

FRANCESCO FACCINI (*), PIERLUIGI BRANDOLINI (*), ANDREA ROBBIANO (**),
LUIGI PERASSO (***) & ANDREA SOLA (****)

FENOMENI DI DISSESTO E PRECIPITAZIONI IN RAPPORTO ALLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE: L'EVENTO ALLUVIONALE DEL NOVEMBRE 2002 NELLA BASSA VAL LAVAGNA (LIGURIA ORIENTALE)

ABSTRACT: FACCINI F., BRANDOLINI P., ROBBIANO A., PERASSO L. & SOLA A., *Instability, precipitation phenomena and land planning: the flood of 2002 in lower Lavagna valley (Eastern Liguria, Italy)*. (IT ISSN 1724-4757, 2005).

A critical pluviometric event took place in the eastern sector of the Province of Genoa on November 24th, 2002. The event led to a series of landslides and hydraulic problems in that sector, which lies in the coastal area between Zoagli and Chiavari and the inland area of lower Lavagna valley (Fontanabuona).

An analysis of the extreme rainfall was conducted utilizing data recorded at several stations located within the Entella river drainage basin and the sub-basins of the Lavagna and Sturla streams. The analysis showed that the November 2002 levels were twice as high as the corresponding recorded historical means.

Hourly precipitation data revealed an initial major event on November 23rd between 4:00 PM and 9:00 PM, and a second episode the next day. The latter was more intense and concentrated between 10:00 AM and 1:00 PM. Members of the local community have indicated the time interval between 2:00 and 2:30 PM as the start of the main instability phenomena on November 24th, thus 1-4 hours after the maximum peak rainfall.

On the basis of the lines signaling possible pluviometric events, it can be stated that the intensity registered for critical precipitation does not reveal any exceptional characteristics, as the return times lie within a range of 10-20 years, and up to 50 years locally.

The gravitational movements are attributable to debris flow, mainly detached from the lateral valleys of the main segment of the Lavagna stream valley, from wooded slopes that were well maintained and also characterized by cultivated terraces.

As regards the triggering mechanisms, the phenomena noted are attributable to maximum shear stress (peak conditions) and are only secondarily attributable to stress in the residual state. The highest con-

centration of landslides was noted in the bedrock made up of the Val Lavagna Formation, and to the same degree in the clayey-schistose and marley-schistose components (slate).

It was observed that numerous slide planes correspond with the interface between the surface cover and the underlying bedrock, which tilts down towards the bottom of the valley and thus revealing a marked unfavourable slope position. In most cases, the displaced material set into motion on the occasion of the pluviometric event revealed a reduced thickness, amounting to less than 2.0 m. The debris was rapidly channeled along the rivulets or sectors with sunken or low morphology. This determined critical hydraulic situations in the secondary drainage network with reductions in the downflow section that also reached significant levels.

The manmade drainage works were partially or totally blocked up in a very short time. This gave rise to very thick and extensive alluvial deposits in relation to the original expansion of the watercourses involved in the event.

Most of the instability phenomena came about in areas considered at medium or low risk in terms of land basin planning, thus lying in sectors defined as stable or lacking elements considered to be indicative of potential landslide risks. The above considerations point to a disregard of or inattentiveness regarding forecasts for the Lavagna Stream Basin Plan. Therefore, as part of the updating of this land planning tool, a more in-depth investigation of the geomorphological aspects is held to be a necessary requirement, including the adoption of a different calibration of the weights assigned for the preparation of the map of instability susceptibility.

It is hoped that in the future, data on the positions of the planes of discontinuity of the rock masses and the presence of thin covers of debris reported on the geomorphological map, but not considered in the preparation of the map of instability susceptibility, because they were held to have no influence on the local stability of the slope, will be taken into account in a more incisive manner. In this regard, we wish to stress that to the contrary, the flood event demonstrated that loose and thin-layered debris cover, even more so on terraced slopes, becomes vulnerable in terms of slope dynamics during extreme hydrological peaks, especially in combination with the clayey nature and unfavorable structural characteristics of the substratum.

KEY WORDS: Instability, Flood, Basin land plan, Critical precipitation, Lavagna valley (Liguria, Italy).

(*) *Università di Genova, Dipartimento di Scienze dell'Ambiente, dell'Antichità e del Medioevo, via Balbi 2 - 16126 Genova.*

(**) *Geologo, via Capolungo 46/4 - 16167 Genova.*

(***) *Geologo, via Berghini 35N - 16132 Genova.*

(****) *Ingegnere, via Imperiale 40 - 16143 Genova.*

RIASSUNTO: FACCINI F., BRANDOLINI P., ROBBIANO A., PERASSO L. & SOLA A., *Fenomeni di dissesto e precipitazioni estreme in rapporto alla pianificazione territoriale: l'evento alluvionale 2002 nella bassa val Lavagna (Liguria orientale)*. (IT ISSN 1724-4757, 2005).

Nel corso dell'evento alluvionale del novembre 2002 il territorio comunale di S. Colombano Certenoli (Provincia di Genova), ubicato nel tratto terminale della val Lavagna, è stato oggetto di brevi, ma intense precipitazioni meteoriche, a conclusione di un periodo piovoso caratterizzato da un valore mensile superiore al doppio rispetto alla media stagionale storica.

Tale evento ha innescato una diffusa instabilità geomorfologica che si è manifestata con una serie molto consistente di fenomeni franosi, ascrivibili in prevalenza a colate superficiali, e contestualmente ha originato una crisi nei deflussi superficiali afferenti al reticolo idrografico secondario.

Si è constatato che la gran parte dei dissesti verificatisi in occasione dell'evento del Novembre 2002 ricade in aree considerate in termini di pianificazione territoriale a scala di Piano di Bacino Stralcio con grado di pericolosità medio o basso, quindi in settori caratterizzati come sostanzialmente stabili o privi di elementi tali da far supporre un potenziale evento franoso.

TERMINI CHIAVE: Dissesto, Alluvione, Piano di bacino, Precipitazione critica, Val Lavagna.

