cui fu marginalmente investito dai flussi fangosi. In giallo sono evidenziate le ricostruzioni della parte frontale dei flussi fangosi che hanno percorso la zona pedemontana invadendo una fascia ampia circa 50 metri. I rapidi flussi hanno colmato un esistente canale pedemontano (di circa 4X4 m) proseguendo lungo la massima pendenza.

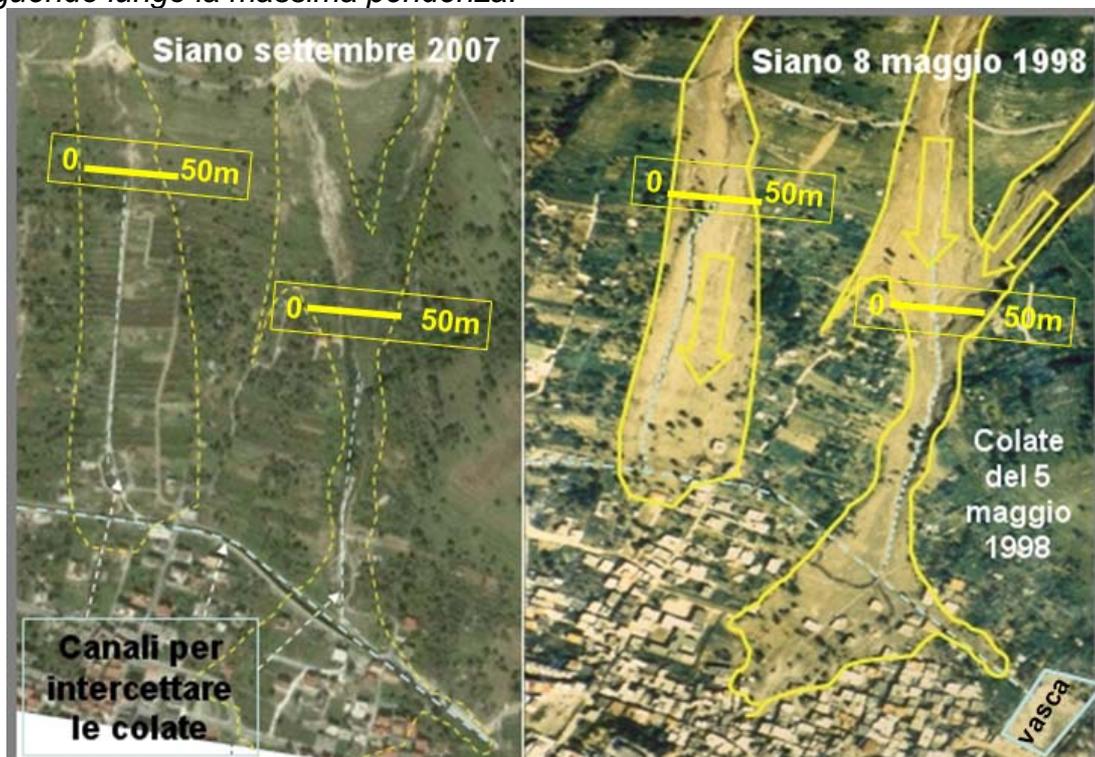


Figura 54: A destra sono evidenziate le colate di fango del 5 maggio 1998; le linee tratteggiate azzurre indicano i nuovi canali realizzati per l'intercettazione dei flussi fangosi. A sinistra, la linea tratteggiata gialla indica i limiti delle colate del 5 maggio 1998; le linee tratteggiate azzurre evidenziano i nuovi canali. E' evidente che anche le opere realizzate a monte di Siano non sono adeguate a mettere in sicurezza l'abitato da nuovi eventuali flussi fangosi aventi caratteristiche simili a quelle delle colate di fango del 5 maggio 1998.

Il 16 dicembre 1999, in seguito a precipitazioni piovose di circa 300 mm in circa 24 ore, Ioffredo, una frazione del Comune di Cervinara in Provincia di Avellino, fu parzialmente investita da un flusso fangoso-detritico rapido che provocò alcune vittime e la distruzione e danneggiamento di numerosi edifici.

L'origine dell'evento si ebbe ad oltre 1 chilometro a monte dell'abitato lungo un ripido versante impostato su rocce carbonatiche ricoperte da uno spessore di sedimenti sciolti (da circa 1 m a circa 3 m) non ancorati al substrato.

L'innescò della colata rapida si verificò in corrispondenza di uno sbancamento effettuato per la costruzione di una strada.

Alcune decine di metri cubi di sedimenti liquefatti si riversarono oltre la strada causando l'istantanea liquefazione dei sedimenti imbibiti d'acqua che diedero inizio ad una vera e propria valanga di fango.

La morfologia del versante planare favorì l'ampliamento del flusso fangoso nel suo rapido scorrimento verso valle dove raggiunse un volume di alcune decine di migliaia di metri cubi.

L'altezza della parte frontale del flusso fangoso è stata valutata in base alle tracce lasciate dal suo transito su alberi d'alto fusto non sradicati presenti nelle parti marginali della scia della colata.

In base a tali evidenze si ritiene che la parte centrale del flusso, in analogia con altri rilievi effettuati nell'area di Sarno e Bracigliano, potesse avere un'altezza variabile da 5 a 7 metri alla base del versante.

Dopo avere percorso il versante planare, incrementando il suo volume, il flusso fangoso si è riversato in un vallone, ubicato 380 m più in basso della zona d'innescò, orientato perpendicolarmente al senso di scorrimento, che si immette nell'abitato di Ioffredo a circa 1200 m di distanza. Il flusso fangoso si è diviso in due.

La parte meridionale ha risalito il versante sinistro orografico del vallone giungendo fino allo spartiacque per poi ritornare verso il vallone; la parte settentrionale della colata si è incanalata direttamente nel vallone scorrendo verso Ioffredo.

Lungo il percorso il flusso fangoso ha raggiunto un'altezza di circa 10 m ed ha inglobato detriti calcarei presenti nell'alveo trasformandosi progressivamente in colata fangoso-detritica.

Il veloce flusso ha raggiunto la parte meridionale dell'abitato di Ioffredo dove ha depositato la maggior parte dei detriti e del fango originando una conoide anche all'interno dell'area urbana.

Verso valle si è avuto lo scorrimento di acqua fangosa che ha invaso una vasta parte della sottostante pianura determinando problemi connessi all'allagamento.

Le consistenti precipitazioni piovose hanno causato la risalita della falda di base presente nelle rocce carbonatiche e la conseguente attivazione di alcune sorgenti lungo l'alveo pedemontano. La portata complessiva di tali sorgenti è stata dell'ordine di alcuni mc/sec per circa 30 giorni; progressivamente la portata è diminuita fino ad annullarsi.

Tale fenomeno si è verificato già in passato in seguito ad eventi piovosi prolungati.

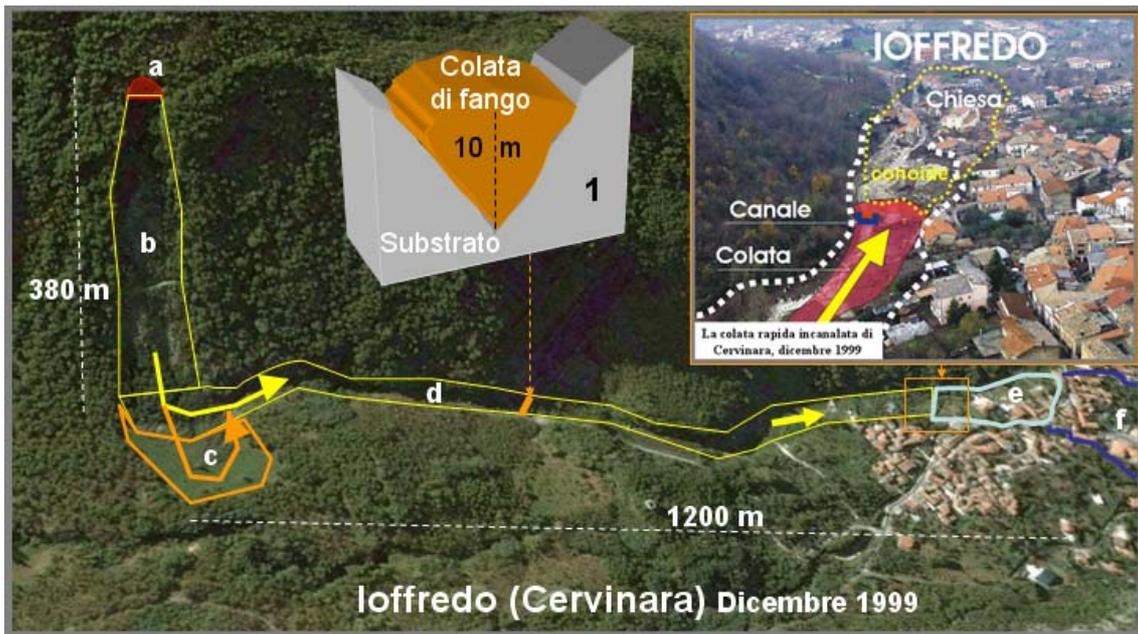


Figura 55: Ricostruzione dell'area interessata dalla colata fangoso-detritica del 16 dicembre 1998 che ha investito l'abitato di Ioffredo (Cervinara). a: zona d'innescò della colata rapida; b: versante planare lungo il quale si è evoluta la colata di fango inglobando i sedimenti sciolti e la vegetazione d'alto fusto; c: versante destro orografico del vallone pedemontano lungo il quale la parte meridionale del flusso è risalita e poi ridiscesa accodandosi alla parte settentrionale (d) che si è direttamente incanalata dirigendosi verso Ioffredo; e: area che è stata interessata dall'accumulo dei detriti e del fango; area interessata dallo scorrimento di acqua fangosa. Il riquadro 1 rappresenta la ricostruzione schematica della morfologia del flusso fangoso incanalato. Il riquadro in alto a destra illustra la ricostruzione del percorso della colata fangoso-detritica in corrispondenza dell'abitato di Ioffredo, in blu è indicato il canale esistente assolutamente non idoneo a contenere il flusso fangoso-detritico.

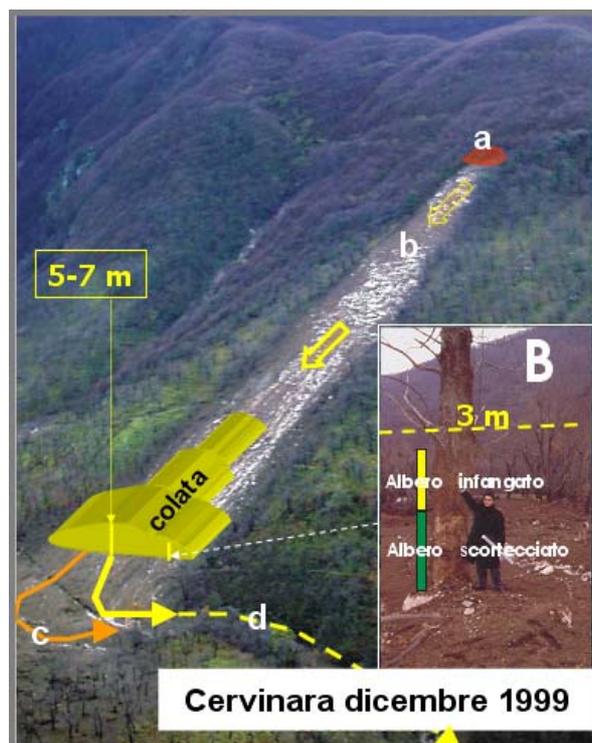


Figura 56: Ricostruzione della morfologia e dell'evoluzione della colata di fango del 16 dicembre 1998 lungo il versante in sinistra orografica del vallone a monte di Ioffredo

(Cervinara). a: zona d'innescò della colata rapida; b: versante planare lungo il quale si è evoluta la colata di fango inglobando i sedimenti sciolti e la vegetazione d'alto fusto; c: versante destro orografico del vallone pedemontano lungo il quale la parte meridionale del flusso è risalita e poi ridiscesa accodandosi alla parte settentrionale (d) che si è direttamente incanalata dirigendosi verso Ioffredo. Il riquadro B evidenzia la ricostruzione, in base alle tracce, della morfologia del flusso fangoso lungo le parti marginali frontali della colata rapida.



