

# Geologia dell'Ambiente

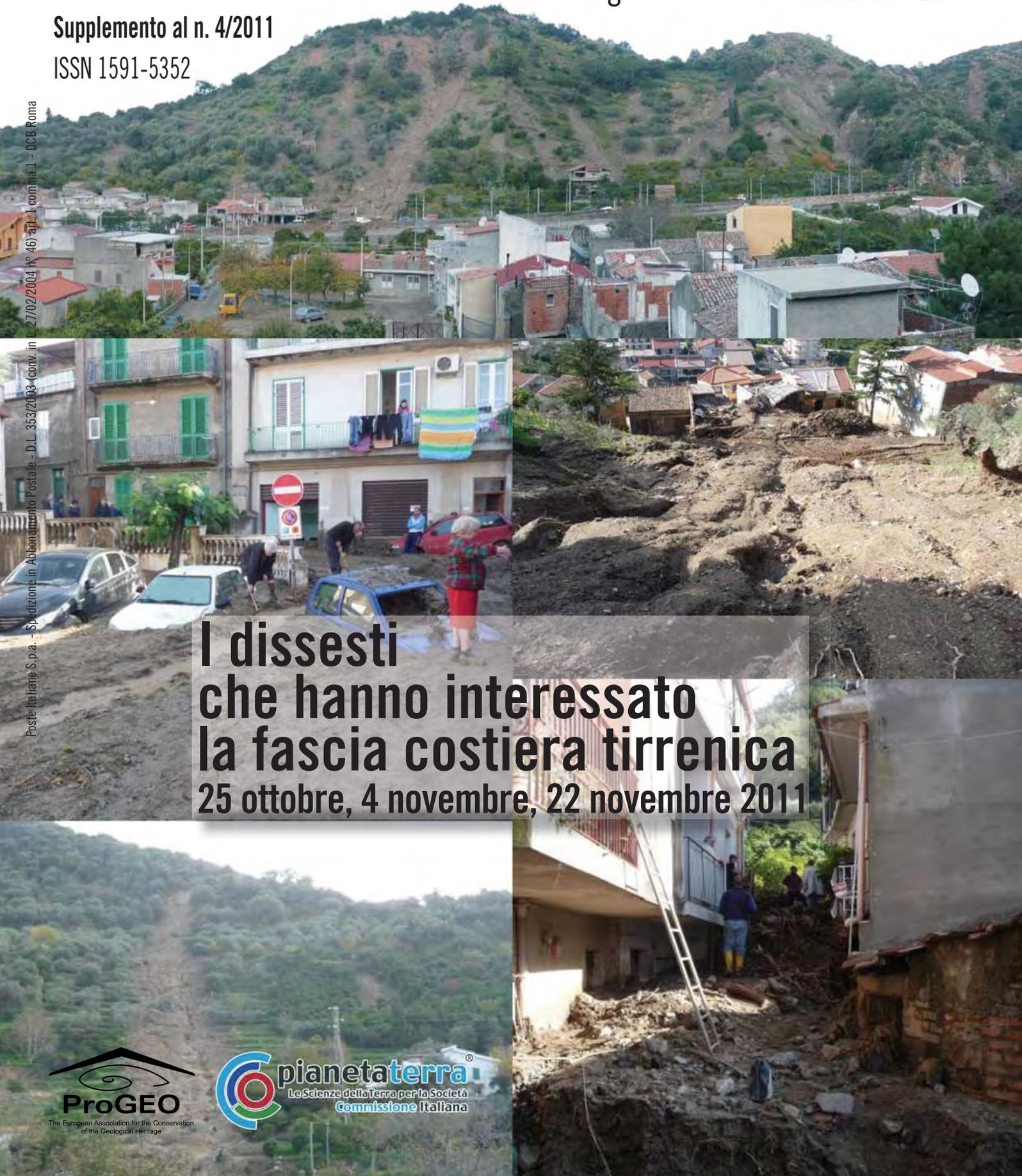
Periodico trimestrale della SIGEA  
Società Italiana di Geologia Ambientale



Supplemento al n. 4/2011

ISSN 1591-5352

Poste Italiane S.p.a. - Spedizione in Abbonamento Postale - D.L. 353/2003 (conv. in L. 27/02/2004 n° 46) art. 1 comma 1 - DCB Roma



**I dissesti  
che hanno interessato  
la fascia costiera tirrenica**  
25 ottobre, 4 novembre, 22 novembre 2011





---

## ***Geoheritage: Protecting and Sharing***

### **7<sup>th</sup> International Symposium ProGEO on the Conservation of the Geological Heritage 3<sup>rd</sup> Regional Meeting of the ProGEO SW Europe Working Group**

*Bari, Italy  
24-28 September 2012*

#### **INVITATION AND SYMPOSIUM VENUE**

The Italian Society of Environmental Geology (SIGEA) and the European Association for the Conservation of the Geological Heritage (ProGEO) organise the 7<sup>th</sup> International Symposium on the Conservation of the Geological Heritage. People (professionals, academics, students) dealing with nature conservation, geotourism, geoparks, education, management, sustainable development, planning and decision-making, and other topics related to the theme of "geoheritage" are invited to participate and encouraged to present their data/experiences by submission of short abstracts.

The Symposium will take place in Bari (Apulia, Italy) on September 25-26 2012, and will be held at the Sala Murat, Piazza del Ferrarese. It will be preceded by one day field-trips (two choices on September 24) and will be followed by a two days field-trip (on 27-28 September).

Bari is one among the biggest towns (metropolitan area) in southern Italy, served by the international airport "Karol Wojtyła" and also easily reachable by train and ship.

---

The main aims of the Symposium are:

- to discuss on land-use planning, threats and constraints;
- to discuss on recent developments in geodiversity assessment methodologies and geosites inventories in Europe;
- to discuss on legal frameworks supporting geoconservation strategies;
- to encourage a possible convergence between geoconservation and geotourism;
- to discuss on sustainable management policies and geosites exploitation within geoparks;
- to promote the best practices and lesson learned in geoparks for local development;
- to enhance geotourism and its potentials for regional development;
- to implement the most effective outreach methods for successful communication with public, decision- and policy-makers;
- to improve international cooperation and local initiatives for the education and science divulgation;
- to establish links between geoconservation specialists, mainly in Mediterranean area;
- to support special measures and guidelines for conservation of our shared geoheritage.

Geologia dell'Ambiente  
Periodico trimestrale della SIGEA  
Società Italiana di Geologia Ambientale

Supplemento al n. 4/2011

Anno XIX - ottobre-dicembre 2011

Iscritto al Registro Nazionale della Stampa n. 06352  
Autorizzazione del Tribunale di Roma n. 229  
del 31 maggio 1994

*Comitato scientifico*

Mario Bentivenga, Aldino Bondesan,  
Giancarlo Bortolami, Aldo Brondi,  
Felice Di Gregorio, Giuseppe Gisotti,  
Giancarlo Guado, Gioacchino Lena,  
Giacomo Prosser, Giuseppe Spilotro

*Consiglio Direttivo nazionale 2010-2013*

Davide Baioni, Domenico Bartolucci,  
Federico Boccalaro, Giancarlo Bortolami,  
Paolo Cortopassi, Antonio Fiore (*Tesoriere*),  
Fabio Garbin (*Segretario*), Francesco Geremia,  
Giuseppe Gisotti (*Presidente*), Maria Grotta,  
Gioacchino Lena (*Vice Presidente*),  
Massimo Massellani, Vincent Ottaviani,  
Andrea Vitturi, Francesco Zarlenga

*Comitato di redazione*

Federico Boccalaro, Giorgio Cardinali,  
Giovanni Conte, Gioacchino Lena,  
Paola Mauri, Maurizio Scardella

*Direttore responsabile*

Giuseppe Gisotti

*Procedura per l'accettazione degli articoli*

I lavori sottomessi alla rivista dell'Associazione,  
dopo che sia stata verificata la loro pertinenza con  
i temi di interesse della Rivista, saranno sottoposti  
ad un giudizio di uno o più Referees.

*Redazione*

SIGEA: tel./fax 06 5943344  
Casella Postale 2449 U.P. Roma 158  
info@sigeaweb.it  
www.sigeaweb.it

*Progetto grafico e impaginazione*

Fralerighe  
tel. 0774 554497 - fax 0774 2431193  
info@fralerighe.it  
www.fralerighe.it

*Pubblicità*

SIGEA

*Stampa*

Realizzato per print on demand

Abbonamento annuale: Euro 30,00

# Sommario

|  |    |
|--|----|
| Perché un numero speciale<br>GIOACCHINO LENA   | 2  |
| La mitigazione del rischio geoidrologico<br>LUCIANO MASCIOTTO  | 3  |
| Cumulo nubi e disastri alluvionali<br>FRANCO ORTOLANI, SILVANA PAGLIUCA  | 8  |
| L'evento alluvionale del 4 novembre 2011 a Genova<br>PIETRO BALBI, ALESSANDRO MONTI  | 19 |
| L'alluvione nella provincia di La Spezia<br>CARLO MALGAROTTO   | 25 |
| L'alluvione del 25 ottobre 2011 in Lunigiana<br>PAOLO CORTOPASSI   | 30 |
| Dinamiche veloci di versante nei Peloritani Occidentali<br>per l'evento intenso di pioggia del 22 novembre 2011.<br>Prime osservazioni nel territorio di Saponara<br>RICCARDO RASÀ, TULLIO CAMPANELLA, PAOLO PINO,<br>ALESSANDRO TRIPODO | 35 |

**In copertina:** Alcuni aspetti delle colate rapide detritico-fangose che hanno colpito Saponara (Messina).

**S**IGEA (Società Italiana di Geologia Ambientale) è una associazione che annovera fra i suoi soci geologi e tutte le persone e gli enti che “hanno interesse alla migliore conoscenza e tutela dell’ambiente”. Fra gli scopi vi sono: la promozione del ruolo delle Scienze della Terra nella protezione della salute e della sicurezza dell’uomo, la salvaguardia della qualità dell’ambiente naturale e antropizzato, l’utilizzazione responsabile del territorio e delle sue risorse.

SIGEA raggiunge gli scopi enunciati attraverso svariate attività che vanno dall’informazione e formazione, ottenute attraverso la pubblicazione della rivista trimestrale “Geologia dell’ambiente e l’organizzazione, a livello locale e nazionale, di corsi e convegni su argomenti attinenti agli scopi dell’Associazione, alla conservazione del Patrimonio Geologico (*Geological Heritage*), alla promozione interdisciplinare delle attività volte alla conoscenza ed alla tutela ambientale, fra cui l’area tematica “Dissesto Idrogeologico”.

In questo allegato al numero 4/2011 della rivista “Geologia dell’Ambiente” SIGEA vuole trattare delle recenti alluvioni e delle frane ad esse collegate strettamente, che hanno interessato la Liguria (inizialmente orientale, successivamente centrale e occidentale) e la Lunigiana, successivamente Napoli e la Sicilia e che hanno avuto un grande impatto sull’opinione pubblica.

L’Italia è una terra giovane, nata dal mare nel Quaternario e soggetta a catastrofi naturali di vario genere: vulcani, terremoti, alluvioni, frane. I primi, attivi, riguardano poche regioni e località nazionali: l’area campana

(Vesuvio, Pozzuoli, Ischia), l’Etna, i vulcani eoliani (Vulcano, Stromboli, Lipari). I secondi, relativamente frequenti ma non estesi, fortunatamente, a tutto il territorio nazionale, hanno un forte impatto sull’opinione pubblica specie se si considera il numero di vittime umane che ogni sisma porta con sé. Ad ogni disastro si invoca una maggiore attenzione all’edificato e alle strutture abitative, si connota di rischio sismico e di prevenzione, viene spolverata l’ipotesi di una fantomatica previsione, poi, passata l’emozione e l’indignazione, tutto ritorna come prima per poi sollevarsi al nuovo disastro.

Un fenomeno, tuttavia, è diventato quasi regolare e puntuale all’appuntamento autunnale e invernale: le frane e le alluvioni e colpisce, indifferentemente il “nord” e “sud”.

Se pensiamo alla casistica degli ultimi tre anni troviamo coinvolte in questi fenomeni tutte le regioni italiane. L’area costiera della provincia di Messina e il Veneto, la Calabria centro settentrionale (non si dimentichi lo spettacolare movimento franoso di Maierato) e il Piemonte, la Basilicata e la Lombardia, il Napoletano e la Toscana e ancora la Liguria.

È vero che il clima sta cambiando e che assistiamo sempre più frequentemente ad eventi meteorologici eccezionali, però se guardiamo indietro nel tempo, quando ancora il cambiamento climatico non aveva assunto il valore odierno, troviamo lo stesso eventi eccezionali. In età imperiale Roma era soggetta con tale frequenza ad alluvioni disastrose del Tevere che gli ingegneri del tempo operarono una impresa titanica, considerati e i tempi ed i mezzi a disposizione: lo svuotamento della

Conca di Rieti e lo spostamento del corso del fiume Chiana da affluente del Tevere ad affluente dell’Arno (se è questo il significato che si può dare ad un passo di Tacito)

Anche il Medioevo e il Rinascimento ebbero le loro alluvioni (le frane sono menzionate nelle cronache un po’ meno), dall’Arno all’Adige (il diluvio di Paolo Diacono nel 589 d.C.), dal Po e suoi affluenti al Tevere.

Tutta colpa della natura e della propensione al dissesto del territorio nazionale? Probabilmente no.

Molto, troppo si deve all’uso sconsiderato che del territorio sta facendo l’Italia moderna. Il mancato assorbimento dell’acqua da parte del terreno, in gran parte cementificato, il restringimento degli alvei fluviali, la mancanza di difesa delle pendici montane più esposte ne sono in gran parte responsabili. Si tenga nel dovuto conto il fatto che non si può mummificare la natura in difesa del “costruito”. Il ciclo di erosione, trasporto, deposito esiste da sempre e non può essere interrotto con nessun mezzo. Bisogna convivere però facendo in modo che tutte le manifestazioni di tale ciclo non diventino occasione per la perdita di vite umane e di opportunità di lavoro.

Questo allegato vuole essere una testimonianza, veloce e diretta (quasi in tempo reale diremmo), di quanto è avvenuto fra la fine di ottobre e la prima decade di novembre 2011 in alcune aree del territorio nazionale. Lo scopo è quello di non dimenticare e non far dimenticare ai tecnici, alle popolazioni, ai politici quanti e quali rischi corre la bella Italia per costituzione geologica, cambiamenti climatici, incuria e uso scriteriato del suolo.



# La mitigazione del rischio geoidrologico

LUCIANO MASCIOTTO

3

Dipartimento di Scienze della Terra – Università degli Studi di Torino, Coordinatore dell'Area Tematica "Dissesto Idrogeologico" della Sigea

## PREMESSA

**N**ei giorni tra la fine di ottobre e l'inizio di novembre 2011, eventi piovosi particolarmente intensi hanno provocato in Liguria e nella Lunigiana l'esondazione di corsi d'acqua e l'innescò di frane con interessamento di centri abitati, gravi danni e perdita di vite umane.

Nelle giornate del 24 e 25 ottobre questi fenomeni hanno colpito la Provincia di La Spezia e quella di Massa Carrara (Fig. 1).

La perturbazione è durata complessivamente 30 ore, ma ha avuto una fase acuta di otto ore fra le 11.00 e le 19.00 del 25 ottobre 2011. Le precipitazioni massime puntuali, registrate a Brugnato (SP) ed espresse in mm, sono state le seguenti: 153 in 1 ora, 328 in 3 ore, 472 in 6 ore, 511 in 12 ore, 539 in 24 ore, 542 in 30 ore (l'intero evento). Sulle brevi durate (1-3 ore) i valori di Brugnato hanno raggiunto quelli eccezionali registrati a Polanesi il primo giugno 2007 e hanno superato i valori misurati a Monte Gazzo nell'alluvione di Sestri Ponente del quattro ottobre 2010. Per quanto riguarda le cumulate su periodi più lunghi (da 6 a 24 ore), la quantità di pioggia caduta su Brugnato ha raggiunto nelle 6 ore quella dell'alluvione storica di Genova del 1970, anche se le cumulate complessive su tutta la durata dell'evento non hanno raggiunto i valori dell'evento del 1970, caratterizzato anche da un'eccezionale persistenza della perturbazione. In un giorno è caduta circa un terzo della pioggia totale di un anno: la precipitazione massima caduta in tutto l'evento è di 542 mm, contro la media annuale di circa 1500 mm. I dissesti innescati dalle forti piogge hanno provocato 11 vittime, 2 dispersi e ingenti danni (Rif. Web n. 2).

Dopo dieci giorni, venerdì 4 novembre, una nuova perturbazione colpisce il genovesato (Fig. 2).

Le precipitazioni registrate alle ore 15 locali indicano le maggiori intensità alla stazione di Vicomorasso dove sono state registrati i seguenti massimi di precipitazione: 181 mm/1h, 337 mm/3h, 385 mm/6h, 411 mm/12h e 454 mm/18h (l'intero evento). Sono esondati il Torrente Bisagno e il suo affluente in sinistra idrografica, Fereggiano (tombinato per gran parte del suo corso), provocando sei vittime e notevoli danni (Rif. Web n. 2).

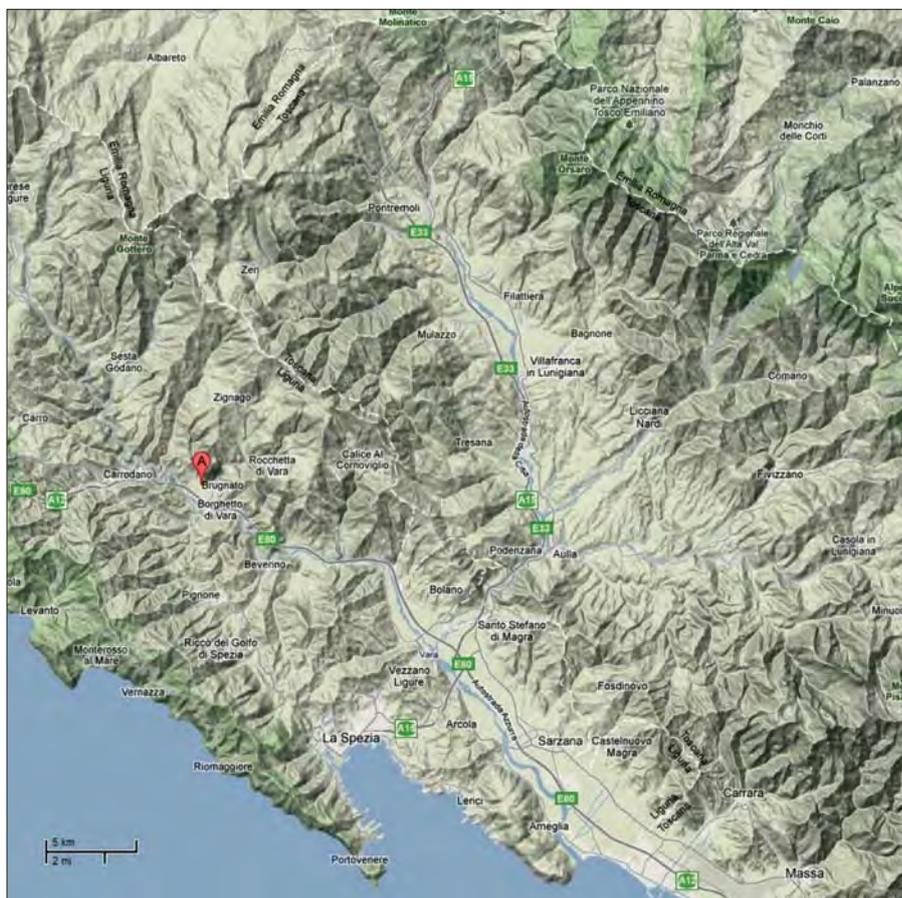


Figura 1 – L'area al confine tra la Liguria e la Toscana (Bacino del F. Magra) colpita dalle piogge intense del 24-25 ottobre 2011 (Rif. Web n. 1). La lettera A su campo rosso indica la stazione pluviografica di Brugnato.

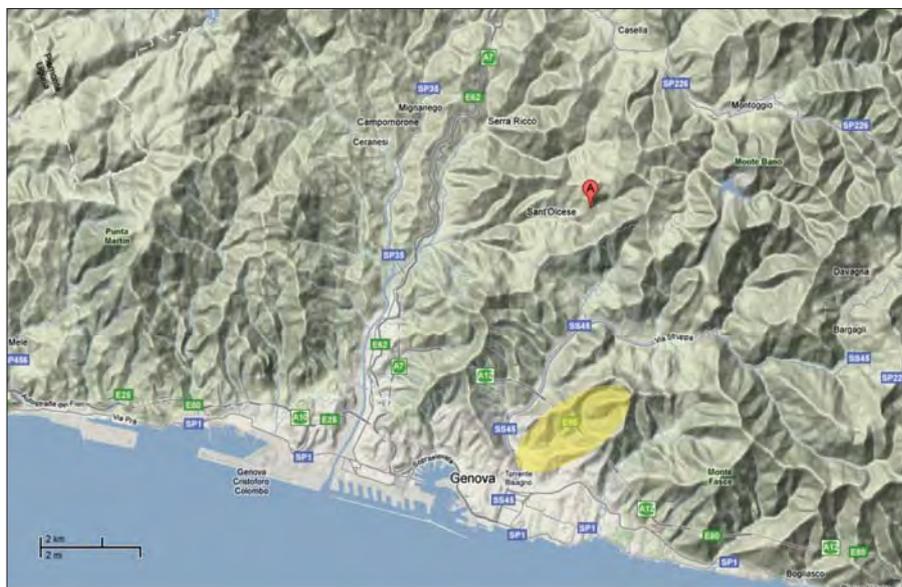


Figura 2 – L'area di Genova colpita dalle piogge intense del 24-25 ottobre 2011 (Rif. Web n. 1). La lettera A su campo rosso indica la stazione pluviografica di Vicomorasso. Evidenziato in giallo il bacino del T. Fereggiano.

**AUTORITÀ DI BACINO NAZIONALI**

- 01 Po
- 02 Adige
- 03 Alto Adriatico (Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione)
- 04 Arno
- 05 Tevere
- 06 Liri-Garigliano-Volturno

**AUTORITÀ DI BACINO PILOTA**

- 07 Serchio

**AUTORITÀ DI BACINO INTERREGIONALI**

- 08 Fissero-Tartaro-Canal Bianco
- 09 Lemene
- 10 Magra
- 11 Reno
- 12 Conca Marecchia
- 13 Flora
- 14 Tronto
- 15 Sangro
- 16 Trigno-Saccione-Fortore-Biferno e minori (compreso i bacini regionali del Molise)
- 17 Ofanto
- 18 Sele
- 19 Bradano
- 20 Sinni-Noce
- 21 Lao

**AUTORITÀ DI BACINO REGIONALI**

- 22 Veneto-Sile e pianura tra Piave e Livenza
- 23 Veneto-Bacino scolante laguna di Venezia
- 24 Friuli-Venezia Giulia
- 25 Liguria
- 26 Emilia-Romagna
- 27 Toscana
- 28 Marche
- 29 Lazio
- 30 Abruzzo
- 31 Campania Nord Occidentale
- 32 Campania Sarno
- 33 Campania Destra Sele
- 34 Campania sinistra Sele
- 35 Puglia
- 36 Basilicata
- 37 Calabria
- 38 Sicilia
- 39 Sardegna

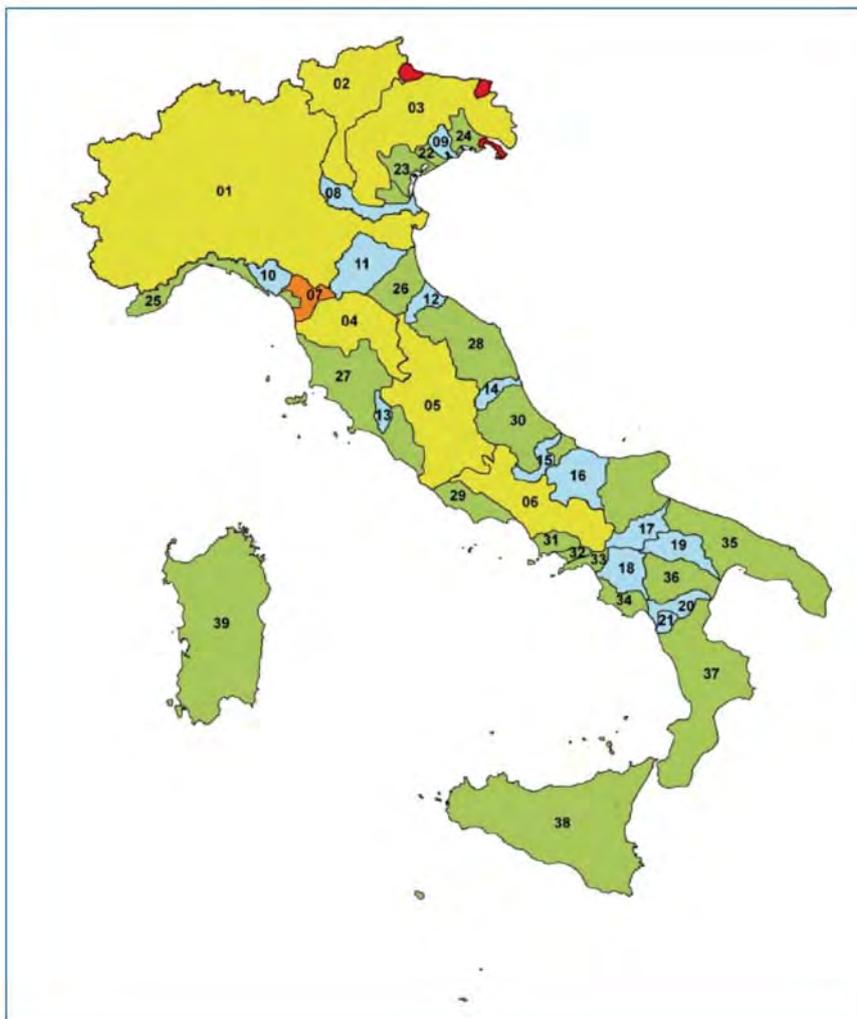


Figura 3 – Le 39 Autorità di bacino previste dalla legge 18 maggio 1989, n. 183 : n. 6 Autorità di Bacino Nazionali; n. 1 Autorità di Bacino Pilota; n. 14 Autorità di Bacino Interregionali; n. 18 Autorità di Bacino Regionali (Autorità di Bacino del Fiume Po, 2009).

Le piogge autunnali hanno frequentemente queste caratteristiche, alcuni esempi: 14.11.1951 alluvione del Polesine: oltre 1.000 km<sup>2</sup> di territorio invasi dalle acque, 89 morti e 51.000 i senzatetto; 4.11.1966 alluvione di Firenze: 35 morti e danni enormi alla città e al suo patrimonio storico e culturale; 3.11.1968 alluvione nel Biellese, 60 vittime; 5/6.11.1994 alluvione in Piemonte (Ceva, Alba, Asti, Alessandria), 64 vittime, danni ad abitati, allevamenti, industrie e opere civili.

Nell'ultimo ventennio si è osservato un aumento di frequenza di questi fenomeni e praticamente quasi ogni anno assistiamo a dissesti di questo tipo.

Questi fenomeni piovosi di una certa intensità diventano particolarmente pericolosi su alcune zone del territorio che i geologi sono chiamati ad individuare: le zone potenzialmente inondabili e i versanti potenzialmente instabili. Quando l'uomo si insedia in tali zone pericolose, il *pericolo* geoidrologico si trasforma in *rischio* geoidrologico.

A partire dalla L. 183/1989 (Repubblica Italiana, 1989), fino al vigente D.Lgs. 152/2006 (Repubblica Italiana, 2006), la normativa



Figura 4 – Le 8 Autorità di bacino distrettuali previste dal decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152: Distretto Padano, Distretto Alpi Orientali, Distretto Bacino Pilota Serchio, Distretto Appennino Settentrionale, Distretto Appennino Centrale, Distretto Appennino Meridionale, Distretto Sicilia, Distretto Sardegna (Rif. Web n.3).

impone una serie di misure che mirano alla corretta gestione dei bacini idrografici al fine della mitigazione del rischio geoidrologico.

### LA LEGGE 183/89

La Legge 183/89 "Norme per la difesa del suolo", in modo innovativo, assume come riferimento operativo il *bacino idrografico*, richiamando alla predisposizione di uno strumento di valutazione territoriale quale il *Piano di bacino* ai fini della programmazione, pianificazione e attuazione degli interventi destinati a realizzare finalità di difesa del suolo.

Per svolgere tali funzioni questa norma individua le *Autorità di bacino*, un organo misto di cooperazione tra Stato e Regioni. L'Autorità di bacino è l'unico soggetto istituzionale che opera a livello territoriale di bacino, a cui sono state attribuite funzioni e competenze sovraordinate rispetto ai confini amministrativi in cui un territorio può essere suddiviso.

Sul territorio nazionale sono stati identificati bacini di interesse nazionale e interregionali, mentre i corsi d'acqua non esplicitamente rientranti nelle suddette definizioni sono stati definiti bacini di importanza regionale (Fig. 3). Per i bacini nazionali e quelli interregionali sono state istituite le rispettive Autorità di bacino, mentre per i bacini regionali la competenza è stata assegnata alle Regioni, che in taluni casi hanno provveduto con propria legislazione ad istituire le Autorità dei bacini regionali.

Il principale strumento dell'azione dell'Autorità di bacino è il *Piano di bacino idrografico* "strumento conoscitivo, normativo e tecnico-

operativo, mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo e la corretta utilizzazione delle acque, sulla base delle caratteristiche fisiche e ambientali del territorio interessato".

La Legge 183/89 è stata abrogata e assorbita dal D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152.

### IL DECRETO LEGISLATIVO 152/2006

Il D.Lgs 152/2006 ha modificato sostanzialmente l'assetto e le competenze in materia

di difesa del suolo e di gestione delle risorse idriche introdotto dalla preesistente normativa, in quanto ha disposto la ripartizione del territorio nazionale in otto Distretti Idrografici (Fig. 4), la soppressione delle esistenti Autorità di Bacino e il trasferimento delle relative funzioni alle Autorità di Distretto. A queste ultime sono preposti organi di governo in cui è preponderante la rappresentanza ministeriale rispetto a quella delle Regioni.