PREMESSA

Il 24 Novembre 2002 si è verificato un evento pluviometrico critico che ha comportato una serie di fenomeni franosi e di criticità idrauliche in corrispondenza del settore orientale della provincia di Genova, compreso sulla costa tra Zoagli e Chiavari (dove c'è stata anche una vittima) e nell'entroterra tra Leivi, S. Colombano Certenoli e Borzonasca, nell'Appennino ligure.

Nel presente studio è stata rivolta particolare attenzione alle caratteristiche idrologiche dell'evento ed alla tipologia dei dissesti geomorfologici ed idraulici che hanno interessato la parte terminale del bacino del T. Lavagna, nell'ambito del Comune di S. Colombano Certenoli. Infatti, questo settore è quello risultato maggiormente soggetto a danni a carico delle vie di comunicazione, sia pedonali sia carrabili, di edifici insediati e di porzioni di versante terrazzate destinate a pratiche agricole e silvocolturali, come si evince da un recente studio di Federici & alii (2003).

Il censimento e la georeferenziazione di tutti i fenomeni riscontrati sul territorio ha consentito di formulare alcune considerazioni reali sull'analisi pianificatoria a scala di bacino condotta precedentemente all'evento (Provincia di Genova, 2002), che individua la maggior parte del territorio comunale di S. Colombano Certenoli con grado di pericolosità geomorfologica media e bassa, ad eccezione di ristretti settori di versante ove sono stati individuati dissesti geomorfologici noti da tempo o caratterizzati da coltri detritiche di spessore significativo, quali ad esempio Barbarasco (pericolosità elevata), Chiesa Nuova (pericolosità media e elevata), S. Colombano e Case Cappella (pericolosità elevata).

Sulla base dei risultati delle elaborazioni statistiche, è possibile escludere caratteri di eccezionalità dell'evento meteorologico, mentre le osservazioni delle caratteristiche dei dissesti hanno permesso di individuare alcuni fattori geologici s.l. in grado di determinare potenziali fenomeni di collasso geomorfologico diffuso su versanti in condizioni di apparente stabilità.

ASSETTO GEOLOGICO-STRUTTURALE

Il Torrente Lavagna costituisce, fra i corsi d'acqua liguri, uno dei più vasti bacini, con una superficie di circa 170 km². L'attuale linea spartiacque, sulla quale si osservano tracce geomorfologiche relative ad antichi reticoli idrografici (Brancucci & alii, 1988), delimita un bacino allungato secondo la direttrice WNW-ESE, con sviluppo parallelo alla linea di costa, attribuibile ad una fase tettonica distensiva che condiziona l'andamento dei deflussi dei corsi d'acqua principali (Brancucci & Motta, 1989).

Il tratto terminale della Val Fontanabuona è caratterizzato nella porzione medio-bassa dei versanti in destra orografica da argilloscisti in due Formazioni, note in letterature come Scisti manganeseiferi (Formazione di Val Lavagna) e Argille a calcari palombini, costituite rispettivamente da argilliti scistose grigio-nerastre e varicolori, talora siltose, alternate ad arenarie e calcareniti, con frequente presenza di ossidi di ferro e manganese, e da argilliti grigio-scure scagliose alternate a calcari silicei grigio-chiari con tipica frattura concoide, detti palombini (Casella & Terranova, 1963; Servizio Geologico d'Italia, 1968; Boni & alii, 1969; Marini, 1992, 1993, 1994).

In funzione dell'intensa deformazione duttile subita, le principali superfici di discontinuità assumono giacitura estremamente dispersa, tale da conferire agli affioramenti un aspetto massivo.

Nella parte più elevata dei versanti affiora la Formazione delle Ardesie di M. Verzi, rappresentata da sequenze di strati e banchi marnosi e marnosiltosi di spessore talora cospicuo, fino a decametrico, con giunti argillitici e base calcareo-arenacea o, nei banchi più spessi, anche arenacea grossolana. Le stratificazioni sono caratterizzate da giaciture diritte e a reggipoggio con debole inclinazione.

In prossimità del crinale spartiacque in destra orografica è presente la Formazione del Flysch del Monte Antola, costituito da sequenze di strati e banchi di calcari marnosi e marne calcaree, a base calcareo-arenacea laminata, solitamente definiti da giunti argillitici con spessori plurimetrici dei banchi maggiori.