Figura 57: Ricostruzione della morfologia del flusso fangoso-detritico che ha investito la parte settentrionale dell'abitato di Ioffredo in base alle tracce lasciate. La parte frontale del flusso aveva un'altezza di circa 4 m e una portata massima di circa 890 mc/sec (assumendo una velocità di scorrimento di 10 m/sec). E' evidente l'esiguità della sezione del canale esistente progettato per lo smaltimento delle piene conseguenti agli eventi piovosi dell'esiguo bacino imbrifero.

L'evento di Cervinara è correlabile con quello che ha distrutto Scaletta Zanclea Marina l'1 ottobre 2009. Mentre il flusso fangoso-detritico di Cervinara è stato originato da una sola colata di fango incanalatasi nel vallone pedemontano, l'evento di Scaletta Zanclea si è originato con il concorso di varie decine di colate di fango di dimensioni nettamente inferiori a quella di Cervinara.

Il 10 novembre 2009 l'abitato di Casamicciola è stato interessato dallo scorrimento di veloci flussi fangosi che hanno causato una vittima e notevoli danni ai manufatti. Di seguito sono sintetizzati i dati geoambientali più significativi raccolti con le indagini dirette eseguite sul campo subito dopo l'evento.

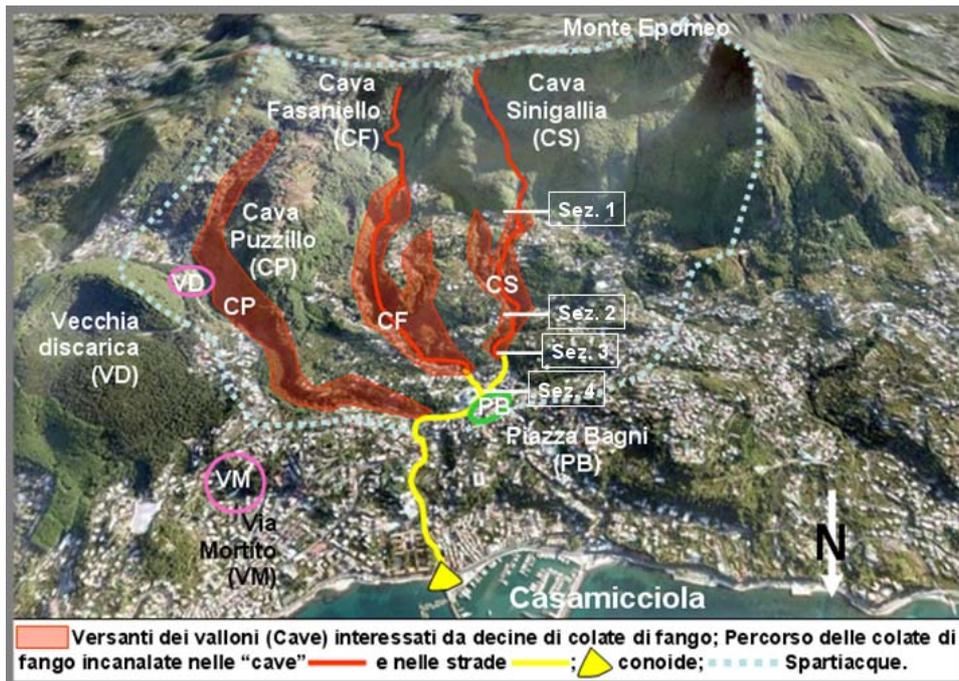


Figura 58: Schema dei dissesti che si sono verificati il 10 novembre 2009 a Casamicciola (Ischia) in seguito a precipitazioni di circa 100 mm nelle 24 ore. La strada che collega Piazza Bagni al Porto è stata interessata dallo scorrimento di flussi fangosi rapidi che provenivano da due valloni (Cava Fasaniello e Cava Sinigallia) che si immettono nelle strade cittadine che così assumono il ruolo di alvei-strada. I flussi giunti nell'area urbana si sono innescati ed evoluti lungo il versante settentrionale del Monte Epomeo ed hanno percorso circa 2 km incanalati. Le sezioni da 1 a 4 illustrano la ricostruzione della morfologia del flusso fangoso incanalatosi nell'alveo Sinigallia.

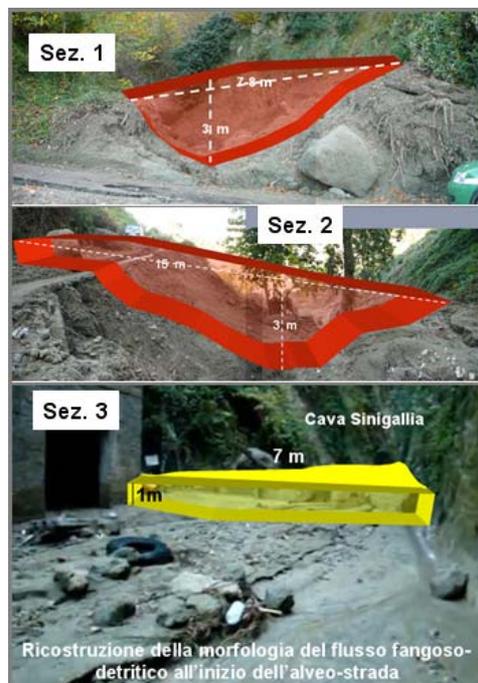


Figura 59: Ricostruzione della morfologia dei flussi fangosi incanalati nella Cava Fasaniello (sezioni 1 e 2) e all'imbocco della strada che conduce a Piazza Bagni (sez. 3).



Figura 60: Ricostruzione della morfologia (in giallo trasparente) dei flussi fangosi del 10 novembre 2009 in Piazza Bagni (sezione 4 a destra). In verde è rappresentata la morfologia dei flussi fangoso-detritici verificatisi nell'ottobre 1910 che devastarono le stesse aree interessate dall'evento del 10 novembre 2009.

Le immagini evidenziano la gravità dei fenomeni idrogeologici e la mancata esecuzione, nel periodo compreso tra il 1910 e il 2009, di interventi idonei a mettere in sicurezza l'abitato che può ancora essere devastato da altri eventi.

### Esempi di canali per l'intercettazione delle colate rapide di fango realizzati in Campania dopo gli eventi franosi del maggio 1998

Versace, Altomare e Serra nella nota "Interventi strutturali per la riduzione del rischio di colata. Il modello Sarno" presentata al Convegno Nazionale "La mitigazione del rischio da colate di fango a Sarno e negli altri Comuni colpiti dagli eventi del maggio 1998", Napoli, 2 e 3 Maggio 2005 - Sarno 4 e 5 Maggio 2005 illustrano gli interventi realizzati nelle aree devastate dalle colate di fango del maggio 1998 in Campania.

In particolare fanno notare che sono state realizzate alcune decine di vasche e di canali per l'intercettazione e l'accumulo del fango. I canali sono stati realizzati con una pendenza sufficientemente elevata, non inferiore al 6-7%.

Come evidenziato nelle figure 51, 52, 53 e 54 secondo gli scriventi, i canali risultano nettamente sottodimensionati e non in grado di intercettare e smaltire eventuali nuovi flussi fangosi di potenza simile a quella degli eventi verificatisi il 5 e 6 maggio 1998.

Tale considerazione è stata ripetutamente segnalata al Commissario di Governo per l'Emergenza Idrogeologica in Campania. I progettisti non hanno mai fatto tesoro dei dati geoambientali rilevati e verificabili sul campo per cui le opere realizzate possono intercettare e smaltire solo il 10-15% di flussi fangosi simili a quelli verificatisi il 5 e 6 maggio 1998 sintetizzati in precedenza. Sono stati utilizzati esclusivamente dati scaturiti da prove di laboratorio che avrebbero simulato gli eventi franosi, secondo i responsabili del Commissariato di Governo. Il divario tra le dimensioni delle opere realizzate e le dimensioni di canali idonei ad intercettare i flussi fangosi evidenzia che l'impostazione dei calcoli che hanno partorito gli interventi realizzati non aveva solide basi derivanti da osservazioni sperimentali sul campo. Il "Modello Sarno" riferito ai canali realizzati nell'area devastata dalle colate di fango del 5 e 6 maggio 1998 trae in inganno in quanto sembra

che gli interventi attuati siano in grado di mettere in sicurezza da eventi di potenza simile a quella registrata nel maggio 1998.

Dopo oltre 11 anni dai luttuosi eventi e nonostante siano stati spesi circa 600 milioni di Euro nessuno degli abitati interessati dalle colate di fango è stato dichiarato “messo in sicurezza”.

### Il monitoraggio geoambientale dei versanti incombenti su Giampileri Superiore

I versanti ripidi incombenti su aree urbane e infrastrutture di importanza strategica devono essere tenuti sotto controllo, costantemente, al fine di prevedere i dissesti e prevenire i danni.

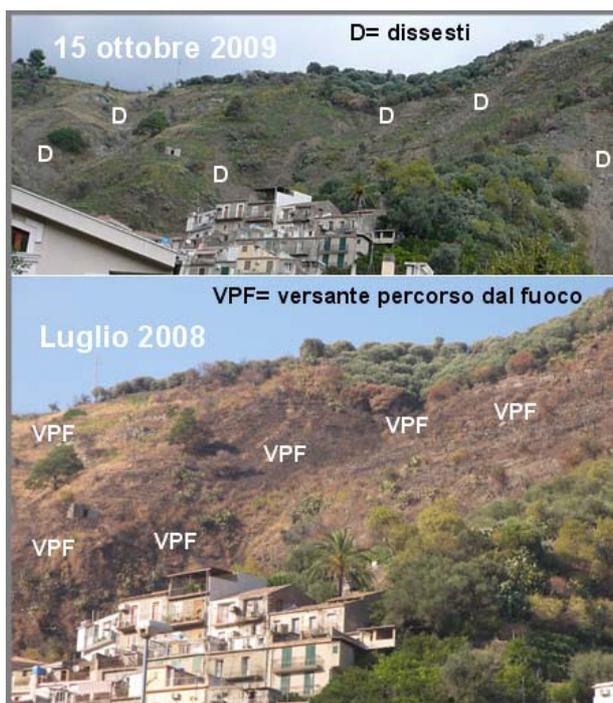


Figura 61: Relazione tra versanti ripetutamente percorsi dal fuoco e dissesti causati dall'evento piovoso dell'1 ottobre 2009 nel bacino del Torrente Sopra Urno (bacino 2) incombente su Via Chiesa.

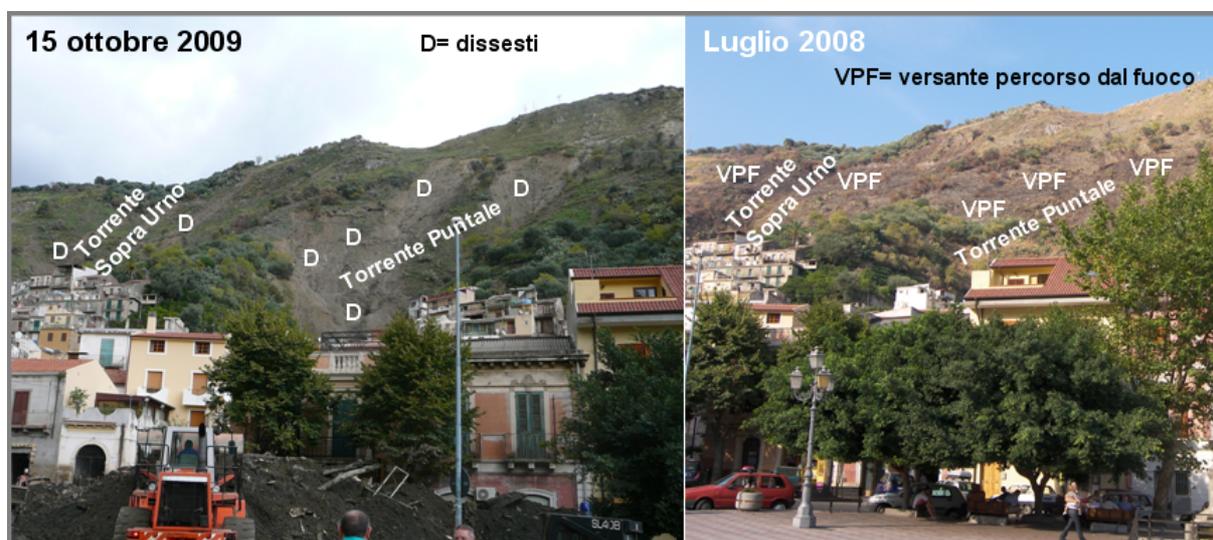


Figura 62: Relazione tra versanti ripetutamente percorsi dal fuoco e dissesti causati dall'evento piovoso dell'1 ottobre 2009 nel bacino del Torrente Puntale (bacino 3) incombente su Via Vallone.