Con il D.Lgs 152/2006 e le successive modifiche e integrazioni, viene ufficialmen-

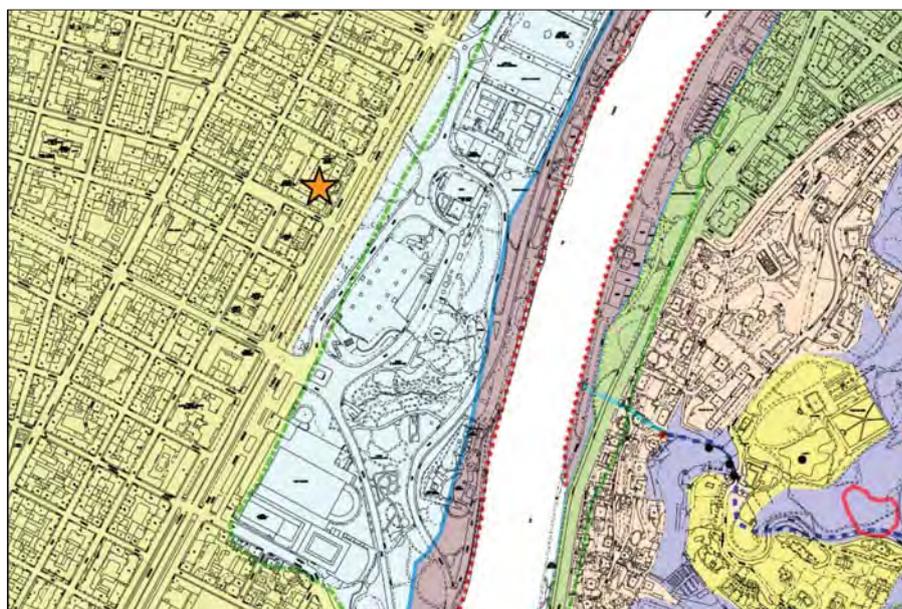


Figura 5 – Stralcio della "Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell' idoneità all'utilizzazione urbanistica" del Comune di Torino (Rif. Web n. 4). L'intero territorio comunale è classificato in relazione al pericolo idraulico (in figura le fasce fluviali intorno al fiume Po) e alla stabilità dei versanti (in figura nella parte collinare in destra idrografica). La stella indica la sede del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Torino.

| LEGENDA                             |   |
|-------------------------------------|---|
| Parte Piana<br>Classi e sottoclassi | Parte Collinare<br>Classi e sottoclassi |
| I (P)                               |   |
| II (P)                              | II1 (C)                                 |
| IIIa (P)                            | II2 (C)                                 |
| IIIa1 (P)                           | II3 (C)                                 |
| IIIb2 (P)                           | IIIa (C)                                |
| IIIb2a (P)                          | IIIa1 (C)                               |
| IIIb2b (P)                          | IIIb1 (C)                               |
| IIIb3 (P)                           | IIIb2 (C)                               |
| IIIb4 (P)                           | IIIb3 (C)                               |
| IIIb4a (P)                          | IIIb4 (C)                               |
| IIIc (P)                            | III4 (C) - Ecl                          |

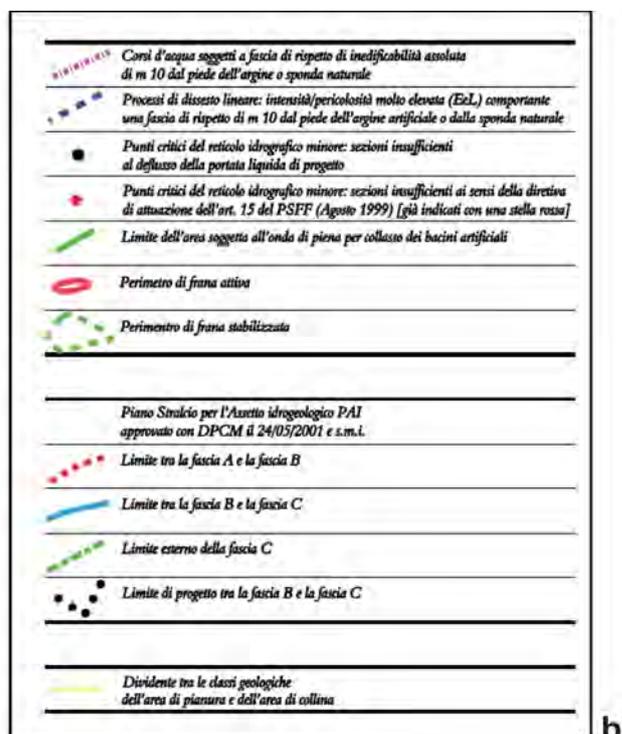


Figura 6 – Legenda della "Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell' idoneità all'utilizzazione urbanistica" del Comune di Torino. a) Classi e sottoclassi di pericolosità geomorfologica. CLASSE I: porzioni di territorio dove le condizioni di pericolosità geomorfologica sono tali da non porre limitazioni alle scelte urbanistiche; CLASSE II: porzioni di territorio nelle quali le condizioni di moderata pericolosità geomorfologica possono essere agevolmente superate attraverso l'adozione ed il rispetto di modesti accorgimenti tecnici; CLASSE III: porzioni di territorio nelle quali gli elementi di pericolosità geomorfologica e di rischio, derivanti questi ultimi dalla urbanizzazione dell'area, sono tali da impedire l'utilizzo qualora inedificate, richiedendo, viceversa, la previsione di interventi di riassetto territoriale a tutela del patrimonio esistente; b) Limiti e punti critici.

te recepita la Direttiva comunitaria Quadro sulle Acque, la Direttiva 2000/60/CE (Comunità Europea, 2000), e vengono quindi fissati i nuovi riferimenti per la pianificazione e la gestione delle risorse idriche in Italia.

La Direttiva 2000/60/CE mira al perseguimento di medesimi *obiettivi* sulle acque tra tutti gli Stati Membri della Comunità Europea tra i quali "mitigare gli effetti delle inondazioni".

Per raggiungere tali obiettivi, la Direttiva prevede che gli Stati Membri predispongano un Piano di Gestione delle acque, per ciascun distretto idrografico.

Bacino distrettuale sono rivolti, tra gli altri fini, alla mitigazione del rischio geoidrologico tramite la *prevenzione* e la *previsione* dello stesso (Gisotti & Benedini, 2000).

### LA PREVENZIONE DEL DISSESTO IDROGEOLOGICO

La *prevenzione* del dissesto idrogeologico comporta due tipi di misure: la *pianificazione territoriale*, che dovrebbe evitare l'occupazione di zone pericolose, e gli *interventi*, volti a *mitigare* il rischio rendendo meno vulnerabili i beni già esposti al pericolo.

In ultima analisi, la prevenzione del dissesto idrogeologico tramite la pianificazione territoriale è rivolta a classificare il territorio in base alla sua pericolosità geomorfologica. Tale classificazione dovrebbe essere ispirata ai Piani di Bacino e riportata nei Piani Regolatori Comunali tramite Carte di pericolosità geomorfologica e di idoneità all'utilizzazione urbanistica (Figg. 5, 6).

Nelle zone pericolose non dovrebbe essere permessa l'edificazione di nuove costruzioni. Laddove queste esistessero già, salvo alcuni rari casi di spostamento degli abitati instabili, generalmente si agisce con interventi

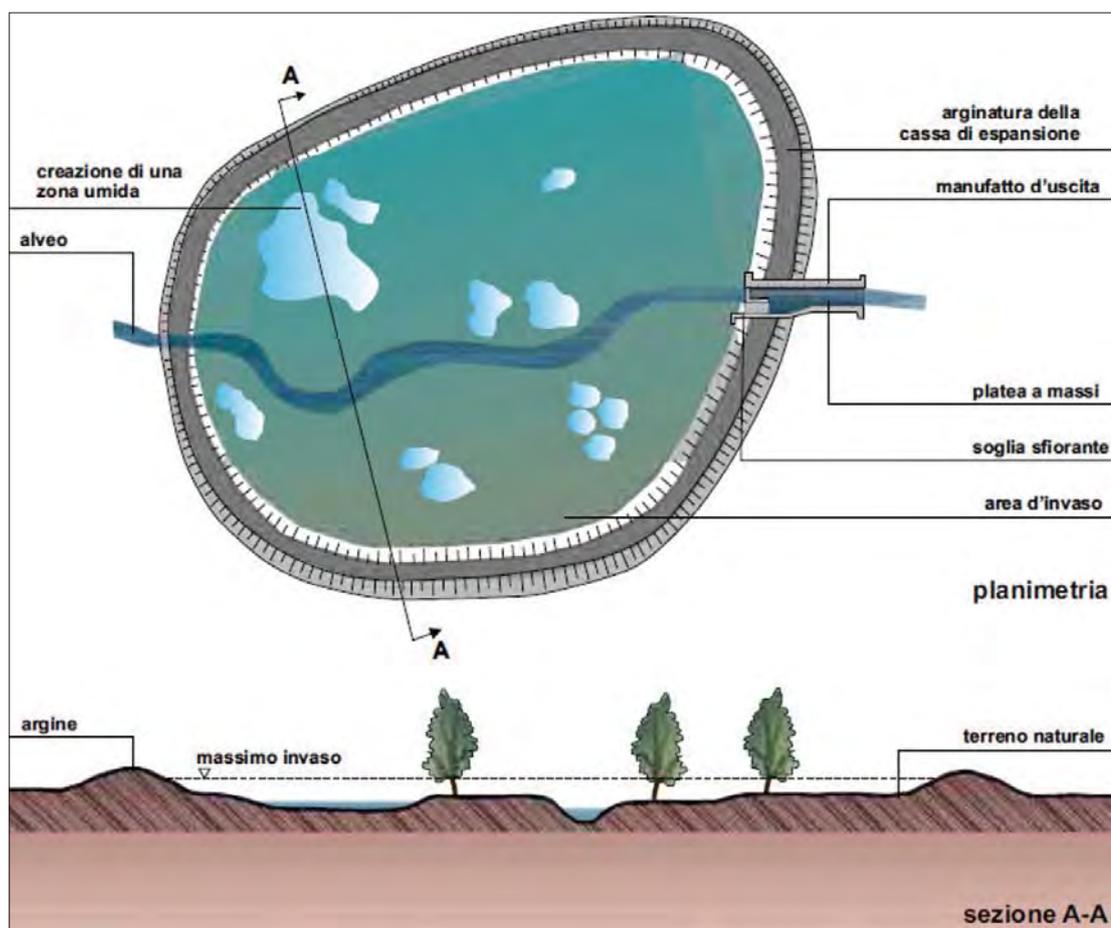


Figura 7 – Cassa di espansione in linea. Un opportuno modellamento della cassa consente di favorire il ristagno dell'acqua creando una zona umida che diventa un'occasione interessante di valorizzazione ambientale di questo dispositivo di moderazione delle piene. La cassa è dotata di un manufatto di uscita dotato di soglia sfiorante che restituisce l'acqua a valle dissipandone l'energia per mezzo di una platea di massi (APAT, 2004).

Il D.Lgs 152/2006 stabilisce quindi che, per ciascun distretto, sia adottato un *Piano di Gestione* come articolazione interna del Piano di Bacino distrettuale che, a sua volta, costituisce "lo strumento conoscitivo, normativo, e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo e alla corretta utilizzazione delle acque, sulla base delle caratteristiche fisiche e ambientali del territorio interessato" (definizione ripresa dalla L. 183/89 per il *Piano di Bacino*).

Anche se con il D.Lgs 152/2006 sono state abolite le Autorità di bacino nazionali e interregionali; nelle more dell'istituzione delle Autorità di Distretto, sono rimaste ancora operative le Autorità di bacino ai sensi della L. 183/89. I Piani di Bacino e, ora, i Piani di



Figura 8 – La rotta dell'argine del Fiume Serchio in occasione dell'evento alluvionale del dicembre 2009.



a)

**Arpa** **BOLLETTINO** **ALLERTA METEOROLOGICA**

Regione Piemonte  
Servizio Protezione Civile

| BOLLETT. N° | DATA EMISSIONE       | VALIDITÀ | AGGIORNAMENTO        | SERVIZIO A CURA DI     | AMBITO TERRITORIALE |
|-------------|----------------------|----------|----------------------|------------------------|---------------------|
| 340/2011    | 06/12/2011 ore 13:00 | 36 ore   | 07/12/2011 ore 13:00 | Arpa Centro Funzionale | Regione Piemonte    |

| Zone di Allerta      | VIGILANZA METEOROLOGICA |              | RISCHIO IDROGEOLOGICO ED IDRAULICO / NEVICATE |                        |
|----------------------|-------------------------|--------------|---|------------------------|
|                      | Prossime 36 ore         | Oltre 36 ore | Prossime 36 ore                               | Effetti sul territorio |
| Livelli di criticità | Fenomeni rilevanti      | Quota neve   | Livello di criticità                          | Tipo di criticità      |
| A                    | AVVISO METEO            | Vento        | 1000 - 1500                                   | -                      |
| B                    | AVVISO METEO            | Vento        | 1100 - 1500                                   | -                      |
| C                    | AVVISO METEO            | Vento        | 1200 - 1500                                   | -                      |
| D                    | AVVISO METEO            | Vento        | 1300 - 1500                                   | -                      |
| E                    | SITUAZIONE ORDINARIA    | -            | 1900 - 2100                                   | -                      |
| F                    | SITUAZIONE ORDINARIA    | -            | -   | -                      |
| G                    | SITUAZIONE ORDINARIA    | -            | -   | -                      |
| H                    | SITUAZIONE ORDINARIA    | -            | -   | -                      |
| I                    | SITUAZIONE ORDINARIA    | -            | -   | -                      |
| L                    | SITUAZIONE ORDINARIA    | -            | -   | -                      |
| M                    | SITUAZIONE ORDINARIA    | -            | -   | -                      |

**NOTA:**

| LEGENDA delle Zone di Allerta  | LEGENDA dei simboli  |
|--|--|
| A: Toce (NO-UB)<br>B: Chiusella, Cervo, Val Sesia (BI-NO-TO-VC)<br>C: Valli Orco, Lanzo, Sangone (TO)<br>D: Valli Susa, Chisone, Pellice, Po (CN-TO)<br>E: Valli Varaita, Maica, Stura di Cuneo (CN)<br>F: Valle Tanaro (CN)<br>G: Beiro, Bormida (AL-AT-CN)<br>H: Somasca (AL)<br>I: Pianura Settentrionale (AL-AT-BI-NO-TO-VC)<br>L: Pianura Torinese, Cuneo (AL-AT-CN-TO)<br>M: Pianura Cuneese (CN-TO) | Nessuna icona: assenza di fenomeni significativi<br>Icona grigia: fenomeno non rilevante<br>Icona nera: fenomeno rilevante - <b>AVVISO METEO</b><br>Pioggia<br>Temporale<br>Nevicate<br>Anomalia di Freddo<br>Anomalia di Caldo<br>Vento |

Attenzione: per una corretta interpretazione ed approfondimenti consultare sempre il disguidone Situazione: <http://www.supplemento.alerta.net> - <http://www.arpa.piemonte.it>

b)

Figura 9 – a) Centro Funzionale per la Previsione ed il Monitoraggio Ambientale dell'Arpa Piemonte; b) bollettino di allerta (6 dicembre 2011): documento previsionale emesso dal Centro Funzionale del Piemonte tutti i giorni entro le ore 13 con validità 36 ore, rivolto al sistema di Protezione Civile. Il bollettino contiene una previsione dei fenomeni meteorologici e degli effetti al suolo attesi per il rischio geoidrologico ed idraulico, differenziati per zone di allerta. Le condizioni meteorologiche avverse vengono segnalate all'interno del bollettino tramite un avviso di avverse condizioni meteorologiche, chiamato per brevità avviso meteo, mentre le condizioni di criticità idrogeologica ed idraulica e quelle relative alle nevicate sono segnalate all'interno del bollettino con tre livelli: uno di ordinaria criticità; il secondo di moderata criticità ed il terzo di elevata criticità associati all'avviso meteo del rispettivo fenomeno (Rif. Web n. 5).

volti a proteggere i beni esposti rendendoli meno vulnerabili e riducendo in questo modo il rischio. Tra le opere di difesa dalle alluvioni ricordiamo gli argini artificiali in corrispondenza dei beni esposti, accoppiati a interventi a monte: briglie, soglie, dighe, casse di espansione (Fig. 7), canali scolmatori.

Bisogna tenere sempre presente che gli interventi sono essenzialmente rivolti a mitigare il rischio geoidrologico, abbassando la vulnerabilità dei beni esposti in una zona pericolosa, ma che la zona *rimane pericolosa*. Emblematico è ad esempio il caso in cui un argine fluviale, eretto a difesa di alcuni beni, cede improvvisamente: le zone limitrofe (pericolose) vedono improvvisamente venir meno la difesa, rendendo i beni esposti nuovamente vulnerabili al dissesto (Fig. 8).

## LA PREVISIONE DEL DISSESTO IDROGEOLOGICO

La *previsione* si attua tramite dei Centri funzionali a livello locale (ne esistono in quasi tutte le regioni) o a livello centrale: mediante le previsioni meteorologiche, si emettono bollettini di allerta. In caso di evento pluviometrico grave, le reti di monitoraggio in tempo reale di pluviografi e idrografi segnalano i possibili superamenti di soglie di pioggia e di livello idrico nei corsi d'acqua, i bollettini inviati al sistema di Protezione Civile si fanno più frequenti e la Protezione Civile dovrebbe agire in

modo preventivo per agevolare l'evacuazione temporanea di zone a rischio moderato (Fig. 9).

I danni e le vittime del dissesto idrogeologico sono causate, salvo rari casi, da una gestione lacunosa o errata del rischio:

- se il dissesto colpisce beni esposti in zone non segnalate come pericolose, la responsabilità è di chi ha realizzato la carta di pericolosità;
- se il dissesto avviene in zone segnalate come pericolose e si contano danni rilevanti e/o vittime, la responsabilità è di chi ha dato il permesso di occupare legalmente tali aree o di chi non ha contrastato l'eventuale abusivismo edilizio.

Tutti i comuni del nostro Paese dovrebbero essere dotati di cartografie di pericolosità geomorfologica e di idoneità all'utilizzazione urbanistica facilmente fruibili dalla popolazione. Infine, i casi di urbanizzazione in zone pericolose precedente l'entrata in vigore delle norme urbanistiche devono essere affrontati, a breve termine, con interventi di mitigazione del rischio (difese, consolidamenti, etc.) e con forme di assicurazione, e, a più lungo termine con piani di trasferimento in zone più sicure.

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

APAT – AGENZIA PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE E PER I SERVIZI TECNICI (2004), *Atlante delle opere di sistemazione fluviale*. Manuali e linee guida, 27/2003, Roma Giugno 2004, 172 pp.

AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME Po (2009), *Il territorio del fiume Po. L'evoluzione della pianificazione lo stato delle risorse e gli scenari di riferimento*, ISBN 978-88-8103-769-8, Edizioni Diabasis, Reggio Emilia.

COMUNITÀ EUROPEA (2000), *Direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23.10.2000, che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque*. Gazzetta ufficiale delle Comunità europee, 22.12.2000.

GISOTTI G., BENEDINI M. (2000), *Il dissesto idrogeologico. Previsione, prevenzione e mitigazione del rischio*. Carocci editore, 595 pp.

REPUBBLICA ITALIANA (1989), *Legge 18 maggio 1989, n. 183 "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo"*. Gazzetta Ufficiale n. 120 del 25 maggio 1989, Suppl. Ordinario n. 38.

REPUBBLICA ITALIANA (2006), *Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale"*. Gazzetta Ufficiale n. 88 del 14 aprile 2006, Suppl. Ordinario n. 96.

## RIFERIMENTI WEB

- RIF. WEB N. 1: <http://maps.google.it/maps?hl=it&tab=wl>  
 RIF. WEB N. 2: <http://www.Arpa.Gov.It>  
 RIF. WEB N. 3: [http://www.Direttivaacque.Mi-nambiente.it/recepimento\\_mappa.Html](http://www.Direttivaacque.Mi-nambiente.it/recepimento_mappa.Html)  
 RIF. WEB N. 4: [http://www.Comune.Torino.it/geoportale/prg/a03\\_5000.Htm](http://www.Comune.Torino.it/geoportale/prg/a03_5000.Htm)  
 RIF. WEB N. 5: <http://www.Arpa.Piemonte.It>

# Cumulo nubi e disastri alluvionali

FRANCO ORTOLANI  
Ordinario di Geologia, direttore del Dipartimento di Pianificazione e Scienza del Territorio,  
Università di Napoli Federico II  
fortolan@unina.it

SILVANA PAGLIUCA  
CNR-ISAFOM, Ercolano  
silvana.pagliuca@cnr.it

## PREMESSA

**N**egli ultimi tre anni si sono verificati significativi disastri idrogeologici, con circa 40 vittime, dal sud al nord dell'Italia su territori costieri e interni attraversati da cumulo nubi nel periodo compreso tra settembre e novembre. Il primo ottobre 2009 la parte meridionale del messinese ionico è stata devastata da intense precipitazioni piovose (oltre 200 mm in alcune ore che si sono riversati sulla superficie del suolo sulla quale nel mese precedente erano già precipitate alcune centinaia di mm di pioggia) che hanno seminato danni e vittime in particolare a Scaletta Zanclea e a Giampileri Superiore. Il 9 settembre 2010 un evento di circa 150 mm di pioggia in meno di due ore ha originato un potente flusso di acqua fangosa che ha spazzato l'unica strada alveo di Atrani causando una vittima. Il 25 ottobre e il 4 novembre 2011 due eventi eccezionali con oltre 400 mm in alcune ore hanno interessato le Cinque Terre e la Lunigiana (il primo) e la città di Genova (il secondo) causando una decina di vittime.

Il disastro verificatosi nelle Cinque Terre ha suscitato meraviglia in quanto i centri abitati di Monterosso, Vernazza, Corniglia, Manarola e Riomaggiore, sono stati riconosciuti dall'UNESCO, nel 1997, Patrimonio Mondiale dell'Umanità (582 siti in tutto il mondo) con la seguente motivazione: "La regione costiera ligure nella zona delle Cinque Terre costituisce un patrimonio di alto valore paesaggistico e culturale". Oggi, le Cinque Terre sono un Parco Nazionale, nonché Area Marina Protetta. Le Cinque Terre sono descritte come "un fondersi insieme di cultura, storia e fatiche immense spese nel corso dei secoli dai suoi abitanti per modellare un territorio ostile costruendo migliaia di chilometri di muretti a secco sulle colline impervie. Sono un luogo in cui natura e uomo in completa armonia hanno costruito un paesaggio unico, oggi patrimonio di tutti. Migliaia di chilometri di muretti a secco coltivati a vite e ulivo; paesi di origine medioevale e beni culturali di grande pregio; scarsa espansione edilizia e pochi tracciati viari: sono le peculiarità delle Cinque Terre, che sono riuscite a mantenere nel tempo valori naturali e ambientali incomparabili e di straordinaria

bellezza. È stato proprio l'uomo, attraverso mille anni di lavoro, a creare questo paesaggio unico, fatto di terrazzamenti sui fianchi scoscesi dei monti, che a volte arrivano a picco a quasi toccare il mare. E allora come mai si è verificato il disastro idrogeologico del 25 ottobre scorso che ha interessato rovinosamente un'area di circa 10 km di larghezza per circa 40 km di lunghezza dalla costa tirrenica fino allo spartiacque appenninico? Si dice che la sicurezza ambientale delle Cinque Terre sia stata garantita nei decenni passati dall'isolamento, dalla conoscenza naturalistica del territorio e dal duro lavoro basato sul genio ingegneristico contadino. Fino a che non si fecero gli alvei-strada! Escluso l'abitato di Corniglia, ubicato su un promontorio, le altre cittadine costiere si sono sviluppate nella parte terminale di strette valli torrentizie fin sulla spiaggia. Fino al secolo scorso, finché

ha prevalso il genio ingegneristico contadino, gli abitati erano separati dagli alvei torrentizi sviluppandosi in destra e sinistra orografica. Poi... è arrivata la "modernità", l'epoca delle comodità, dello sviluppo economico, purtroppo non ecocompatibile! Ingegneri non contadini hanno pensato bene di coprire gli alvei torrentizi per ricavare, al di sopra, una comoda strada di penetrazione. Spesso l'unica strada dell'abitato. Grazie a questi interventi pubblici realizzati da ingegneri non contadini e approvati da funzionari, sempre non contadini, sono state create le premesse per il disastro del 25 ottobre scorso. Certamente la pioggia caduta è stata tanta, troppa per poter essere assorbita dal terreno e smaltita dagli alvei coperti. I contadini sanno bene che quando si verificano eventi piovosi eccezionali si innescano fenomeni che, probabilmente, non erano stati valutati dai progettisti e da



Figura 1 – Individuazione, in base ai dati finora disponibili, delle aree che sono prevalentemente interessate dall'attraversamento dei cumulo nubi.

coloro che a suo tempo hanno approvato il ricoprimento degli alvei. Si innescano fenomeni erosivi diffusi e conseguenti frane che coinvolgono enormi volumi di terreno e di substrato alterato sradicando anche gli alberi d'alto fusto che insieme con detriti vari e massi si trasformano in pochi minuti in flussi fangoso-detritici e colate detritiche velocissime (da 30 a 60 km/h in relazione alla morfologia della valle e degli alvei strada) che percorrono gli alvei con portate di piena impressionanti che possono raggiungere alcune centinaia di metri cubi al secondo in bacini imbriferi di limitata estensione come quelli che caratterizzano le Cinque Terre. Immacabilmente i flussi veloci colmano la parte coperta dell'alveo, ostruendola in parte con tronchi e detriti, per cui le strade sovrastanti si trasformano improvvisamente in torrenti impetuosi che travolgono autovetture e tutto quello che si trova lungo la loro strada.

Fenomeni catastrofici simili si sono verificati recentemente a Casamicciola Terme il 10 novembre 2009, ad Atrani in Penisola Amalfitana il 9 settembre 2010, a mili San Pietro (Messina) l'1 marzo 2011 e, probabilmente, anche a Pollena Trocchia il 21 ottobre c.a., a Genova il 4 novembre 2011. Già dallo scorso anno lanciammo l'allarme "Alvei Strada" evidenziando che essi sono stati realizzati in tutta la nostra nazione e che non si ha un loro censimento né si conosce quanti cittadini si trovino in situazioni di rischio reale.

Ovunque vi sia un alveo-strada vi è una spada di Damocle sospesa sull'incolumità dei cittadini! Gli eventi del 25 ottobre e 4 novembre scorsi hanno evidenziato che i corsi d'acqua (alvei-strada e fiumi) necessitano di sezioni fluviali di gran lunga superiori a quelle che l'ingegnere non contadino gli ha forzatamente imposto per creare i presupposti di una antropizzazione e urbanizzazione rispettosa solo delle leggi fatte dall'uomo ma non di quelle della natura!

Le aree che recentemente e in base ai dati geoarcheologici del periodo storico sono prevalentemente interessate dall'attraversamento dei cumulo nubi sono schematicamente rappresentate nella Fig. 1.

Attualmente i sistemi di protezione dei cittadini non comprendono la difesa dai micidiali cumulo nubi che possono originare piogge tali da inondare la superficie del suolo con varie centinaia di millimetri in poche ore.

Dopo il disastro idrogeologico del 1 ottobre 2009 del messinese è stata portata avanti una ricerca multidisciplinare presso il Dipartimento di Pianificazione e Scienza del territorio dell'Università Federico II di Napoli basata su metodi di vera e propria investigazione geoambientale tesa a valutare gli impatti sul territorio naturale, antropizzato ed urbanizzato degli eventi piovosi eccezio-

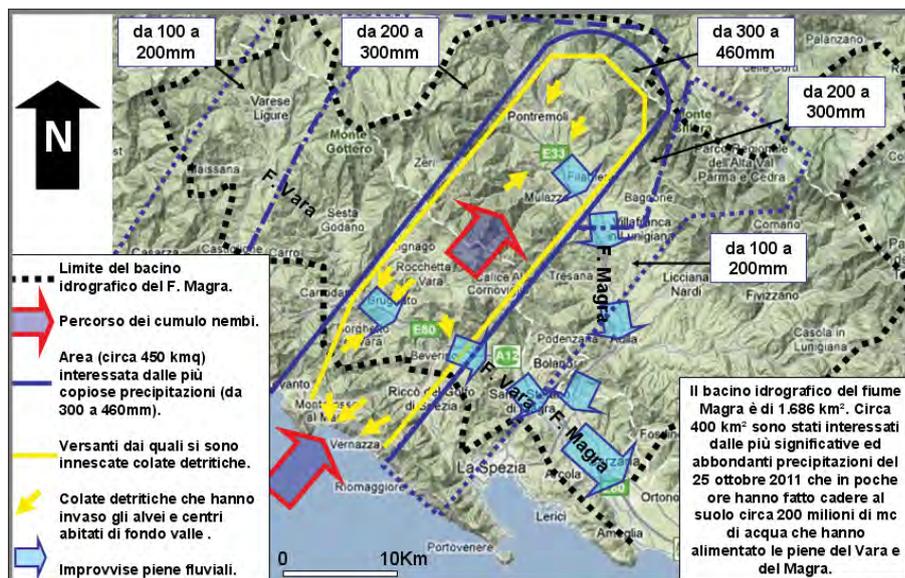


Figura 2 – Ricostruzione schematica dei principali effetti al suolo dell'evento idrologico del 25 ottobre 2011.



Figura 3 – Ricostruzione schematica dei principali effetti al suolo lungo la fascia percorsa dai cumulo nubi più significativi dal punto di vista delle precipitazioni piovose del 25 ottobre 2011.

nali causati dal transito di cumulo nubi e ad individuare linee di difesa dei cittadini.

La presente nota è stata elaborata con i dati finora acquisiti con le ricerche dirette effettuate dopo i disastri idrogeologici degli ultimi anni verificatisi nel messinese, in Campania, Liguria e Toscana e con i dati già pubblicati da numerosi ricercatori.

**TANTA PIOGGIA+ALVEI TRASFORMATI IN STRADE= DISASTRI INEVITABILI**

I disastri idrogeologici degli ultimi anni hanno una costante ambientale: transito di cumulo nubi e conseguenti piogge eccezionali, aree urbane allo sbocco di alvei torrentizi che drenano bacini imbriferi di limitate dimensioni (da alcune centinaia ad alcune migliaia di ettari), alvei trasformati in strade nei centri abitati.

Particolare attenzione è stata riposta nell'usare i dati ambientali disponibili sui luoghi devastati al fine di ricostruire: -la potenza dei flussi fangosi, fangoso-detritici e delle colate detritiche; -il ruolo degli incendi verificatisi lungo i versanti interessati da

piogge eccezionali; -l'impatto delle piogge sui versanti antropizzati e non; -il tempo intercorso tra l'inizio dell'evento piovoso eccezionale e il primo sopraggiungere dei flussi nell'area abitata; -il tipo di curva pluviometrica registrata; -la dimensione dell'area interessata dai singoli eventi eccezionali.

**ALLUVIONE NELLE CINQUE TERRE-LUNIGIANA**

L'evento del 25 ottobre 2011 che ha devastato le Cinque Terre e parte dei bacini medio alti e i fondo valle del Vara-Magra tra la Liguria meridionale e la Lunigiana in Toscana (Figg. 2 e 3) rappresenta una drammatica sperimentazione della natura, causata dal transito di cumulo nubi, che deve essere utilizzata per coglierne tutti i più significativi aspetti che riguardano le caratteristiche meteorologiche, quelle idrologiche e geoambientali, al fine di individuare linee di difesa, più efficaci di quelle attuali, dell'ambiente naturale, antropizzato e urbanizzato e soprattutto dell'incolumità dei cittadini.