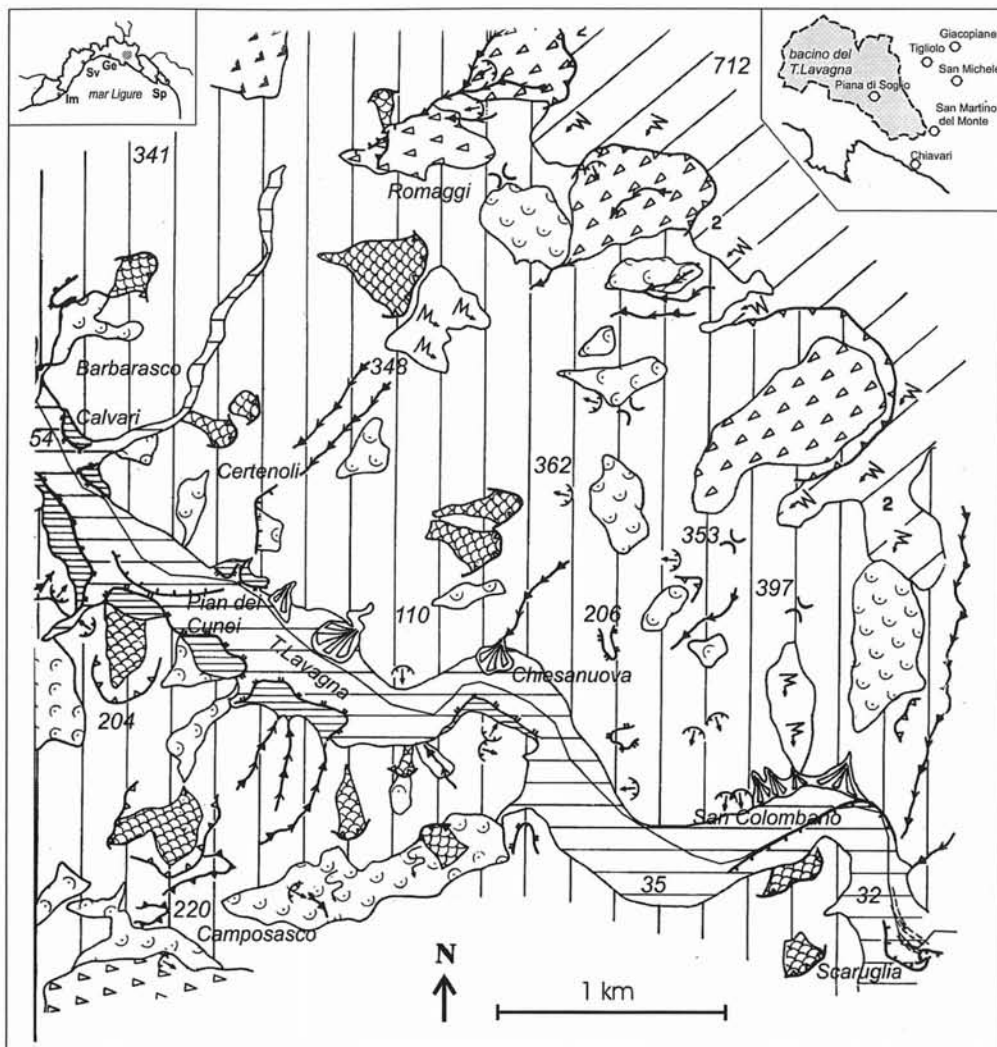
Lungo le porzioni poste a quote più elevate del versante sinistro della Val Lavagna, in corrispondenza dei crinali del M. Caucaso e del M. Ramaceto, affiora la Formazione delle Arenarie di M. Gottero, costituita da arenarie micacee grigio-chiare, in strati e banchi gradati, con intercalazioni di siltiti, marne ed argilliti.

CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

La porzione di territorio comunale di San Colombano Certenoli che si sviluppa all'interno della bassa Val Fontanabuona è riconducibile a due principali ambiti morfologici, nettamente distinti, uno pianeggiante, tipico di fondovalle e l'altro, mediamente acclive, riconducibile ad un ambito di versante collinare fino a montano (fig. 1).

La zona di fondovalle, dove sorgono i principali nuclei insediativi che sono stati spesso oggetto di esondazione storiche e recenti in concomitanza di eventi meteorologici










FIG. 1 - Schema geomorfologico della bassa Val Lavagna.



FORME, PROCESSI E DEPOSITI GRAVITATIVI DI VERSANTE
SLOPE LANDFORMS, PROCESSES AND DEPOSITS DUE TO GRAVITY

-  Substrato roccioso affiorante: 1) argilloscisti; 2) arenarie
Outcropping bedrock: 1) shales; 2) sandstones
-  Coltre eluvio-colluviale di modesto spessore
Eluvial-colluvial deposit of modest thickness
-  Coltre eluvio-colluviale di rilevante spessore, talora di frana
Eluvial-colluvial deposit of remarkable thickness, sometimes due to landslides
-  Area interessata da deformazioni gravitative profonde certa o presunta
Certain or assumed area affected by superficial deep-seated gravitational slope deformations
-  Corpo di frana dovuto a prevalenti fenomeni di crollo e/o ribaltamento
quiescente con locali riattivazioni
Dormant landslide mainly due to fall and/or toppling, locally reactivated
-  (b) Corpo di frana dovuto a prevalenti fenomeni di scorrimento roto-
traslazionale, talora di crollo: a) attivo; b) quiescente
(a) Landslide mainly due to rotational and/or translational slide and
sometimes due to flow: a) active; b) dormant
-  Cono detritico
Talus cone
-  Piccola frana attiva non fedelmente cartografabile
Active small landslide not representable to scale
-  Area interessata da scollusso generalizzato
Area affected by generalized soilfuction

FORME, PROCESSI E DEPOSITI PER ACQUE CORRENTI SUPERFICIALI
LANDFORMS, PROCESSES AND DEPOSITS DUE TO RUNNING WATERS

-  Deposito alluvionale recente e attuale
Current and recent alluvial deposit
-  Deposito alluvionale antico, talora frammiato a coltri colluviali
Ancient alluvial deposit, sometimes mixed with colluvial deposits
-  Cono alluvionale non attivo
Inactive alluvial fan
-  Area interessata da ruscellamento diffuso
Area affected by rill wash
-  Alveo con tendenza all'approfondimento
River bed with trend to down-cutting
-  Orlo di scarpata di erosione fluviale o torrentizia
Edge of fluvial and torrential erosion scarp
-  Orlo certo o presunto di terrazzo
Certain or assumed terrace edge
-  Traccia di corso fluviale non attivo
Trace of inactive river bed
-  (a) (b) Orlo di scarpata di degradazione e/o di frana: a) attivo; b) quiescente
Edge of degradational and/or landslide scarp: a) active; b) dormant

estremi (Canepa & alii, 1998), è caratterizzata da una piana incisa dal torrente ad andamento meandriforme che presenta larghezza minima di 150 m in corrispondenza dell'abitato di Calvari fino ad un massimo di 300 m presso i Piani di Seriallo. I depositi alluvionali sono caratterizzati da granulometrie sabbioso-ghiaiose e sono sede di un acquifero sfruttato anche a scopo idropotabile.

Lungo le sponde del T. Lavagna si osservano frequenti fenomeni di erosione spondale, di cui si segnala l'esempio rilevante della località Scaruglia, con uno spostamento dell'alveo in destra orografica di oltre 100 m in circa 30 anni. Una diffusa ed estesa tendenza all'approfondimento caratterizza anche molti tratti delle aste degli affluenti in destra e sinistra orografica, che sono interessati da erosione concentrata di fondo.