**Purtroppo si deve prendere atto che molte aree urbane devastate dalle colate di fango e detriti dell'1 ottobre scorso non erano classificate nel PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO vigente (approvato nel 2006) come aree esposte a pericoli idrogeologici** (vedi figure 38 e 39).

Dalle foto aeree e da satellite disponibili gratuitamente in Internet si evince che ripetutamente i versanti sono stati percorsi dal fuoco.

I versanti a monte di Giampilieri Superiore risultano, in particolare, devastati dagli incendi negli ultimi anni; si aggiunga che i terrazzi agricoli che caratterizzavano la parte medio-alta dei versanti sopra Giampilieri non erano più adeguatamente mantenuti. Tali elementi hanno sicuramente rappresentato un incremento del pericolo idrogeologico incombente su Giampilieri Superiore.

E' evidente che i tragici eventi franosi dell'1 ottobre hanno interessato il territorio della Provincia di Messina improvvisamente e, probabilmente, inaspettatamente.

Dopo circa 3 mesi i cittadini hanno il diritto di conoscere che cosa abbiano già attuato i responsabili delle competenti Istituzioni per iniziare a creare una valida ed efficace difesa dell'ambiente naturale, antropizzato e urbanizzato.

**Le verifiche sperimentali realizzate drammaticamente dalla natura hanno evidenziato che il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico deve essere seriamente rivisto al fine di individuare correttamente le aree esposte ai vari tipi di pericoli idrogeologici.**

Per quanto riguarda Giampilieri Superiore, si ritiene di importanza strategica attuare un continuo monitoraggio geoambientale ed idrologico in quanto i versanti destabilizzati dai vari eventi franosi possono originare altri dissesti qualora si verificassero significativi eventi piovosi.

Il monitoraggio continuo e competente deve essere garantito specialmente se a una parte dei cittadini sarà consentito il rientro nelle loro abitazioni. Particolare attenzione va riservata alle condizioni di stabilità dei versanti compresi nei vari bacini imbriferi incombenti sull'abitato e alle parti di versante terrazzate comprese tra i bacini e sempre ubicate al di sopra delle abitazioni.

Con il permanere delle condizioni allo stato attuale, non ha senso parlare di analisi di vulnerabilità del rischio relativo alla rete stradale perché il fenomeno catastrofico è talmente grande che qualsiasi sistema di protezione della rete stradale diventa fallimentare in partenza.

Se non si elimina integralmente il rischio, qualsiasi procedura finalizzata all'adeguamento funzionale del sistema infrastrutturale risulta vanificato.

Fermo restante l'usuale piano di protezione civile previsto per le zone classificate sismiche, che il territorio di Giampilieri già dovrebbe avere, va messo a punto, però, un piano di protezione civile finalizzato ai noti eventi "alluvionali" che deve essere ben sperimentato in modo da mettere in condizione i cittadini rientrati nelle loro abitazioni di affrontare tutti i problemi che possono derivare da eventi piovosi significativi, almeno fino a quando non saranno completate le opere per la definitiva messa in sicurezza del centro abitato.

## **Canali di gronda per l'intercettazione e smaltimento delle colate rapide di fango da realizzare a Giampileri Superiore**

Per elaborare la proposta di messa in sicurezza di Giampileri Superiore mediante due canali di gronda e il consolidamento dei terrazzi agricoli di una parte di versante compresa tra i bacini 2 e 3 è stata valutata la potenza dei flussi fangosi che hanno invaso la parte alta di Via Chiesa e di Via Vallone; è stato valutato il volume complessivo dei sedimenti che hanno alimentato i vari flussi fangosi innescatisi ed evoluti nei bacini 2 e 3. Sulla base di questi dati si è valutato che i due bacini indicati, caratterizzati da un'area di circa 20.000 metri quadrati ciascuno, hanno alimentato le colate di fango con un volume variabile da 15.000 a 20.000 mc circa (per ogni bacino).

Le tracce lasciate dalle colate di fango all'inizio di Via Chiesa e di Via Vallone evidenziano che la parte frontale dei flussi è transitata in una sezione di circa 50 metri quadrati incanalandosi poi lungo gli alvei strada sottostanti fino al Torrente Giampileri. Gli alvei strada in esame percorsi dalle colate di fango hanno una pendenza media intorno al 10-12%.

Le caratteristiche litologiche dei versanti denudati dalle colate di fango sono tali da favorire nuovi processi pedogenetici e di alterazione del substrato fino a ricostituire, in un periodo di alcuni anni, una nuova copertura mobilizzabile in seguito ad una notevole imbibizione idrica. Gli eventi franosi dell'1 ottobre 2009 rappresentano l'evento di massima gravità che si può verificare a monte di Giampileri; essi, pertanto, possono essere considerati gli eventi di riferimento per progettare eventuali opere di messa in sicurezza dell'abitato.

Gli eventi franosi verificatisi a Giampileri il 25 ottobre 2007 e l'1 ottobre 2009 hanno evidenziato che le colate di fango possono essere caratterizzate da diversa fluidità e contenuto di massi rocciosi e di alberi per cui non è possibile considerare una composizione tipo del fango.

In base ai dati acquisiti si è individuata la possibilità di realizzare canali di gronda, adeguatamente, dimensionati come sezione d'imbocco e tale da garantire l'intercettazione di flussi fangosi aventi dimensioni della parte frontale anche superiore a quella delle colate verificatesi l'1 ottobre 2009.

Si è tenuto presente, inoltre, che il dimensionamento dei canali deve essere tale che essi possano funzionare anche come vasche di accumulo lineari capaci di contenere tutto il volume massimo mobilizzabile nei bacini 2 e 3.

Sono state valutate anche le caratteristiche morfologiche, geomorfologiche e geologico-tecniche dei versanti a monte dell'abitato al fine di valutare la fattibilità di un canale di gronda occidentale, che intercettando il bacino 2, consenta l'eventuale smaltimento dei flussi fangosi verso ovest, e di un canale di gronda orientale che possa intercettare il bacino 3 e i bacini minori ad est, dirottando eventuali flussi fino al Torrente Giampileri. Il canale di gronda orientale a monte dell'abitato metterebbe in sicurezza anche le parti di versante comprese tra i bacini 3, 4, 5 e 6. La parte di versante compresa tra i bacini 2 e 3 andrebbe messa in sicurezza mediante la realizzazione di terrazzi agricoli fondati su pali, eventualmente, tirantati vedi fig. 72.

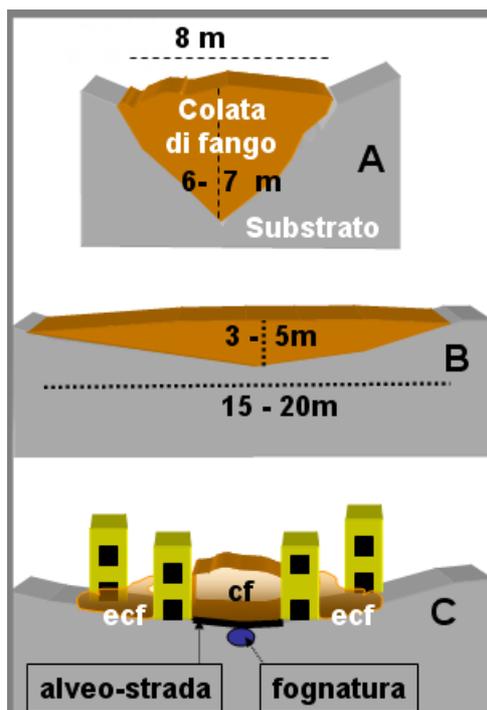


Figura 63: Schema indicativo della morfologia delle colate di fango che hanno invaso Via Chiesa e Via Vallone. Lo schema A evidenzia la morfologia del flusso fangoso ricostruito in base alle tracce nella zona di passaggio dal vallone all'alveo strada. Lo schema B illustra l'ampiezza dell'area della zona pedemontana fino al Torrente Giampileri che sarebbe stata invasa se non vi fosse stata l'urbanizzazione. Tale schema serve anche per avere un'idea delle necessarie sistemazioni da realizzare qualora si volessero abbattere le costruzioni per restaurare una via di deflusso delle colate di fango garantendo la sicurezza degli edifici circostanti. Lo schema C evidenzia la morfologia delle colate di fango (cf) lungo il transito negli alvei-strada rappresentati dalle vie Chiesa e Via Vallone; ecf indica le porzioni di flusso fangoso esondato dall'alveo strada che hanno invaso le case e le aperture tra gli edifici che delimitano via Chiesa e via Vallone.

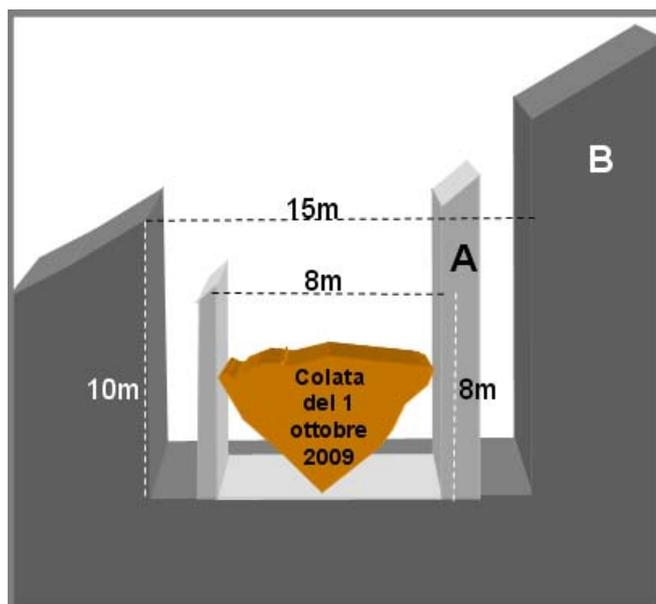


Figura 64: Schema indicativo della morfologia della parte frontale delle colate di fango che hanno invaso Via Chiesa e Via Vallone in relazione alle dimensioni dei canali di gronda proposti per la messa in sicurezza dell'abitato di Giampileri Superiore. E' stata presa in considerazione la realizzazione di canali di dimensioni variabili dalla minima ritenuta sufficiente a garantire la sicurezza (8mX8 m, incrementabile in altezza e/o profondità per

*essere adeguato alla morfologia dei luoghi) alla massima di 15 m di base per 10 m di altezza sul lato valle che è stata utilizzata per la stima dei costi massimi. Come si vede i canali proposti hanno dimensioni nettamente superiori a quella del fronte delle colate di fango dell'1 ottobre 2009 che sono da considerare l'evento massimo attendibile anche in futuro.*

Per la messa in sicurezza di Giampileri Superiore, **lo scopo che gli scriventi, proff. geol. Franco Ortolani ed ing. Angelo Spizuoco, si sono proposti è stato quello di individuare una scelta progettuale finalizzata all'eliminazione definitiva del pericolo incombente sull'abitato e che consentisse un rientro dei cittadini nelle loro abitazioni in tempi brevi nella massima sicurezza, senza incidere sull'attuale assetto urbanistico ed evitando disagi alla popolazione durante i lavori.**

In base ai dati acquisiti personalmente sul territorio con rilievi diretti, alla cartografia esistente e sulla scorta dei dati ricavati con il rilevamento delle caratteristiche geomorfologiche dei versanti a monte di Giampileri, tra le varie possibilità analizzate, si è scelta quella di realizzare due canali di gronda, posizionati in maniera tale da intercettare i flussi provenienti da tutti i bacini imbriferi a monte di Giampileri e dimensionati in modo da garantire lo smaltimento di tutte le possibili colate, potenzialmente innescabili dai bacini oggetto d'esame con un sufficiente margine di sicurezza.