## DAL FENOMENO PIOVOSO AL DISASTRO DEL 25 OTTOBRE

I dati disponibili evidenziano che le previsioni meteo diffuse molte ore prima avevano previsto che stava per sopraggiungere una importante perturbazione e hanno fornito indicazioni circa l'individuazione della fascia che sarebbe stata interessata compresa tra la Liguria meridionale e la Toscana settentrionale.

I flussi idrici e fangosi nella zona di Vernazza hanno iniziato ad interessare l'abitato tra le 14,00 e le 14,30 (dopo circa 5 ore che erano iniziate le piogge eccezionali) aggravandosi rapidamente con portate massime di centinaia di mc/sec trasformandosi in veloci flussi detritici.

Questi potenti flussi hanno trascinato decine di autoveicoli trasportandoli verso valle o

abitate devastate dalle colate detritiche sia stata colta impreparata.

Questo dato è sorprendente poiché prima del sopraggiungere delle veloci colate detritiche vi sono state molte decine di minuti e ore caratterizzate da pioggia eccezionale.

Sembra quasi che l'evento, a livello locale, non sia stato percepito come un fatto eccezionale tale da causare distruzioni.

Nell'area devastata tra Liguria e Toscana vi erano molti pluviometri funzionanti che stavano registrando l'evento piovoso eccezionale: sembra che tra gli addetti alla protezione civile nessuno sia stato in grado di comprendere l'eccezionalità del fenomeno e che non vi fosse un piano di protezione civile già sperimentato in precedenza in grado di lanciare l'allarme a tutta la fascia di territorio interessata dal fenomeno idrologico, ben individuata dai pluviometri già dopo qualche decina di minuti.

Desto sorpresa anche il fatto che non sia stata allarmata la zona lungo il fondo valle del Vara e del Magra che inevitabilmente sarebbe stata interessata dall'afflusso tumultuoso e abbastanza veloce dell'enorme quantità d'acqua che stava precipitando nelle zone medio alte dei bacini imbriferi interessate dal percorso dei cumulo nubi.

La stazione idrometrica di Fornola, ubicata poco a valle dell'immissione del F. Vara nel F. Magra, ha registrato l'andamento delle portate; il massimo livello idrometrico del Magra (+7m, mai raggiunto finora) è stato misurato circa 2 ore e mezza dopo il culmine dell'evento piovoso nel bacino del Vara (Fig. 4.)

Tra la fascia più piovosa del Vara e Fornola vi sono circa 20 Km; ve ne sono circa 30 km tra la stazione idrometrica e la fascia della valle del Magra nella quale si trova Pontremoli caratterizzata da oltre 300 mm di precipitazioni nelle 6 ore durante le quali l'evento ha raggiunto la massima intensità.

Sembra che molte zone a valle della fascia più interessata dalle piogge eccezionali siano state raggiunte dall'onda di piena, nel fondo valle del Vara e del Magra, dopo molte decine di minuti e dopo qualche ora cogliendo impreparate istituzioni e popolazione.

### IMPATTI AMBIENTALI DELL'EVENTO IDROGEOLOGICO

In questa nota si focalizzano le problematiche geoambientali e le linee d'intervento per il miglioramento della difesa dell'ambiente naturale e antropizzato delle aree costiere delle Cinque Terre che hanno caratteristiche morfologiche e urbanistiche simili a quelle della penisola amalfitana e del messinese ionico.

Si tratta di territori costieri soggetti all'attraversamento da parte dei cumuli nubi come accaduto il 1 ottobre 2009 nel messinese e il 9 settembre 2010 ad Atrani.

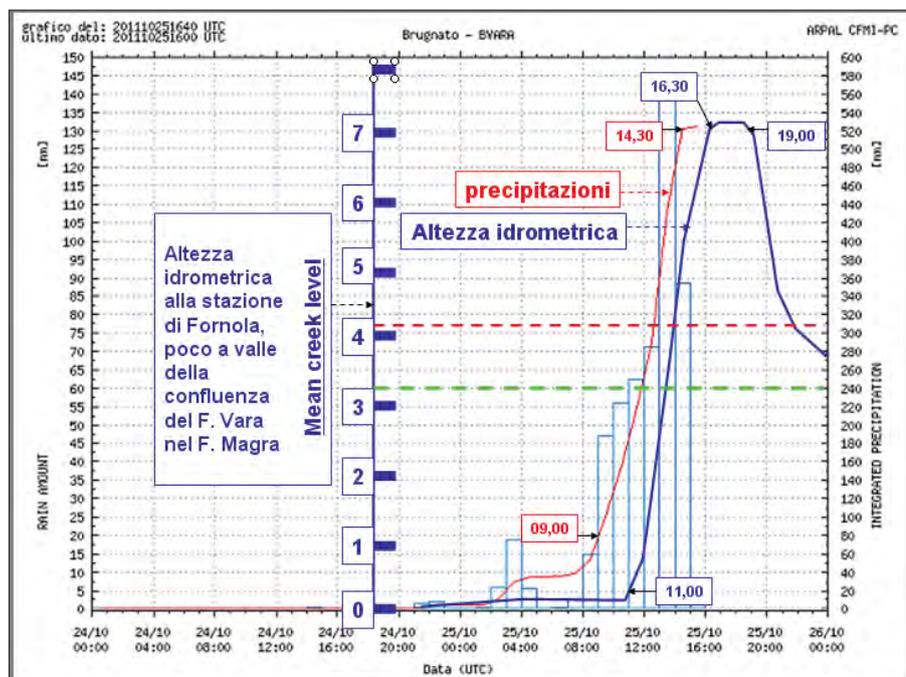


Figura 4 – Correlazione tra la registrazione delle precipitazioni del 25 ottobre 2011 a Brugnato nella media valle del Fiume Vara (linea sottile rossa) e le altezze idrometriche registrate circa 20 chilometri a valle nella stazione di Fornola.

Come previsto, la mattina del giorno 25 ottobre tra le ore 9,00 e le 10,00 è iniziata una pioggia eccezionale lungo una fascia perpendicolare alla costa, larga circa 10 km, comprendente parte delle Cinque Terre e delle medio alte valli del Fiume Vara e del Fiume Magra.

Le precipitazioni eccezionali sono state quelle tipicamente connesse al transito di cumulo nubi e sono perdurate con la massima intensità per circa 6 ore inondando la superficie del suolo lungo una fascia, ampia mediamente circa 10 km, con un volume d'acqua stimato di circa 200 milioni di metri cubi; lateralmente a tale fascia le piogge sono state progressivamente inferiori.

La quantità d'acqua precipitata con picchi superiori a 100 mm/ora ha causato un vero e proprio disastro idrogeologico nella fascia attraversata dai cumulo nubi.

Le precipitazioni cadute sui versanti ripidi costituiti da un substrato con una copertura di terreni alterati non ancorati (come quelli che caratterizzano le Cinque Terre) hanno dato luogo a ruscellamento con conseguente fenomeni erosivi accentuati e diffusi e hanno innescato colate detritiche che molto velocemente si sono accumulate negli alvei o sono defluite verso valle ingrossandosi con i detriti presenti in alveo e con i detriti di frane precedenti.

negli alvei coperti (come accaduto a Vernazza). Raggiunta la parte terminale dell'alveo, al diminuire dell'inclinazione, i flussi detritici hanno depositato gran parte dei sedimenti e tronchi d'albero trasportati causando l'intasamento degli alvei e le varie opere idrauliche con conseguente aggradazione istantanea dell'alveo stesso. I flussi detritici e fangoso-detritici successivi, pertanto, hanno dovuto scorrere lungo le strade realizzate al di sopra degli alvei coperti (alvei strada).

Le colate detritiche si sono incanalate raggiungendo velocemente i centri abitati ubicati nel fondo valle dei bacini che drenano i versanti delle Cinque Terre e di quelli che affluiscono nelle valli del Vara e del Magra provocando diffuse distruzioni di manufatti e la perdita della vita di almeno 9 persone (fino al 2 novembre 2011). La portata massima dei flussi detritici comprendenti molti tronchi di alberi d'alto fusto e massi rocciosi è stata eccezionale raggiungendo valori di diverse centinaia di mc/sec per cui hanno messo fuori uso le opere idrauliche preesistenti incapaci di smaltire flussi tanto potenti.

Conseguentemente hanno invaso le aree urbane seminando distruzione e, purtroppo, vittime. In base alle informazioni disponibili finora, sembra che la maggior parte delle aree

**Assetto ambientale ed urbanistico schematico dei centri abitati costieri delle Cinque Terre devastati dalle colate detritiche del 25 ottobre 2011 (Monterosso e Vernazza) ubicati sul fondo valle attraversati da un alveo strada che rappresenta la via principale sede delle principali attività economiche situate ai piano terra**

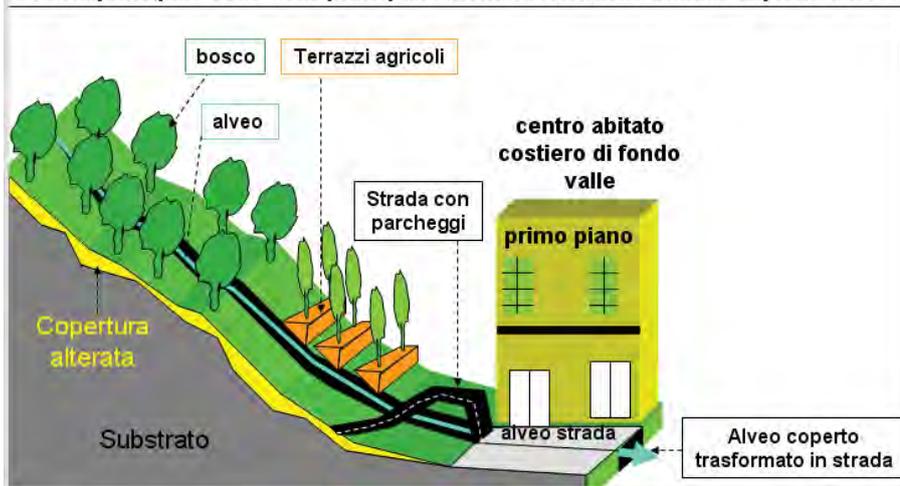
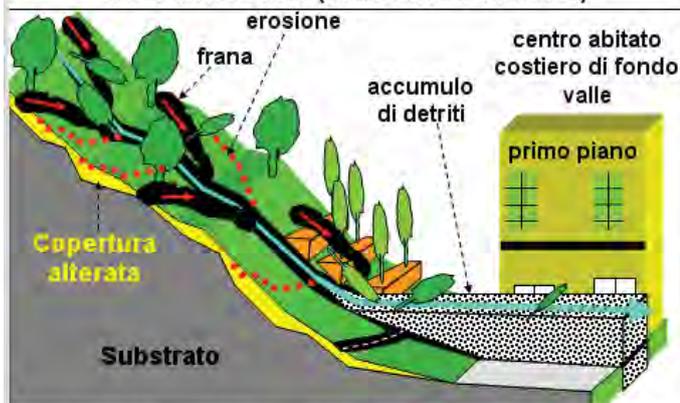


Figura 5 – Schema dell'assetto ambientale ed urbanistico degli abitati costieri delle Cinque Terre.

**Schema dei più disastrosi effetti sull'ambiente e sull'area abitata attraversata dagli alvei strada nei centri abitati costieri delle Cinque Terre devastati dalle colate detritiche del 25 ottobre 2011 (Monterosso e Vernazza)**



Frane che hanno coinvolto prevalentemente la copertura alterata e la vegetazione arborea e diffusa erosione accentuata del suolo e della copertura alterata nelle aree denudate dalle frane. I dissesti hanno alimentato una serie di colate detritiche molto veloci che si sono ingrossate scorrendo incanalate nell'alveo. Nella zona pedemontana, con minore inclinazione, interessata da strade con parcheggi e dall'abitato le colate detritiche hanno depositato ingenti volumi di detriti che hanno completamente riempito l'alveo scorrendo lungo la sovrastante strada accumulandosi su di essa con spessore che ha raggiunto anche alcuni metri.

Figura 6 – Schema dei più significativi effetti al suolo e negli abitati costieri delle Cinque Terre.

Come è noto, in molte aree abitate ubicate in strette valli che si immettono direttamente sulla costa, nello scorso secolo sono state realizzate trasformazioni dell'asta torrentizia che attraversa l'insediamento urbano per favorire la mobilità locale e l'economia turistica. Molti alvei sono stati coperti ricavando una importante strada al di sopra che spesso rappresenta l'unica vera via urbana (Fig. 5).

Molte di queste zone costiere come quelle liguri, quelle della Toscana settentrionale, della Campania, della Calabria ionica e tirrenica e del messinese ionico sono periodicamente interessate dal transito di cumulo nubi prevalentemente nei periodi in cui cambiano le stagioni dal caldo al freddo

(settembre-dicembre) e dal freddo al caldo (marzo-giugno).

Lungo i ripidi versanti montani e collinari compresi tra le Cinque Terre e la Lunigiana le piogge hanno causato (Fig. 6): - numerosi dissesti prevalentemente superficiali che hanno coinvolto il suolo, la copertura vegetale e la porzione alterata del substrato; - dissesti lungo i versanti terrazzati per scopi agricoli; - fenomeni erosivi accentuati e diffusi lungo i versanti con conseguente incanalamento dei flussi fangoso-detritici lungo i sentieri e le mulattiere; - erosione lungo l'alveo prevalentemente ad opera dei veloci flussi detritici (alimentati da numerose frane innescatesi lungo i ripidi versanti) che

si sono incanalati inglobando detriti ed alberi d'alto fusto; - erosione accelerata e diffusa specialmente nelle parti di versante denudate dalle frane.

Come è noto i cumulo nubi possono causare precipitazioni piovose eccezionali in poche ore rilasciando fino a 150 mm in un'ora che possono causare dissesti idrogeologici in grado di trasformarsi in vere e proprie catastrofi qualora l'evento interessi aree urbane.

Come accaduto nei territori sopra citati (Fig. 7).

L'acqua alimentata dai cumuli nubi a partire dalle ore 9,00 circa ha imbibito il suolo e la copertura alterata fino ad innescare un diffuso ruscellamento superficiale, prima, e a causare l'innescio di diverse frane poi. Il ruscellamento superficiale, come accade di solito, a causa dell'accennata inclinazione dei versanti e della presenza di terreni erodibili, si è trasformato dopo poche decine di metri, in un flusso detritico diffuso defluente

**Alla curva pluviometrica registrata a Sestri Ponente il 4 ottobre 2010 (linea rossa), quando l'area fu attraversata da vari cumulo nubi, sono sovrapponibili (per quantità di pioggia caduta nello stesso tempo) le curve di altri eventi recenti sempre connessi a cumulo nubi**

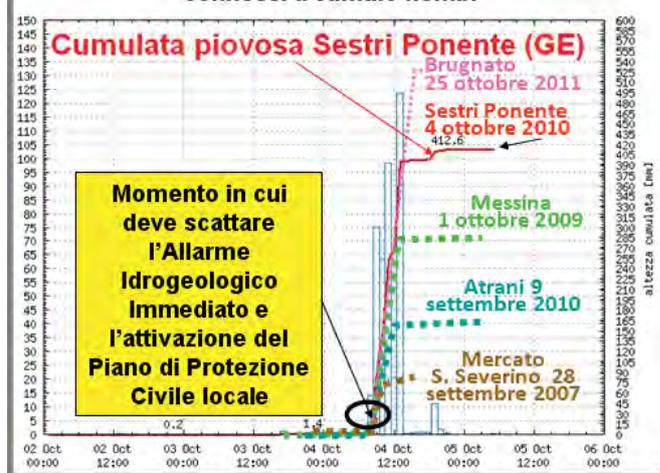


Figura 7 – Caratteristiche curve pluviometriche registrate in aree attraversate da cumulo nubi con individuazione del momento in cui deve essere diramato l'Allarme Idrogeologico Immediato al fine di mettere al sicuro i cittadini.

lungo le pendici fino ad incanalarsi nell'alveo di fondo valle.

Gli apporti detritici derivanti dai diffusi franamenti del suolo e della copertura alterata ha continuamente alimentato l'alveo lungo il quale si sono innescati ripetuti flussi fangoso-detritici che si sono riversati nelle aree abitate dopo alcune ore che erano iniziate le precipitazioni eccezionali.

Ad esempio, nella parte alta dell'abitato di Vernazza i flussi sono stati prima fangosi e poi detritici. Questi ultimi hanno depositato ingenti volumi di detriti lungo l'alveo e la strada principale.

Essi hanno iniziato ad invadere l'alveo strada e le strade nella parte alta dell'abitato

tra le 14,00 e le 14,30 come evidenziato da un video amatoriale (Figg. 8 e 9).

Un problema generale che riguarda i centri abitati ubicati in una stretta valle attraversata da un alveo strada, che è diventata la via principale, è costituito dagli autoveicoli parcheggiati a monte dei centri urbani. Sistematicamente gli autoveicoli vengono trascinati dai flussi detritici verso l'abitato e in parte depositi sulla spiaggia. A Vernazza, qualche video amatoriale evidenzia che numerosi mezzi meccanici (anche un pulmino e camioncini) trascinati dal flusso idrico che in parte aveva invaso le strade sono stati inghiottiti dall'alveo coperto intorno alle ore 14,00; si presume che abbiano contribuito all'intasamento dell'alveo coperto e alla conseguente esondazione lungo la sovrastante strada.

I flussi idrici, fangosi e detritici incanalatisi lungo le strade con portate notevoli (valutate tra 120 e 240 mc/sec a Monterosso) e altezza che ha raggiunto i 2-3 metri al di sopra del piano stradale ha seminato distruzione e danni ai locali ubicati al piano terra invadendoli e accumulando detriti e fango procurando ingenti danni alle attività economiche e alle proprietà pubbliche e private (negozi, uffici postali, banche, chiese ecc.). Purtroppo alcune persone sono decedute, trascinate dai flussi impetuosi.

Sintetizzando gli effetti, l'evento, oltre alle vittime, ha causato: - danni lungo i versanti boscati e terrazzati per scopi agricoli; - danni alle strade a monte dell'abitato; - danni alle opere idrauliche a monte dell'abitato; - danni all'alveo coperto; - danni alle abitazioni e alle attività commerciali situate lungo le strade percorse dai flussi fangosi e detritici; - distruzione e danneggiamento di numerosi autoveicoli e imbarcazioni; - modificazioni morfologiche delle spiagge.

Le successive Figg. da 10 a 16 illustrano alcuni significativi impatti nelle aree urbane causati dall'evento alluvionale.

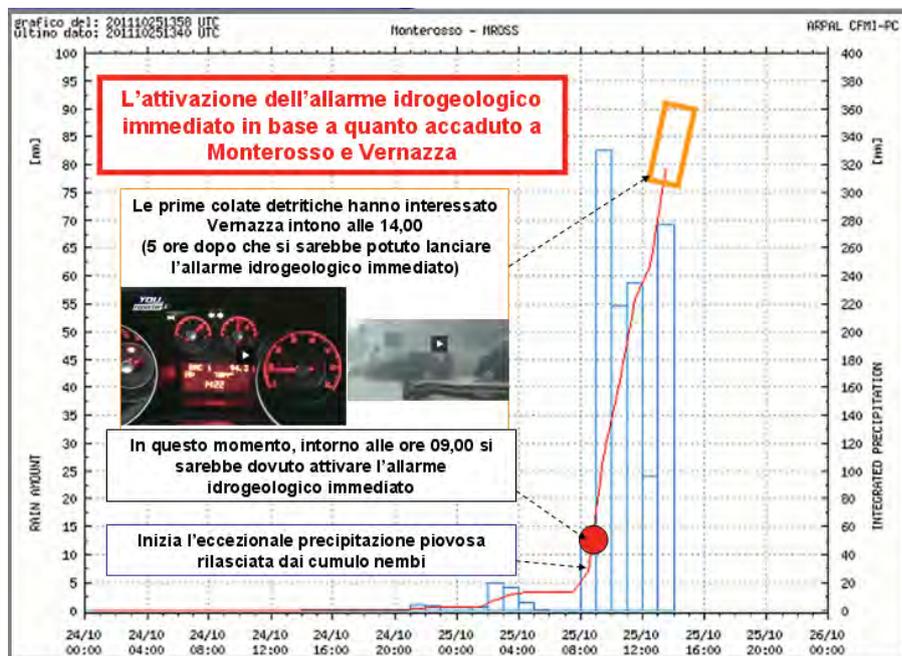


Figura 8 – Ricostruzione degli effetti al suolo più significativi registrati a Monterosso e Vernazza il 25 ottobre 2011 in relazione alla pioggia eccezionale iniziata intorno alle ore 9,00. Il cerchietto rosso individua il momento in cui avrebbe potuto essere diramato l'Allarme Idrogeologico Immediato proposto con la presente nota.

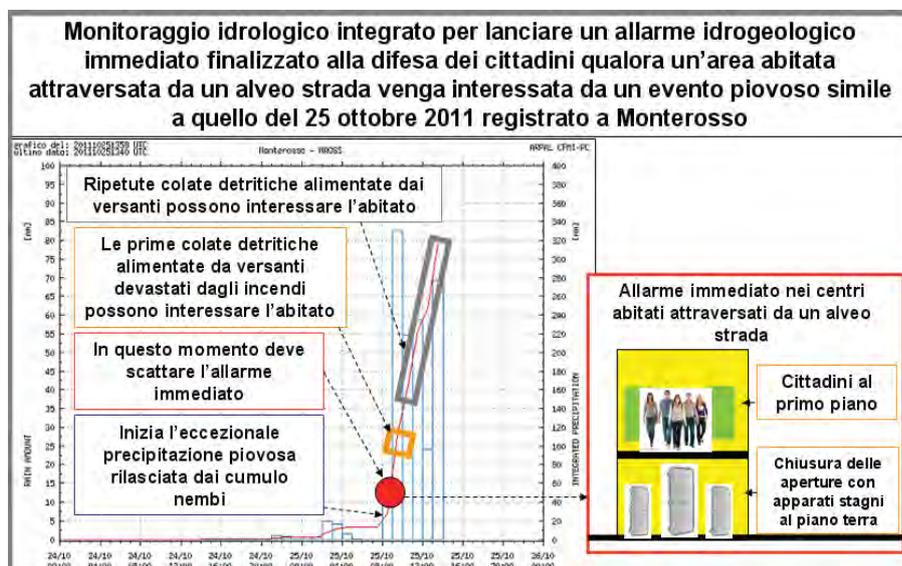


Figura 9 – Schema degli effetti al suolo che si possono verificare quando si verifica un eccezionale evento piovoso come quello che ha interessato Monterosso e Vernazza e individuazione del momento in cui fare scattare l'Allarme Idrogeologico Immediato.



Figura 10 – A destra l'abitato di Monterosso nel 1954-55 quando l'alveo era ancora in gran parte scoperto. Al centro: l'alveo trasformato in alveo-strada (chiamata via Roma) che è stato devastato dal flusso fangoso (immagine a sinistra) che si è riappropriato dell'area di sua competenza (immagini a sinistra tratte dalla rete, Secolo XIX).



Figura 11 – Esempio dei danni causati dai flussi idrici, fangosi e detritici nell'abitato di Monterosso.



Figura 13 – Esempio dei danni causati dai flussi idrici, fangosi e detritici nell'abitato di Vernazza evitabili mediante l'isolamento dei locali al piano terra con porte a chiusura stagna.



Figura 15 – Esempio dell'enorme volume di detriti accumulati nella parte alta di Vernazza che hanno completamente occluso l'alveo ed evidenziazione del problema causato dal trascinarsi di autoveicoli, anche di grandi dimensioni, nell'alveo che poco a valle diventa alveo coperto.



Figura 16 – L'alveo trasformato in strada a Riomaggiore, ubicato poco a sud di Vernazza, non interessato dal transito dei cumulo nubi.



Figura 12 – Esempio dei danni causati dai flussi idrici, fangosi e detritici nell'abitato di Monterosso. L'isolamento dei locali al piano terra con porte a chiusura stagna potrebbe evitare i danni ai manufatti e alle attività economiche.



Figura 14 – In alto a sinistra: l'alveo strada che attraversa l'abitato di Vernazza; in basso a sinistra: l'alveo scoperto a monte dell'abitato. La sezione si è rivelata clamorosamente mal dimensionata ed insufficiente a smaltire il flusso fangoso-detritico che ha invaso la sovrastante strada devastandola (immagini a destra tratte dalla rete, YOU reporter).

#### ALLUVIONE DI GENOVA DEL 4 NOVEMBRE 2011: IL DISASTRO DI VIA FEREGGIANO.

Il giorno 4 novembre 2011 intorno alle ore 09,00, come preannunciato dalle previsioni meteo, la città di Genova ha iniziato ad essere interessata da precipitazioni notevoli che si sono presto trasformate in eccezionali. Precipitazioni tipicamente rilasciate da cumulo nubi che si sono susseguite fino intorno alle ore 14,30 circa. I pluviometri ARPAL e quelli di vari amatori hanno registrato valori di pioggia di oltre 400 mm tra le 9,30 e le 14,30 con picchi nella zona del bacino del Rio Fereggiano.

Intorno alle 13,00 è iniziata l'esondazione del Rio a monte della zona dell'imboccatura nell'alveo strada che è stato realizzato per circa 1500 m fino allo sbocco nel T. Bisagno (Figg. 17 e 18).

In questo periodo l'onda di piena ha invaso la strada laterale e quella sovrastante l'alveo causando alcune vittime.

Nella zona di spartiacque, all'interno del bacino del Rio Fereggiano si trova un'ampia cava, circa 8 ettari, con vasti piazzali sistemati a fossa per il contenimento delle acque di ruscellamento (Fig. 19).

Il bacino idrografico del Rio Fereggiano è limitato a soli 375 ettari circa, più o meno le stesse dimensioni dei bacini idrografici incombenti su Monterosso e Vernazza che hanno causato la devastazione degli abitati lo scorso 25 ottobre in seguito a precipitazioni piovose eccezionali correlabili con quelle di Genova del 4 novembre 2011. Si tratta sempre di eventi piovosi causati dal transito di cumulo nubi (Fig. 20).



Figura 17 – Inquadramento ambientale. Il Rio Fereggiano è un affluente in sinistra idrografica del Torrente Bisagno. Un tratto di circa 1500 m del Rio Fereggiano e il tratto terminale del T. Bisagno sono stati trasformati in strade mediante copertura degli alvei.

Come si può riscontrare nelle *Figg.* 20 e 21, i flussi che hanno invaso Corso Sardegna erano alimentati dall'esondazione del Rio Fereggiano nella zona di Quezzi. Il disastro di Via Fereggiano, pertanto è correlabile con quello accaduto il 25 ottobre 2011 nelle Cinque Terre e non ha niente a che vedere con l'esondazione di un corso d'acqua alimentato da un ampio bacino idrografico come il T. Bisagno (*Fig.* 22).

#### LEZIONI IMPARATE: COME MIGLIORARE LA DIFESA AMBIENTALE MEDIANTE L'ALLARME IDROGEOLOGICO IMMEDIATO

L'attuale organizzazione di protezione civile non funziona in relazione agli eventi idrogeologici catastrofici causati dai cumulo nubi in quanto non garantisce la sicurezza dei cittadini. Si ricorda che la perturbazione che ha interessato le Cinque Terre e la Lunigiana così come quella che ha investito Genova sono state individuate ed è stata delineata, in precedenza, la fascia di territorio

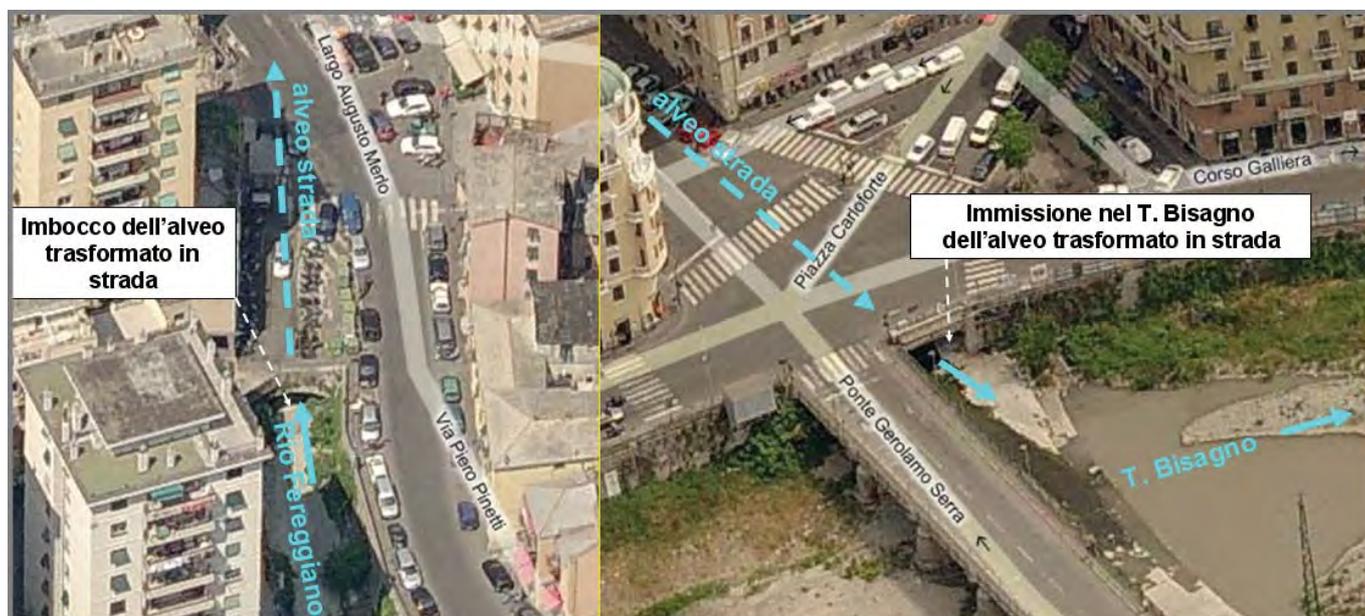


Figura 18 – A sinistra è illustrata l'imboccatura dell'alveo del Rio Fereggiano nell'alveo coperto trasformato in strada. In tale zona è avvenuta l'esondazione. A destra si osserva lo sbocco nell'alveo del T. Bisagno dell'alveo coperto del Rio Fereggiano.



Figura 19 – Nella zona di spartiacque, all'interno del bacino idrografico del Rio Fereggiano, si trova una vasta cava di circa 8 ettari con ampi piazzali sistemati a vasca per la raccolta dell'acqua superficiale.