Il raccordo tra la piana alluvionale ed il pendio avviene, soprattutto in sinistra orografica, attraverso tipiche strutture conoidali, anche se di modesta estensione, evidenti alla confluenza del rio Roncassi e rio Bada.

Per quanto attiene all'ambito strettamente collinare-montano, oltre a riscontrare un'asimmetria trasversale della vallata, che determina un maggior sviluppo in estensione ed in quota dei versanti in sponda sinistra (fino a quasi 1.000 m s.l.m. del M. Mignano), si osservano significative variazioni di acclività tra le porzioni elevate dei pendii, caratterizzate da una sezione piuttosto ampia e la parte basale, decisamente più stretta ed incisa. Tale evidenza testimonia una recente ripresa della fase erosiva, con conseguente ringiovanimento morfologico, della quale gli episodi franosi verificatisi nel 2002 rappresentano un ulteriore aspetto evolutivo.

Gli effetti di questi squilibri geomorfologici sono particolarmente evidenti sul versante sinistro della vallata che è caratterizzato da rilevanti forme e depositi connessi a processi gravitativi. Sulle pendici sud-orientali del M. Pisacqua si riconosce, a circa 700 m s.l.m., un ciglio di arretramento quiescente nelle Arenarie del Gottero, sotto il quale si sviluppa un accumulo di frana che si estende a valle fino a circa 250 m s.l.m., delimitato al piede dal fosso Castelletto.

Nelle porzioni medio-basse dello stesso versante sinistro, dove affiorano ardesie ed argilloscisti, si rilevano inoltre corpi di frana recenti, ascrivibili a scorrimenti rototraslativi, talora evoluti in colamenti, costituiti da terreno sciolto a granulometria ben gradata.

Le restanti porzioni del versante nord-orientale della val Fontanabuona sono caratterizzate da coltri di natura eluvio-colluviale avente spessore sottile, in genere inferiore a 2,0 m, rimodellate a terrazze antropiche sorrette da muri in pietrame a secco (Brandolini & Terranova, 1996; Brandolini & Ramella, 1999).

Il versante in destra orografica del T. Lavagna presenta caratteristiche analoghe a quello sinistro, particolarmente rilevanti in località Casarile Alto e Camposasco, ove si osserva un gradino morfologico, ascrivibile alla presenza di antichi corpi di frana estesi fino al fondovalle. Una porzione sommitale di questo pendio è interessato da un presunto fenomeno di deformazione gravitativa profonda di versante (Brandolini, 1999).

Infine, il versante in sinistra del rio Camposasco, caratterizzato da coperture gravitative con una granulometria ad elevata componente argillosa, è interessato da fenomeni di soliflusso e localizzata mobilitazione, come ad esempio nella zona sottostante alla località La Costa.

CARATTERISTICHE DELL'EVENTO PLUVIOMETRICO

L'analisi dei dati pluviometrici relativi all'evento del 24 Novembre 2002 è stata condotta utilizzando tutte le informazioni ottenute con i dati registrati presso alcune stazioni ricadenti nell'ambito del bacino idrografico del T. Entella, sottobacini T. Lavagna e T. Sturla, quali:

- Piana di Soglio (75 m s.l.m.) nel comune di Orero;
- S. Martino del Monte (309 m s.l.m.) nel comune di Carasco;
- S. Michele (170 m s.l.m.), Tigliolo (293 m s.l.m.) e Giacopiane (1.016 m s.l.m.) nel comune di Borzonasca;
- Chiavari (5 m s.l.m.).

Le stazioni di Piana di Soglio, S. Martino del Monte, S. Michele e Tigliolo sono ubicate ai margini dell'area di massima concentrazione dei dissesti geomorfologici e della rete idrografica censiti, mentre quelle di Chiavari e Giacopiane, rispettivamente sul mare e nell'entroterra provinciale, lungo un'immaginaria retta perpendicolare alla costa, sono state inserite per ottenere un quadro più completo dell'evento pluviometrico (fig. 1). Le prime tre stazioni elencate sono quelle più vicine alla zona di studio, mentre le restanti hanno consentito una più corretta analisi statistica e la conseguente taratura del modello idrologico.

L'elaborazione dei dati pluviometrici ha consentito di evidenziare che:

- nel grafico rappresentativo delle precipitazioni nell'arco temporale dei due mesi antecedenti l'evento del 24 Novembre si osserva una sostanziale uniformità statistica dei dati dell'anno con quelli medi mensili (Ministero dei Lavori Pubblici, 1953-1991), mentre nel mese di Novembre 2002 i valori sono nettamente superiori di oltre il doppio rispetto alle corrispondenti medie storiche (fig. 2);
- nei grafici rappresentativi dei valori delle precipitazioni orarie si osserva un primo evento il 23 Novembre 2002, tra le 16:00 e le 21:00, a seconda delle stazioni considerate, ed un successivo evento il giorno seguente, molto più intenso del precedente e concentrato fra le 10:00 e le 13:00 (fig. 3); il picco registrato presso la stazione di Chiavari risulta il più intenso (93 mm in 1 ora), seguito da quello di S. Martino del Monte (80 mm in 1 ora) che rappresenta la stazione più vicina all'epicentro dell'evento; quello di Piana di Soglio presenta due picchi ravvicinati (94 mm in un arco temporale di 3 ore) ed è complessivamente inferiore rispetto a quello di Giacopiane (121 mm in 3 ore) per quanto attiene all'altezza di pioggia registrata nelle ore antecedenti all'innescio dei primi dissesti geomorfologici di versante e della crisi della rete idrografica minore;

FIG. 2 - Precipitazioni di settembre, ottobre e novembre: confronto tra le medie mensili (periodo 1953-91) ed i valori del 2002.