Naturalmente la verifica di fattibilità dell'ipotesi progettuale scelta, ha richiesto come si vedrà più avanti, la quantificazione speditiva dell'intervento in termini di costi e tempi di realizzazione.

La soluzione prospettata, oltre a porre definitivamente in sicurezza il centro abitato di Giampileri, consentirebbe in modo abbastanza celere (2-4 mesi) il rientro dei cittadini nelle loro abitazioni senza violentare il tessuto urbano esistente.

Una soluzione, tendente al ripristino dell'originario percorso degli alvei comporterebbe opere tese a contenere interazioni di stabilità con gli edifici esistenti e dividerebbe il centro abitato in zone indipendenti; a meno di effettuare una tombatura del percorso torrentizio, che comporterebbe ulteriori problematiche logistiche, economiche e di manutenzione oltre, ovviamente, di interazione dei lavori e delle opere a farsi con il tessuto edilizio esistente. Ciò, inesorabilmente, comporterebbe un'ulteriore violenza ed inevitabile disagio per i cittadini già lungamente provati.

La soluzione proposta, invece, ben si adatta alla morfologia dei luoghi, non interagendo con l'attuale assetto urbanistico, nemmeno durante la realizzazione dell'opera.

Fin da adesso si preannuncia che, volutamente, è stata riportata una sezione di uno scatolare in c.a. a cielo aperto del tutto indicativa (vedi fig.70), riportata per rendere leggibile ed immediata la comprensione della soluzione proposta ai non addetti ai lavori.

La rappresentazione dell'ipotesi progettuale, perciò, è stata eseguita tramite sezioni schematiche indicative e proiezione delle principali lavorazioni concorrenti alla formulazione dei costi e dei tempi di esecuzione.

Lo spirito di tale rappresentazione è rivolto a privilegiare la comprensione per la gente comune, per i giornalisti, per politici e per amministratori. Oltre certi limiti, la rappresentazione non può essere riportata e ciò anche al fine di tutelare, almeno in parte, evidenti diritti intellettuali. Ciò non toglie, che al fine di fornire una verosimile quantificazione dei costi, sono state effettuate calcolazioni strutturali e computi metrici di dettaglio che per i motivi innanzi menzionati, non si è ritenuto opportuno riportare esplicitamente.

Ben venga un contributo al fine di migliorare la soluzione di cui innanzi, unica ad essere indicata e mostrata nell'aula magna della facoltà di ingegneria di Messina durante il

convegno del 12 dicembre 2009 non essendoci stata fino ad ora nessuna soluzione alternativa.

Siamo del parere che qualsiasi idea finalizzata al miglioramento della situazione esistente e tesa a sensibilizzare l'opinione pubblica su tale problematica, qualsiasi piano di protezione civile e di sistemazione naturalistica o corsi di preparazione di personale specifico o messa a punto di vie di fuga, siano ben accetti.

**Siamo anche fermamente convinti, però, che non si possa pretendere dai cittadini colpiti dall'alluvione di farli rientrare nelle proprie abitazioni per poter poi questi dipendere dalle previsioni meteorologiche o da un pluviometro per andare a dormire e stare su un livello di attenzione in attesa del suono di una "deprecabile" sirena che conduce all'allarme. Ciò inciderebbe, sicuramente, in modo negativo sulla tranquillità psico/fisica dei cittadini di Giampileri, che sicuramente si rifletterebbe sulle relazioni sociali collettive e sulle relazioni interpersonali e/o familiari.**

Quanto sopra è riferibile, specialmente, a quei nuclei familiari ove i genitori possono essere prede di ansia per i figli costretti a crescere in un clima di continua tensione per le avverse condizioni meteorologiche, in un tessuto urbano devastato, prima dai noti eventi catastrofici e, successivamente, trasformato integralmente dall'abbattimento degli edifici che costituirebbero intralcio per il ripristino dei vecchi alvei torrentizi e/o dai lavori in corso. Scenario, questo, che, di fatto, trasformerebbe il tessuto urbano in "isole" urbanistiche difficilmente interagibili tra loro perché scaturite da una modifica forzata che comporterebbe una non spontanea radicale variazione delle abitudini locali.

Si è cercato di individuare, perciò, una soluzione radicale ed "immediata" di eliminazione definitiva del pericolo senza modificare il tessuto urbanistico esistente. Soluzione da porre in essere al più presto, per poi poter fare, con la dovuta calma, tutti gli interventi possibili ed immaginabili, come ad es. interventi di ingegneria naturalistica per mascherare opere strutturali eseguite e/o opere di risanamento dei versanti e/o adeguamento funzionale del sistema infrastrutturale.

Soltanto dopo questa breve ma doverosa premessa si ritiene di poter procedere, ulteriormente, all'illustrazione, per quanto possibile in questo documento, dell'ipotesi progettuale scelta.

Nel convegno del 12 ottobre 2009 è stata illustrata la proposta di messa in sicurezza di Giampileri Superiore elaborata dagli estensori della presente.

Sono stati analizzati, dagli scriventi, vari tipi di interventi che potrebbero essere adottati per metter in sicurezza l'abitato dopo avere inquadrato i pericoli idrogeologici che incombono attualmente su Giampileri. E' stata valutata la "magnitudo" delle colate che hanno devastato l'abitato l'1 ottobre 2009 in base anche a correlazioni con gli eventi franosi simili studiati in Campania.

Mediante correlazione con eventi simili è stata valutata l'ampiezza dell'originaria zona di scorrimento delle colate verso il T. Giampileri prima dell'urbanizzazione.

**Tra i vari interventi possibili, ovviamente, la logica ha imposto di approfondire quello che consentirebbe di mettere in sicurezza tutto l'abitato senza modificarne il tessuto urbanistico e senza intralciare la normale vita sociale dei cittadini e ciò anche durante l'esecuzione dei lavori.**

Individuata la fattibilità dell'intervento, è stata fatta un'analisi preventiva dei costi delle opere, prendendo in considerazione il costo delle lavorazioni, dell'organizzazione del cantiere e dei tempi necessari per la loro realizzazione.

La proposta di messa in sicurezza, come innanzi menzionato, si basa sulla realizzazione di due canali di guardia (un canale occidentale e uno orientale) di dimensioni tali che, oltre a smaltire i flussi fangosi verso il T. Giampileri, possano avere anche la funzione di vasche lineari di accumulo, a monte dell'abitato. Allo sbocco del canale occidentale potrebbe essere realizzata una vasca di accumulo del fango per la raccolta anche dei

flussi fangosi provenienti dal bacino 1 (figura 65), oppure si potrebbe raccordare, opportunamente, l'asta torrentizia del bacino 1 con il canale di gronda.

Nelle figure 65 e 66 sono, ulteriormente, delineate le aree entro le quali è possibile realizzare i canali.

Per il consolidamento di alcune parti dei versanti attualmente terrazzati, si prevede di realizzare muri di contenimento dei terrazzi agricoli, fondati su pali tirantati, successivamente, anch'essi mascherati con interventi di ingegneria naturalistica.

Al fine di avere una valutazione del costo massimo degli interventi, è stato preso in considerazione un canale avente le seguenti dimensioni: 15 m di base; 10 m di altezza sul lato valle e 15 m di altezza sul lato monte. Si è analizzato un canale costituito da uno scatolare in c.a. a cielo aperto, le cui pareti a tergo sono provviste di pali di grosso diametro (con cordolo in testa) adeguatamente tirantati.

I due canali previsti, potrebbero essere realizzati nell'ambito delle fasce indicate in figura 65 e 66.

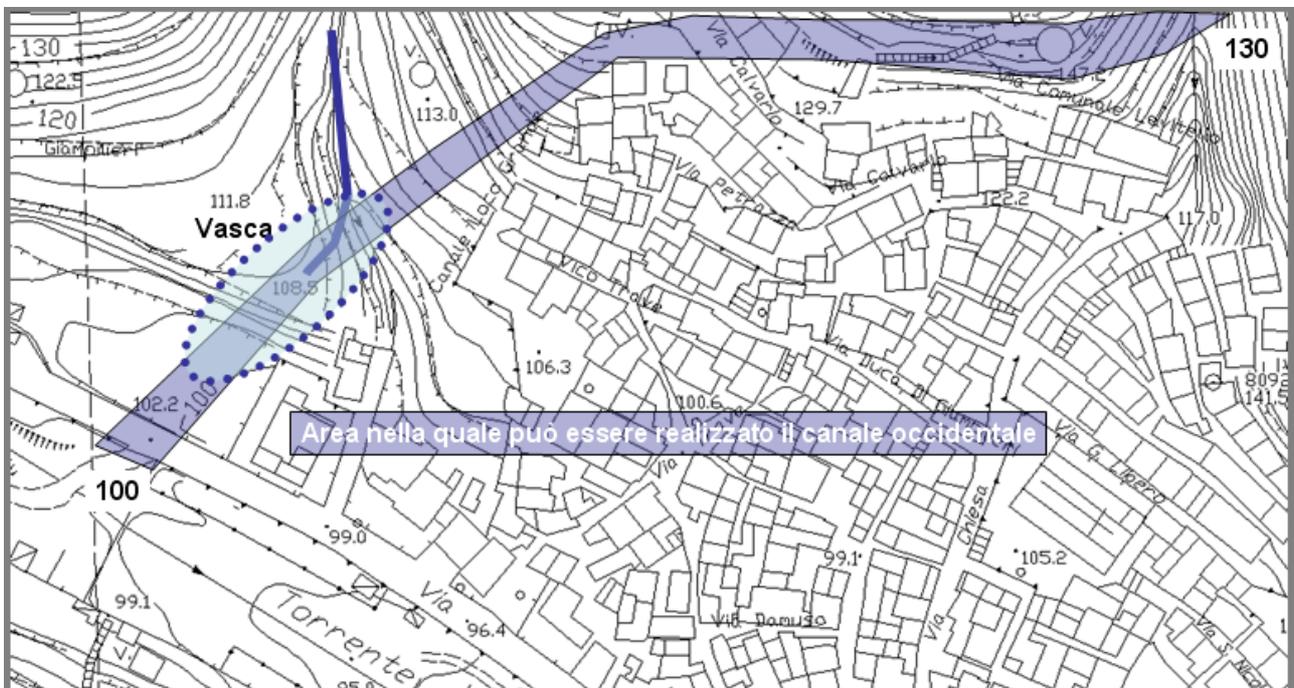


Figura 65: Individuazione, su carta topografica, della fascia a monte della parte occidentale dell'abitato nella quale potrebbe essere realizzato il canale di gronda dal bacino 2 al bacino. In corrispondenza del Torrente che drena il bacino 1 potrebbe essere realizzata una vasca di accumulo del fango.