Figura 20 – Il bacino idrografico del Rio Fereggiano è di circa 375 ettari, dello stesso ordine dei bacini imbriferi incombenti su Monterosso e Vernazza nelle Cinque Terre devastate dall'evento alluvionale del 25 ottobre 2011. Lo spartiacque si trova alla massima altezza variabile da circa 400 a circa 500 m. I versanti sono mediamente inclinati da 30° a 40° e sono costituiti da un substrato lapideo con una copertura di alcuni metri di spessore di alterazione, con suolo e alberi d'alto fusto nei versanti esposti a nord. In località Quezzi l'alveo è stato coperto e trasformato in strada per circa 1500 m fino all'immissione nel T. Bisagno. Il 4 novembre 2011 il bacino è stato interessato da un evento piovoso eccezionale che ha inondato la superficie del suolo con circa 450 mm tra le ore 9,30 e le 14,30 circa. Il pluviometro ARPAL di Vicomarasso ha registrato 181 mm di pioggia in un'ora, record assoluto italiano. Secondo i dati disponibili, intorno alle ore 14 sarebbe iniziata l'esondazione del Rio Fereggiano nella zona dell'imboccatura dell'alveo coperto per cui le strade sovrastanti sono state improvvisamente inondate da flussi fangosi e detritici violenti e veloci che, a valle, si sono incanalati in orso Sardegna riversandosi vero il mare.

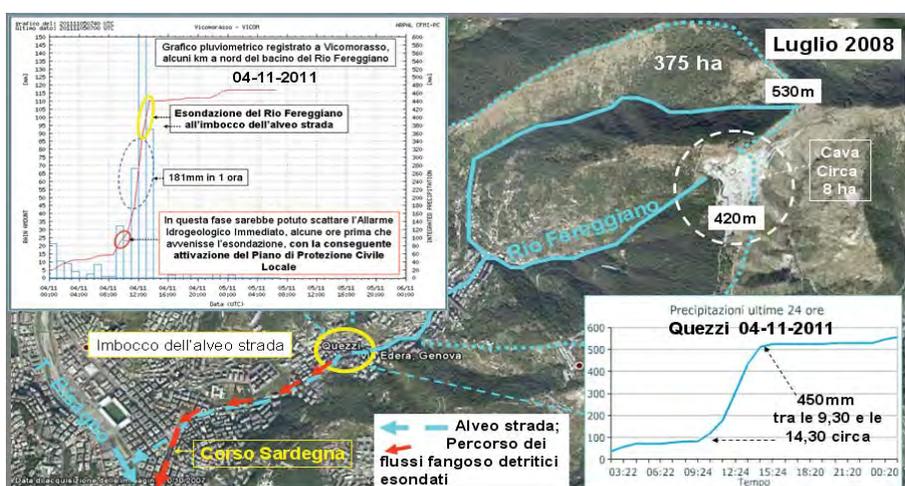


Figura 21 – La foto 1 illustra la via Fereggiano e il contiguo Rio a monte dell'alveo strada prima dell'alluvione. Le foto 2, 3 e 4 evidenziano l'incremento della portata del Rio Fereggiano e la conseguente disastrosa esondazione intorno alle ore 13,00. La piena illustrata è ritratta a monte dell'imboccatura dell'alveo strada ed evidenzia che la portata era già di gran lunga superiore a quella che poteva smaltire l'alveo coperto del Fereggiano più a valle.

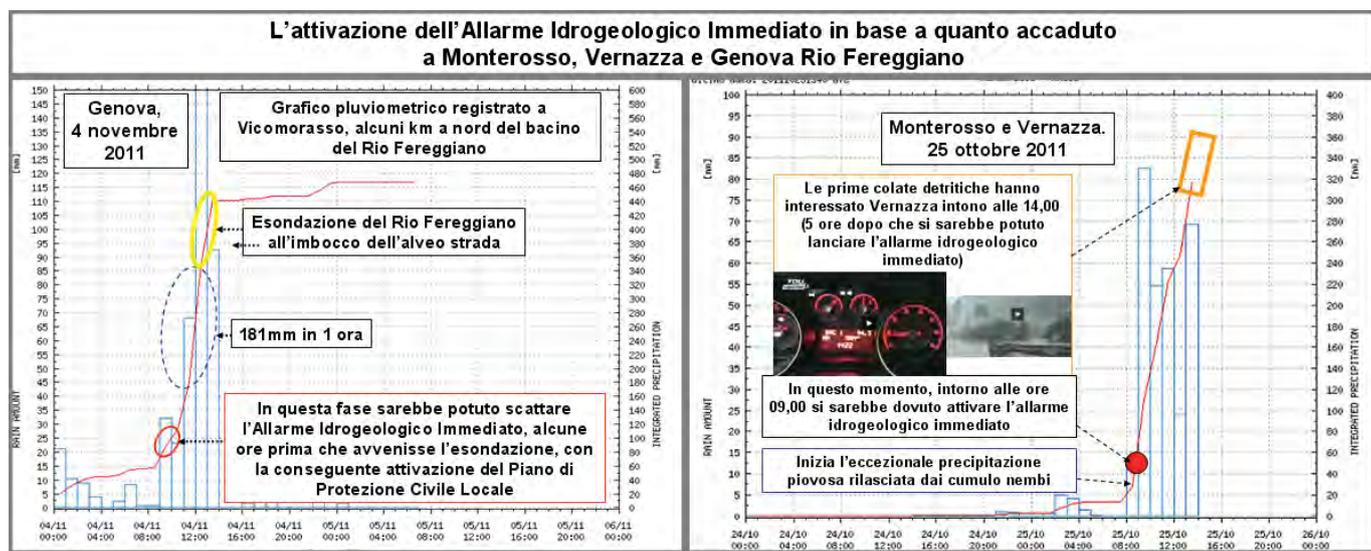


Figura 22 – Alla luce degli ultimi eventi delle Cinque Terre e di Genova si ripropone la necessità di mettere a punto un adeguato sistema di Allarme Idrogeologico Immediato che consenta di attivare i piani di protezione civile locali all'inizio degli eventi piovosi eccezionali causati dal transito di cumulo nubi con varie decine di minuti di anticipo (anche alcune ore) prima che nei piccoli bacini idrografici (come il Rio Fereggiano e quelli a monte di Monterosso e Vernazza) si innescino i potenti e veloci flussi idrici, fangosi e detritici che sistematicamente esondano (anche a causa del notevole trasporto solido e di tronchi d'albero) seminando danni e vittime.

che sarebbe stata interessata. L'allarme meteo sembra che sia servito a mettere al sicuro amministrativamente le Istituzioni superiori che lo hanno diramato, nel senso che con l'allarme è finito il loro compito.

Non è escluso che, in futuro, gli allarmi preventivi siano più frequenti.

Le competenze sono distribuite tra diverse istituzioni che, probabilmente, non dialogano sinergicamente tra di loro. È evidente che occorre un coordinamento stretto tra i soggetti istituzionali preposti alla difesa del territorio e dei cittadini e una sala di regia dove confluiscono i dati meteo ed ambientali in tempo

territorio hanno iniziato a registrare una pioggia eccezionale tipica dei cumulo nubi.

Dopo il disastro del messinese evidenziammo che con l'attuale sistema di monitoraggio delle precipitazioni non si è in grado di capire in tempo reale se un cumulo nubi stia investendo una parte della superficie del suolo. Solo dopo il disastro lo sapremo; troppo tardi. Proprio come è accaduto ad Atrani il 9 settembre 2010. L'intensità della pioggia del cumulo nubi è nettamente superiore a quella delle piogge "normali"; pluviometri e moderni sensori meteo ubicati sul territorio con una maglia stretta e collegati in rete sono in grado di individuare e delimitare in tempo reale l'area investita dai cumulo nubi, dallo scrivente denominati meto-serial-killer (Figg. 20, 22, 23 e 24).

I centri urbani ubicati nelle valli devono avere un piano di protezione civile che consenta l'evacuazione degli alvei strada e la messa in sicurezza dei cittadini in alcune decine di minuti (es. Monterosso, Vernazza) (Figg. 20, 22, 23 e 24).

Dopo qualche decina di minuti di pioggia eccezionale può essere individuata e delimitata l'area interessata da un evento piovoso causato dal transito di cumulo nubi per cui è agevole prevedere dove si incanalerà l'acqua precipitata al suolo in relazione alla morfologia del territorio e dopo quanto tempo l'onda di piena arriverà ad interessare le aree ubicate progressivamente più a valle facendo scattare idonei allarmi nelle aree abitate e nelle zone interessate da infrastrutture e insediamenti produttivi.

In base alle caratteristiche morfologiche e geologiche devono essere costruiti preventivamente scenari di "effetti al suolo" nelle aree dove si possono innescare colate detritiche con il coinvolgimento di alberi d'alto fusto e blocchi lapidei (es. dove i versanti sono inclinati più di 30°) e dove invece vi sarà scorrimento di acqua superficiale e trasporto di sedimenti fini (versanti prevalentemente argillosi inclinati meno di 20° circa).

Un ruolo fondamentale per garantire una adeguata difesa dei cittadini è riservato al sistema di allarme idrogeologico immediato che deve rappresentare una novità assoluta nei sistemi di protezione civile in aree che possono essere interessate da eventi piovosi eccezionali rilasciati dai cumulo nubi.

Dopo pochi minuti che i pluviometri hanno registrato che il bacino è interessato da piogge molto intense (rilasciate inequivocabilmente dai cumulo nubi) deve scattare l'allarme lungo l'alveo strada e le vie laterali che possono essere invase dai flussi idrici, fangosi e detritici che possono sopraggiungere dopo un periodo variabile da circa 15 a circa 30 minuti qualora nei bacini vi siano parti di versanti che sono state devastate dagli incendi oppure

### Monitoraggio ambientale e idrologico integrato e interventi di difesa attiva e passiva finalizzati alla difesa dei cittadini, da eventi idrogeologici catastrofici come quelli del 25 ottobre 2011 nelle Cinque Terre, in un'area abitata attraversata da un alveo strada



Figura 23 – Schema degli interventi di difesa attiva e passiva realizzabili per mitigare gli effetti sull'ambiente naturale e urbanizzato e per garantire la sicurezza dei cittadini.

### Allarme idrogeologico immediato

Quando i pluviometri registrano l'inizio di un evento piovoso simile a quello del 25 ottobre 2011 deve scattare l'allarme idrogeologico immediato. I cittadini devono liberare gli alvei strada e salire nei piani superiori degli edifici o rifugiarsi nelle aree ubicate almeno 5 m più in alto dell'alveo strada secondo il piano di protezione civile locale. Le aperture dei locali al piano terreno vanno chiuse con apparati stagni. La videosorveglianza degli alvei evidenzierà il deflusso e il sopraggiungere di eventuali colate detritiche.



Figura 24 – Schema delle azioni da attuare qualora scatti l'Allarme Idrogeologico Immediato.

Sembra che i livelli locali (comuni, province, regioni) abbiano accolto l'allarme come uno dei tanti e lo abbiano sottovalutato. Forse non erano organizzati per prevedere cosa sarebbe potuto accadere nei piccoli bacini con ripidi versanti (tipo quelli delle Cinque Terre e quelli a monte di gran parte di Genova) e lungo le aste fluviali principali e forse non erano stati messi a punto adeguati piani di protezione civile intercomunali e di bacino.

reale in grado di attivare un **sistema di allarme preventivo** che deve scattare quando è stata individuata la perturbazione e l'area che sarà interessata.

Occorre poi una nuova organizzazione in grado di fare scattare un sistema **di allarme idrogeologico immediato** che deve essere attivato nelle aree urbane e nel territorio interessato da infrastrutture di importanza strategica dopo pochi minuti che i vari pluviometri distribuiti sul

dopo diverse decine di minuti come accaduto a Vernazza (circa 5 ore).

Il piano di protezione civile deve individuare esattamente le aree che possono essere invase dall'acqua, fango e detriti e l'altezza massima inondabile. Quando scatta l'allarme i cittadini si devono portare almeno al primo piano o nelle parti dell'abitato più alte di almeno 5m rispetto alla strada ubicata sull'alveo. Le aperture (porte, finestre) devono essere chiuse con apparati stagni allo scattare dell'allarme.

Lungo il bacino a monte dell'abitato e all'imbocco dell'alveo strada devono essere sistemati congegni per una videosorveglianza e per il controllo meccanico del deflusso in alveo in modo che può essere individuato il sopraggiungere di onde di piena.

### MESSA IN SICUREZZA DEI CITTADINI E MITIGAZIONE DEI DANNI DEI CENTRI ABITATI INTERESSATI DA ALVEI STRADA COME MONTEROSSO E VERNAZZA.

Qualora le caratteristiche morfologiche, geologiche e di urbanizzazione e finanziarie siano favorevoli si può progettare anche un canale adeguato per lo smaltimento delle piene in mare, magari in galleria. Spesso, però tali condizioni fisiche e finanziarie non esistono per cui la nostra proposta consiste in interventi tesi essenzialmente a garantire la sicurezza dei cittadini e a mitigare i danni all'ambiente e nei centri abitati.

I bacini stretti e lunghi di dimensioni simili a quelle a monte di Monterosso e Vernazza (Atrani e altri comuni della costiera amalfitana, Messina), che incombono su aree abitate attraversate da alvei-strada, quando sono interessati da eventi piovosi simili a quelli del 25 ottobre 2011, possono alimentare dapprima flussi idrici e fangosi e poi detritici tali da trasportare nell'area urbana, complessivamente alla fine dell'evento, fino a 50.000 mc circa.

La portata massima che caratterizza questi flussi eccezionali, di solito, non viene smaltita in sicurezza dagli alvei coperti in quanto i loro imbocchi vengono sistematicamente intasati da autoveicoli, tronchi di alberi d'alto fusto e detriti anche di grandi dimensioni. Esempi recenti sono rappresentati dagli eventi catastrofici già citati del messinese, Atrani, Casamicciola.

Una prima mitigazione dell'impatto al suolo degli eventi piovosi eccezionali può essere rappresentata dalla realizzazione di interventi attivi quali le sistemazioni ambientali delle parti sensibili dei versanti come i terrazzamenti agricoli, i sentieri, gli alvei, le zone devastate dagli incendi come si è già iniziato a realizzare nel messinese da parte dell'Azienda Foreste Demaniali sotto la direzione dell'architetto Giuseppe Aveni con il quale abbiamo svolto rilievi e ricerche dopo i catastrofici eventi del 1 ottobre 2009 che devastarono Scaletta Zanclea, Giam-

pilieri e diversi altri nuclei abitati della costa a sud di Messina.

Un problema di strategica importanza è costituito dalla necessità di trattenere l'enorme volume di detriti e tronchi d'albero che viene trasportato verso valle lungo gli alvei causando, spesso, il totale intasamento degli alvei stessi e delle strade nell'area abitata. Lungo le aste torrentizie, a monte dell'abitato, possono essere realizzate adeguate briglie selettive, naturalmente con piste di accesso per la necessaria e periodica rimozione dei detriti, capaci di trattenere ciascuna alcune migliaia di mc di detriti e tronchi d'albero. Ad esempio, in bacini di limitate dimensioni come quelli delle Cinque Terre, dieci-quindici briglie che contengano da 3000 a 5000 mc ciascuna. In tal modo defluirà acqua fangosa con sedimenti fini che possono essere evacuati dagli alvei coperti o lungo le sovrastanti strade. Non bisogna ispirarsi alle dieci briglie realizzate lungo il bacino del torrente Dragone ad Atrani dopo l'evento del 9 settembre 2010 che si sono rivelate insufficienti e mal dimensionate anche per un evento piovoso "normale" verificatosi il 20 ottobre 2011 (per di più non sono state realizzate le piste per procedere alla periodica rimozione dei detriti di diverse briglie): due briglie selettive sono state messe fuori uso mentre due briglie a pettine hanno trattenuto alcune centinaia di mc di detriti e alberi (Fig. 25).

danni ai manufatti e agli esercizi commerciali dell'area urbana. I parcheggi devono essere vietati lungo le strade in prossimità degli alvei e ubicati in posizione sicura rispetto alle inevitabili esondazioni dei flussi.

Altro problema ricorrente da risolvere è costituito dai danni ingenti causati nelle strade cittadine (ad esercizi commerciali, strutture pubbliche e private) dai flussi idrici, fangosi e detritici che attraversano le strade urbane. Ad esempio i flussi che hanno attraversato Monterosso e Vernazza hanno devastato gli immobili penetrando nei locali a piano terra come pure è accaduto ad Atrani (in Penisola Amalfitana), a Mili San Pietro e Mili San Marco (Messina) e a Casamicciola nell'Isola d'Ischia. Per evitare questo effetto, che sistematicamente si verifica, si possono dotare di chiusure stagne, accettabili dal punto di vista estetico, tutte le aperture delle costruzioni a piano terra, in grado di resistere anche all'urto di autovetture trasportate dai flussi, in modo che la strada al di sopra dell'alveo coperto di trasformi in un canale impermeabilizzato e tale da lasciare defluire i flussi.

Il costo delle chiusure stagne potrebbe anche essere in parte sostenuto con un intervento finanziario pubblico.

Un altro problema, ancora, da risolvere è rappresentato dai gravi danni che talvolta i flussi detritici causano ai primi manufatti ubicati nella parte alta degli abitati dove l'al-



Figura 25 – Esempio di briglie mal concepite e realizzate nel bacino del Torrente Dragone a monte di Atrani dopo il disastro idrogeologico del 9 settembre 2010.

Altro problema da risolvere è evitare che gli autoveicoli parcheggiati, di solito, a monte dell'alveo strada vengano trascinati dai flussi e trasportati fino all'imbocco degli alvei coperti e lungo la sovrastante strada causando seri problemi per l'incolumità dei cittadini e

veo si immette nell'area abitata, sono quelli più esposti all'impatto di blocchi rocciosi e di tronchi d'albero che possono sfondare le pareti esterne e provocare una escavazione alla base delle fondazioni. È opportuno rinforzare tutte le strutture (pareti, fondazioni e aper-

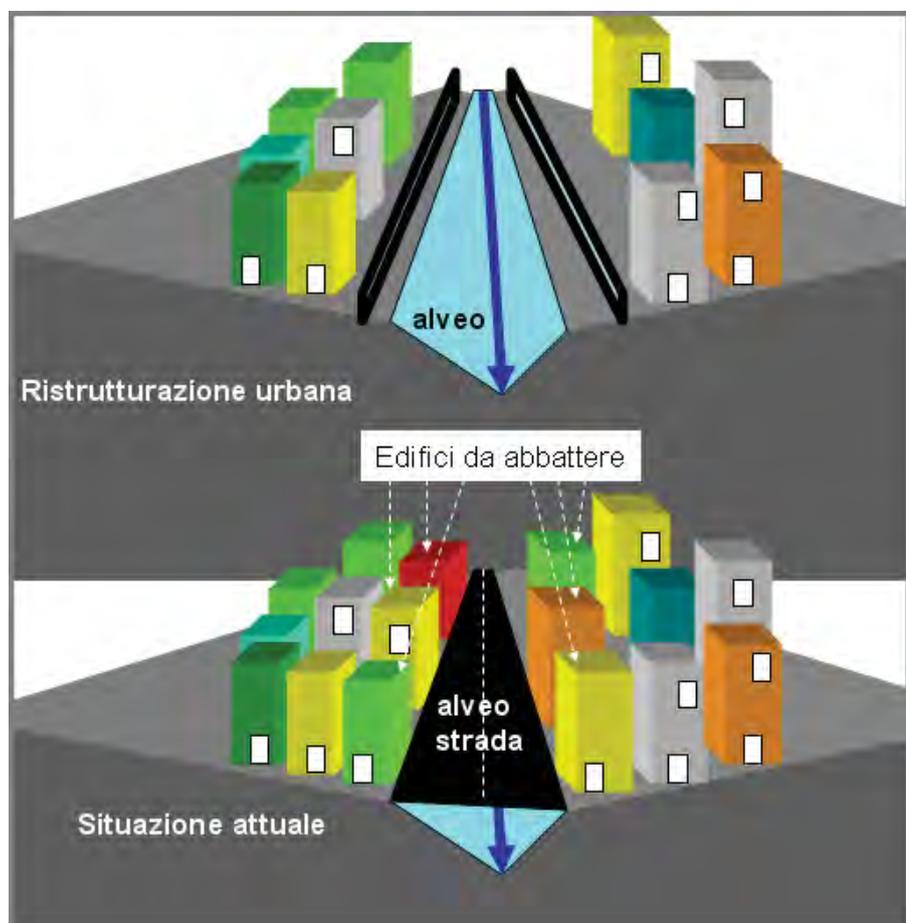


Figura 26 – Schema della ristrutturazione urbanistica necessaria per eliminare l'alveo strada.

ture chiuse da strutture stagne) in modo da reggere all'urto dei corpi trasportati dai flussi.

Le attività sopra proposte sarebbero realizzabili immediatamente a costi contenuti.

Lo smantellamento della copertura degli alvei non risolverebbe i problemi dei danni ai manufatti e alle attività economiche dal momento che gli eventi idrogeologici causati dal transito dei cumulo nubi raggiungono potenze eccezionali.

L'unica soluzione sarebbe l'abbattimento di alcune file di costruzioni confinanti con l'alveo in modo da ripristinare una adeguata sezione torrentizia in grado di smaltire in sicurezza le portate di acqua, fango, detriti e tronchi d'albero che sistematicamente si innescano nelle aree soggette al transito dei cumulo nubi (Fig. 26).

L'evento di Via Fereggiano a Genova si aggiunge a quelli delle Cinque Terre, di Atrani e del Messinese accaduti negli ultimi anni dove il disastro è stato causato da eventi piovosi eccezionali provocati dal transito di cumulo nubi.

Si sottolinea la serietà del problema consistente nel fatto che i disastri si sono verificati allo sbocco di bacini idrografici di limitate dimensioni (da alcune centinaia a circa 2000 ettari) che, finora, erano stati erroneamente ritenuti "incapaci" di alimentare portate di piena di centinaia di mc/secondo non solo di acqua ma prevalentemente di fango e detriti con tronchi d'albero d'alto fusto e massi lapi-

dei di dimensioni notevoli (fino a 25 mc come accaduto il 1 ottobre 2009 a Scaletta Zanclea).

All'inizio del terzo millennio l'uomo tecnologico e realizzatore di diffusi interventi sul territorio, da definire spesso abusivi in relazione alle leggi e necessità degli elementi naturali, deve affrontare questo serio problema: difendere (e come), oppure no, le aree abitate allo sbocco di piccoli bacini in aree periodicamente interessate dal transito dei cumulo nubi che causano eventi piovosi eccezionali con conseguenti disastri idrogeologici che comportano la perdita di vite umane e notevoli danni all'economia locale?

È evidente che occorre una nuova organizzazione in grado di fare scattare un sistema **di allarme idrogeologico immediato** che deve essere attivato nelle aree urbane e nel territorio interessato da infrastrutture di importanza strategica dopo pochi minuti che i vari pluviometri distribuiti sul territorio hanno iniziato a registrare una pioggia eccezionale tipica dei cumulo nubi.

## CONCLUSIONI

È evidente che l'attuale organizzazione pubblica che sovrintende alla sicurezza dei cittadini lascia ancora a desiderare per vari problemi, specialmente per quanto riguarda la difesa dei cittadini dalle piogge eccezionali rilasciate in tempo ristretto dai cumulo nubi.

Le soluzioni valide per la sicurezza di tutti possono provenire da varie parti e da diverse

persone dedite alla ricerca scientifica, funzionari pubblici o privati cittadini.

Non è detto che le soluzioni più valide possano essere fornite solo da impiegati delle istituzioni pubbliche (locali e centrali) che devono proteggere ambiente e cittadini.

Gli amministratori e i funzionari pubblici degli enti locali e nazionali preposti istituzionalmente alla difesa del territorio e dei cittadini hanno il "potere di individuare" le azioni da attuare, quindi la responsabilità delle catastrofi è in parte loro come pure sarà loro la responsabilità degli interventi che per l'ennesima volta dovrebbero garantire una maggiore sicurezza ambientale nel prossimo futuro.

Il primo appunto va fatto all'attuale organizzazione della Protezione Civile che dovrebbe vigilare, dall'inizio alla fine, anche sugli eventi che stanno per scatenarsi come quelli idrogeologici causati dal transito dei cumulo nubi in aree delimitabili.

Dopo le tante esperienze catastrofiche delle ultime decine di anni ci si aspettava che eventi come quelli del 25 ottobre e 4 novembre scorsi sarebbero stati seguiti dalle ore precedenti fino al loro acme fornendo adeguati avvertimenti ed allarmi con un preavviso variabile dalle ore alle decine di minuti quando i fenomeni piovosi hanno rivelato la loro potenza sui territori colpiti.

Ancora oggi, invece, abbiamo sperimentato che i territori devastati sono stati colti quasi di sorpresa e soprattutto, come evidenziano vari filmati, sono proprio i cittadini che non sono stati raggiunti dagli allarmi.

Sembra, poi, che gli allarmi locali siano stati deficitari e non coordinati nell'ambito dello stesso bacino idrografico e nei territori regionali differenti sia pur confinanti.

Sulla base delle esperienze maturate con le ricerche geoambientali eseguite nelle aree devastate dagli eventi idrogeologici catastrofici degli ultimi 20 anni causati dal transito di cumulo nubi abbiamo sollecitato le Istituzioni a migliorare i sistemi di protezione civile locali sostenendo che attualmente il territorio è indifeso dai micidiali "meteo-serial-killer" chiamati cumulo nubi che in poco tempo (alcune ore) possono rilasciare piogge torrenziali in grado di causare crisi idrogeologiche in qualsiasi territorio.

Questa tragica occasione ha fornito altri importanti elementi indispensabili per la messa a punto di innovativi, semplici ed efficaci piani di protezione civile locale.

Una oculata sinergia tra ricercatori che producono buone idee basate su esperienze concrete e rappresentanti delle istituzioni dedicati alla protezione di tutti i cittadini può mettere a punto rapidamente adeguati sistemi di Allarme Idrogeologico Immediato per garantire maggiore sicurezza nelle aree più interessate dall'attraversamento dei cumulo nubi.

# L'evento alluvionale del 4 novembre 2011 a Genova

PIETRO BALBI  
ALESSANDRO MONTI

Consiglieri Ordine Regionale dei Geologi della Liguria

## 1. PREMESSE

Il 4 novembre 2011 la parte centro-orientale della città di Genova è stata interessata per alcune ore da un evento piovoso di notevole intensità, che ha colpito principalmente i quartieri di Quezzi e Marassi e, con conseguenze minori, il quartiere di Sturla. La notevolissima quantità di acqua precipitata in poche ore ha determinato un repentino ingrossamento del reticolo idrografico esistente, costituito da rivi a regime torrentizio, con conseguenze disastrose sui fabbricati e, purtroppo, letali per sei persone.

## 2. QUADRO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO DEL TERRITORIO DEL COMUNE DI GENOVA

Il territorio del Comune di Genova è caratterizzato da particolari e complesse peculiarità geologiche e geomorfologiche. Nell'arco dei quasi 40 km nei quali si sviluppa l'abitato cittadino si incontra una notevole alternanza di litotipi e formazioni geologiche, molto diverse tra loro dal punto di vista sia litologico che metamorfico e deformativo: torbiditi cretacei (flysch), rocce mafiche e ultramafiche Giurassiche in molte e diverse facies metamorfiche (da quasi non metamorfiche a eclogiti), rocce dolomitiche, diaspri, basalti, arenarie, calcari e così via (Fig. 1). Questa notevole variabilità litologica costituisce il substrato roccioso di un territorio morfologicamente complesso su cui si è sviluppata la città di Genova, caratterizzato da ripidi versanti digradanti in mare, rari e piccoli tratti pianeggianti, un reticolo idrografico costituito principalmente da ruscelli scolanti, eccetto due grossi torrenti le cui rispettive valli si sviluppano perpendicolarmente all'adamento della linea costiera, il Bisagno ed il Polcevera.

L'evidente controllo tettonico dell'intero sistema morfologico si può far risalire alle deformazioni generate dal regime distensivo post Oligocenico che ha interessato l'intero areale ligure, portando tra l'altro alla genesi del Tirreno Settentrionale e del bacino Ligure-Balearico. Le successive variazioni eustatiche del livello medio marino hanno determinato la deposizione di potenti sedimenti marnosi ed argillosi Plio-Pleistocenici nelle aree di baso strutturale (Argille di Ortovero), e la genesi

di numerosi ordini di terrazzi marini lungo i versanti fino anche a quote che attualmente superano i 300 m sul livello del mare.

muri a secco e sfruttato anche nei tratti boscosi, sia per il legname che per la raccolta di castagne, funghi e bacche. L'abbandono

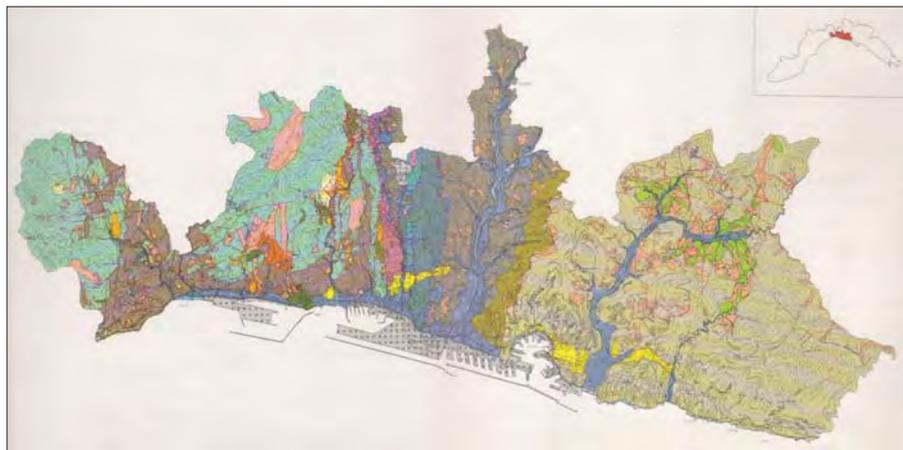


Figura 1 – Atlante Cartografico Geologico del Comune di Genova

Il reticolo idrografico impostatosi in un simile contesto geomorfologico è necessariamente di carattere torrentizio, lungo versanti ripidi e scarsamente incisi, caratterizzato da corsi d'acqua di basso ordine secondo la gerarchizzazione di Strahler (1958). I Torrenti Bisagno e Polcevera, rispettivamente ad est e ovest dell'abitato medievale di Genova, corrono lungo valli di dimensioni importanti, relativamente alle morfologie locali, che manifestano un controllo genetico tettonico piuttosto evidente. Nonostante un maggiore sviluppo dei reticoli idrografici, i due corsi d'acqua sono caratterizzati da un regime prettamente torrentizio, che li vede scomparire nei mesi estivi e gonfiarsi repentinamente in seguito a piogge intense, con conseguenze talora catastrofiche. I bacini idrografici di questi corsi d'acqua presentano tempi di corrivazione estremamente bassi, a causa della già ricordata caratteristica acclività, della notevole vicinanza alla superficie del substrato geologico, spesso impermeabile, e di uno scarso sviluppo della vegetazione, che nei versanti meridionali è generalmente limitata al manto erboso ed arbustivo con piccoli boschi di pinastri o pini ad ombrello. L'abbandono progressivo delle campagne dell'entroterra ha causato una sempre maggiore mancanza di manutenzione di un territorio difficile, anticamente terrazzato tramite

delle attività contadine genera naturalmente un inselvaticarsi dei tratti boscosi e un progressivo franamento delle antiche strutture di sostegno, con immaginabili conseguenze sulla circolazione superficiale delle acque e sul trasporto solido dei torrenti in caso di forti piogge.