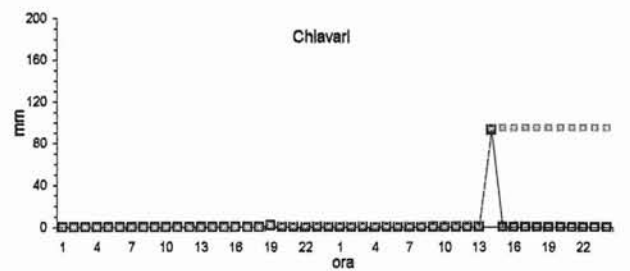
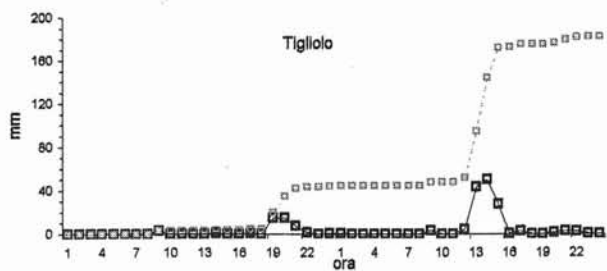
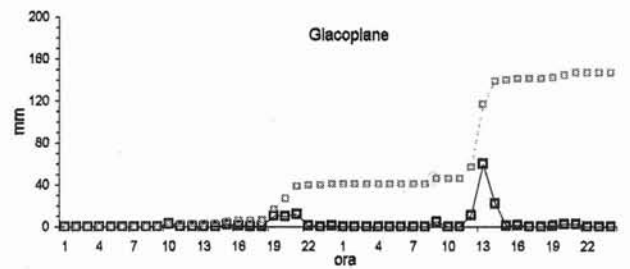
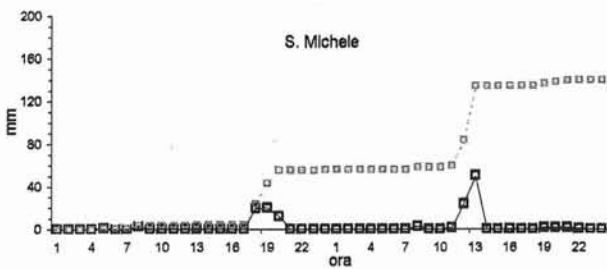
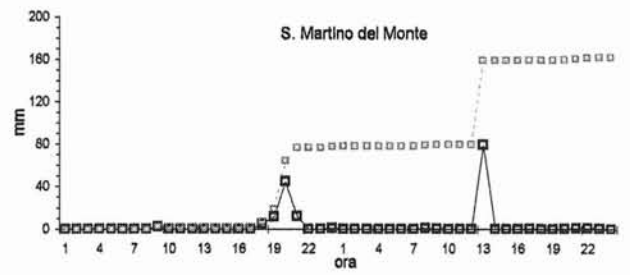
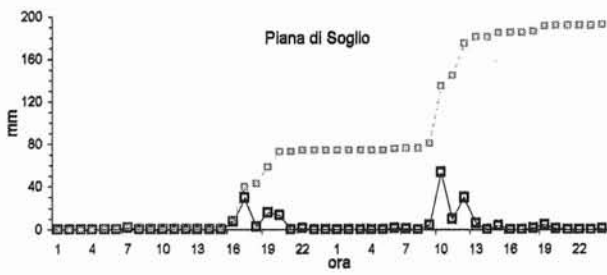
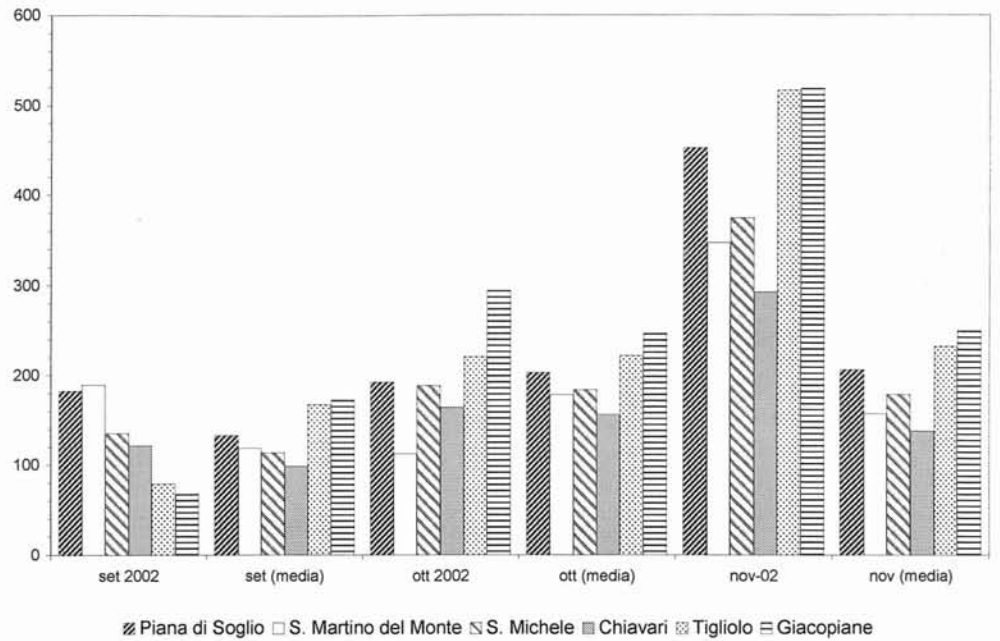


FIG. 3 - Precipitazioni orarie (quadrato nero) e cumulate (quadrato grigio) del 23 e 24 Novembre 2002.

- nei grafici rappresentativi delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica (curve LSPP 1, 3, 6, 12, 24 ore) elaborate secondo il metodo probabilistico (Gumbel, 1941, 1958), in cui sono state riportate le altezze di pioggia registrate presso alcune delle stazioni considerate (solo per Chiavari, Giacopiane, S. Michele e Piana di Soglio sono disponibili dati storici statisticamente significativi), si osserva che l'intensità registrata per le precipitazioni di picco non presenta caratteristiche di eccezionalità, avendo generalmente tempi di ritorno compresi fra $T=10$ anni e $T=20$ anni, fatta eccezione per Chiavari, in cui l'evento pluviometrico di 1 ora ha carattere eccezionale, raggiungendo un tempo di ritorno pari a $T=50$ anni (fig. 4).