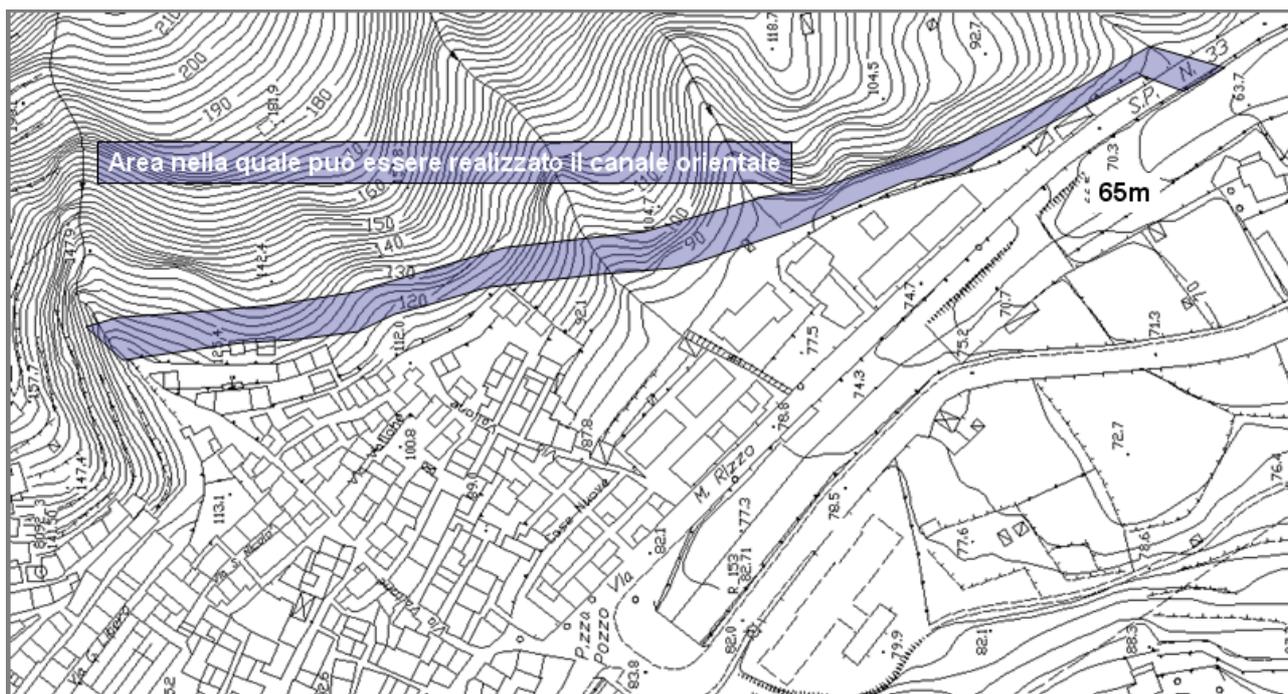


Figura 66: Individuazione, su carta topografica, della fascia a monte della parte Orientale dell'abitato nella quale potrebbe essere realizzato il canale di gronda dal bacino 3 (a monte di via Vallone) al Torrente Giampilieri.

La Strada Provinciale che corre in sinistra orografica del Torrente Giampilieri andrebbe altimetricamente adeguata in corrispondenza dello sbocco dei canali. L'intervento di messa in sicurezza andrebbe completato con la realizzazione di alcuni consolidamenti di terrazzi agricoli a monte di una parte dell'abitato (figura 67).

Il costo stimato per la realizzazione dei canali è di circa 50 milioni di Euro.

Durante il convegno del 12 dicembre 2009 sono state illustrate le opere tipo ed è stata individuata un'ottimale organizzazione di cantiere che potrebbe consentire di completare le opere in circa 4 mesi di lavoro.

In seguito, vengono riportati alcuni schemi esemplificativi e le principali lavorazioni utili alla comprensione dell'intervento previsto.



Figura 67: Schema della proposta di messa in sicurezza di Giampilieri Superiore. L'abitato verrebbe messo in sicurezza mediante la realizzazione di un canale occidentale che

*intercetterebbe eventuali flussi fangosi rapidi incanalati nel vallone che si immette in Via Chiesa. Il canale confluirebbe in una vasca per l'accumulo del fango da realizzare nella zona di confluenza con l'alveo che drena il bacino ad ovest dell'abitato. Dalla vasca un nuovo canale si immetterebbe nel Torrente Giampileri. La Strada Provinciale dovrebbe essere altimetricamente adeguata nell'attraversamento del nuovo canale. Un canale orientale intercetterebbe eventuali flussi fangosi incanalati nell'alveo che si immette in Via Vallone e negli altri alvei minori ubicati ad est a monte dell'abitato. Tale canale si immetterebbe ad est nel T. Giampileri dove la Strada dovrebbe essere altimetricamente adeguata. La lunghezza complessiva dei canali è di circa 700 m. Il costo massimo previsto è di circa 50 milioni di euro. Il tempo di esecuzione previsto è di circa 4 mesi.*

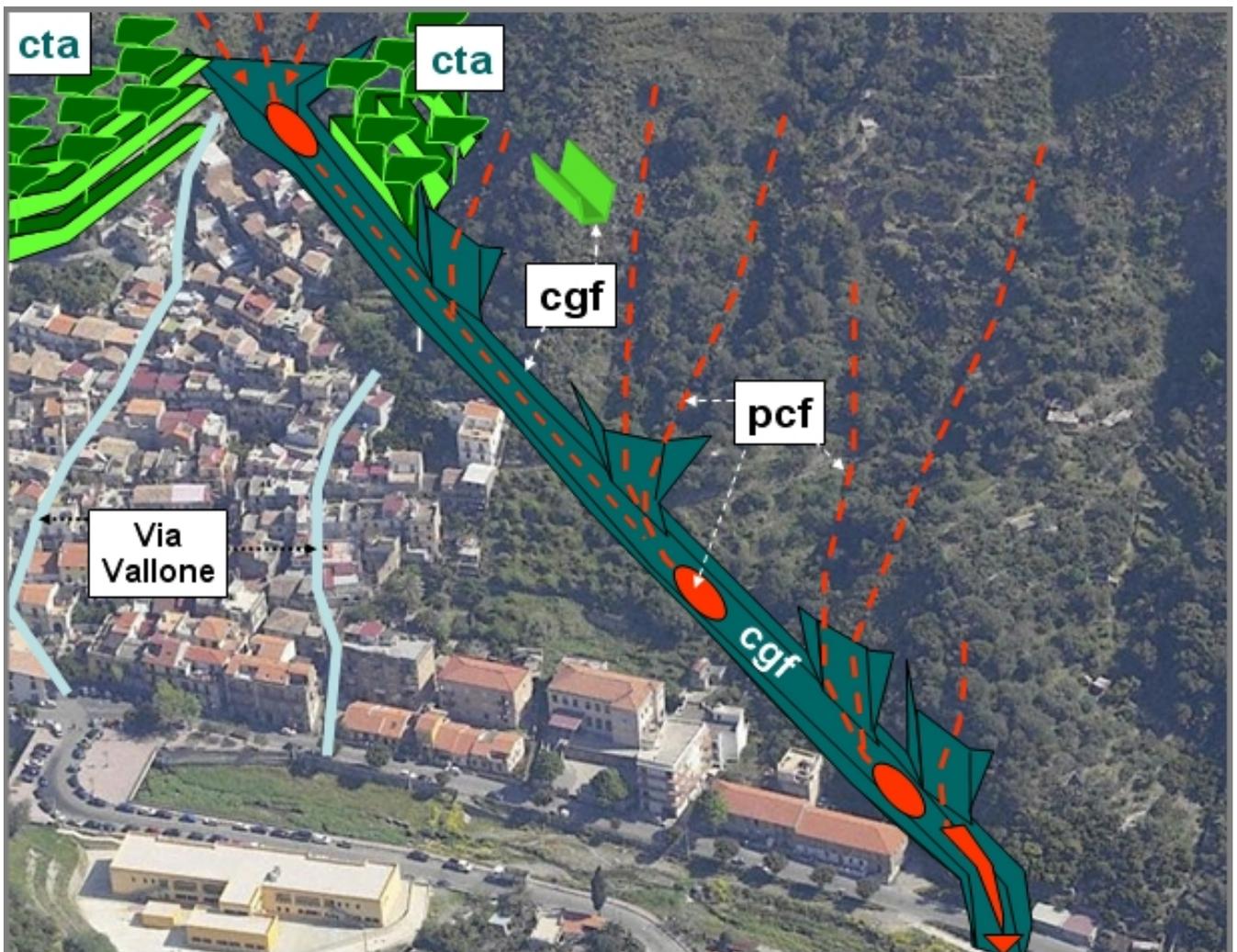


Figura 68: **Pcf**= Percorso delle colate di fango; **cta**= consolidamento dei terrazzi agricoli; **cgf**= canali per lo smaltimento delle colate;



Figura 69: **Cgf**= canale di gronda per la raccolta, incanalamento e smaltimento delle colate rapide di fango che possono svilupparsi nei bacini 1,2,3,4,5 e 6; i canali sono delimitati da paratie di pali tirantati. **Pcf**= percorso di eventuali colate rapide di fango. **Cta**= parti di versante comprese tra i bacini imbriferi da consolidare mediante consolidamento di terrazzi agricoli

### Sezione schematica indicativa del Canale di Gronda riportata ai fini della comprensione delle lavorazioni

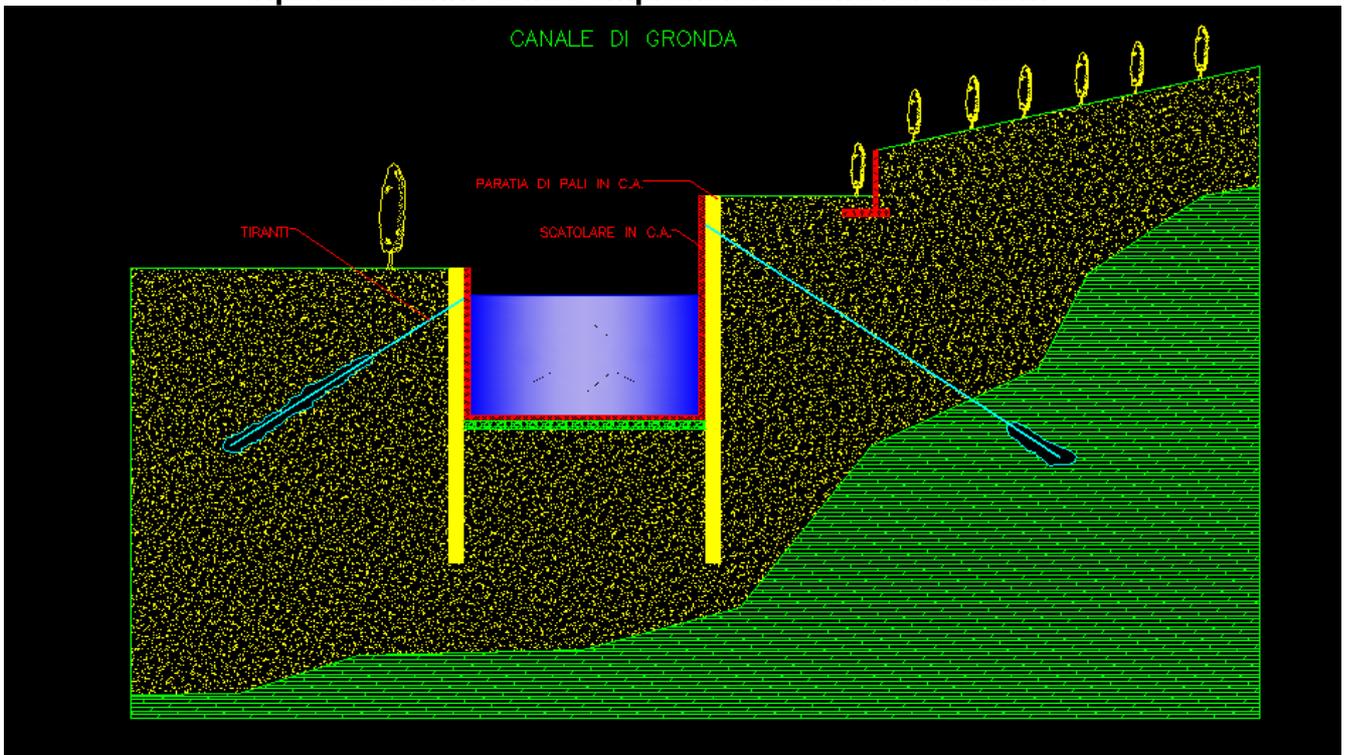


Figura 70: Dimensione del canale, numero tiranti, lunghezza e posizione tiranti, lunghezza di infissione pali, diametro pali, spessore pareti e base scatolare in c.a. sono soltanto indicativi ai fini della comprensione delle lavorazioni