## 3. EVENTO ALLUVIONALE DEL 4.11.2011

### 3.1. STATO DEL TERRITORIO AL MOMENTO DELL'ALLUVIONE

Successivamente alla seconda guerra mondiale, la città di Genova, come gran parte d'Italia, è stata caratterizzata da una notevole espansione territoriale, purtroppo però non sempre preceduta da opportuni studi urbanistici, architettonici e soprattutto geologici. I quartieri di Quezzi e Marassi, ed in particolare la zona di Via Fereggiano, sono tra le aree del territorio genovese che maggiormente hanno risentito dell'urbanizzazione rapida e scarsamente programmata di cui sopra, assistendo alla trasformazione di ampi tratti di campagna (caratterizzati dalla presenza di piccole abitazioni monofamigliari più o meno raggruppate, coltivazioni, terrazzamenti ed appezzamenti di bosco) in territorio completamente urbanizzato. Il costruito risponde ai canoni dell'epoca, grandi palazzi in cemento armato che raggiungono anche svariate decine di metri di altezza, costruiti lungo ripidi

versanti, talvolta fino alla cima, ma anche lungo i rivi esistenti, talvolta tombinandoli e spesso restringendone sensibilmente l'alveo.

Il bacino del Rio Fereggiano si presenta nel suo tratto superiore scarsamente antropizzato e piuttosto boscoso, sebbene ampi tratti montani siano caratterizzati da terrazzamenti. Nel suo corso medio il rivo attraversa aree densamente abitate e notevolmente antropizzate, tramite edifici, pavimentazioni stradali e tombinature del corso d'acqua stesso: l'intero tratto di Largo Merlo risulta tombinato, così come il tratto pianeggiante di Via Fereggiano. La parte terminale del Rio Fereggiano scorre interamente in tombinature coperte da strade (piazza Galeazzo Alessi e via Monticelli, Fig. 2), fino alla foce nel Torrente Bisagno.

Come appare evidente dalla Fig. 2, la pianificazione di bacino prevede onde di piena cinquantennali e centennali che comprendono

precisamente le zone interessate dall'alluvione del 4 novembre 2011. L'acqua ha infatti invaso le strade esistenti al di sopra della tombinatura del Rio Fereggiano e si è rapidamente e violentemente diffusa in tutto l'areale circostante, seguendo di fatto le vie di deflusso naturali antecedenti l'antropizzazione della zona.

### 3.2 ASPETTI METEOROLOGICI

L'evento alluvionale avvenuto il 4 Novembre 2011 a Genova è stato innescato come detto da intense precipitazioni che sisono abbattute sulla città nell'arco della giornata ed in particolare nel periodo compreso fra le ore 9.00 e le ore 14.00.

I dati pluviometrici (Banca Dati del Centro Funzionale Meteo Idrologico della Regione Liguria – ARPAL), a cui si fa riferimento in seguito, sono inerenti alle stazioni di misura di Gavette, Castellaccio, Centro Funzionale,

Premanico, San Desiderio, Creto, Vicomorasso (Fig. 3), in modo da mostrare le quantità di pioggia caduta in un intorno significativo rispetto alla zona del Rio Fereggiano.

I dati relativi alle precipitazioni giornaliere del 04.11.2011 mostrano 362,4 mm di pioggia per quanto riguarda la stazione di Gavette, 136 mm per Castellaccio, 210,4 mm per Centro Funzionale, 290,6 per Premanico, circa 40 mm per San Desiderio (da grafico - vedere in seguito), 466 mm per Vicomorasso, 322,8 mm per Creto. Si vengono così ad osservare significative variazioni delle precipitazioni che sono oscillate dai 466 mm di Vicomorasso fino ai 40 mm di San Desiderio, passando per i 362,4 mm della stazione di Gavette che è la più prossima alla zona del Rio Fereggiano.

In corrispondenza delle suddette stazioni la maggior quantità di pioggia è caduta fra le ore 9.00 e le 14.00 del 4 novembre, tranne che per Premanico i cui dati mostrano quantità concentrate fra le ore 8.00 e le 12.00.

Nell'arco di tali periodi si sono avuti 276 mm per Gavette, 74,4 mm per Castellaccio, 134 mm per Centro Funzionale, 201,2 per Premanico, 384,6 per Vicomorasso, 238,6 per Creto. Risulta perciò evidente come in un tempo ristretto (generalmente 5 ore, 4 ore nel caso di Premanico) sia siano concentrate le maggiori quantità di pioggia: per la stazione di Gavette quindi il 76,16% delle piogge giornaliere è caduto fra le 9.00 e le 14.00, per Castellaccio il 54,71%, per Centro Funzionale 63,69%, per Premanico il 69,24%, per Vicomorasso l'82,53%, per Creto il 73,92%.

Nel suddetto intervallo di tempo si sono altresì osservate variazioni delle precipitazioni che per il sito di Gavette raggiungono il picco di 120,6 mm fra le ore 11.00 e le 12.00 e per il sito di Vicomorasso i 168,8 mm fra le ore 12.00 e le 13.00, mentre gli altri siti non superano i, comunque consistenti, 67,6 mm di Premanico (ore 10.00-11.00).

Nella pagina a seguire sono riportati i grafici delle precipitazioni giornaliere dal 24.10.2011 al 23.11.2011 (Fig. 4).

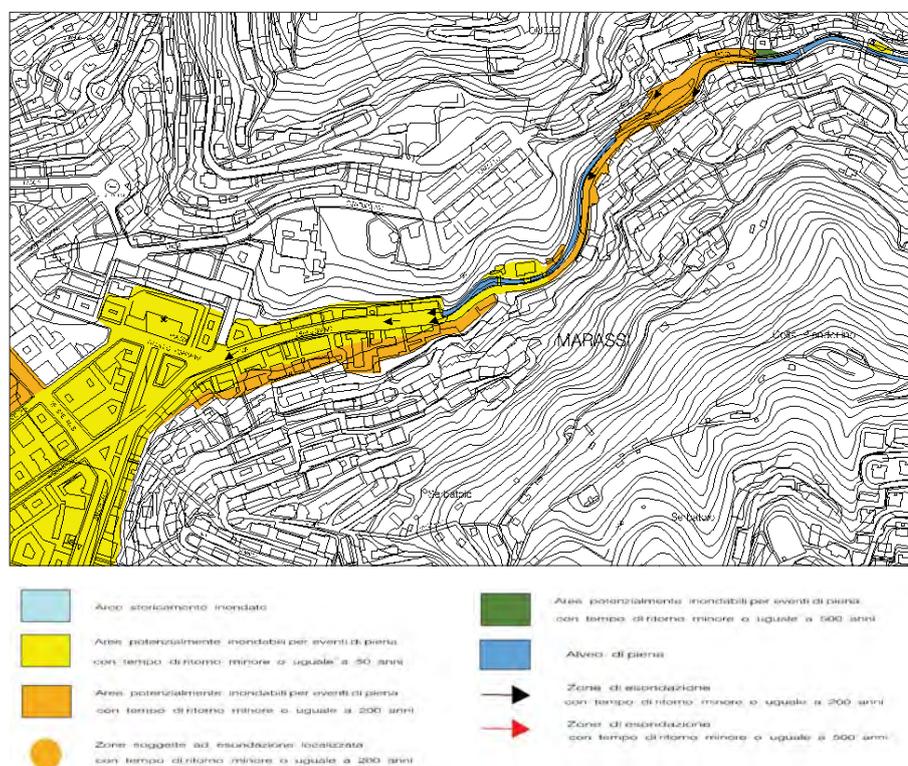


Figura 2 – Il corso del medio Rio Fereggiano nella carta delle aree inondabili (Piano di Bacino Torrente Bisagno).

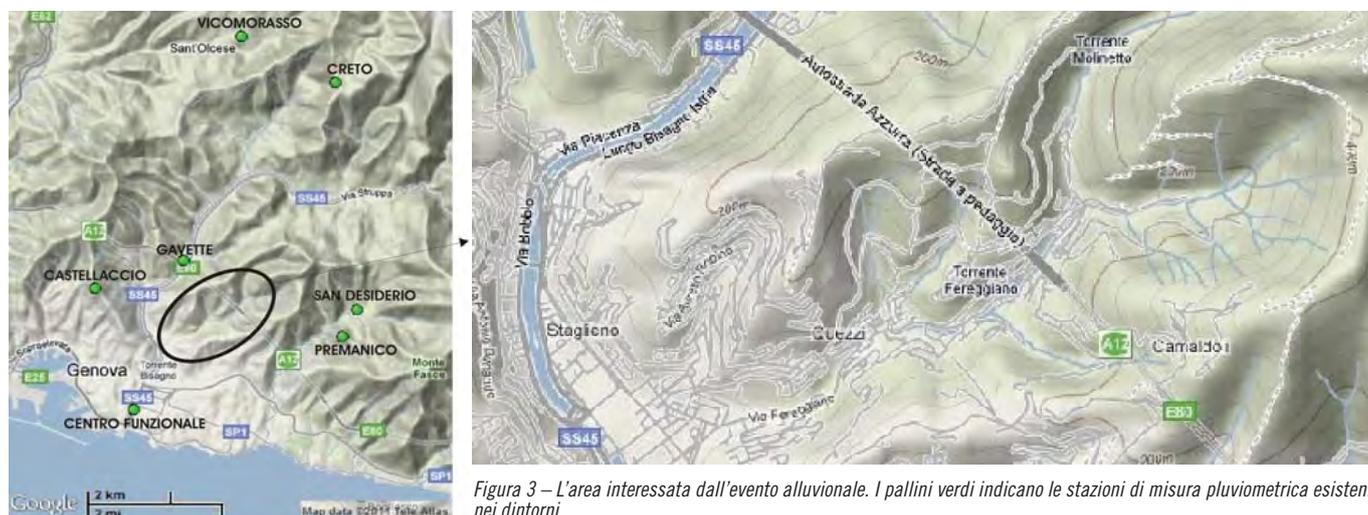


Figura 3 – L'area interessata dall'evento alluvionale. I pallini verdi indicano le stazioni di misura pluviometrica esistenti nei dintorni.

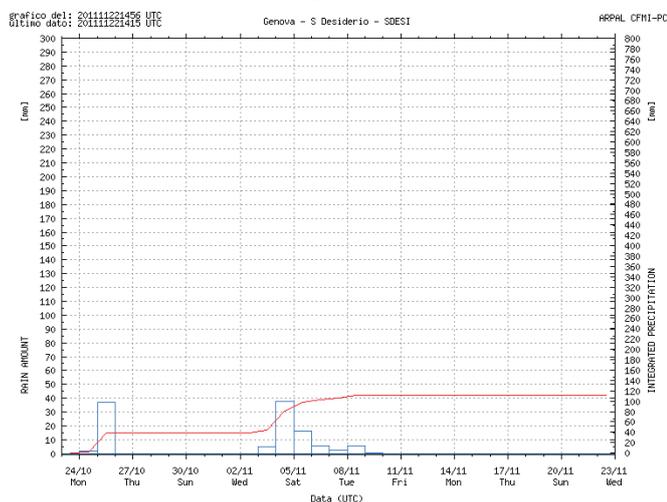
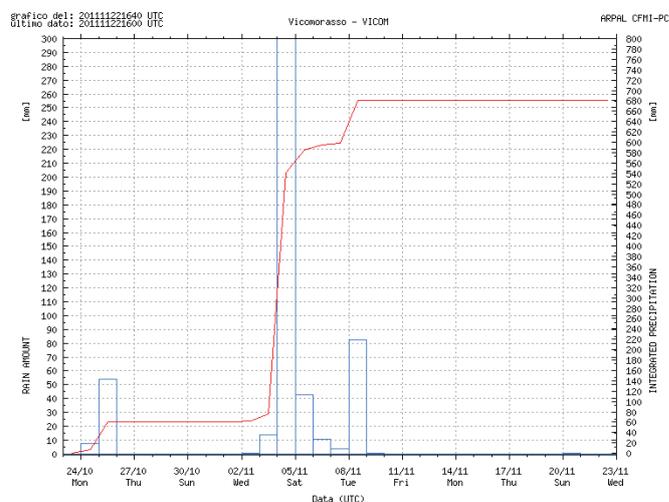
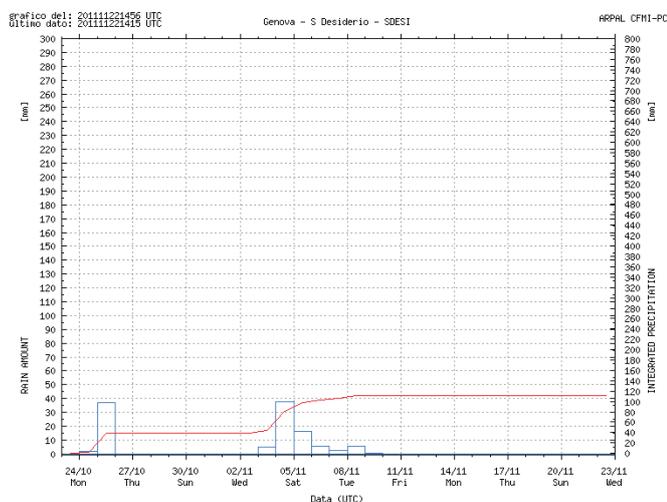
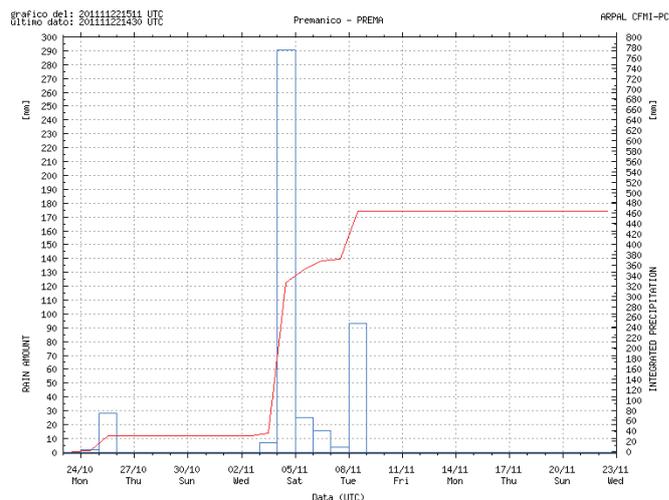
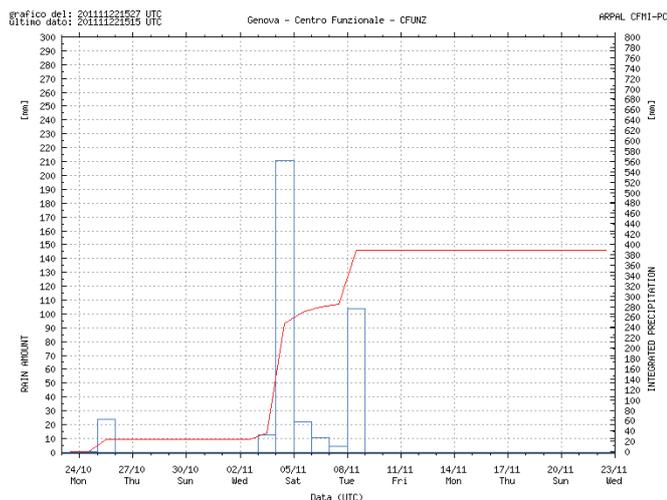
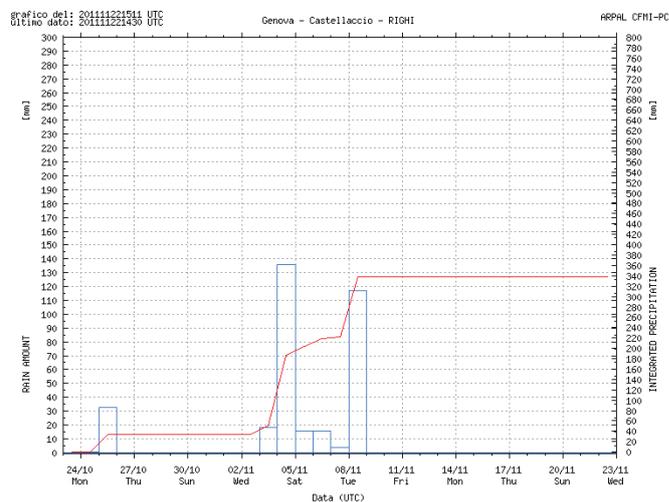
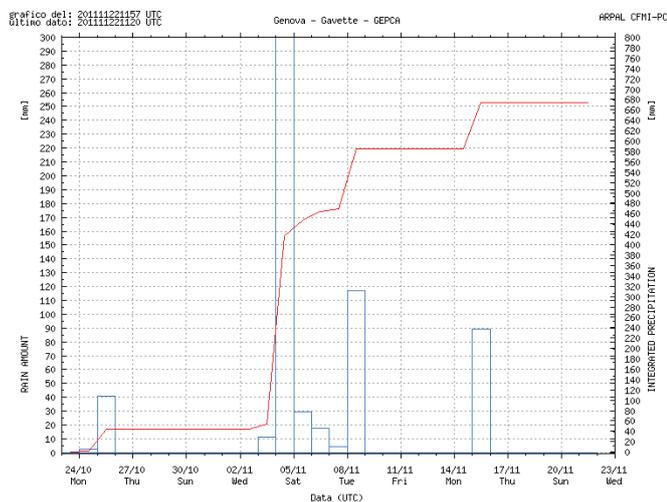


Figura 4 – Grafici riportati l'andamento della piovosità giornaliera in diverse stazioni di misura nei dintorni del bacino del Rio Fereggiano.

Le ingenti precipitazioni hanno interessato, in riferimento al solo Rio Fereggiano, un bacino idrografico di 4,9 kmq. Il bacino è impostato sulla Formazione dei Calcari Marnosi di Monte Antola ed i versanti presentano condizioni di acclività sostanzialmente riconducibili alla classe 4 (pendenza 35-50%) ed alla classe 5 (pendenza 50-75%). Il substrato roccioso, a cui sono sovrapposte le coltri detritiche eluvio-colluviali, si presenta generalmente molto deformato e decisamente alterato nella sua porzione più superficiale. Il bacino risulta contraddistinto dalla presenza di corpi di frana quiescente arealmente significativi che spesso si spingono fino alle zone

urbanizzate. Queste ultime caratterizzano fortemente il fondovalle per un esteso tratto del Rio Fereggiano e determinano condizioni di elevata impermeabilizzazione superficiale.

In tale contesto le piogge tendono a non infiltrarsi facilmente nei terreni a causa dell'acclività dei versanti e, a maggior ragione, delle aree urbanizzate impermeabili.

Lungo i versanti al di fuori del contesto urbano si verificano fenomeni di ruscellamento diffuso. I maggiori volumi idrici vengono perciò convogliati verso i vari corsi d'acqua che costituiscono il bacino e solo in minor misura seguono percorsi di filtrazione all'interno delle coltri detritiche superficiali e dell'ammasso roccioso (in tale contesto permeabile per fessurazione, fratturazione e pseudocarsismo). A tali caratteristiche si aggiunge il contesto impermeabile dell'urbanizzato che a sua volta, in modo ancor più marcato rispetto alle condizioni naturali, recapita le precipitazioni nei corsi d'acqua in tempi molto brevi.

Le caratteristiche di acclività determinano inoltre fenomeni erosivi sui versanti con mobilitazione di materiali che vanno ad alimentare il trasporto solido dei corsi d'acqua, incrementato anche da possibili fenomeni franosi e smottamenti interessanti le coltri di copertura e talvolta anche le porzioni più superficiali alterate e fratturate del substrato roccioso.

È in tale contesto, qui brevemente richiamato, che si è verificato l'evento piovoso che ha scaricato sul bacino idrografico del Rio Fereggiano oltre 250 mm di pioggia in poche ore. Alle caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche dei luoghi si sommano le condizioni dell'urbanizzato che nei decenni ha occupato parte dell'alveo originario (con viabilità principale ed edifici) ed i versanti,

come visibile nella Fig. 5 a seguire (Stralcio Carta Geomorfologica del Piano di Bacino).

Gli effetti sull'area urbana delle intense piogge che hanno interessato una zona con le suddette caratteristiche sono stati purtroppo visibili a tutti. In un breve periodo di tempo si è passati da condizioni di moderata pericolosità alla violenta esondazione del Rio Fereggiano che ha trascinato con se persone e cose. Alle caratteristiche morfologico-strutturali dell'urbanizzato si è inoltre sommata la presenza di tutto quanto attiene alla vita di tutti i giorni. L'esondazione ha provocato il trasporto non solo di materiali di diversa natura e dimensione, sradicati dalla loro sede naturale o attribuitale, ma anche di molte delle auto parcheggiate lungo Via Fereggiano. I materiali trasportati dalle acque hanno costituito dei veri e propri proiettili che sono andati a colpire i piani terra degli edifici. In breve tempo le acque, esondate o rigurgitate dalle fognature, si sono alzate fino a coprire le auto in sosta, hanno invaso tutti i locali a piano strada con detriti e fango ed hanno letteralmente inghiottito tutte le strutture poste al disotto della quota di Via Fereggiano.

Gli eventi verificatisi il 4 novembre 2011 purtroppo non sono certo una novità, sia per quanto riguarda più in generale il Torrente Bisagno sia per quanto concerne il Rio Fereggiano. Fenomeni alluvionali si verificarono nel 1945, 1951, 1953, 1970, 1977 e 1992. I casi più gravi furono quelli del 1953 e del 1970 dove la copertura del Bisagno andò in pressione provocando l'allagamento delle zone cittadine site sulla piana alluvionale e vittime.

Il 29 ottobre 1945 il versante destro e il basso bacino del Bisagno furono investiti da un'intensa precipitazione di circa 200 mm in quattro ore che causò la sommersione del

ponte di Sant'Agata e di allagamenti in Piazza della Vittoria, Piazza Verdi, Corso Sardegna e Piazza Romagnosi e le esondazioni dei rii Fereggiano (Piazza Galileo Ferraris), Montesignano, Veilino, Geirato e Torbido.

Nel 1951 le precipitazioni causarono l'esondazione del Rio Fereggiano in Piazza Galileo Ferraris. Il 19 settembre 1953 le piogge si concentrarono sul versante destro del medio e del basso bacino del Bisagno causando esondazioni in varie zone della città, da Molassana alla Foce, fra cui nuovamente Piazza Galileo Ferraris.

L'8 ottobre 1970 le esondazioni interessarono vaste zone del centro città fino alla Foce, causando 10 vittime.

L'evento del 6 ottobre 1977 diede luogo ad esondazioni degli affluenti del Torrente Bisagno, senza mandare in pressione la copertura. Gli allagamenti delle zone urbane sono stati provocati dalle esondazioni dei rivi coperti quali il rio Ca' dei Rissi e il rio dell'Olmo a Molassana, il rio delle Gavette, i rivi Briscata, Antonino e Veilino a Staglieno in sponda destra, i rivi Montesignano e Torre ed il rio Mirto a Marassi in sponda sinistra. L'evento del 27 Settembre 1992 produsse allagamenti provocati da un evento idrometeorologico particolarmente intenso ed esondazioni. Per via dell'intensità dell'evento le fognature non furono in grado di smaltire l'intero deflusso superficiale urbano. Si produssero così allagamenti di tutta la zona urbana posta a bassa quota, accompagnati da notevoli danni alla rete fognaria. Successivamente, a causa delle portate convogliate dal torrente Bisagno, alcune zone, poste in prossimità della foce dei torrenti, furono inondate. Nella zona tra il cimitero di Staglieno e la Foce, tutte le aree afferenti al torrente vennero allagate e vennero maggiormente colpiti i quartieri di Marassi, San Fruttuoso e la zona di Piazza della Vittoria. Gli allagamenti conseguenti al fenomeno di esondazione provocarono ingenti danni nella zona di Borgo Incrociati, dove il tirante idrico raggiunse la quota di 180 cm sul piano stradale.

Gli eventi più gravi sono legati a precipitazioni di forte intensità e di breve durata che costituiscono un elemento di forte pericolo e che devono essere sempre il riferimento per la progettazione di opere idrauliche, degli interventi per la difesa del suolo e per la sistemazione dei corsi d'acqua. Nel periodo compreso tra il 1932 ed il 1991 la massima precipitazione giornaliera, per le stazioni che interessano il Torrente Bisagno, è stata rilevata nel 1970 presso Ponte Carrega con 453,4 mm, mentre quella massima oraria si è registrata nel 1977 nella stazione di Genova Università, con 108,8 mm. Come esposto in precedenza la stazione di Gavette ha misurato 362,4 mm per l'intero 4 novembre ed un picco orario di 120,6 mm.

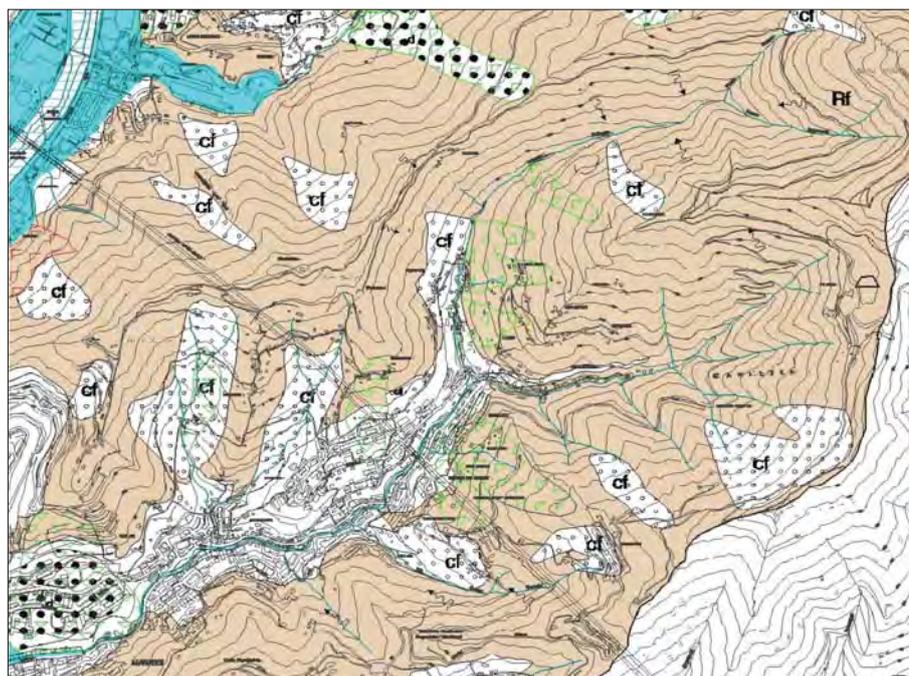


Figura 5 – Stralcio della Carta Geomorfologica del Piano di Bacino del Torrente Bisagno.

#### 4. CONFRONTO CON PRECEDENTI EVENTI ALLUVIONALI: IL CASO DEL 1970

Le alluvioni del 4 novembre 2011 e del 7-8 ottobre 1970 presentano numerose analogie e punti in comune. Si tratta infatti di eventi meteorici estremi, la cui massima intensità si è prolungata per ore, concentrati su areali piuttosto ristretti.

Di seguito si presenta una breve descrizione dell'alluvione del 1970, nota per un lungo periodo come "l'alluvione di Genova", per la sua catastrofica rilevanza.

L'alluvione del 1970 fu la conseguenza di piogge eccezionali, che superarono i livelli di criticità considerati fino ad allora. In alcune stazioni si registrarono infatti più di 400 mm nelle 24 ore. In particolare, i pluviografi di Ponte Carrega e Genova Università registrarono, nelle 24 ore, la caduta di 453.4 mm e 414.8 mm di pioggia, rispettivamente; mentre il pluviometro di Molassana registrò la caduta di 210 mm nel giorno 8 ottobre e di 480 mm nel giorno 9 ottobre 1970.

La precipitazione cumulata ragguagliata è stata stimata pari a 445 mm (Da: REGIONE LIGURIA, 1980. ).

La Commissione Ministeriale di Studio per la Sistemazione dei Corsi d'acqua del Territorio Genovese interessati dall'Alluvione del 7-8 Ottobre 1970 stimò una portata al colmo di piena, valutata alla foce pari a 950 m<sup>3</sup>/s.

In un tale contesto si verificò l'esondazione del Torrente Bisagno immediatamente a monte della stazione Brignole, anche a causa dei tronchi e del trasporto solido in generale che andarono a limitare la luce della tombinatura del corso d'acqua presente in tale luogo, peraltro già sottodimensionata di suo.

L'esondazione interessò principalmente i quartieri di Marassi, Borgo Incrociati e Foce, causando ingentissimi danni, distruzione e numerose vittime.

I due eventi alluvionali, molto simili nella loro dinamica e nella scia di distruzione e morte che hanno lasciato dietro di sé, presentano tuttavia alcune differenze. Nel 1970 piovve per due giorni consecutivi e si registrarono inondazioni e danni prima nel ponente cittadino (7 ottobre) e successivamente nell'areale della Val Bisagno (8 ottobre).

Nel novembre 2011 invece la gran parte della pioggia si è registrata nell'arco della mattinata e, pur avendo spazzato la città da levante verso ponente (quindi in senso contrario al 1970), ed essendosi registrati danni e allagamenti nel bacino del Torrente Sturla, ha sfogato la maggior parte del suo potenziale distruttivo nel ristretto areale della media Val Bisagno e nel piccolo bacno del Rio Fereggiano.

Di seguito si riportano alcune immagini tratte dalla rete relative alle alluvioni del 7-8 ottobre 1970 e del 4 novembre 2011.

#### ALLUVIONE 2011





## ALLUVIONE 1970



## 5. LE ALLUVIONI DI DOMANI

Il susseguirsi sempre più ravvicinato di eventi alluvionali di notevole intensità, con la loro scia di distruzione e talvolta morte deve indurre profonde riflessioni in chi è incaricato della legislatura, della pianificazione territoriale e della prevenzione dei rischi. La cadenza degli eventi alluvionali è ormai praticamente annuale, quella degli eventi particolarmente catastrofici ventennale (1970 – 1992 – 2011): appare evidente come i mutamenti climatici in atto non siano trascurabili e come debbano influenzare profondamente le scelte e le pianificazioni future.

La legislazione vigente è evidentemente obsoleta, basata su dati e statistiche non più

validi e non pare reggere la prova dei fatti; il territorio è sempre più fragile, abbandonato a se stesso o quasi al di fuori dei grandi centri abitati e sfruttato fino all'ultimo centimetro internamente alle città.

La gestione delle acque superficiali, l'assetto geomorfologico dei versanti e la pianificazione territoriale in genere dovrebbero essere oggetto di nuova specifica legislazione e di studi geologici e urbanistici particolareggiati, tali da consentire la messa in sicurezza e l'adeguato utilizzo di quelle zone della città soggette a rischio di inondazione e di dissesto di versante.