Sulla base delle testimonianze della popolazione residente, si può individuare fra le 14:00 e le 14:30 del 24 Novembre 2002 l'intervallo di tempo durante il quale si sono innescati i principali dissesti di versante, quindi 1-4

ore dopo il picco massimo di pioggia registrato nel giorno stesso.

Al fine di stabilire una connessione temporale tra evento critico e dissesti, non si deve tuttavia trascurare il picco di precipitazione verificatosi il 23 Novembre, a seguito del quale però non si sono raccolte segnalazioni di attivazione di fenomeni franosi.

TIPOLOGIA DEI DISSESTI

Nella quasi totalità dei casi, i movimenti gravitativi che si sono manifestati a seguito dell'evento del 24 Novembre possono essere definiti secondo la classificazione di Varnes (1978) come colate di detrito (*debris flow*), formatesi lungo le valli laterali rispetto al T. Lavagna, su versanti generalmente boscati o caratterizzati da terrazzamenti in discreto stato manutentivo (fig. 5). Per quanto attiene ai meccanismi d'innescio, adottando la classifica-

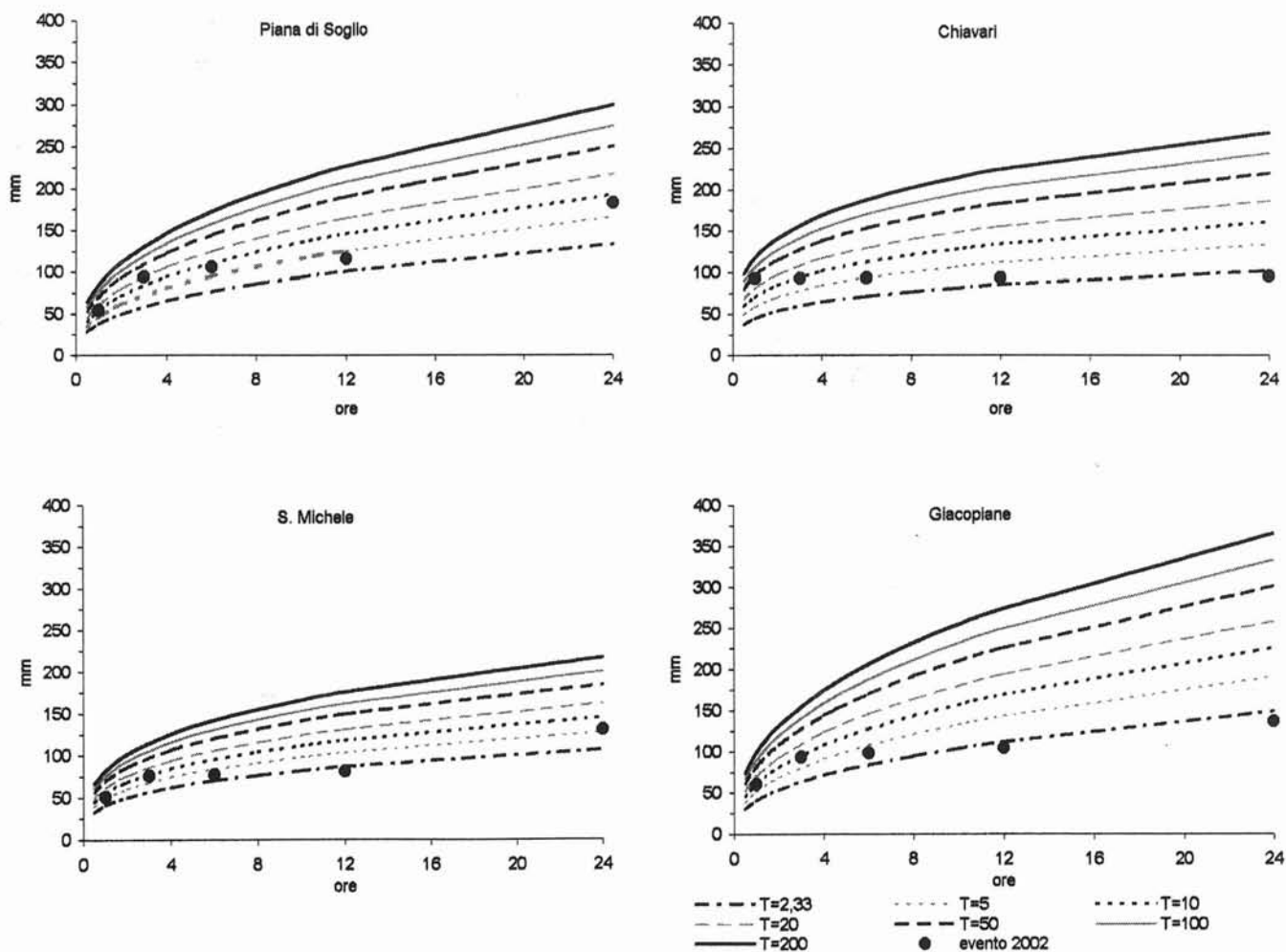


FIG. 4 - Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica.

FIG. 5 - Dissesto in località Villa Cuneo innescatosi in occasione dell'evento alluvionale del 24 Novembre 2002.



zione di Sassa (1985), i fenomeni rilevati sono perlopiù ascrivibili ad una massima sollecitazione al taglio (condizioni di picco) e nettamente in subordine per sollecitazione nello stato residuale, come nel caso delle frane di Camposasco (settore sud-occidentale del territorio comunale).

La concentrazione più elevata delle frane si è riscontrata in corrispondenza delle aree di affioramento della Formazione di Val Lavagna, in uguale misura sia nell'ambito della componente argilloso-scistosa (Scisti manganesiferi) sia in quella marnoso-scistosa (Membro delle Ardesie di M. Verzi).