### Sezione schematica Scatolare in c.a. con a tergo palificate e tiranti



Figura 71

#### **LAVORAZIONI, PIU' SIGNIFICATIVE, PREVISTE PER LA REALIZZAZIONE DEL CANALE DI GRONDA**

- *Realizzazione di palificate in c.a. con  $R'ck=30N/mm^2$ , tirantata in destra e sinistra orografica del canale con tiranti attivi o passivi lunghezza massima tiranti=30.00m, cordolo alla testata dei tiranti, cordolo di collegamento in testa ai pali, regolo di malta Emaco, compreso carotaggio, getto conglomerato, fornitura e posa in opera armatura, iniezione di malta per tiranti, tutto quanto occorre per dare il lavoro finito, serraggio, ogni onere e magistero, ecc..*
- *Scavo di sbancamento tra le palificate effettuato con mezzi meccanici eseguito anche in roccia tenera, compresa la rimozione di arbusti e ceppaia, la regolarizzazione del fondo, il carico sugli automezzi ed il trasporto a rinterro o rilevato nell'ambito del cantiere fino ad una distanza di 5000 m .*
- *Trasporto a rifiuto di materiale proveniente da lavori di movimento terra effettuata con autocarri, con portata superiore a 50 ql., compreso lo spandimento del materiale ed esclusi gli eventuali oneri di discarica autorizzata.*
- *Realizzazione di strato di sottofondo (su cui gettare la suola dello scatolare in c.a.), eseguito con inerti privi di sostanze organiche, terrose e argillose, disteso con regolarità e compattato con l'ausilio di mezzi meccanici.*
- *Conglomerato cementizio per realizzazione scatolare in c.a., fornito e posto in opera, dimensione massima degli inerti pari a 30mm, ... omissis... quanto altro occorre per dare l'opera realizzata a regola d'arte, ecc. con  $R'ck >30N/mm^2$ .*
- *Casseforme di qualunque tipo per getto di conglomerato cementizio compreso armo e disarmo, opere di puntellatura, ecc.*
- *Sovrapprezzo alle casseforme per getti di conglomerato superiore ai 4 metri dal piano di appoggio delle armature di sostegno.*

- *Acciaio per pareti scatolare, in barre per armature di conglomerato cementizio lavorato e tagliato a misura, sagomato e posto in opera a regola d'arte, compreso ogni sfrido, ecc. nonché tutti i controlli di legge.*

**Per un canale di 700 metri è stato computato con elaborato a parte un costo di circa 50 milioni di euri.**

## RISANAMENTO DEI VERSANTI COMPRESI TRA I BACINI IMBRIFERI

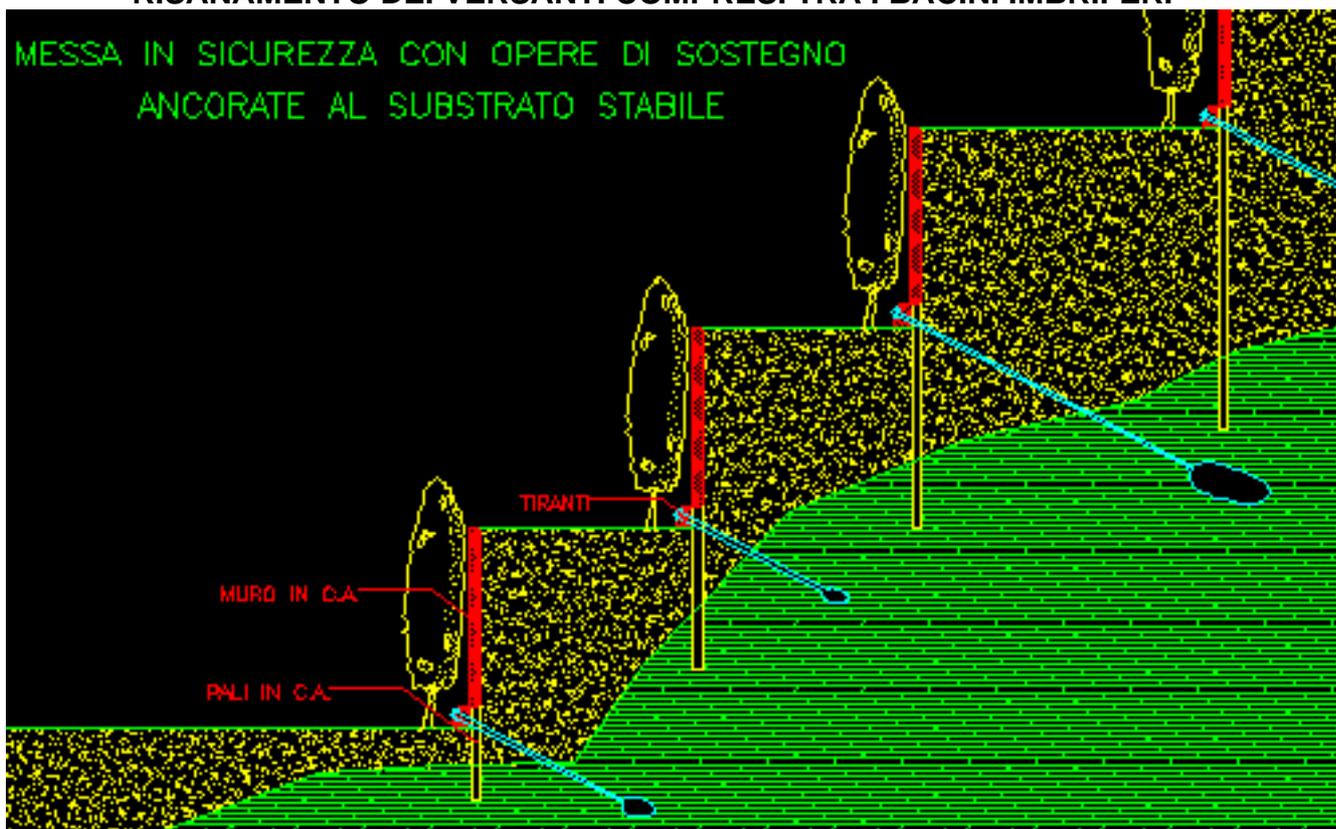


Figura 72: Sezione Schematica Indicativa ai fini della comprensione delle lavorazioni

### **LAVORAZIONI, PIU' SIGNIFICATIVE, PREVISTE PER EVENTUALE RISANAMENTO GENERALIZZATO DEI VERSANTI O PER LA MESSA IN SICUREZZA DI AREE LOCALIZZATE A TERRAZZAMENTI**

- *Pali trivellati con fusto in calcestruzzo armato  $R_{ck} > 30 \text{ N/mm}^2$ , compresa la formazione del foro, la scapitozza tura delle teste ...omissis... ogni altro onere e magistero per dare i pali completi in ogni loro parte con la sola esclusione del ferro di armatura.*
- *Sovrapprezzo per l'impiego dello scalpello per l'approfondimento o il passaggio in trovanti o banco di roccia.*
- *Gabbie di armatura costituite da barre di acciaio ad aderenza migliorata, fornite e poste in opera compresa la saldatura degli stessi e l'eventuale legatura con filo di ferro cotto.*
- *Esecuzione di trivellazione per tiranti compreso malta ed ogni onere e magistero con esclusione dell'armatura metallica.*
- *Sovrapprezzo tubazione provvisoria.*
- *Fornitura e posa in opera di armatura tirante.*

- *Scavo per drenaggio eseguito con mezzi meccanici.*
- *Casseforme di qualunque tipo per getto di conglomerato cementizio compreso armo e disarmo, opere di puntellatura, ecc.*
- *Sovrapprezzo alle casseforme per getti di conglomerato superiore ai 4 metri dal piano di appoggio delle armature di sostegno.*
- *Acciaio per pareti, in barre per armature di conglomerato cementizio lavorato e tagliato a misura, sagomato e posto in opera a regola d'arte, compreso ogni sfrido, ecc. nonché tutti i controlli di legge.*
- *Conglomerato cementizio per realizzazione parete in c.a., fornito e posto in opera, a resistenza caratteristica  $R'_{ck} > 30 \text{ N/mm}^2$ ; dimensione massima degli inerti pari a 30mm, ... omissis... quanto altro occorre per dare l'opera realizzata a regola d'arte, ecc.*
- *Fornitura e posa in opera di tubi drenanti.*
- *Esecuzione di drenaggio a tergo dei muri con adatto materiale roccioso.*
- *Rinterro con materiale proveniente dagli scavi.*

***Per mettere in sicurezza una superficie di mq 5000 a terrazzamento è stato computato, con elaborato a parte, un costo di circa 3 milioni di euri***

*Tale intervento, ovviamente, potrebbe essere esteso a superfici maggiori o limitato a superfici minori.*

***Si segnala che le singole voci di computo inserite negli elaborati delle lavorazioni, per il canale e per i terrazzamenti, possono essere rimodulate a seconda delle ulteriori conoscenze acquisibili. Tenendo conto, però, del fatto che esse in questa fase di stima sono state quantificate con un criterio di "fascia" basato su esperienze professionali pregresse degli scriventi, per alcune di esse si è considerata la massima quantificazione e per altre la minima; ciò potrebbe consentire una possibile compensazione tra lavorazioni che comporterebbe un minimo scostamento dai costi totali innanzi quantificati.***

Così come innanzi menzionato, ovviamente, sono state illustrate soltanto alcune schematizzazioni al solo fine di rendere comprensibile la fattibilità dell'opera prevista e la quantificazione dei costi.

Con la progettazione esecutiva il problema potrà essere illustrato dettagliatamente, anche se fin da adesso è possibile affermare che particolari problemi non risolvibili, sono in realtà inesistenti.

Un possibile tracciato del canale orientale, infatti, può partire dal torrente Puntale ad una quota di 130-140 metri s.l.m. per poi poter intercettare le varie aste torrentizie a circa 100-110 metri s.l.m. fino a circa 90 metri s.l.m. e così via. Queste quote in linea di massima rappresentano le quote di intersezione tra il tracciato orientale del canale e le aste torrentizie da convogliare in esso. Ciò dimostra che, a partire dall'inizio del tracciato, le quote di intercettazione sono tutte decrescenti per cui, attribuendo una pendenza di progetto del fondo canale compatibile con esse, si potranno convogliare tutti i flussi provenienti da monte nel torrente principale Giampileri. Naturalmente ciò sarà possibile seguendo, per lo più, le curve di livello appena a monte dell'abitato e raccordando, opportunamente, il tracciato con un adatto approfondimento del letto del canale.

Laddove il canale deve essere maggiormente approfondito per ragioni morfologiche, non è da escludere che, per contenere la notevole altezza delle pareti del canale, possano essere realizzati dei puntoni tra le pareti al disopra del livello del presumibile flusso, lasciando un adeguato franco per eventuali fenomeni di sormonto delle acque,

opportunamente, distanziati e collegati tra loro e/o dei puntoni in testa alle pareti che, convenientemente posizionati, potrebbero essere utilizzati anche come collegamenti tra le parti opposte dei canali per consentire più celermente l'accesso alla zona montuosa.

La soluzione del problema, da "idraulico" diventerebbe "geotecnico-strutturale" ma in ogni caso, come è comprensibile, sarebbe di facile soluzione.

I canali dovranno avere, sicuramente, sezioni diverse e/o variabili, legate alla non uniforme morfologia del territorio ed al disuguale assetto urbanistico perimetrale esistente a monte dell'abitato, ma in ogni caso ciò non intacca l'idea progettuale proposta. Il canale occidentale, infatti, dovrà essere di larghezza contenuta (ad es. 8.00 m.) per consentire un più flessibile tracciato del percorso e ciò anche a favore di un possibile notevole approfondimento dettato in alcuni punti dalla morfologia dei luoghi, ma in ogni caso risolvibile con le indicazioni strutturali innanzi riportate.

L'unico problema che potrebbe sorgere, è in relazione al rinvenimento di un'eventuale lieve profondità del tetto del substrato roccioso, che potrebbe far optare per una geometria dello "speco" del canale di tipo "allargato" anziché "ristretto". Però se per particolari motivi, legati alla morfologia di superficie, fosse necessario comunque uno "speco" di tipo "stretto e profondo", sarebbe sempre possibile ottenerlo incidendo nel substrato roccioso con mezzi idonei alla frantumazione rocciosa.

L'intervento potrebbe, quindi, sempre essere realizzato; nel peggiore dei casi, richiederebbe in alcuni tratti, soltanto, un "allungamento" dei tempi di "scavo" e/o un'eventuale riprofilatura e/o rivisitazione progettuale delle "pareti".