## BIBLIOGRAFIA

- STRAHLER A. N., «Dimensional analysis applied to fluvially eroded landforms», *Geological Society of America Bulletin*, 69, 1958, pp. 279-300.
- REGIONE LIGURIA, Commissione Scientifica Regionale per lo Studio della Difesa del Suolo, «Piano di Bacino del Torrente Bisagno, Metodologia di redazione e finalità», Genova, Dicembre 1980.
- PROVINCIA DI GENOVA, Piano di Bacino del Torrente Bisagno, Approvato con Delibera del Consiglio Provinciale n.62 del 04/12/2001
- COMUNE DI GENOVA, Atlante cartografico geologico del territorio del Comune di Genova, 1997.

# L'alluvione nella provincia di La Spezia

CARLO MALGAROTTO

Vicepresidente Ordine Regionale dei Geologi della Liguria

**G**li eventi del 25 ottobre 2011 sono riconducibili all'ennesimo arrivo di piogge estremamente intense, ma bisogna comprendere la reazione del territorio, andando ad osservare quanto accaduto nella provincia della Spezia.

Prima di tutto bisogna ricordare quale era la situazione pre-evento; la provincia spezzina era stata messa già a dura prova, soprattutto nel periodo natalizio, sia nel 2009 che nel 2010, senza dimenticare l'evento alluvionale che ha colpito l'area di Portovenere il 13 agosto 2010. Le "ferite" conseguenti a questi eventi sono ancora aperte, anche a causa dei fondi sempre più scarsi ed alla continua rincorsa all'emergenza senza mai agire preventivamente.

## LE ALLUVIONI PRECEDENTI

Solo un cenno agli accadimenti appena citati. Nel 2009 ci sono state due conseguenze principali delle intense piogge, l'esondazione del Fiume Magra che aveva allagato numerose e affollate località nei pressi della sua Foce, la riattivazione della paleofrana in località Torengo nel Comune di Follo, oltre a tante piccole frane sparse nel territorio provinciale.

La frana di Torengo per fortuna non aveva mietuto vittime, ma il Piano Regolatore del Comune prevedeva la realizzazione di cinque villette proprio nel cuore della frana, nonostante le Norme Geologiche d'Attuazione indicassero in maniera inequivocabile la presenza della paleofrana e la sua pericolosità.

Nel 2010 c'è stata una sequenza di eventi alluvionali, legati sempre all'arrivo delle cosiddette "bombe d'acqua".

Si parte ad agosto con un evento estremamente localizzato, che ha interessato praticamente solo l'area del Comune di Portovenere, con la riattivazione di piccoli corsi d'acqua e compluvi, alcuni anche dimenticati, che hanno portato nel paese e nelle strade enormi quantitativi di detrito.

Poi tra fine ottobre e i giorni prima di Natale ci sono una serie di eventi, che hanno interessato terreni ormai saturi, con una fase parossistica finale, erano state colpite le aree di Arcola, Lerici, Vezzano, Ameglia; quest'ultima nelle ore dell'alluvione era in apprensione per l'esondazione del Fiume Magra, invece sono stati sorpresi alle spalle, anche qui dalla rete dei piccoli

corsi d'acqua. Numerose le testimonianze di un territorio collinare trasformato in cascate sui muretti dei terrazzi per la coltivazione.

Anche in questo caso alcuni punti del territorio erano stati particolarmente colpiti.

Ricordiamo la "Strada della Ripa", la cui chiusura aveva provocato disagi e proteste ma che non era stata sufficiente ad evitare la morte di una giovane agente di polizia. La portata dei danni lungo il tracciato stradale, interessato da numerose frane di dimensioni di tutto rispetto, ha fatto sì che ora la strada non sia ancora in totale sicurezza.

Altri disagi nella circolazione erano dovuti alla frana che aveva interrotto la strada di collegamento tra Lerici ed il borgo di Tellarò,

che per qualche giorno è stato collegato solo via mare. Anche in questo caso era stata tutta la strada ad essere interessata da frane di varie dimensioni, ma la più grande era in un'area ampiamente segnalata e già negli anni '70 c'era stata la proposta di passare in galleria data la pericolosità dell'area.

Pericolosità segnalata anche nelle vicinanze della località di Memola nel Comune di Beverino, in punti diversi della via di accesso c'erano state frane di dimensioni notevoli, appena si era riusciti in qualche modo a ripristinare i collegamenti ecco l'evento 2011 che ha mandato nuovamente tutto all'aria.

Nel frattempo, sempre in Liguria, anche Sestri Ponente e Varazze erano state allu-

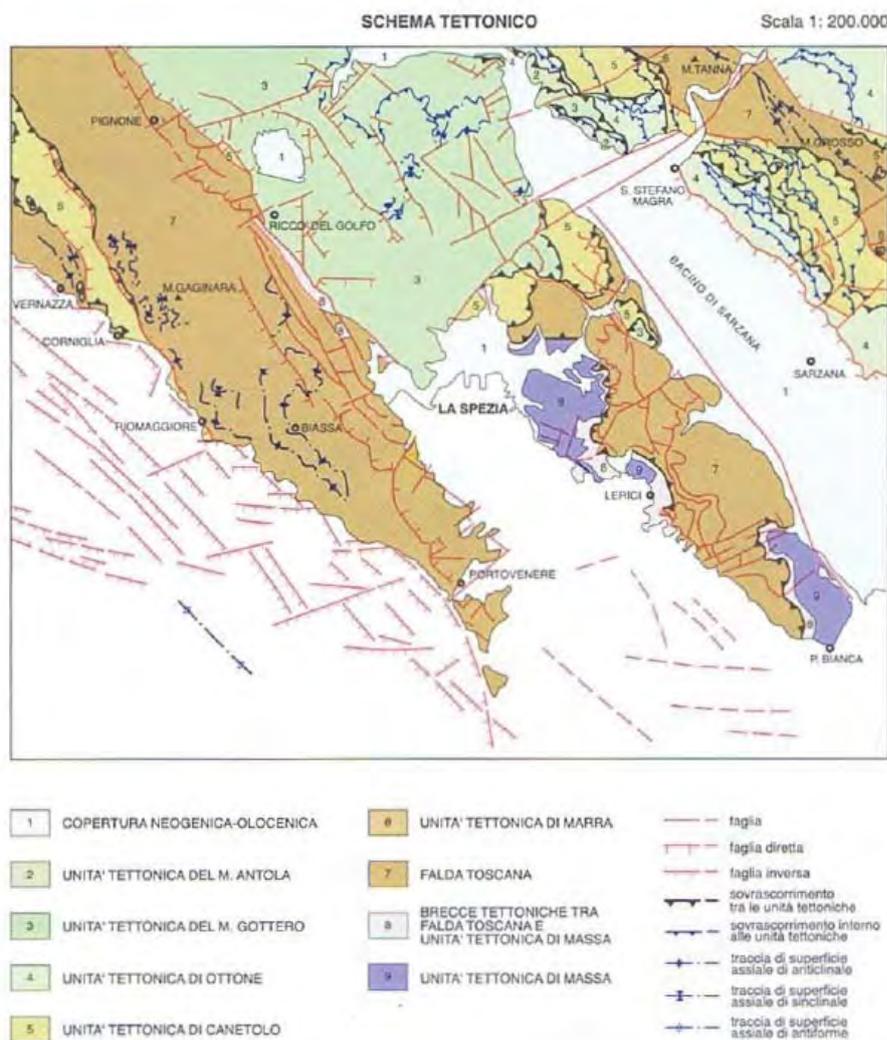


Figura 1.

vionate ed una grossa frana a Murialdo in provincia di Savona continua tuttora a impensierire gli abitanti.

In questo panorama, desolante, molti gli appelli dei geologi, inascoltati.

## CENNI SULLA GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA DELL'AREA

Il territorio della provincia spezzina è caratterizzato, dal punto di vista geologico, di una certa complessità, ben evidenziata nel Foglio "La Spezia" della Carta Geologica d'Italia, dallo schema tettonico (Fig. 1) è facile comprendere la relativa complessità e, soprattutto, una discreta varietà nei litotipi principali.

Si possono distinguere aree con reazioni diverse alle precipitazioni, ne descrivo brevemente le caratteristiche senza velleità di essere esaustivo, ma solo con lo scopo di presentare le varie situazioni in maniera semplificata e molto schematica.

Cominciamo ad esempio con la "Formazione della Spezia" (Calcari a *Rhaetavicula contorta*, Auct.) che affiora estesamente nelle due "ali" del Golfo della Spezia, è caratterizzata da strati massicci di calcari che difficilmente vengono coinvolti in fenomeni franosi, al contrario delle sue coperture detritiche che, come visto anche nell'alluvione del 13 agosto 2010 a Portovenere, sono facilmente mobilizzabili. Molto spesso sono proprio le coperture più comuni dello spessore di 1÷2 m che, dato anche l'elevato contrasto di permeabilità con il substrato, vengono coinvolte nei dissesti.

Altro discorso per la zona costiera, nella quale sono comprese anche le Cinque Terre, caratterizzata dalla presenza della Formazione del "Macigno", costituita prevalentemente da arenarie torbiditiche. Rilevante la presenza di una grande piega a ginocchio, la cui zona più "debole" è costituita dalla sua cerniera in ragione dell'intensa fratturazione.

In funzione dell'assetto tettonico, le frane che si generano coinvolgono spesso anche la porzione superiore dell'ammasso roccioso che è costituita spesso da piccoli blocchi isolati in una matrice sabbioso-argillosa. Nel corso di eventi "rapidi" con elevate quantità d'acqua come nel caso di questa alluvione, sono prevalentemente i terreni detritici a muoversi ed ad alimentare le colate detritiche osservate.

La situazione è abbastanza simile in Val di Vara ed in sponda idrografica sinistra della Val di Magra, pur con un assetto tettonico diverso, in cui i litotipi affioranti sono prevalentemente arenarie ed argilliti ed in minor misura calcari e ultramafiti, spesso presentano cappellacci di alterazione di spessore importante con coperture detritiche altrettanto spesse e diffuse. Qui il territorio è particolarmente fragile, e mostra maggiore suscettibilità in alcune aree, anche qui oltre

a frane rotazionali e di scivolamento si sono verificate delle colate detritiche.

In linea generale, le discrete pendenze dei versanti e la presenza di coltri detritiche anche spesse costituiscono fattori predisponenti per l'innescarsi del fenomeno delle colate detritiche, restano da analizzare nel dettaglio le soglie pluviometriche di innesco.

Dal punto di vista dei Piani di Bacino, la provincia è sostanzialmente divisa in due, la parte costiera, compresa la città della Spezia, è gestita dall'autorità di Bacino regionale, mentre la Valle della Magra e la Val di Vara sono comprese nell'Autorità di Bacino Interregionale del Fiume Magra.

Una prima "incongruenza" sta proprio nella diversa gestione dei due Piani, basta accostare le due carte (Fig. 2) per rendersene conto, non ci sono una carta giusta e una

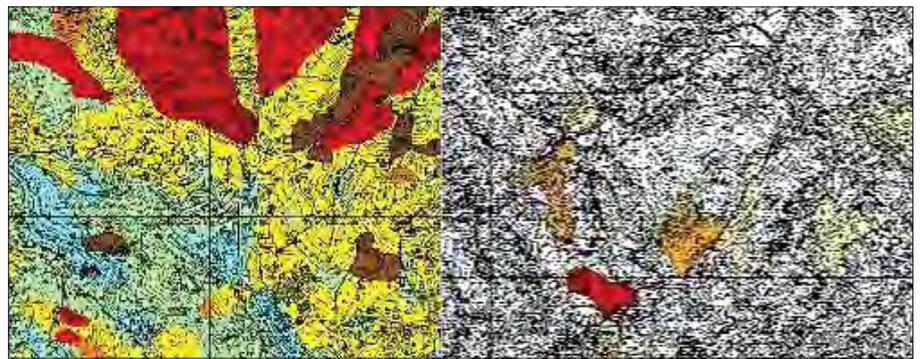


Figura 2.

sbagliata, solo diversi approcci, il problema è che gli approcci di tutti i bacini italiani sono da rivedere sostanzialmente.

La considerazione nasce proprio dalla re-azione del territorio a questo "nuovo" tipo di piogge; ad esempio, non è più corretta la divisione tra rischio idraulico e geomorfologico, una colata detritica (es: Vernazza, Monterosso, Mangia, Calice ecc.) ha un'origine "geomorfologica" e uno sviluppo simile all'idraulica. Ma vi prego di soffermarvi sul simile, infatti il grosso limite degli studi idraulici effettuati finora è che sono limitati al passaggio di sola acqua lungo un fiume o torrente; niente di più lontano da quanto realmente successo.

La terra è un sistema complesso e come tale va studiata, l'approccio deve essere necessariamente multidisciplinare e completo, questo comporta un grosso salto culturale che deve essere necessariamente fatto per poter cominciare ad affrontare il problema, sicuramente senza riuscire a risolverlo in tempi brevissimi, ma almeno ponendo le fondamenta per un successo futuro, il tutto con costi enormemente inferiori a quelli dell'emergenza e dei danni.

Se parliamo di prevenzione dobbiamo necessariamente invocare una Legge organica di gestione del territorio, che definisca in maniera chiara le competenze degli enti, le

relazioni tra essi e le iniziative che possono essere prese.

In quest'ottica vanno rivisti tutti i piani di protezione civile e la pianificazione territoriale.

Sistemi semplici ma efficaci (ed economici), sono la soluzione alternativa alla fantomatica "messa in sicurezza" fatta di argini e muri in calcestruzzo che nel territorio della provincia spezzina costerebbe qualche miliardo di euro ed è stato valutato nell'intero territorio nazionale dal Ministero dell'Ambiente in circa 40 miliardi di euro.

## L'EMERGENZA DOPO IL 25 OTTOBRE:

Subito dopo gli eventi, svoltisi in un lasso di tempo estremamente breve (qualche ora), le comunicazioni erano difficili, e ancor più gli spostamenti, essendo interrotte l'autostrada,

la linea ferroviaria e la maggior parte della rete viaria ordinaria.

Vista la portata dell'evento c'è stato il pronto intervento anche del Dipartimento Protezione Civile (DPC), oltre a tutti gli enti e associazioni.

Purtroppo, nonostante la buona volontà e l'impegno di tutti, è mancata l'organizzazione, anche il supporto del personale tecnico volontario si è dovuto adeguare all'improvvisazione. Per tale ragione, a seguito della convenzione in atto tra DPC e Consiglio Nazionale dei Geologi (CNG), gli Ordini dei Geologi della Liguria e della Toscana hanno deciso di accelerare i tempi per la firma di una convenzione con le rispettive Regioni (in particolare con le Protezioni Civili regionali) per la definizione di un protocollo di intervento organico e pratico, cui anche le strutture di Protezione Civile provinciali e comunali possano attenersi.

Torniamo alla cronaca, una volta ripristinati i primi collegamenti viari, si è cominciato a completare le stime di rischio residuo, in uno scenario ancora confuso, tra camionette della protezione civile, fango, giornalisti e telecamere, forze dell'ordine, elicotteri e ruspe; ricordo che, al calar della sera, un tecnico di un Comune disse: "ma è possibile che non ci sia in tutto il comune un centimetro quadrato senza fango, detriti e "rumenta" (spazzatura)?" questo dà un'idea della situazione.

Il ripetersi di questi eventi deve portare le professioni tecniche ad essere sempre più preparate nella gestione tecnica delle emergenze, nella corretta valutazione del rischio residuo e nella conoscenza delle procedure di protezione civile in emergenza. Anche in questo senso dovrebbero andare parte dei futuri corsi per l'aggiornamento professionale.

### L'INTERVENTO ANTROPICO

Vediamo ora come hanno reagito le opere antropiche durante l'alluvione.

Già dai primi sopralluoghi si è notato subito che tutte le opere di tombinatura dei corsi d'acqua sono andate in crisi, l'elevato contenuto di trasporto solido ne ha provocato la quasi immediata ostruzione.

terreno di riporto evidenti nelle foto. La strada che vediamo nelle foto è anche abbastanza vicina al crinale, per cui non ha un grande bacino a monte, nonostante ciò i quantitativi di acqua e detrito erano elevati e il danno non si è limitato alla rottura della strada, ma la mobilitazione del terreno di riporto ha ulteriormente alimentato la colata detritica.

Un caso del tutto analogo è l'innescò di una delle colate detritiche che ha colpito Vernazza, che ha coinvolto una strada, sempre vicina al crinale, in cui erano presenti quantitativi importanti di terreno di riporto che è "colato" a valle aumentando il potere erosivo della colata stessa che così si è ulteriormente alimentata prima di arrivare al paese dove, ovviamente, la tombinatura è andata in crisi con gli effetti visti.

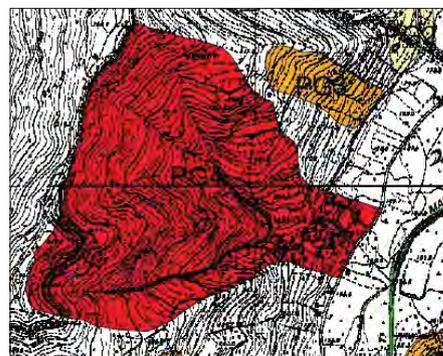


Figura 3.

quasi subito lasciando correre le colate sulla strada del paese che sono andate a finire sul Torrente Mangia che, per l'elevato apporto detritico, si era trovato il letto ad una quo-



Foto 1.



Foto 2.

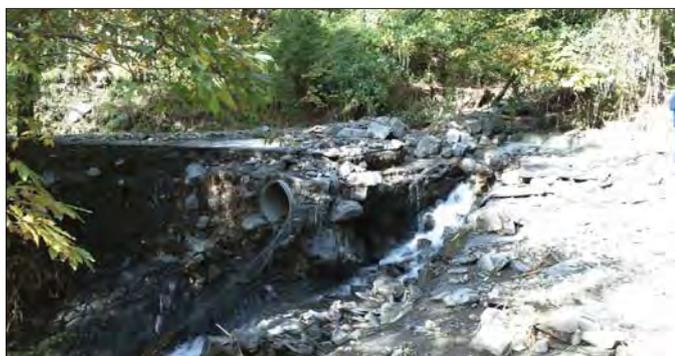


Foto 3.



Foto 4.

Partiamo da qualche esempio, (foto 1, foto 2, foto 3, foto 4), siamo a Calice al Cornoviglio, il sistema di attraversamento degli impluvi naturali per la realizzazione della strada ha previsto la tombinatura del corso d'acqua e la messa in opera di discreti quantitativi di

Un altro esempio è il paesino di Mangia, anch'esso interessato da colate detritiche provenienti dai due canali posti a monte dell'abitato e che si congiungono a "Y" (Fig. 3) che interessano versanti con numerose frane attive, la tombinatura del paese si è riempita

ta superiore alla strada ed ad alcune case con conseguente pericolo per la popolazione. (foto 5, foto 6). Le colate hanno portato via il detrito di vecchi dissesti, lasciando evidenti segni dell'attività erosiva con tagli di qualche metro di altezza e predisponendo il versante



Foto 5.



Foto 6.



Foto 7.



Foto 8.

a future frane per scalzamento al piede. In alcuni punti, a causa anche di accumuli di legname, si sono formate delle briglie naturali con grossi accumuli di materiale detritico (foto 7) con massi anche di grosse dimensioni, che potrebbero rimobilizzarsi.

Anche nella strada di accesso al paese non sono mancati i problemi, sia per erosione al piede da parte del torrente sia per dissesti a monte (foto 8).

In linea generale, la viabilità è stata duramente colpita, molte strade resteranno a lungo con transito limitato ed alcune sono chiuse (foto 9). In alcuni casi lungo le strade permangono situazioni di rischio residuo elevato, alcune più spettacolari come possibile notare dalla foto (foto 10) in cui il crollo di un masso delle dimensioni di circa  $2\text{m}^3$  ha interessato i geoblocchi posti in primissima istanza dalla Provincia.

Le strade che corrono vicine ai corsi d'acqua sono state anch'esse interessate da crolli diffusi (foto 11, foto 12), è interessante notare come in foto 11 sia evidente la migliore resistenza della vecchia strada con muro in pietra rispetto all'ampliamento più recente, di cui non rimane traccia.

Resta poi estremamente grave la situazione relativa ai ponti, sono tanti i crolli, da Pignone a Calice al Cornoviglio fino a Rocchetta Vara.



Foto 9.



Foto 10.



Foto 11.



Foto 12.



Foto 13.



Foto 14.



Foto 15.



Foto 16.



Foto 17.



Foto 18.

(foto 13, foto 14, foto 15). Anche nella foto 15 si evidenzia la maggiore resistenza del vecchio ponte in pietra rispetto al moderno ponte in calcestruzzo... alla faccia dei futuristi!

Vero monumento dell'errore umano e della scellerata gestione della difesa del suolo è il Ponte della Colombiera sul Fiume Magra, ricostruito nel 2010 in seguito all'alluvione, è crollato miseramente nel 2011 (foto 16) tra l'altro con portate del Fiume non così eccezionali.

Si apre quindi un grande capitolo relativo alla ricostruzione, oltre al mero recupero dei finanziamenti per le opere, bisogna necessariamente porsi il problema della progettazione di queste opere, che non può assolutamente seguire i canoni attuali, il Ponte della Colombiera ci dimostra che non dobbiamo perseverare nell'errore.

La revisione dei canoni di progettazione deve riguardare non solo le grandi infrastrutture, ma soprattutto le opere nei piccoli corsi d'acqua in cui le differenze tra portate "normali" e passaggio di colate è veramente abissale.

Un altro esempio è dato dall'inondazione del paese di Brugnato, in cui il meccanismo di rottura dell'argine ci deve dare da pensare per le future progettazioni; dal punto di rottura la traiettoria seguita dall'acqua (e fango) è quella della strada che porta all'autostrada.

L'argine era realizzato con un muro rigido, l'enorme apporto solido del Torrente ha fatto sì che il letto stesso si alzasse di qualche metro e permettesse alle acque di scavalcare l'argine, erodendolo alle spalle (vedi in basso a sinistra foto 17) e causandone il ribaltamento e consentendo di inondare il paese.

L'elevata energia con cui si è svolto il fenomeno è visibile in una maniera, seppur poco convenzionale, nel TIR che è stato alzato e spostato che ora giace sopra più di un metro di fango (foto 18), considerando che siamo nei pressi dello svincolo autostradale ad una certa distanza dalla rottura dell'argine.

Poi c'è l'altro torrente che si è ostruito in corrispondenza di un ponte a causa di un enorme quantitativo di tronchi, il che ci porta a proporre con forza la manutenzione del patrimonio boschivo attualmente lasciato in stato di totale degrado nonostante copra l'87% del territorio della Val di Vara.

Riporto infine una testimonianza (foto 19) di edifici distrutti da una frana, siamo in località Villa nel Comune di Pignone, anch'esso colpito duramente dall'alluvione, in corrispondenza della parte superiore di una paleofrana abbastanza estesa.

### FUTURO?

Una semplice analisi geologica e geomorfologica di questo territorio ci porta a concludere che in qualsiasi area cada l'ennesima bomba d'acqua, c'è sempre l'elevata probabilità del ripetersi di colate detritiche, frane ed esondazioni, bisogna fare uno sforzo in termini di protezione civile per l'immediato e di pianificazione tenendo conto del mutato assetto climatico.



Foto 19.

In conclusione il territorio spezzino è stato sottoposto ad una serie di eventi di intensità e devastazione crescenti, noi continuiamo a tenere gli stivali pronti, ma ci auguriamo di trovare la collaborazione attiva delle Istituzioni per invertire la rotta.

# L'alluvione del 25 ottobre 2011 in Lunigiana

PAOLO CORTOPASSI

Consiglio Nazionale SIGEA

## PREMESSA

Il territorio dell'Alta Lunigiana (provincia di Massa Carrara in Toscana), con particolare riferimento ai Comuni di Mulazzo, Pontremoli e Zeri, è stato interessato nel corso delle giornate del 25 ottobre 2011, da un evento pluviometrico intenso, iniziato a partire dalle prime ore della mattina e proseguito con alta intensità fino alle ore 18 (ora legale). I bacini idrografici dei torrenti Mangiola e Teglia, affluenti in destra idrografica del Fiume Magra (vedi Fig. 1), sono stati pesantemente colpiti, con numerose colate detritiche e alluvionamenti.

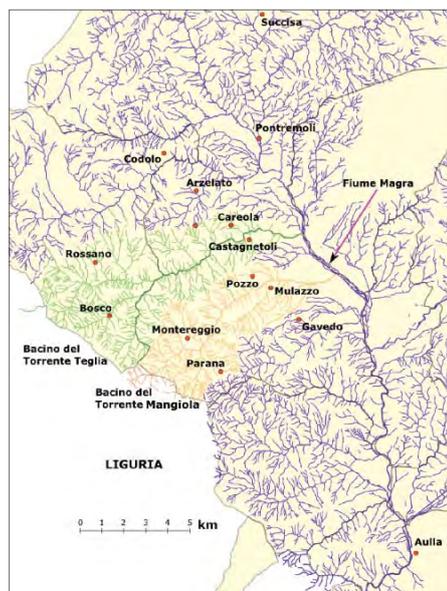


Figura 1 – Inquadramento del territorio interessato dall'evento pluviometrico.

La piena, trasferitasi poi nel Fiume Magra, anche con l'apporto degli affluenti di sinistra (Torrenti Verde e Bagnone), si è indirizzata verso l'abitato di Aulla che intorno alle ore 18,30 è stato investito dall'onda "lunga" di piena che ha portato morte e distruzione. Una signora è rimasta intrappolata nella sua auto e trascinata via dalle acque in piena, mentre un signore è affogato nella propria cantina allagata. La seguente nota descrive alcune situazioni nel territorio montano e riporta considerazioni sull'abitato di Aulla.

## EVENTO PLUVIOMETRICO

Le altezze di precipitazione registrate nelle stazioni di Pontremoli e Parana (dati Centro

Funzionale Regione Toscana) sono risultate nella 24h, rispettivamente, di 366 e 315 mm, con parziali alle 6h di 251 e 230 mm. La Società Meteorologica Italiana Onlus, per la stazione di Pontremoli ha registrato un'altezza di 371 mm nelle 24h, di cui 260 in 6h e mezzo. Le due stazioni della Rete MeteApuane di Arzelato e Succisa (comune di Pontremoli), hanno registrato nelle 24h, rispettivamente, 326 e 334 mm, con un massimo nei cinque minuti di 8 mm e nei dieci di 15,5. Per quanto riguarda i valori orari, i dati più elevati sono stati registrati tra le 16 e le 17, con intensi-

paura che ha portato in un primo tempo all'evacuazione completa dell'abitato (170 persone), rientrato in parte nelle abitazioni due giorni dopo. Il paese di Mulazzo si trova allo sbocco del bacino idrografico del Fosso del Frantoio (vedi Fig. 2), che per quanto riguarda i due terzi più elevati, risulta caratterizzato dall'affioramento dell'arenaria Macigno, tetto della falda Toscana.

Scendendo verso l'abitato si trova il contatto con la formazione sottostante denominata Scaglia Toscana, un'argillite generalmente di colore rossastro e impermeabile. La



Figura 2 – Visione dei bacini idrografici che "scaricano" su Mulazzo.

tà di 66 mm per Pontremoli (CFR), di 59 per Arzelato (MeteoApuane) e di 53 per Succisa (MeteoApuane); nella successiva ora (17-18) Pontremoli ha registrato 38 mm, Arzelato 29 mm e Succisa 34 mm. Se osserviamo nella Fig. 1 le ubicazioni di Arzelato, Pontremoli e Succisa, possiamo notare come la pioggia sia stata intensa per almeno due ore su entrambi i versanti della valle del Magra, contribuendo di fatto ad accumuli idrici consistenti che si sono riversati, quasi simultaneamente, nel Fiume Magra, causando, come vedremo in seguito, la spaventosa esondazione che ha sommerso Aulla.

## LE COLATE DETRITICHE E LE FRANE

Il paese di Mulazzo è stato interessato da alcune colate detritiche che, letteralmente, hanno divagato tra le strade e le abitazioni presenti, lasciando "miracolosamente" illeso il territorio da perdite umane; i danni sono stati, ovviamente, ingenti e tanta anche la

porzione più bassa dell'abitato è interessata anche dallo sbocco del Fosso della Madonna, che come vedremo ha contribuito anch'esso al disastro. Il corso attuale del Fosso del Frantoio termina nel sottostante Torrente Mangiola (Fig. 2), ma in concomitanza dell'evento del 25 ottobre, il flusso delle acque ha parzialmente seguito il vecchio corso, mentre in grande quantità ha invaso il paese. La Fig. 3 ci aiuta a capire meglio le direzioni dei flussi detritici.

Un'esame preliminare della geomorfologia dei luoghi, fa intuire che il Fosso del Frantoio sia stato catturato o meglio deviato, dalla formazione della sottile cresta di erosione formatasi nel tempo che ha contribuito a dirigere le acque nel Torrente Mangiola, prima dell'abitato di Mulazzo (stretta curvatura con direzione verso il basso della linea gialla, di Fig. 3). Nella circostanza calamitosa dell'evento del 25, le acque in piena hanno smantellato lo spartiacque, riprendendo l'o-



Figura 3 – Direzione delle colate detritiche in uscita dal Fosso del Frantorio.

riginario percorso e trovandosi a percorrere, stavolta, la zona di più recente edificazione del paese (linee rossa e blu dirette verso la sinistra della Fig. 3) che, purtroppo, ne ha scontato le peggiori conseguenze.

La Fig. 4 mostra le direzioni che le varie colate detritiche hanno assunto tra le abitazioni; come accennato, ad esse si è aggiunta la colata del Fosso della Madonna (linea verde).



Figura 4 – Flussi detritici tra le abitazioni della parte bassa del paese di Mulazzo.

La ricongiunzione delle colate si è concentrata nella parte più bassa che, successivamente, ha raggiunto l'alveo del Torrente Mangiola. Questa parte del paese è quella in cui non è stato possibile far rientrare le persone nelle proprie abitazioni; la situazione di rischio, sebbene a tutt'oggi (15/11/11) sia già modificata con i primi lavori in somma urgenza effettuati, non permette ancora l'eliminazione completa delle cause che hanno contribuito a generare il disastro. Non essendo ancora stati eliminati completamente i motivi che hanno scatenato il problema, al momento non è ancora possibile far rientrare la gente nelle proprie abitazioni.

La messa in sicurezza (dizione ampiamente utilizzata nella materia delle frane, ma criticabile) a questo punto non rappresenta più il ritorno alle condizioni precedenti l'evento, in quanto il problema era latente, ma *già presente* (non si era ancora verificato). La situazione dovrà essere "sviscerata" in tutte le sue variabili, che dovranno trovare una giusta risoluzione prima di permettere il rientro dei cittadini nelle proprie case. Questa situazio-

ne aiuta a far ben comprendere i casi degli sgomberi delle abitazioni, operati in fase di emergenza; lo sfollamento indotto è fin troppo semplice se comparato al rientro in sicurezza.