Durante i sopralluoghi effettuati si è osservato che numerosi piani di scivolamento e scorrimento dei fenomeni franosi corrispondono all'interfaccia tra la coltre superficiale ed il sottostante basamento lapideo, inclinato verso il fondovalle e quindi con marcata giacitura a frana poggio. In accordo con quanto indicato nella carta geomorfologica del Piano di Bacino Stralcio del T. Lavagna, relativamente allo spessore delle coperture di versante, nella maggior parte dei casi le coltri mobilizzate in occasione dell'evento pluviometrico presentano potenza estremamente ridotta, inferiore a 2 metri, ad eccezione della zona di Camposasco, dove si sono verificati alcuni dissesti che hanno coinvolto spessori plurimetrici di terreno.

Gli eccezionali volumi di detrito, che hanno scalzato anche la vegetazione arborea ed arbustiva, si sono rapidamente incanalati lungo gli impluvi o i settori con morfologia depressa, determinando criticità idrauliche del reticolo

idrografico secondario con riduzioni della sezione di deflusso. Gli attraversamenti stradali si sono rivelati spesso sottodimensionati e pertanto insufficienti a smaltire le condizioni di piena. Le canalizzazioni artificiali, realizzate all'intersezione delle strade comunali e provinciali, si sono parzialmente o totalmente ostruite in brevissimo tempo, dando origine a depositi alluvionali estesi e potenti in rapporto all'originario sviluppo dei corsi d'acqua secondari interessati dall'evento (fig. 6). Tale aspetto è risultato particolarmente evidente per le aste in sinistra orografica comprese tra le località Bavaggi e Prato Officioso, dove peraltro l'assenza di un canale artificiale di smaltimento a valle della strada provinciale fino al T. Lavagna non ha permesso un corretto deflusso della piena; questo fenomeno ha determinato la formazione di modeste ma significative conoidi alluvionali in corrispondenza della piana di fondovalle, dove si riscontra un brusco cambiamento di pendenza.

CONCLUSIONI

Nel corso dell'evento alluvionale del Novembre 2002, il territorio comunale di S. Colombano Certenoli (settore orientale della Provincia di Genova), ubicato nel tratto terminale della val Lavagna, è stato oggetto di brevi, ma intense precipitazioni meteoriche, a conclusione di un periodo piovoso caratterizzato da un valore mensile superiore al doppio della media stagionale storica. Tale



FIG. 6 - Esempio di riduzione della sezione di deflusso del reticolo idrografico minore a seguito dell'evento alluvionale.

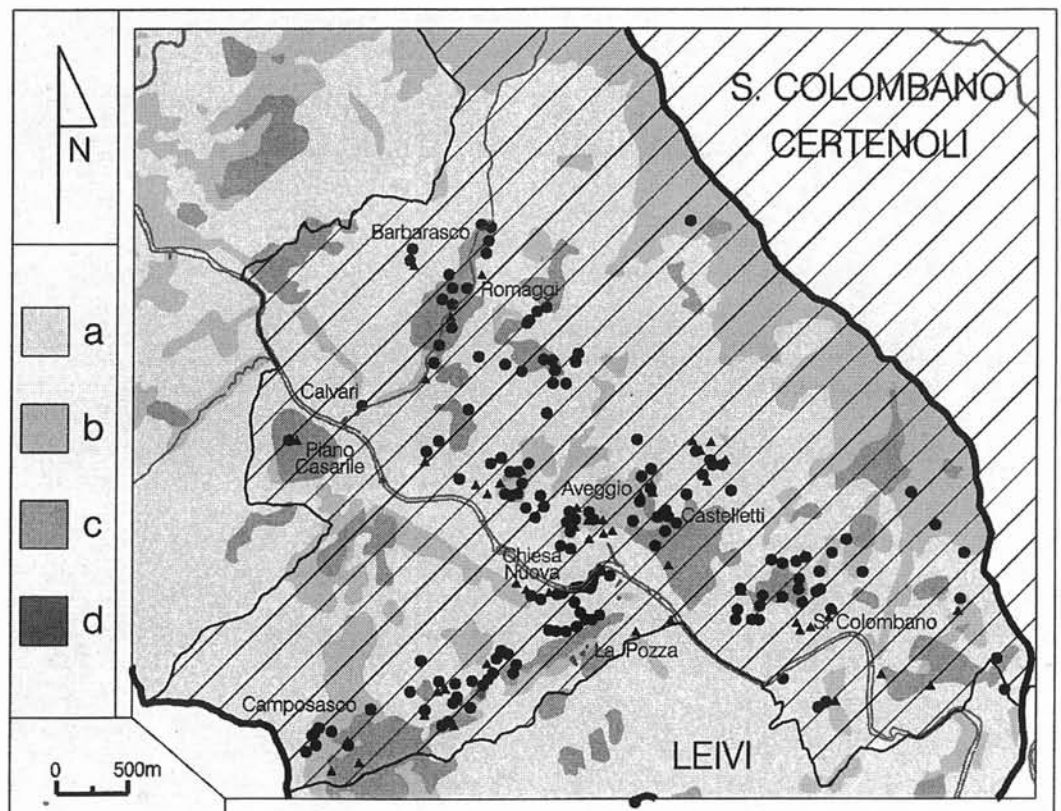


FIG. 7 - Distribuzione dei dissesti (con il triangolo è indicata la criticità idraulica, con il cerchio la frana lungo il versante) nel settore oggetto di studio in rapporto alla carta di suscettività al dissesto (Piano di Bacino del T. Lavagna) distinta con pericolosità geomorfologica: a) bassa, b) media, c) elevata, d) molto elevata.

evento ha innescato una diffusa instabilità geomorfologica che si è manifestata con una serie molto consistente di fenomeni franosi, ascrivibili in prevalenza a colate superficiali, e contestualmente ha originato una crisi nei deflussi superficiali afferenti al reticolo idrografico minore (fig. 7).

Tranne in rari casi (Camposasco e Piano Casarile), la gran parte dei dissesti verificatisi in occasione dell'evento del Novembre 2002 ricade in aree considerate in termini di pianificazione territoriale a scala di bacino con grado di pericolosità (o suscettività al dissesto) medio o basso, quindi in settori caratterizzati come sostanzialmente stabili o privi di elementi tali da far supporre un potenziale evento franoso.