A tal proposito, si riporta che, per quanto riguarda i tempi di realizzazione, gli scriventi sono giunti alla conclusione che essi dipendono dal tipo di organizzazione di cantiere, dal numero di macchinari che si intende impegnare e dal numero di squadre addette ai lavori che, obbligatoriamente, dovranno essere preventivate e razionalizzate all'atto della progettazione esecutiva in un idoneo cronoprogramma dei lavori.

In linea del tutto indicativa, in base a calcoli effettuati su elaborato a parte, gli scriventi ritengono che impiegando dieci scavatori, garantendo il trasporto continuativo del materiale proveniente dallo scavo con un numero di idonei mezzi di trasporto, utilizzando 10 trivelle per palificazioni di grandi dimensioni e dieci macchine per la realizzazione dei tiranti opportunamente organizzate per evitare "tempi morti", 20 squadre di carpentieri ed organizzando il premontaggio delle armature in stabilimento in modo da evitare "inutili tempi di attesa", occorrerebbero circa 4 mesi di lavoro. Naturalmente, aumentando il numero dei macchinari e gli uomini-giorno, i tempi possono essere ulteriormente contenuti ed addirittura ridotti "all'osso" organizzando anche turni di lavoro notturni.

**A questa maniera gli abitanti di Giampileri rientrerebbero in piena sicurezza nelle loro abitazioni senza dipendere, definitivamente, dalla situazione meteorologica e/o da eventuali sistemi di allarme.**

Ciò consentirebbe con calma, di poter, successivamente, mettere in sicurezza i terrazzi agricoli o tutti i versanti a monte dell'abitato, ecc..

Dopo avere realizzato i canali, occorrono solo delle rampe di accesso per consentire la manutenzione in caso di eventuale accumulo di detrito a seguito di eventi "erosivi".

**In conclusione, si è del parere che la soluzione scelta, rappresentando tra tutte "il male minore", è quella che più di ogni altra garantisce in modo ottimale i cittadini di Giampileri in termini di sicurezza e di funzionalità senza intaccare il tessuto urbanistico esistente ed evitando perfino disagi alla popolazione durante i lavori. In termini di tempi di realizzazione, inoltre, consentirebbe il rientro quasi immediato dei cittadini nelle loro abitazioni e ciò senza violentare l'urbanizzazione originaria del centro abitato; successivamente, con la dovuta calma, consentirebbe anche di poter mascherare l'intervento con operazioni di ingegneria naturalistica.**

La soluzione proposta, pervenendo all'eliminazione definitiva del pericolo incombente sul centro abitato eviterebbe, inoltre, forme di "turbamento" e/o di

**“preoccupazione” e/o “stati d’ansia” derivanti da avverse condizioni climatiche perché queste non costituirebbero più uno stato di pericolo. Si ritiene, perciò, che adottare soluzioni non “radicali” o protrarre nel tempo una situazione di attesa per i cittadini la cui sicurezza è legata alle condizioni meteorologiche, costituisce indiscutibilmente un fattore patogeno delle relazioni sociali e della serenità individuale e collettiva.**

**In definitiva non essendoci, quindi, particolari problemi in relazione alla geomorfologia dei luoghi, alla pendenza del territorio o insormontabili intralci con la rete stradale ed interazioni con il tessuto urbanistico esistente, gli scriventi ritengono che esistano tutte le condizioni necessarie per salvare Giampileri da uno scempio urbanistico e sociale.**

Messina dicembre 2009

**Franco Ortolani  
Angelo Spizuoco**

## **BIBLIOGRAFIA**

- Anselmo V. ed altr. – Osservazioni idrogeologiche e idrologiche nel bacino del Rio Missiaga – Memorie di Scienze geologiche, vol. XXXIX, Padova.
- Agustoni S. (1996) – Precipitazioni in grado di innescare frane e flussi di detrito nella regione del Canton Ticino, Istituto Geologico della Repubblica e Cantone Ticino, Svizzera.
- Arattano M. ed altr. (1992) – A kinematic wave model for debris flow, U.S. Geological Survey Open File Report.
- Aulitzky H. (1982) – Preliminary two-fold classification of torrents, Der Forst, Bundesversuchsanstalt, 144.
- Bruschi A. (2008) – Colate detritiche, Ed. D. Flaccovio.
- Caine N. (1980) – The rainfall intensity-duration control of shallow landslides and debris flow, Geografiska Annaler.
- Ceriani ed altr. (1998) – Valutazione della pericolosità geologica sulle conoidi, Professione Geologo.
- Faella C, Nigro E. (2001) – Effetti delle colate rapide sulle costruzioni, Commissariato di Governo per l’Emergenza Idrogeologica in Campania.
- Iverson R. ed altr. (1998) – Objective delineation of lahar inundation hazard zones, Geological Society of America.
- Marchi L. ed altr. (1996) Magnitudo delle colate detritiche delle Alpi orientali Italiane, GEAM.
- Buondonno C., Leone A.P., Ortolani F., Pagliuca S., Tedeschi P. (1989) - Rapporti tra evoluzione geomorfologica e processi pedologici in aree significative della Campania. Mem. Soc. Geol. It. 42.
- Ortolani F. (1990) - Effetti locali del terremoto del 23.11.1980. in relazione alla geologia dell'Appennino campano-lucano. Atti Conv. "Irpinia dieci anni dopo", S.Agnello di Sorrento.
- Ortolani F. (1991) - Ambiente naturale e assetto idro-geologico. Diretrici di intervento per il risanamento e la valorizzazione ambientale. In "Contributo per l'intesa di programma per il risanamento e lo sviluppo dell'area metropolitana di Napoli", Vol. Spec. Minist. Bil. e Progr. Econ. - Minist. Int. - Dipart. Int. Str. Mezz. - Dip. Probl. Aree Urb., Ist. Pol. e Zecca dello Stato, Roma.

- Ortolani F., Pagliuca S., Toccaceli R.M. (1991) - Il rischio ambientale della Piana Campana in relazione alle caratteristiche geologico-tecniche dei terreni superficiali ed alla antropizzazione del territorio. Atti Conv. Soc. Geol. It. Naxos, giugno 1991.
- Ortolani F., Pagliuca S., Palescandolo G. & Toccaceli R.M. (1993) - Ambiente antropizzato, rischi naturali e restauro ambientale. Atti Conv. AIQUA "Una nuova geologia per l'ambiente", Genova, 29-30 giugno.
- Di Giaimo A., Ferri M., Leone A.P., Ortolani F., Pace G., Pagliuca S. (1994) - Geologia e prospettive di restauro ambientale nell'area metropolitana di Napoli. Ist European Congress on regional geological cartography and information systems, Bologna, 13-16 giugno.
- Ortolani F., Pagliuca S., Palescandolo G., Toccaceli R.M. (1994) - Rischi naturali e restauro ambientale nelle aree antropizzate. Il Quaternario,7(I).
- Ortolani F., Battaglia L., Abagnale A. & Maietta A. (1995) - Studio del dissesto geo-ambientale del bacino dei Regi Lagni e proposte di restauro. La Provincia di Napoli, 1/3.
- Aprile F., Auriemma G., Esposito S., Ortolani F. & Pagliuca S. (1998) - Proposte di restauro geoambientale dell'Agro Nocerino-Sarnese. IX Congresso Nazionale Ord. dei Geologi, Aprile 1997, Roma.
- Aprile F., Ortolani F. & Toccaceli R. (1998) - Proposta di restauro geoambientale della Piana del Sarno (Salerno). Geologia Tecnica e Ambientale, 2, Aprile-Giugno 1998.
- Ortolani F. (1996) - Il restauro geoambientale dell'area occidentale di Napoli. In " Verso un piano per Napoli", a cura di Gerundo R., Materiali INU, Graffiti Ed., Napoli.
- Ortolani F. (2000) - Dal danno al restauro geoambientale. Aspetti tecnici e prospettive socio-economiche. Quaderni Ambiente ARPAC "Il Danno Ambientale prevenzione responsabilità risarcimento", Prontostampa, Napoli.
- Ortolani F. & Pagliuca S. (2002) - I dissesti catastrofici del Matese Meridionale nel quadro delle modificazioni geoambientali avvenute durante il periodo storico in Campania. Atti Convegno "Studi sulle alluvioni catastrofiche recenti negli insediamenti urbani: il rischio e la prevenzione dopo il disastro di Sarno", 31 ottobre 1998.
- De Lisio G., Ortolani F. & Pagliuca S. (2006) – Geoenvironmental modifications in the area affected by the “original” 26 January 2003 Biferno River flood (Molise, Southern Italy). ECONGEO 2006, 5th European Congress on Regional Geoscientific Cartography and Information Systems, June 13 – 16, 2006, Barcelona
- Ortolani F. & Pagliuca S. (1993) - Evidenze geoarcheologiche di crisi ambientali connesse a variazioni climatiche storiche. 4° Conv. Intern. Studi "La Sardegna nel mondo mediterraneo. Pianificazione territoriale e ambiente". Univ. Studi Sassari, Sassari-Alghero, 17-15 aprile.
- Ortolani F. & Pagliuca S. (1993) - Variazioni climatiche e crisi dell'ambiente antropizzato. Atti Conv. AIQUA "Una nuova geologia per l'ambiente", Genova, 29-30 giugno.
- Ortolani F., Pagliuca S. (1994) - Indicatori geologici di modificazioni climatiche e crisi ambientali cicliche nell'area mediterranea durante il periodo storico. 77° Cong. Naz. Soc. Geol. It., Bari, 23 Settembre -1 Ottobre
- Allocca F., Amato V., Coppola D., Giaccio B., Ortolani F. (1998) - Variazioni climatico-ambientali cicliche oloceniche in Campania e Puglia: evidenze geoarcheologiche e paleontologiche. Atti 79° Congresso Naz. Soc. Geol. It., Settembre 1998, Palermo.

- Ortolani F. (1981) - Principali parametri geologici e strutturali che hanno contribuito a determinare i danni nell'area epicentrale. Atti Conv. "Il terremoto del 23-XI-80", 2-3 aprile 1981, Napoli.
- Ortolani F. (1984) - Elementi per la microzonazione sismica delle zone colpite dal sisma del 23.11.80. Esempi. In "Lineamenti di geologia regionale e tecnica" Formez, Napoli.
- Ortolani F. & Pagliuca S. (1984) - Geologia, struttura e macrozonazione sismica dell'Appennino Meridionale (Molise, Campania e Basilicata). Atti 5° Congres. Naz. Geologi, Palermo.
- Monti L., Ortolani F. & Pagliuca S. (1984) - Considerazioni sulla struttura e rischio sismico dell'Isola d'Ischia. Atti 5° Congres. Naz. Geologi, Palermo.
- Ortolani F., Pagliuca S., D'agostino G. (2005) – Terremoti, frane sottomarine e tsunami lungo le coste italiane: l'esempio di Messina-Reggio Calabria del 1908. 24° Convegno Nazionale GNGTS, CNR Roma 15-17 novembre 2005. Ed. GNGTS. 2 pagine, pp 62-63. *Contributo su atti convegno*.
- Ortolani F. (2002) - Area urbana di Napoli. Relazione alla XIII Commissione del Senato "Territorio, Ambiente, Beni Ambientali", 5 nov 2001, Senato della Repubblica, 2002.
- Ortolani F. (2002) - Comune di Napoli. Caratteristiche geoambientali del territorio e Piano del Sottosuolo Urbano. Relazione alla XIII Commissione del Senato "Territorio, Ambiente, Beni Ambientali", 5 nov 2001, Senato della Repubblica, 2002.
- Ortolani F. & Pagliuca S. (2003) – Geoenvironmental and urban evolution in the metropolitan area of Naples: past and future. 4<sup>th</sup> Congress on Regional Geoscientific cartography and information systems, Bologna 17-20 giugno 2003.
- Ortolani F. & Pagliuca S. (2003) – Geoenvironmental and urban evolution: past and future. 4<sup>th</sup> Congress on Regional Geoscientific cartography and information systems, Bologna 17-20 giugno 2003.
- Ortolani F. & Pagliuca S. (2004) - The Climatic Risk: a new risk for the cities of the Circummediterranean Area. 32° IGC Congress, Florence 19-28 August 2004.
- Ortolani F., Pagliuca S. & Serva L. (2004) - Geological causes of last millennium tsunamis affecting the Italian coast. 32° IGC Congress, Florence 19-28 August 2004.
- Ortolani F. & Pagliuca S. (2004) - Geoarchaeological evidences of recent climatic changes and catastrophic events in the Neapolitan urbanised area. 32° IGC Congress, Florence 19-28 August 2004.
- Ortolani F. & Pagliuca S. (2004) - Il clima Mediterraneo: modificazioni cicliche degli ultimi millenni e previsioni per il prossimo futuro. Atti dei Convegni Lincei, "Giornata mondiale dell'acqua" La siccità in Italia, Roma 21 marzo 2003, Accademia Nazionale dei Lincei 2004.
- D'Agostino G., Ortolani F. & Pagliuca S. (2004) – Tsunami made in Italy. Lo tsunami del 26 dicembre 2004 nell'Asia sudorientale e i maremoti che hanno interessato le coste italiane negli ultimi 900 anni: il rischio e le modificazioni geoambientali. Geologi, Ord. Geol. Campania, 3-4/2004
- Ortolani F., Pagliuca S. Toppi V. & Zullo T. (2005) – Evoluzione di colate rapide di fango verificatesi nel maggio 1998 e dicembre 1999 in Campania. Workshop "Modelli matematici per la simulazione di catastrofi idrogeologiche", 30-31 marzo 2004, a cura di Versace P., Università della Calabria, pp. 329-342.
- Ortolani F. & Pagliuca S. (2005) – Incendi boschivi e colate detritiche. Workshop "Modelli matematici per la simulazione di catastrofi idrogeologiche", 30-31 marzo 2004, a cura di Versace P., Università della Calabria, pp. 343-354.