Come detto, il territorio del Comune di Mulazzo è risultato duramente colpito da questo evento. Molto critica appare la situazione della viabilità comunale, anche perché quella provinciale ha subito lo stesso colpo, in aggiunta a quelli delle tre recenti alluvioni avvenute dal gennaio 2009 ad oggi; un territorio montano come quello della parte alta della Lunigiana, con numerose frazioni e case sparse, non può permettersi interruzioni di viabilità, specialmente quando queste rappresentano le uniche vie di comunicazioni. In questo modo non c'è futuro e il territorio è destinato a "morire".

Altro abitato duramente colpito è stato quello di Montereaggio, paese dei librai, noto anche per la festa di fine estate che richiama personaggi popolari provenienti da tutta Italia. Il paese è stato interessato dalla riattivazione di una grande frana, che ha lambito alcune abitazioni e la viabilità comunale (vedi Fig. 5).



Figura 5 – Coronamento della grossa frana di Montereaggio visto dall'elicottero.

La frana, per quanto mi è dato sapere, fu evidenziata in un lavoro del 2000, inerente la fattibilità dei luoghi; nella Fig. 5 si può notare l'abitazione interamente posizionata all'interno del corpo franoso; essa non è stata interessata dalle formazioni di lesioni

si è verificata in sponda sinistra una riattivazione di una grande frana che, raggiungendo l'alveo, ne ha occluso momentaneamente il deflusso, creando un piccolo invaso. Nella Fig. 6 è mostrata la situazione al 28 di ottobre, tre giorni dopo l'evento.

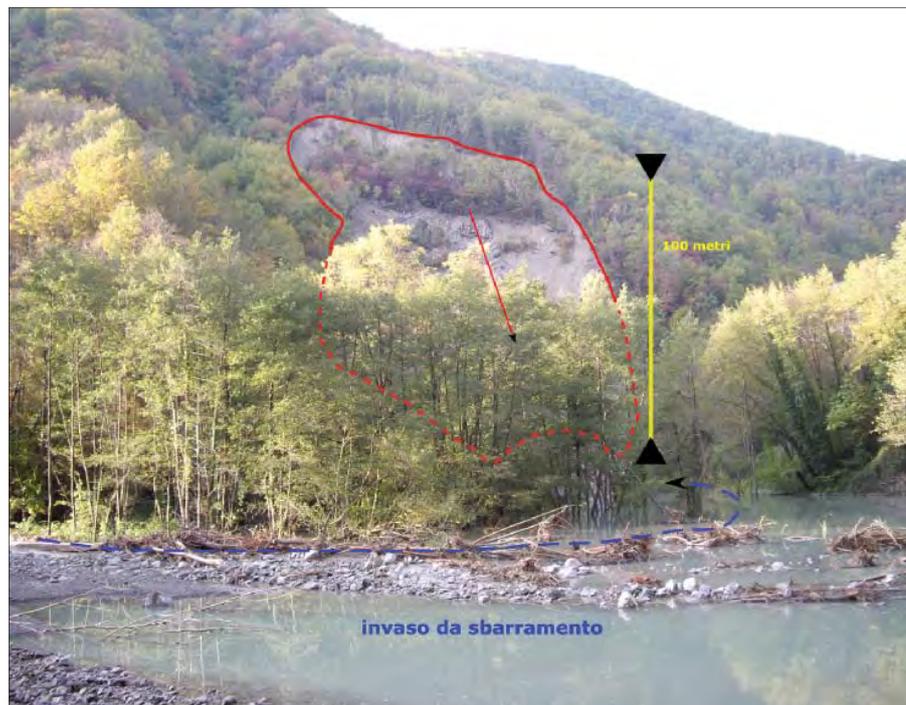


Figura 6 – Laghetto formato dallo sbarramento creato dalla frana sul torrente Mangiola.

sui muri laterali, mentre indicazioni di movimento sono presenti sulle varie strutture pertinenti al fabbricato. La lesione sul terreno è visibile solo nel coronamento e poco a valle di questo (linea tratteggiata rossa); si tratta, quindi, di una rottura limitata ovvero di una possibile riapertura della precedente superficie (confrontandola con i dati del 2000), che non mostra eventuali compressioni o leggeri rigonfiamenti nella parte inferiore. Causa principale di questa riattivazione è la cattiva regimazione delle acque superficiali, convogliate nell'area dalle pendenze delle viabilità presenti. A questo problema si aggiunge un dimensionamento inadeguato delle fognature del paese, dove sono direttamente convogliati tutti i pluviali delle abitazioni del borgo antico e nella parte bassa anche le acque nere. Queste ultime, nella situazione attuale dove si presume che parti delle tubazioni in frana siano troncate, contribuiscono a peggiorare ulteriormente la situazione, con la continua lubrificazione delle superfici instabili anche in assenza di precipitazioni piovose.

Il bacino del Mangiola (Fig. 1) è stato caratterizzato da numerose colate detritiche con notevole trasporto solido fino al fondo valle. Numerose conoidi sono state riattivate con depositi che si sono spalmati su angoli di 100-120°, andando a lambire, in molti casi, alcuni edifici. Nel tratto del Torrente Mangiola poco dopo gli abitati di Parana e Montereccio,



Figura 7 – Scuole medie di Aulla invase dalle acque.

In quel momento l'invaso aveva raggiunto alcune abitazioni (vecchio mulino) sommergendole per un'altezza di circa 1,5 metri. L'accessibilità nella zona di accumulo era molto difficoltosa e stime sulla profondità dell'acqua allo stramazzo, avevano indicato un'altezza di circa 4-5 metri. Successive piogge avvenute il 5 novembre (Stazione di Parana: cumulato giornaliero 80 mm – dati Arpal), hanno contribuito allo sfondamento della barriera ripristinando un flusso regolare; l'azione era stata comunque aiutata nei giorni precedenti da gruppi di volontari che, raggiunta l'area della frana, avevano ribassato la soglia di sfioro delle acque di qualche metro.

## L'ESONDAZIONE AD AULLA

Non è facile descrivere quanto accaduto a partire dalle 18,30 del 25 ottobre ad Aulla, orario indicato come inizio dell'esondazione del Fiume Magra, che in pochi minuti ha sommerso una grande superficie del popoloso abitato.

Come detto, il culmine delle piogge si era avuto tra le 16 e le 17; dalle 16,30 alla stazione idrometrica di S. Giustina (Pontremoli) si era registrato un netto aumento del livello del Fiume Magra (dati CFR), culminato alle 17,15 e dopo 30 minuti (17,45) ricalato di solo 50 centimetri. Un'onda lunga di piena di almeno un'ora di durata, dovuto alla continua alimentazione delle piogge sia nei bacini di destra che di sinistra idrografica, protratta per quasi due ore. Nella peggiore delle ipotesi, quindi, si sarebbero avuti 30 minuti di tempo (dalle 18 alle 18,30) per avvertire Aulla; a essere ottimisti, un'ora. Ma anche se, in effetti, comunicazioni di pericolo sono comunque giunte al comune, quello a cui abbiamo assistito è stata una tragedia "annunciata", una situazione conosciuta da anni, intendendo per questi ultimi, decenni.

La Fig. 7 è solo l'ultimo avvertimento documentabile di una certa rilevanza, perché anche successivamente (la notte di Natale dello stesso 2009) le acque raggiunsero l'e-

dificio scolastico, ma era quasi mezzanotte e fotografie non sono state prodotte.

Era la mattina del 20 gennaio 2009 e lentamente le acque dei due fiumi (Aulla si trova alla confluenza tra il Magra e l'Aulella e anche quest'ultimo era in piena), invasero le scuole medie realizzate tra le due aste idriche. Si registrò un livello di circa 1,8 metri, che invase il piano terra dell'edificio. Il 25 ottobre 2011 il livello ha superato i 4 metri, entrando nelle classi del primo piano e, sfondando, in alcuni casi le tamponature.

La successiva testimonianza di Fig. 8 mostra una classe con l'evidente traccia del livello delle acque lasciato sui muri o, se preferite, sulla cartina geografica dell'Italia,

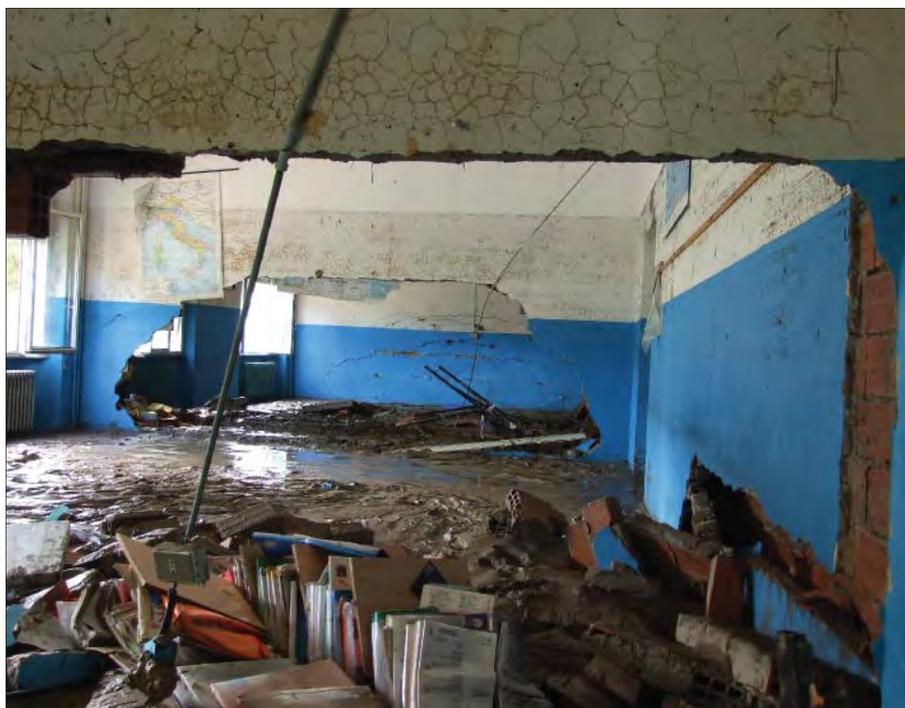


Figura 8 – Aula allagata e tamponature sfondate dall'impeto delle acque.



Figura 9 – Campi alla confluenza Magra Aulella.

li appesa forse a monito che qualcosa non è stato fatto come si doveva.

Ma la storia della scuola di Aulla nasce molto prima, all'inizio degli anni '60.

Alcune fotografie storiche contenute nella pubblicazione di Franco Testa: *Aulla, dalla ricostruzione ai mitici anni sessanta (1999)*, ci aiutano a comprendere le trasformazioni di questo territorio.

La scuola è soltanto uno degli edifici che negli ultimi 50 anni sono stati costruiti in condizioni di assoluto pericolo; il fatto che sia un istituto frequentato da bambini che si trasformano in ragazzi (scuola secondaria inferiore), rende ancor più grave la situazione perché una volta di più, si sacrificano i nostri "figli" (vedi la "vecchia" scuola Jovine di san Giuliano di Puglia), nell'egida (falsa) del progresso, nell'evoluzione edilizia (dissennata) di un territorio.



Figura 10 – Effetti dell'alluvione del 1966 nella città di Aulla in "piena" espansione edilizia.

Nelle vecchie mappe cartografiche di Aulla in scala 1:25.000, appare nel 1905 un borgo allungato lungo la via presso la stazione vecchia (via Nazionale S.S. 62); all'altezza di quest'ultima c'era una distanza dal corso d'acqua ai campi prossimi alle abitazioni di circa 125 metri; oggi quella distanza non supera i 25 metri. La bisnonna ultracentenaria di un mio amico abita in prossimità della stazione vecchia e dice: "Quelli erano campi che ogni tanto venivano allagati dal fiume e non c'era altro".

La Fig. 9 rappresenta la situazione all'anno 1959 e mostra la confluenza tra i fiumi Magra e Aulella; quella è l'area dove a distanza di pochi anni sorgeranno le scuole medie di Aulla. Il fiume Magra è in primo piano, mentre l'Aulella scorre alle spalle di quello stretto promontorio.

La fotografia che segue è del 1966 e credo che, più di tanti discorsi, rappresenti la spiegazione del perché le cose sono andate nel modo che conosciamo; una sequenza incontrollabile di sbadataggini, che consigli comunali e giunte hanno affrontato nella medesima situazione di cecità verso la realtà dei fatti; un nucleo abitato alla confluenza di due grossi fiumi avrebbe dovuto far sorgere più di un dubbio sulla necessità di continuare a "mangiare" terreno alle acque.

La Fig. 10 rappresenta gli effetti dell'alluvione avvenuta in concomitanza con quella di Firenze; qui piovve meno, ma i fiumi raggiunsero comunque un livello critico.

Limpida è l'immagine della nuova scuola, protetta dalle acque del Fiume Magra da un esile muro dell'altezza di circa un metro. Si possono scorgere alcune persone che osservano le acque del fiume in piena, pare in perfetta tranquillità, a giudicare dal numero delle autovetture parcheggiate.

Sulla sinistra idrografica del Torrente Aulla, fanno sfoggio le nuove costruzioni del Quartiere Matteotti, realizzate in piena area golenale; nei successivi 45 anni, subiranno un numero consistente di allagamenti. Nella parte inferiore della foto è riportata la località "Bagni di Podenzana" che appare già invasa dalle acque.

Al termine degli anni 90' anche tale zona subirà l'invasione edilizia come l'altra sponda e nello stesso identico modo, avrà le problematiche di esondazione nei piani terra (garage, cantine), senza contare il parco giochi per bambini che, sistematicamente, rimarrà sommerso dai flutti limacciosi delle torbide del turbolento fiume Magra.

Ecco, infine, l'ultima fotografia che testimonia la progressione edilizia degli ultimi 30 anni. La Fig. 11 mostra i complessi edilizi realizzati; la ricostruzione dei vari settori si è basata sulla documentazione delle foto aeree di voli negli anni 1980, 1988 e 1996.



Figura 11 – Sviluppo edilizio di Aulla negli ultimi trent'anni.

Anche in questo caso, non occorrono spiegazioni; osserviamo la piena saturazione del territorio golenale con edifici residenziali e artigianali e con la sparizione dei "campi" del dominio del fiume, per spazi di almeno un centinaio di metri.

## CONCLUSIONI

Negli ultimi tre anni la Lunigiana, ma più in generale la provincia di Massa Carrara, è stata interessata da almeno cinque eventi pluviometrici significativi che hanno lasciato numerose ferite sul territorio e, purtroppo, hanno strappato la vita di alcune persone.

- Il 20 gennaio 2009 il Fiume Magra esonda ad Aulla invadendo le scuole medie; numerose frane su buona parte del territorio provinciale.

- La notte di Natale dello stesso anno, accade un episodio simile al precedente con ripercussioni negative sul territorio e la solita esondazione alle scuole medie di Aulla.
- Il 31 ottobre 2010 piogge d'elevata intensità innescano alcuni movimenti franosi sui comuni del litorale; a Massa tre persone in due differenti casi (una mamma e il suo bambino nel letto di casa e un signore uscito per verificare i danni della pioggia) sono travolte da masse detritiche in caduta e perdono la vita.
- Il 24 dicembre sempre del 2010 una pioggia di estrema violenza crea in un'area ristretta del comune di Aulla alcune colate detritiche che "ripuliscono", in maniera pressoché completa, alcuni impluvi, depositando grosse quantità di materiale solido anche in prossimità di edifici residenziali; danni rilevanti anche nel comune di Podenzana.

versità atmosferica. Sono consapevole della banalità di queste frasi, ma questa semplicità di "parole" deve far continuare a riflettere, specialmente se ogni volta, le domande poste, rimangono le stesse.

Forse, non si vuole credere a questo genere di risposte

Per concludere in modo tecnico, dirò... le stesse cose.

Per le frane su abitati e viabilità, la causa è quasi sempre la stessa: *cattiva regimazione e smaltimento delle acque superficiali*. E anche in questo caso ci troviamo nella stessa situazione di prima: soluzioni convenzionali e banali, decisamente scontate, ma quasi mai realizzate come dovrebbero né dimensionate nella maniera corretta. E sì! Nella realtà si crede di adempiere a quei problemi con opere specifiche, che molto spesso si dimostrano insufficienti a ricoprire i compiti a cui sono destinate. Si tratta di *opere semplici, economiche e numerose nella consistenza*, ma l'inserimento nella complessità di un territorio già pesantemente "randellato", prevede valutazioni accurate e attente a tutto ciò che si trova attorno.

Faccio un esempio: regimazione delle acque sulle viabilità. Non può essere che la stessa cunetta, lo stesso pozzetto e la stessa tubazione (parlo di dimensioni) possano essere utilizzati per un tratto di 10 metri in un abitato di pianura, come in uno di 300 sul fianco di un versante. Le acque che andrò a raccogliere durante la stessa pioggia, avranno o no volumi diversi?

E le piogge da considerare per i dimensionamenti?

Alla luce di quanto accade ormai da più di 15 anni (l'alluvione di Cardoso di Stazzema del 1996, mi è servita per imparare questo), non ha più alcun senso progettare fognature con piogge aventi tempi di ritorno ventennali. Senza dubbio dovrò operare con tempi almeno cinquantennali e allora sarò sicuro di aver fatto un buon lavoro.

L'evoluzione della semplicità, intesa anche come riconoscimento dei nostri errori, ci potrà salvare con il presupposto che anche i politici la condividano. Altrimenti...

Ringrazio: Enzo di Carlo del CFR, per le fotografie dall'elicottero di Mulazzo, Montereggiò e Aulla; Fanny Milano, Germano Ginesi, Marco Galeotti, Fausto Amadei e Paolo Borzacca per il supporto tecnico nei giorni dell'emergenza; il mio Papà per avermi dato la possibilità di fare il geologo.

- Il 25 Ottobre 2011 è quanto descritto in questa breve nota e seppur in maniera diversa e in territori diversi, sembra però di assistere agli stessi crudeli aspetti di calamità naturali già viste.

Chi come il sottoscritto ha modo di ritrovarsi spesso in queste calamità, ascolta sempre o quasi le solite domande e, purtroppo le solite risposte:

"Perché è successo? Ma non si poteva prevedere? Di chi sono le colpe?"

Parto da un presupposto: nella maggior parte dei casi se un edificio viene allagato o se viene raggiunto da una colata detritica o da una frana, ci sono solo due risposte: "In quel posto lì, quel fabbricato non ci doveva stare", oppure "Il territorio è stato alterato in maniera negativa".

Quindi, estrema prevalenza di condizioni imposte dall'uomo e poco spazio alla sola av-

# Dinamiche veloci di versante nei Peloritani Occidentali per l'evento intenso di pioggia del 22 novembre 2011

## Prime osservazioni nel territorio di Saponara

### IL QUADRO D'INSIEME

Nella giornata del 22 novembre 2011 treni di cumulonembi auto-rigeneranti provenienti da SSE hanno dato luogo nelle 12 ore, in un areale di circa 450 km<sup>2</sup> del versante tirrenico della dorsale peloritana, a ripetuti rovesci di forte intensità e breve durata, con altezze di pioggia cumulate (dati attualmente disponibili) localmente molto variabili, comprese tra i 90 mm (Milazzo) e i 350 mm (Castroreale) e con un picco di 450 mm in 4 ore segnalato dal Genio Civile di Messina (Di Gangi & Schirò, 2011) nei dintorni dell'abitato di Saponara.

L'immediata risposta del territorio, con blande pendenze d'insieme del versante generalizzato, ma a forte articolazione nel dettaglio, con un sistema drenante a pettine costituito da valli principali strette ed allungate con profili trasversali a fondo piatto, è stata un veloce riaggiustamento geomorfico delle pendici attraverso la formazione di di-

verse centinaia di colate detritico-fangose sia coesive che poco o non coesive (Postma, 1986; Pierson & Costa, 1987) e l'erosione di diversi dreni principali a carattere torrentizio tra cui, quella più devastante, del Longano a Barcellona Pozzo di Gotto (Fig. 1).

Il dissesto generalizzato delle pendici e le erosioni hanno vulnerato pesantemente l'intero sistema urbano del settore, frazionato per ragioni orografiche in centri di piana costiera - sbocco di valle (Barcellona Pozzo di Gotto, Torregrotta) e fondovalle (Saponara), mentre sono rimasti esclusi da seri danneggiamenti gli abitati impiantati su culminazioni topografiche (Castroreale, Roccalvaldina, Gesso). La viabilità sia primaria che secondaria è stata compromessa in numerosi tratti per la invasione delle sedi stradali da parte dei convogli di colata o dai loro lobi frontali, rendendo in alcuni casi difficile l'accesso dei mezzi di primo intervento.

La formazione per liquefazione statica sui versanti di valle di un così elevato numero di

RICCARDO RASÀ  
Università degli Studi di Messina, Dip. Sci. Terra  
rrasa@unime.it

TULLIO CAMPANELLA  
Geologo, libero professionista  
geoltullocampANELLA@tiscali.it

PAOLO PINO  
Geologo, Dottorando in Scienze della Terra  
pinop@unime.it

ALESSANDRO TRIPODO  
Università degli Studi di Messina, Dip. Sci. Terra  
atripodo@unime.it

flussi con reologie pseudo-plastiche di tipo triparametrico non lineare a soglia di plasticità (Iverson, 1997) in occasione di eventi di pioggia intensa, ed il conseguente forte danneggiamento dei sistemi urbani, appare un preoccupante fenomeno divenuto ormai ricorrente negli ultimi anni su aree circoscritte più o meno ampie del dominio territoriale peloritano; si ricordano in proposito tre eventi di franosità diffusa per colate detritico-fangose: 25 ottobre 2007, tra la periferia sud del Comune di Messina e Roccalumera (versante ionico); 10-12 dicembre 2008, nell'area compresa tra Falcone e Barcellona Pozzo di Gotto (versante tirrenico); 1 ottobre 2009, tra Giampileri e Scaletta Zanclea nel versante ionico, con 37 vittime (Agnesi et al., 2009).

Pur tenendo conto del degrado del territorio, senza invocare cambiamenti meteorologici in atto risulta difficile giustificare tali recenti accadimenti in zone ritenute storicamente silenziose sotto l'aspetto dei processi geomorfici veloci ed estranee a fenomeni di dissesto di così elevata severità, oltre che prive di qualunque evidenza morfologica e/o geologica di precedenti processi franosi diffusi.

A così breve distanza di tempo dall'evento di pioggia del 22 novembre è di fatto impossibile fornire un quadro sufficientemente realistico dei dissesti che hanno funestato un così ampio areale. Diamo quindi conto nel seguito di alcune osservazioni e misure speditive effettuate a Saponara (abitato nel quale si sono registrate tre vittime) e nei suoi immediati dintorni, osservazioni che riteniamo paradigmatiche delle dinamiche di versante che si sono attivate nell'intero areale sinistrato e delle loro interferenze con l'urbanizzato e la viabilità.

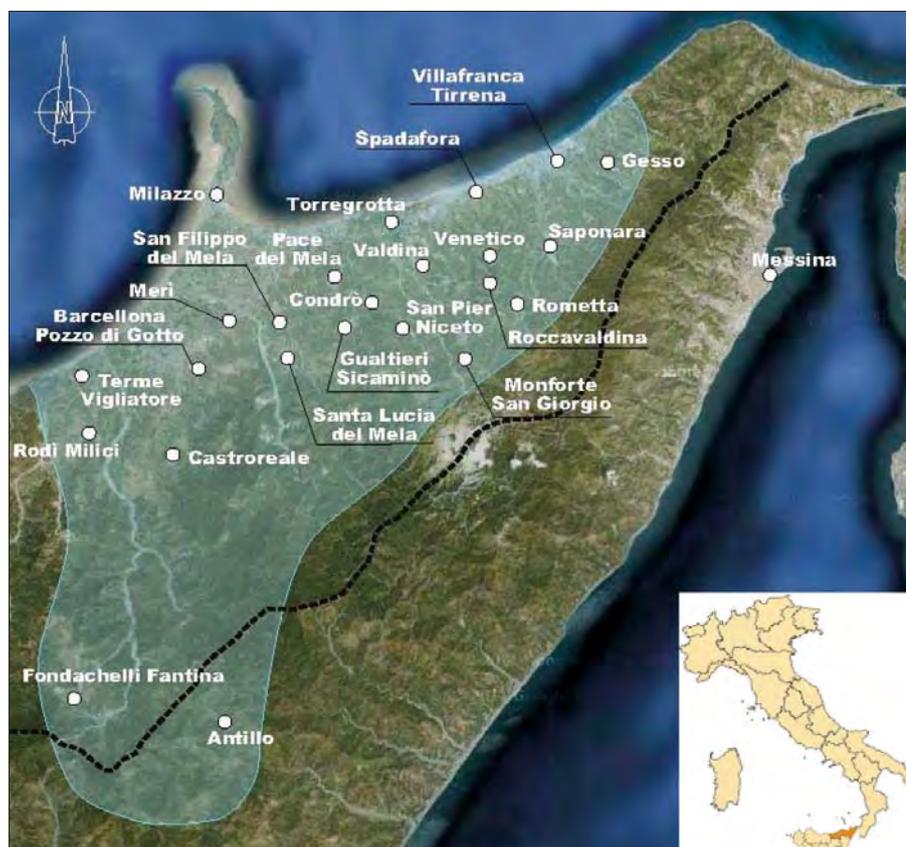


Figura 1 – In colore l'area vulnerata da dissesti diffusi per l'evento di pioggia del 22 novembre 2011. La linea a tratto descrive l'andamento dello spartiacque regionale.

### SAPONARA: CONTESTO GEOLOGICO-GEO-MORFOLOGICO LOCALE

Saponara (4.089 ab., dati ISTAT 2011) è un centro peloritano medio-collinare di impianto plurisecolare, articolato in un nucleo urbano storico e numerose borgate satelliti a questo prossime.

Il nucleo urbano si sviluppa, sia in sinistra che in destra idraulica, sul fondovalle alluvionale piatto del Torrente Cardà, uno degli affluenti principali del Torrente Saponara, che a sua volta

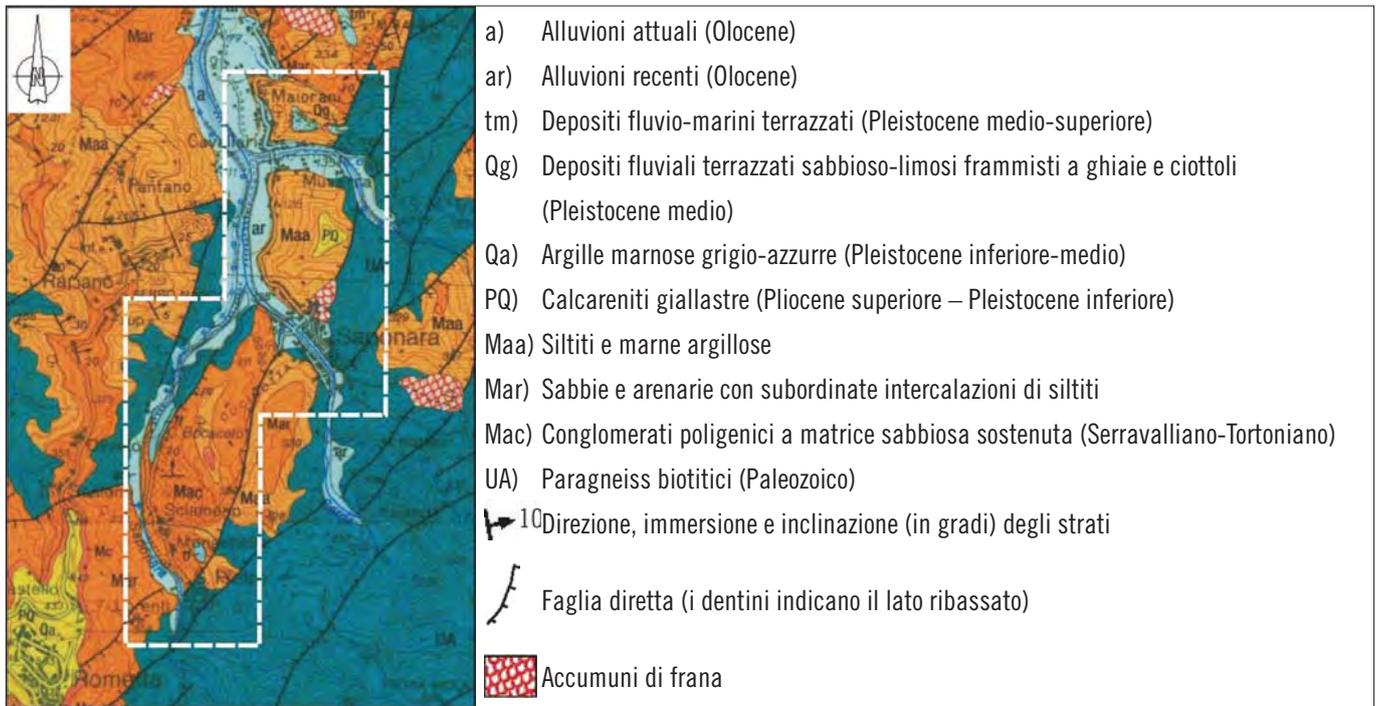


Figura 2 – Geologia dell'area di Saponara in scala 1:50.000 (da Lentini et al., 2000). L'area delimitata dalla linea a tratto è quella investigata nel presente lavoro.

è una delle aste di massimo rango gerarchico dell'intero dominio dei Peloritani Occidentali.

Versanti brevi, regolarizzati da faglie o con blando profilo concavo, non o poco crenulati e con pendenze generalmente elevate, sono in immediato accosto all'abitato principale e alle borgate satelliti nelle valli del Torrente Scarcelli (Passo Como, Cavallari, Maiorani, Musarra) e del Saponara (San Pietro, Monachella, Sciameno).

Tutte le pendici sono mantellate da un discontinuo orizzonte di suolo con un livello regolitico basale spesso anche alcuni metri che parzialmente nasconde la successione stratigrafica locale, costituita da metamorfiti di medio-alto grado su cui poggia una sequenza molassica regressiva di età serravalliana-tortoniana (Fig. 2).

I terreni di basamento metamorfico (Unità dell'Aspromonte Auct.), fortemente tettonizzati fino a locale cataclasi spinta, sono paragneiss biotitici con intercalazioni aplite-pegmatitiche (Messina, 1995; Messina et al., 2004), ed affiorano sporadicamente nei settori prossimi ai fondovalle, mentre la molassa, che rappresenta quasi sempre l'intera sezione esposta nelle pendici di valle, è costituita alla base da siltiti fittamente stratificate e da un orizzonte sabbioso mediano a stratificazione indistinta e ciottoli e blocchi metamorfici dispersi, che evolve lateralmente e verso l'alto tramite passaggi eteropici ad un conglomerato poligenico massivo, debolmente cementato, con ciottoli di porfidi, gneiss occhiadini e granitoidi immersi in una abbondante matrice sabbiosa (Lentini et al., 2000).