Sulla base delle suddette considerazioni, si può evidenziare come in questo caso le previsioni del Piano di Bacino Stralcio del T. Lavagna siano state disattese. Si ritiene quindi necessario, nell'ambito dell'aggiornamento dello strumento di analisi pianificatoria del territorio, un maggiore approfondimento degli aspetti geomorfologici, attraverso l'applicazione di una differente taratura dei pesi attualmente considerati per la realizzazione della cartografia di sintesi ed in particolare della carta della suscettività al dissesto (o di pericolosità geomorfologica).

È auspicabile, infatti, che si tenga conto in maniera più incisiva dei dati sulla giacitura dei piani di discontinuità del substrato roccioso e della presenza delle coperture sottili, riportate nella carta geomorfologica, ma non considerate nella stesura della carta della suscettività al dissesto, perché ritenute ininfluenti ai fini della stabilità locale del versante. A questo proposito si sottolinea che l'evento alluvionale di cui si è esposto ha dimostrato, al contrario, che le coperture sciolte di spessore sottile, tanto più se sistemate a terrazze, in occasione di picchi idrologici anche non eccezionali diventano vulnerabili in termini di dinamica dei versanti, soprattutto se associate alla natura argillitica ed all'assetto strutturale sfavorevole del substrato.

Infine, si considera indispensabile in ambiti fisiografici di questo genere valutare l'influenza, in termini di entità del rischio, delle caratteristiche morfometriche ed idrauliche della rete idrografica minore, la quale, costretta in canali sottodimensionati, spesso artificiosamente deviati fino a completamente obliterati, non si è rivelata efficiente per il corretto smaltimento dei deflussi, il cui tempo di ritorno è stato valutato certamente inferiore a 50 anni.

- BONI A., BRAGA G., CONTI S., GELATI R., MARCHETTI G. & PASSERI L.D. (1969) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia 1:100.000, Foglio 83 «Rapallo»*. Min. Ind. Comm. Artig., Serv. Geol. d'It., Roma.
- BRANCUCCI G., CORTEMIGLIA G.C. & TRIMBOLI M. (1988) - *Segnalazione di superficie pianeggianti lungo i versanti della valle Fontanabuona (Liguria Orientale, Appennino Settentrionale) riconducibili a terrazzamenti del Torrente Lavagna: nota preliminare*. Suppl. Geogr. Fis. Dinam. Quat., I, 141-145.
- BRANCUCCI G. & MOTTA M. (1989) - *Morfoneotettonica della val Fontanabuona*. Mem. Acc. Lunig. Sc., vol. 57-58, 101-122.
- BRANDOLINI P. & TERRANOVA R. (1996) - *Esempi di dissesti geomorfologici dei versanti liguri e loro riflessi sulla conservazione del suolo*. Mem. Acc. Lunig. Sc., 64-65, 55-77.
- BRANDOLINI P. (1999) - *Due esempi di analisi geomorfologica di dettaglio nelle valli dell'Appennino ligure*. Boll. Soc. Geogr. It., Serie XII, vol. IV, 139-148.
- BRANDOLINI P. & RAMELLA A. (1999) - *Processi erosivi e fenomeni di dissesto su versanti terrazzati nelle valli genovesi*. Atti Convegno Geografico Internazionale «I valori dell'agricoltura nel tempo e nello spazio», Rieti 1-4 Novembre 1995, vol. II, 495-510.
- CANEPA G., FACCINI F., LOMBARDI M. & ROBBIANO A. (1998) - *Un esempio di studio a livello comunale per la prevenzione e l'informazione del rischio da esondazione: il caso di San Colombano Certenoli, Val Lavagna (Liguria Orientale)*. Geol. Tecn. e Amb., 2, 15-23.
- CASELLA F. & TERRANOVA R. (1963) - *Studio stratigrafico e tettonico dei terreni cretacei nella Valle Lavagna e nelle zone limitrofe (Appennino ligure orientale)*. Atti Ist. Geol. Univ. Genova, 1, 347-472.
- FEDERICI P.R., CAPITANI M., CHELLI A., DEL SEPPIA N. & SERANI A. (2003-2004) - *Atlante dei Centri Abitati Instabili della Liguria. Vol. II, Provincia di Genova*. CNR - Regione Liguria, Tip. Ata, Genova, 234 pp.
- GUMBEL E.J. (1941) - *The return period of floods*. Ann. Math. Statist., 12, 2, 163-190.
- GUMBEL E.J. (1958) - *Statistics of extremes*. New York Columbia University Press, 375 pp.
- MARINI M. (1992) - *L'Unità del M. Gottero fra la Val Trebbia e Sestri Levante (Appennino ligure): nuovi dati di analisi di bacino e ipotesi di evoluzione sedimentaria*. Boll. Soc. Geol. It., 111, 3-23.
- MARINI M. (1993) - *Litologia, stratimetria e sedimentologia delle Ardesie del Monte Verzi (Unità del M. Gottero Auct., Appennino ligure)*. Boll. Soc. Geol. It., 112, 333-352.
- MARINI M. (1994) - *Le Arenarie del M. Gottero nella sezione del M. Ramaceto (Unità del M. Gottero, Appennino ligure)*. Boll. Soc. Geol. It., 113, 283-302.
- MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI (1953-1991) - *Annali idrologici, II parte, Servizio Idrografico di Roma*.
- PROVINCIA DI GENOVA (2002) - *Area 06 Difesa del Suolo, Opere ambientali e Piani di Bacino - Piano di Bacino del T. Lavagna*. Approvato con Delibera del Consiglio Provinciale n° 29 del 09.04.2002.
- SASSA K. (1985) - *The geotechnical classification of landslides*. Proc. IVth International Conference and Workshop on Landslides, Tokyo, 31-40.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1968) - *Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000. Foglio 83 (Rapallo)*. II^a ed. Serv. Geol. It., Roma.
- VARNES D.J. (1978) - *Slope movements types and processes*. In: Schuster R.L. & Krizek R.J. (eds.), «Landslides, analysis and control». Transportation Research Board Sp. Rep. No. 176, Nat. Acad. of Sciences, 11-33.