- Buonomo V., Ortolani F., Pagliuca S. (2005) - Cathastrophic debris flow, pocket beach construction and restoration in Campania (Southern Italy). MAEGS 14° Meeting Association of European Geological Societies, Turin (Italy) – September 19 – 23, 2005, Ed. MAEGS, 2 pagine, pp 36-38. *Contributo su atti convegno.*
- Ortolani F., Pagliuca S., Toppi V. (2005) - Cathastrophic mud avalanches and debris flows in Campania: hazard and prevention. MAEGS 14° Meeting Association of European Geological Societies, Turin (Italy) – September 19 – 23, 2005, Ed. MAEGS, 2 pagine, pp 30-31. *Contributo su atti convegno.*
- Ortolani F., Pagliuca S. (2006) - Le colate di fango di Ischia del 30 aprile 2006: il rischio idrogeologico in Campania. Hydrogeo, numero 4/5 2006, Maggioli Editore.
- Ortolani F., Pagliuca S. (2005) – Geoarchaeological evidences of cyclical catastrophic events in the Neapolitan urbanised Area. GEOSD 2006, MODENA 25-29 settembre 2006.
- Ortolani F. (2009) - Le colate di fango del 10 novembre 2009 di Casamicciola Terme (Ischia). Il Monte Epomeo ha retto. Hanno ceduto i versanti dei valloni pedemontani.
- Ortolani F. (2009) - COMUNE DI GRAGNANO, Provincia di Napoli “Consulenza scientifica per l’elaborazione di studi relativi alla compatibilità idrogeologica delle aree a rischio da dissesti da versante molto elevato (R4) e pericolosità molto elevata (P4) del Piano Stralcio per l’assetto idrogeologico dell’Autorità di Bacino del Sarno”. Cartografia tematica per la PROPOSTA DI RIPERIMETRAZIONE DELLE AREE A RISCHIO IDROGEOLOGICO.
- Ortolani F., Pagliuca S., Spizuoco A. (2004) – Sinkholes in Campania: cause e rischio per l’ambiente antropizzato – ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) 20 maggio 2004.
- Ortolani F., Pagliuca S., Spizuoco A. (1991) – Geologia Tecnica Territoriale In Aree Sismiche: problematiche connesse alla valutazione dell’amplificazione sismica locale. Dipartimento di scienze della terra Università di Napoli Federico II.
- Ortolani F., Pagliuca S., Spizuoco A. (1991) – Geologia Tecnica Territoriale finalizzata ad un corretto rapporto uomo-ambiente in aree a sviluppo metropolitano. (1991) Dipartimento di scienze della terra Università di Napoli Federico II.
- Ortolani F., Spizuoco A. (2009) - Alluvione del messinese del 1 ottobre 2009. La colata fangoso-detritica del Torrente Racinazzo che ha devastato Scaletta Zanclea Marina.
- Ortolani F., Spizuoco A. (2009) - Alluvione di Messina del 1° ottobre 2009. Le colate rapide di fango e detriti hanno devastato il territorio, le fiumare hanno retto.
- Ortolani F. Spizuoco A. (1992) - frana di Palma Campania (NA) - Procura Repubblica di Napoli.
- Ortolani F., Spizuoco A. (1991) – dispense di “geologia applicata” - Dipartimento di Scienze della Terra Università di Napoli - anno accademico 1990/91 prima parte pagg. 107.
- Ortolani F., Spizuoco A. (1991) – dispense di “geologia applicata” - Dipartimento di Scienze della Terra Università di Napoli - anno accademico 1990/91 seconda parte pagg. 191.
- Ortolani F., Spizuoco A. (1987) – analisi di fattibilità interventi riguardanti il versante su corso Umberto nel territorio del comune di Campagna (SA).
- Ortolani F., Spizuoco A. (1995) – Dispense relative al corso “Ambiente fisico del sottosuolo” - Università degli Studi di Parma - anno 1994/95 - pagg.310.
- Ortolani F., Spizuoco A. (1995) – versante frana via Krupp Capri (NA).

- Ortolani F., Spizuoco A.(1987) – stabilità in regime statico e sismico del versante su via Giudeca e studio di fattibilità inserimento opere di contenimento; zona di estensione dal torrente Tenza fino ad interessare l'intero versante occidentale del comune di Campagna (SA).
- Rannka K. ed altr. (2005) Stability and run-off conditions, Swedish Geotechnical Institute.
- Rickenmann D. (1995) Evaluation du risqué de naves torrentielles, Schweizer Ingenieur und Architekt.
- Spizuoco A. (1992) – dispense Corso-concorso esterno in “Difesa del suolo - Tecnica delle fondazioni (Geotecnica) - Pianificazione territoriale” per l'accesso alla prima qualifica dirigenziale Area Ingegneristica - Regione Molise bando D.P.R. n.1362 del 18/4/1990.
- Spizuoco A. (1990) – Seminario “Progettazione territoriale e risposta geologica” tenuto presso il Dipartimento di Scienze della terra dell'Università degli Studi di Napoli.
- Spizuoco A. (1990) – Seminario “Difesa ambientale e territoriale” tenuto presso il Dipartimento di Scienze della terra dell'Università degli Studi di Napoli.
- Spizuoco A. (1990) – Seminario “Geologia-geotecnica ed opere di ingegneria nella valutazione di impatto ambientale” tenuto presso il Dip. Scienze della terra dell'Università degli Studi di Napoli.
- Spizuoco A. (1990) – Seminario “Analisi delle possibili variazioni ambientali per effetto di interventi antropici” tenuto presso il Dip. di Scienze della terra dell'Università degli Studi di Napoli.
- Spizuoco A. (1991) – Seminario “Sistemazione e ricostruzione dei versanti : opere di sostegno e di presidio” tenuto presso il Dip. Scienze della terra dell'Università degli Studi di Napoli.
- Spizuoco A. (1991) – Seminario “Elementi di geologia tecnica e meccanica delle rocce sciolte” tenuto presso il Dipartimento di Scienze della terra dell'Università degli Studi di Napoli.
- Spizuoco A. (1991) – Seminario “Stabilità dei versanti” tenuto presso il Dipartimento di Scienze della terra dell'Università degli Studi di Napoli.
- Spizuoco A. (1991) – Seminario “Pendii naturali e fronti di scavo : problematiche geologiche e geomeccaniche” tenuto presso il Dip. di Scienze della terra dell'Università degli Studi di Napoli.
- Spizuoco A. (1992) – Seminario “Interventi a protezione dell'ambiente” tenuto presso il Dipartimento di Scienze della terra dell'Università degli Studi di Napoli.
- Spizuoco A. (1992) – Seminario “Suolo : difesa ed utilizzazione” tenuto presso il Dipartimento di Scienze della terra dell'Università degli Studi di Napoli.
- Spizuoco A. (1998) – atti “Le frane del 5 e 6 maggio 1998 nel Vallo di Lauro (Avellino) - Cause e rimedi” - Sala convegni San Filippo Neri del Comune di Lauro”.
- Spizuoco A. (1998) – “Dissesto idrogeologico in Campania e le frane del maggio 1998” Rotary club Nola - Pomigliano D'Arco Distretto 2100 del Rotary International.
- Spizuoco A. (1985) – dispense corso di “Topografia e progettazione di strade” I. T. G. di Marigliano (NA) anno 1984/85.
- Spizuoco A. (1991) – Seminario “Aree potenzialmente instabili : problematiche geologiche e geomeccaniche” tenuto presso il Dip. di Scienze della terra dell'Università degli Studi di Napoli.
- Spizuoco A. (1987) – Progettazione geotecnica e studio geologico/sismico area del vallone “Torrente Pizzone” (comprensivo di studio di fattibilità delle opere d'arte) interessata da tracciato stradale di collegamento v.Lavinaro-v.Liveri.)

- Spizuoco A. (2001) – Progettazione integrale e coordinata in regime statico e sismico per protezione centro abitato versante del comune di Bisaccia (AV).
- Spizuoco A. (1998) – frana contrada Arieste in Diamante (CZ) Tribunale di Belvedere.
- Spizuoco A. (2004) – dissesto idrogeologico, geotecnico ed idraulico comuni di San Gennaro Vesuviano, Nola, Ottaviano, provincia di Napoli ecc.; Trib. di Nola (NA).
- Spizuoco A. (1981) – software per verifica statica/dinamica di versanti sviluppato su sistemi HP.
- Spizuoco A. (1981) – software per calcoli strutture sviluppato su sistemi HP.
- Spizuoco A. (1982) – software per calcoli geotecnici sviluppato su sistemi HP.
- Spizuoco A. (1995) – Dispense di “Geologia ambientale e difesa del suolo” prodotte per il corso post-Diploma Tecnico dell’ambiente per la gestione degli impianti - Istituto tecnico per geometri di Marigliano (NA) - anno 1994/95 - pagg. 385. – [www.spizuoco.it](http://www.spizuoco.it)
- Spizuoco A. (2000) – Dispense modulo di “geotecnica” per il corso in “Restauro e Recupero dei Centri Storici” su autorizzazione del Ministero della Pubblica Istruzione ed in collaborazione con l’Università degli Studi di Napoli “Federico II” (2000-1001) – [www.spizuoco.it](http://www.spizuoco.it)
- Spizuoco A. (1988) – Dispense di “Lezioni di Costruzioni I parte” - Istituto tecnico per geometri di Marigliano (NA) pagg. 121. – [www.spizuoco.it](http://www.spizuoco.it)
- Spizuoco A. (1989) – Dispense “Lezioni di Costruzioni II parte” - Istituto tecnico per geometri di Marigliano (NA) pagg. 272. – [www.spizuoco.it](http://www.spizuoco.it)
- Spizuoco A. (1992) – Elementi di statica e di meccanica del continuo - Edizioni LER Napoli – Roma – [www.spizuoco.it](http://www.spizuoco.it)
- Spizuoco A. (1993) – Calcolo delle deformazioni nelle strutture isostatiche - Edizioni LER Napoli/Roma – [www.spizuoco.it](http://www.spizuoco.it)
- Spizuoco A. (1994) – Strutture iperstatiche - Edizioni LER Napoli – Roma – [www.spizuoco.it](http://www.spizuoco.it)
- Spizuoco A. (1998) – Lezioni sul c.a. - Edizioni LER Napoli – Roma – [www.spizuoco.it](http://www.spizuoco.it)
- Takahashi T. (1977) – A mechanism of occurrence of mud-debris flow and their characteristics in motion, The Erosion Control of Engineering Society of Japan.