Chiudono la successione stratigrafica locale la piccola placca relitta di calcareniti giallastre a stratificazione da piano-parallela ad incrociata di età plio-pleistocenica pre-



Figura 3 – Dall'alto e da sinistra verso destra: Borgata Cavallari (località Scarcelli), sistema di brevi colate detritico-fangose prive di confinamento laterale, sviluppate sulla pendice a spese di suolo incolto su substrato molassico; canale di transito nastriforme isolato e lateralmente non confinato. I solchi nel canale sono di formazione immediatamente successiva all'evento per lo scorrimento tardivo della coda del convoglio di frana e per le acque di ruscellamento; effetti distruttivi del colpo d'ariete provocato dal plug centrale di una colata detritico-fangosa con comportamento reologico di tipo pseudo-plastico (liquidi di Herschel-Bulkley). La colata ha provocato tre vittime; Piazza Umberto a Saponara Centro dove il corpo di un sistema a ventaglio di colate canalizzate ha raggiunto lo spessore di oltre un metro; clogging di viabilità interna a Saponara Centro.

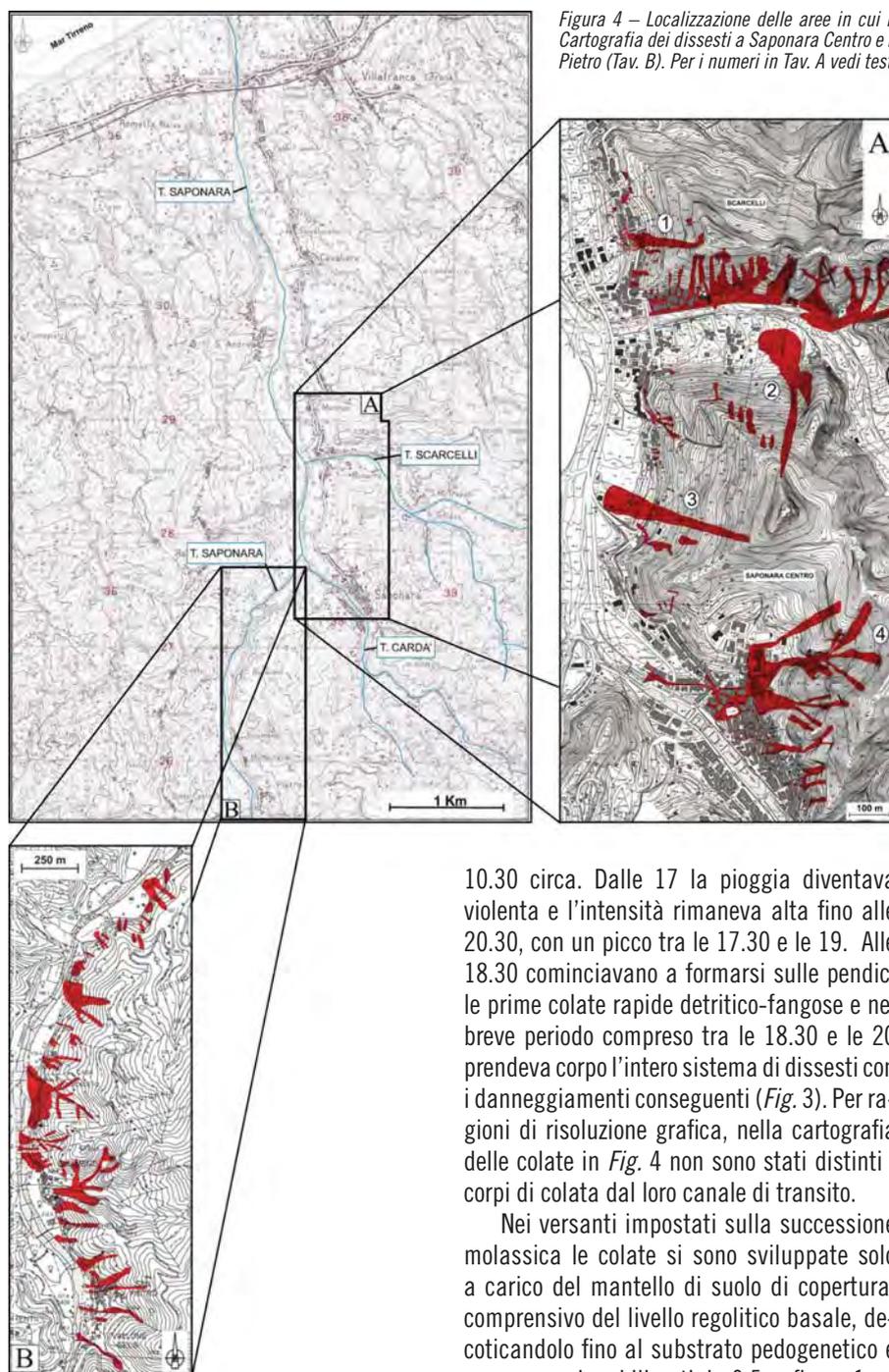


Figura 4 – Localizzazione delle aree in cui ricadono i dissesti più significativi nel territorio di Saponara. Cartografia dei dissesti a Saponara Centro e nella Frazione Scarcelli (Tav. A) e tra Saponara e la frazione San Pietro (Tav. B). Per i numeri in Tav. A vedi testo.

di muri di confinamento a secco di antichi terrazzamenti coltivati (uliveto rado), propagando poi verso la base dei versanti o come colate nastriformi non confinate lateralmente (prevalenti) o come colate canalizzate (Fig. 4, Tav. A, punto 2) all'interno di solchi erosivi esistenti (più rare). Solo in alcuni settori di versante ad andamento fortemente arcuato si sono attivati sistemi di colate multiple con distribuzione a ventaglio che, coalescendo verso valle, hanno generato un unico convoglio franoso: a due configurazioni di questo genere (Fig. 4, Tav. A, punto 4) è imputabile per gran parte l'invasione della viabilità urbana nel settore centrale dell'abitato principale, con spessori di detrito abbandonato che hanno raggiunto anche i tre metri.

Associando misure planimetriche dei canali a misure sul campo degli spessori di suolo coinvolto è emerso un valore volumetrico medio dei singoli convogli di frana pari a 1500 mc, corrispondente ad una Magnitudo Jakob di 3 (Jakob 2005). Numerose sono state comunque le colate con Magnitudo 2 ( $10^2 - 10^3$  mc), mentre le due sole colate che hanno raggiunto Magnitudo 4 ( $10^4 - 10^5$  mc) sono state: i) la colata di cui al punto 3 (Fig. 4, Tav. A) e ii) il sistema di colate a ventaglio e unica confluenza al punto 4 della stessa tavola, con valori stimati poco superiori ai 10.000 mc.

Osservazioni condotte nelle zone origine delle colate hanno confermato un quasi generale sviluppo degli inneschi per scorrimenti planari di suolo-regolite (soil slip di Cruden & Varnes, 1996) saturo, in accordo con il modello canonico di Campbell (1975) descritto in Fig. 5, con rapida transizione di fase del corpo di frana da solido a fluido viscoso non newtoniano con soglia di plasticità (liquidi di Herschel-Bulkley).

Si sottolinea che, a differenza delle acque defluenti in un canale, con profili trasversali di velocità parabolici e longitudinali semiparabolici, nelle colate detritico-fangose il gradiente laterale di velocità può diventare nullo nelle zone centrali del flusso se lo sforzo di taglio diventa più basso della soglia di plasticità, dando luogo alla formazione di un "pistone" centrale rigido e coerente, trasportato dal flusso laminare ai lati e sul fondo: al colpo d'ariete di alcuni di questi "plug" centrali, carichi di detriti grossolani, si devono i maggiori casi di danneggiamento grave (vedi foto in Fig. 3).

Misure dei parametri morfometrici (Fig. 6) utili per una futura valutazione da back analysis del rischio di invasione delle aree ad urbanizzazione densa e/o di singoli edifici sono state effettuate su 20 colate (Tab. 1). Dai dati emergono in alcuni casi valori del fattore di mobilità alti, anche se compresi nel range

10.30 circa. Dalle 17 la pioggia diventava violenta e l'intensità rimaneva alta fino alle 20.30, con un picco tra le 17.30 e le 19. Alle 18.30 cominciavano a formarsi sulle pendici le prime colate rapide detritico-fangose e nel breve periodo compreso tra le 18.30 e le 20 prendeva corpo l'intero sistema di dissesti con i danneggiamenti conseguenti (Fig. 3). Per ragioni di risoluzione grafica, nella cartografia delle colate in Fig. 4 non sono stati distinti i corpi di colata dal loro canale di transito.

Nei versanti impostati sulla successione molassica le colate si sono sviluppate solo a carico del mantello di suolo di copertura, comprensivo del livello regolitico basale, decotandolo fino al substrato pedogenetico e con spessori mobilizzati da 0.5 m fino a 1 m. Solo in rari casi, come quello della colata che ha provocato 3 vittime (Fig. 4, tav. A, punto 1) lo spessore di suolo decotato ha raggiunto i 3.5 m. Fenomeni di sovraescavazione dei canali di transito si sono verificati esclusivamente nei limitati settori impostati su terreni metamorfici, con un coinvolgimento del substrato fino ad uno spessore di circa 0.5 m e formazione di colate con una frazione detritica grossolana decisamente maggiore rispetto a quelle sviluppate sui terreni molassici.

Nessuna sensibile interferenza si è verificata tra le colate e i processi idraulici di deflusso in alveo dei tre torrenti Cardà, Saponara e Scarcelli, anche per la presenza di difese laterali di sponda sopraelevate.

La quasi totalità dei dissesti si è innescata in prossimità del ciglio delle pendici, spesso lungo cambi di pendenza o per crollo

sente al top del colle sul quale si ergono i ruderi del castello di Saponara, in sinistra idraulica dello Scarcelli, ed il lembo di un deposito di piana fluviale poco addensato e fortemente rubefatto, legato ad un ciclo erosivo-deposizionale caldo pretirreniano e costituito da sabbie limose frammiste a ghiaie, affiorante nella culminazione topografica in destra idraulica dello stesso Torrente Scarcelli con uno spessore di circa 10 m.

#### DESCRIZIONE DEI DISSESTI E DI ALCUNI ASPETTI MORFODINAMICI E MORFOMETRICI

Giorno 22 novembre, mentre a Barcellona Pozzo di Gotto pioveva già dalle 6 a.m., a Saponara e nei borghi satelliti piogge moderate, intervallate a rovesci intensi di breve durata e con carattere intermittente iniziavano alle

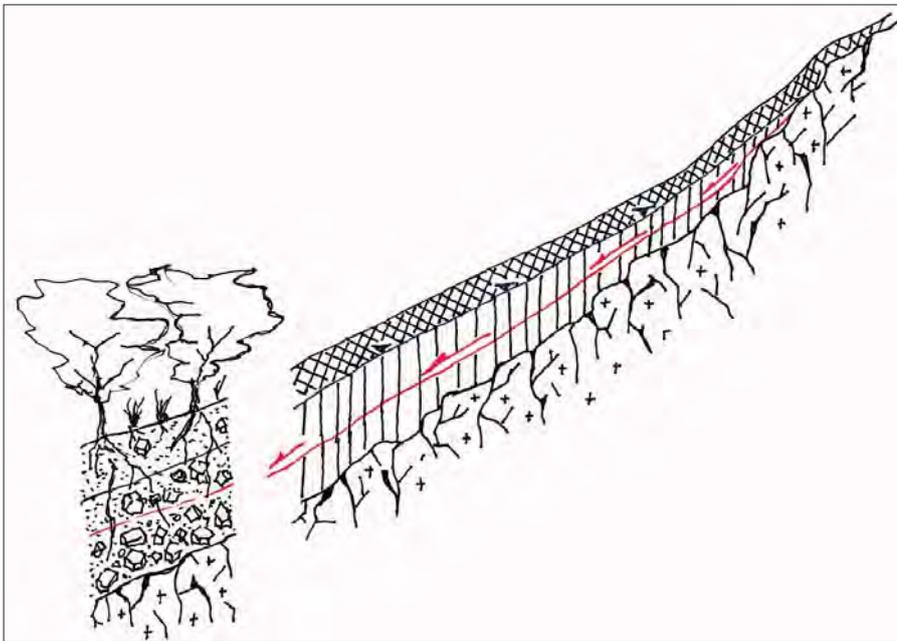


Figura 5 - Innesco statico di colata veloce sotto piogge intense (ridis. da Campbell, 1975). Quando all'interno della copertura eluvio-colluviale, costituita dal suolo e dal regolite basale, l'acqua di infiltrazione eccede la capacità trasmissiva del substrato pedogenetico (bedrock) si sviluppa una zona satura al di sopra dell'interfaccia con lo stesso, fino a creare un sistema idraulico interconnesso. Con il crescere dello spessore della zona satura, la pressione di poro sulla superficie di potenziale scorrimento aumenta, e lo strato di suolo e regolite può rompersi per frattura lungo o immediatamente sopra l'interfaccia, producendo un soil slip. Il materiale saturato liquefà durante il movimento verso valle, trasformandosi così rapidamente in una colata detritico-fangosa.

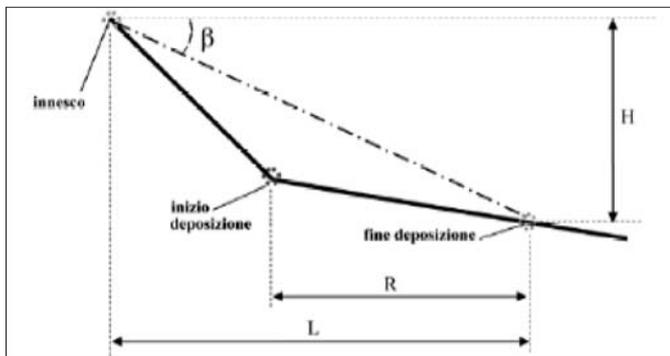


Figura 6 - Parametri geometrici (da D'Agostino & Cesca, 2009). (R) distanza di arresto o di runoff: lunghezza planimetrica percorsa dalla colata fra il punto nel quale ha iniziato a rallentare la sua corsa e il punto nel quale si è fermata completamente; (L) travel distance: distanza totale planimetrica percorsa dalla colata; (L/H) fattore di mobilità.

tipico proposto in letteratura (da 2 a 4), ed un deciso scostamento del valore previsionale di  $H/L = \tan \beta = 0.20$  dell'equazione empirica di Takahashi (1994).

Fattori di mobilità alti, insieme ad alcuni elementi diagnostici quali i) lobi frontali a

bassissimo angolo nelle zone di arresto dei convogli non interdetti da ostacoli, ii) comune formazione nelle colate più grandi di un esteso slurry frontale molto liquido per rapida depressurizzazione idraulica dopo l'arresto e iii) bassa pressione dispersiva nei convogli durante il transito, testimoniata dalla mancanza di canali liberi su versante con aperture a ventaglio, fanno propendere per un carattere non coesivo o basso coesivo del sistema di colate detritico-fangose attivatesi. Questo implica la mobilitazione di un sistema suolo - regolite con alta porosità oltre che mancanza di una significativa frazione argillosa.

Ulteriori approfondimenti su questi ultimi aspetti, su stime di buona attendibilità dei volumi complessivi coinvolti e sulla presenza nelle medie pendici di alcuni dissesti "congelati" nella fase di soil slip o con inizi liquefazione (colate abortite), si rimandano a successive indagini di maggior dettaglio.

#### BIBLIOGRAFIA

AGNESI V., RASÀ R., PUGLISI C., GIOÈ C., PRIVITERA B., CAPPADONIA C., CONOSCENTI C., PINO P., ROTIGLIANO E. (2009), *La Franosita diffusa dell'1 ottobre 2009 nel territorio ionico-peloritano della provincia di Messina: stato delle indagini e prime considerazioni sulle dinamiche geomorfiche attivate*. Geologi di Sicilia, Vol. 4, 23-30.

CAMBELL R.H. (1975), *Soil slips, debris flows, and rainstorms in the Santa Monica Mountains and vicinity, southern California*. USGS, Professional Paper, 851, pp. 51.

CRUDEN D. M., VARNES D. J. (1996), *Landslide types and processes*. In: A. K. TURNER AND R. L. SCHUSTER (Editors), *Landslides, Investigation and Mitigation*. Special Report 247. TRB, National Research Council, Washington D. C., 36-75.

D'AGOSTINO V., CESCA M. (2009), *Reologia e distanza d'arresto dei debris flows: sperimentazioni su modello fisico a piccola scala*. Atti del IX Convegno Nazionale dell'Associazione Italiana di Ingegneria Agraria. Atti del Convegno, Ischia Porto, 210-220.

DI GANGI A., SCHIRÒ G. (2011), *Eventi alluvionali del 22/11/2011. Relazione sul territorio comunale di Saponara*. Ufficio Genio Civile di Messina, prot. 281923, dattiloscritto.

IVERSON R.M (1997), *The Physics of debris flows*. Reviews of American Geophysical Union, 35, 245-296.

JACOB M. (2005), *A size classification for debris flows*. Engineering Geology, 79, 151-161.

LENTINI F., CATALANO S., CARBONE S. (2000), *Carta Geologica della Provincia di Messina (Sicilia nord-orientale), Note Illustrative*. Provincia Regionale di Messina, Assessorato Territorio - Servizio Geologico. S. EL. CA., Firenze, 70 pp.

MESSINA A. (1995), *The crystalline basements of the Peloritani Mountains (Sicily): state of the art*. Congresso SIMP, Venezia - settembre 1995. Plinius, 14, 223-225.

MESSINA A., SOMMA R., CARERI G., CARBONE G. & MACAIONE E. (2004), *Peloritani continental crust composition (southern Italy): geological and petrochemical evidences*. Bollettino della Società Geologica Italiana, 123, 405-441.

PIERSON, T.C., COSTA, J.E. (1987), *A rheologic classification of subaerial sediment-water flows*. In: COSTA, J.E., AND WIECZOREK, G.F., EDS., *Debris flows/avalanches. Geological Society of America*. Reviews in Engineering Geology, Vol VII, 1-12.

POSTMA G. (1986), *Classification for sediment gravity-flow deposits based on flow conditions during sedimentation*. Geology, 291-294.

TAKAHASHI, T. (1994), *Japan-China Joint Research on the Prevention from Debris Flow Hazards*. Research Report, Intern. Scient. Program, Japanese Ministry of Education, Science and Culture, pp. 195.

Tabella 1 - Dati morfometrici raccolti per 20 colate. Per il significato dei simboli vedi Fig. 6.

| n° d'ord. | R (m) | L(m) | H(m) | H/L (tan β) | L/H  |
|-----------|-------|------|------|-------------|------|
| 1         | 80    | 150  | 40   | 0.26        | 3.75 |
| 2         | 150   | 250  | 100  | 0.40        | 2.50 |
| 3         | 250   | 370  | 140  | 0.37        | 2.64 |
| 4         | 280   | 500  | 140  | 0.28        | 3.57 |
| 5         | 260   | 400  | 100  | 0.25        | 4.00 |
| 6         | 140   | 420  | 150  | 0.35        | 2.80 |
| 7         | 170   | 420  | 155  | 0.37        | 2.70 |
| 8         | 100   | 180  | 70   | 0.38        | 2.57 |
| 9         | 125   | 280  | 114  | 0.40        | 2.45 |
| 10        | 70    | 150  | 60   | 0.40        | 2.50 |
| 11        | 80    | 170  | 60   | 0.35        | 2.80 |
| 12        | 35    | 120  | 45   | 0.37        | 2.66 |
| 13        | 90    | 250  | 110  | 0.44        | 2.27 |
| 14        | 120   | 260  | 105  | 0.40        | 2.47 |
| 15        | 60    | 180  | 80   | 0.44        | 2.25 |
| 16        | 100   | 250  | 100  | 0.40        | 2.50 |
| 17        | 100   | 230  | 85   | 0.37        | 2.70 |
| 18        | 60    | 100  | 40   | 0.40        | 2.50 |
| 19        | 80    | 190  | 70   | 0.38        | 2.71 |
| 20        | 100   | 220  | 85   | 0.38        | 2.58 |



**La SIGEA in collaborazione con la FIDAF  
organizza il Corso sulla  
"RELAZIONE PAESAGGISTICA"  
con particolare riguardo agli aspetti geomorfologici, idrologici e  
agronomici  
Roma, 20 febbraio 2012**

info@sigeaweb.it  
www.sigeaweb.it  
06/5943344

Il Corso si pone l'obiettivo di fornire un inquadramento generale riguardo alla struttura del DPCM 12.12.2005, con specifico riferimento ai contenuti della Relazione Paesaggistica, alle procedure amministrative, agli enti preposti alla valutazione degli interventi sul paesaggio. Il Corso è articolato in due sessioni: la prima, a carattere normativo-procedurale inserisce la Relazione Paesaggistica nel quadro complessivo della normativa in materia, definendone le finalità, in riferimento all'attività di competenza dei progettisti e delle Pubbliche Amministrazioni. La seconda parte, di contenuto tecnico-pratico, illustra casi di studio presentati da noti professionisti attivi.

Patrocini fin'ora accordati: Ordine degli Agronomi della Provincia di Roma, CATAP, Ordine degli architetti della Provincia di Roma, GUI.PA Guide al Paesaggio d'Italia

Località: Roma, Sala Conferenze FIDAF, Via Livenza 6 (traversa di Via Po)

Data: lunedì 20 Febbraio 2012. Si svolge in una giornata, 4 ore la mattina e 4 ore il pomeriggio

**PROGRAMMA**

Mattina (9.30 – 13.30) : La metodologia

-Dr. Arch. Daniele Iacovone (già Direttore della Direzione Territorio e Urbanistica Regione Lazio): *Quadro di riferimento legislativo. Guida alla redazione degli elaborati.*

-Dr. Geol. Eugenio Di Loreto (Consigliere Consiglio nazionale dei geologi, Funzionario Regione Lazio): *Ruolo della geologia nella redazione della relazione paesaggistica*

-Prof. Arch. Guido Ferrara (Studio di progettazione ambientale Ferrara Associati, Firenze): *La metodologia della relazione paesaggistica.*

Pomeriggio (14.30 – 18.30): I Casi di studio

-1-Prof. Arch. Guido Ferrara: *La Cassa di espansione dell'Arno in località Roffia a San Miniato (Pisa).*

-2-Dr. Geol. Giorgio Cardinali (Società Italiana per l'Ambiente, Roma):

a) *Ponte sul fiume Aniene (Tivoli);*

b) *Impianto eolico nella Tuscia, in un paesaggio dominato dalla geomorfologia e dall'agricoltura.*

-3-Dr. Agr. Barbara Invernizzi e Dr. For. Roberto Fagioli (Ordine Agronomi Provincia di Roma): *La relazione paesaggistica riferita alle presenze arboree in siti storici tutelati.*

Verranno richiesti all'Ordine dei Geologi i crediti APC e all'Ordine degli Agronomi i crediti CFP.

*Tutor: Arch. Alessandra Valentini*

*Saranno rilasciati gli attestati di partecipazione e le dispense fornite dai relatori su supporto informatico.*

Per il corso saranno richiesti i crediti APC per geologi e per altre categorie professionali

L'attestato di frequenza sarà rilasciato solo a coloro che avranno effettivamente frequentato l'80% delle lezioni.

Il corso è riservato ai soci SIGEA. Per chi non è socio, la quota annuale di iscrizione alla SIGEA è di 30 euro da versare sul Conto Corrente Postale n. 86235009 o tramite bonifico postale o bancario Codice IBAN: IT 87 N 07601 03200 000086235009 intestati a Società Italiana di Geologia Ambientale – Roma, indicando la causale: **"quota iscrizione SIGEA anno 2012"**. Il modulo di adesione è scaricabile dal sito web di SIGEA.

Il corrispettivo specifico del Corso (durata 8 ore) per i soci SIGEA è 80 euro da versarsi sul Conto Corrente Postale n. 86235009 o tramite bonifico postale o bancario Codice IBAN: IT 87 N 07601 03200 000086235009 intestati a Società Italiana di Geologia Ambientale – Roma, indicando la causale: **"quota Corso Relazione Paesaggistica Roma 2012"**.

**I documenti sopra citati vanno digitalizzati ed inviati via email a: info@sigeaweb.it.**

La SIGEA si riserva la facoltà di rinviare, annullare o modificare il corso programmato dandone comunicazione ai partecipanti entro 3 giorni lavorativi prima della data di inizio. In caso di annullamento del corso da parte della SIGEA, le quote di partecipazione al solo corso, eventualmente già versate, saranno rimborsate integralmente.

*Ai sensi del D.Lgs. 196/03, il sottoscritto dichiara di essere consapevole che i suoi dati personali, acquisiti tramite il modulo di iscrizione al Corso, saranno trattati dalla SIGEA con l'ausilio di mezzi elettronici per finalità riguardanti l'esecuzione degli obblighi derivanti dalla partecipazione al Corso e per finalità statistiche.*

DATA \_\_\_\_\_

FIRMA \_\_\_\_\_

**DATI NECESSARI PER LA RICEVUTA FISCALE\***

Anno iscrizione alla SIGEA \_\_\_\_\_

\*Cognome \_\_\_\_\_

\*Nome \_\_\_\_\_

Luogo di nascita \_\_\_\_\_

data di nascita \_\_\_\_\_

\*Cod fiscale/ P.IVA \_\_\_\_\_

\*Indirizzo via e n \_\_\_\_\_

\*CAP \_\_\_\_\_ Città \_\_\_\_\_ (Prov \_\_\_\_\_)

Tel. \_\_\_\_\_ cell \_\_\_\_\_

E-mail \_\_\_\_\_

*Per eventuale restituzione del costo del solo corso:*

Banca \_\_\_\_\_

Codice IBAN \_\_\_\_\_



**Sigea - Società Italiana di Geologia Ambientale**

organizza il corso di aggiornamento professionale

## Bonifica dei Siti Inquinati

Roma, Via Livenza, 6 (Aula "Giuseppe Medici" della FIDAF)

**28/29/30 Marzo 2012**

www.sigeaweb.it; info@sigeaweb.it ; tel 06/5943344

### Finalità

Il Corso si propone di informare e aggiornare i partecipanti sulla procedura della bonifica dei siti inquinati, secondo un approccio pratico/applicativo: dopo una introduzione inerente la normativa nazionale ed europea, saranno evidenziati gli aspetti relativi alla caratterizzazione e alla messa in sicurezza d'emergenza della complessa procedura, illustrando con casi di studio le esperienze dei docenti in varie situazioni industriali e regionali.

**Le lezioni si terranno per tre giorni consecutivi, dalle 09.00 alle 18.00.**

**Durata del corso: 24 ore.**

Ai corsisti verrà fornito materiale didattico e, al termine del corso, l'attestato di frequenza.

Verrà richiesto l'accreditamento ai fini APC per i geologi iscritti all'Albo professionale (nei corsi BSI precedenti sono stati rilasciati 24 crediti) e per altre categorie professionali.

### Programma

Normativa italiana in tema di messa in sicurezza d'emergenza, bonifica e ripristino ambientale dei siti inquinati. Stato di attuazione del Programma Nazionale di Bonifica, Piani Regionali di Bonifica. Iter procedurale e tecnico per eseguire un intervento di messa in sicurezza d'emergenza. Messa in sicurezza, bonifica e ripristino ambientale di siti inquinati da amianto. Interventi di bonifica della falda in presenza di agglomerati industriali attivi e dismessi. Riutilizzo delle acque di falda emunte. Inquinamento delle falde idriche: metodologie di indagine, caratterizzazione, modellistica. Metodi e tecniche di disinquinamento di falde idriche. Messa in sicurezza d'emergenza e bonifica delle discariche. Le barriere permeabili reattive. Tecnologie di bonifica standard e innovative. Problematiche nell'esecuzione del piano di caratterizzazione. Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati. Caratterizzazione e bonifica dei punti vendita carburanti. *Casi di studio relativi ai siti di interesse nazionale.*

### DOCENTI

Dr. D. Angotti (Minambiente); Dr. geol. D. Baldi (Earthwork); Biol. E. Beccaloni (Istituto Superiore Sanità); Ing. S. Berardi (INAIL); Prof. G. P. Beretta (Università di Milano- Dip.Scienze Terra); Ing. A. Cali (Golder Associates); Ing. M. Dell'Olio (Minambiente); Geol. M. Guerra (ISPRA); Prof. M.Majone (Università di Roma-Dip.Chimica); Dr. F. Paglietti (INAIL); Dr. M. Petrangeli Papini (Università di Roma-Dip. Chimica); Geol. G. Pirani (ISPRA); Nat. I. Tolfa (Minambiente)

**Direzione scientifica del corso: Dr. Ing. Marco Giangrasso**

**Coordinamento didattico-scientifico: Dr. Geol. Marina Fabbri**

**QUOTA DI ISCRIZIONE AL CORSO: 200 euro.**

**IL CORSO E' DESTINATO SOLO AI SOCI SIGEA. PER ISCRIVERSI AL CORSO (E PER ADERIRE ALLA SIGEA NEL CASO NON SI FOSSE SOCIO): la quota annuale di adesione alla SIGEA è di 30 euro da versare sul Conto Corrente Postale n. 86235009 o tramite bonifico postale o bancario Codice IBAN: IT 87 N 07601 03200 000086235009 intestati a Società Italiana di Geologia Ambientale - Roma, indicando la causale: "quota iscrizione SIGEA anno 2012".** Compilare il modulo di adesione alla Sigea, scaricandolo dal sito [www.sigeaweb.it](http://www.sigeaweb.it).

**Il corrispettivo specifico del Corso (durata 24 ore) per i soci SIGEA è 200 euro** da versarsi sul Conto Corrente Postale n. 86235009 o tramite bonifico postale o bancario Codice IBAN: IT 87 N 07601 03200 000086235009 intestati a Società Italiana di Geologia Ambientale - Roma, indicando la causale: "quota Corso Bonifica Siti Inquinati 2012". Compilare la scheda sotto riportata. **I documenti sopra citati vanno digitalizzati ed inviati via email a: info@sigeaweb.it.**

### SCHEDA DI ADESIONE AL CORSO (DATI NECESSARI PER LA RICEVUTA FISCALE\*)

Anno iscrizione alla SIGEA \_\_\_\_\_

\*Cognome \_\_\_\_\_

\*Nome \_\_\_\_\_

Luogo di nascita \_\_\_\_\_

data di nascita \_\_\_\_\_

\*Cod fiscale/ P.IVA \_\_\_\_\_

\*Indirizzo via e n \_\_\_\_\_

\*CAP \_\_\_\_\_ Città \_\_\_\_\_ (Prov \_\_\_\_\_)

Società/Ente/Professione \_\_\_\_\_

Tel. \_\_\_\_\_ cell \_\_\_\_\_

E-mail \_\_\_\_\_

*Per eventuale restituzione del costo del solo corso*

Banca \_\_\_\_\_

Codice IBAN \_\_\_\_\_

La SIGEA si riserva la facoltà di rinviare, annullare o modificare il corso programmato dandone comunicazione ai partecipanti entro 3 giorni lavorativi prima della data di inizio. In caso di annullamento del corso da parte della SIGEA, le quote di partecipazione al solo corso, eventualmente già versate, saranno rimborsate integralmente.



Società Italiana di Geologia Ambientale

Casella Postale 2449 U.P. Roma 158

Tel./fax 06 5943344

E-mail: info@sigeaweb.it

<http://www.sigeaweb.it>