

# Debris-flow del rio Grametto

## Analisi d'evento e tecniche per la mitigazione del rischio

LAURA TURCONI<sup>(1)</sup>, DOMENICO TROPEANO<sup>(1)</sup>, GABRIELE SAVIO<sup>(2)</sup>

### Introduzione

Il 5 giugno 2002 piogge temporalesche si abbatterono su una ristretta fascia di territorio alpino compresa tra la Val Soana e la Val Mastellone interessando in modo particolare la media Valle del Cervo, che ricevette oltre 300 mm di pioggia in poche ore; tra gli effetti al suolo, si annoverarono decine di soil slip e colate di fango e detrito per lo più lungo modesti impluvi che a loro volta diedero luogo a violente pulsazioni di piena lungo i tributari del torrente Cervo. Esso minacciò la sicurezza dei manufatti di attraversamento lungo il suo corso sino a valle della Città di Biella. Peculiare, come accennato, fu la fenomenologia di piena torrentizia improvvisa e violenta a scala spazialmente limitata: emblematico il caso del Rio Grametto, in territorio del Comune di Rosazza (versante destro della Val Cervo), con estensione area-

le del bacino di circa 0,3 km<sup>2</sup> e pendenza dell'88%, che, gonfiatosi anche per scaturigini improvvise, produsse trasporto in massa di detriti, minacciò gravemente un'abitazione, il cui occupante fortunatamente riuscì a mettersi in salvo, dopodiché invase con ghiaia e sabbia la sede stradale nello stesso abitato di Rosazza e ostruì parzialmente l'alveo del Rio Pragnetta.

### Caratteri ambientali

La Valle Cervo, che si incunea fra la valle del Lys e quelle dei torrenti Sorba e Sessera tributari della Valsesia, era un tempo denominata Valle di Andorno per il nucleo abitato di Andorno Micca che rappresentava quello più consistente dell'intera vallata; essa si distingue nettamente in due parti: la Bassa Valle, che da Biella si spinge per circa 10 km in direzione nord ovest per una superficie di circa 43 km<sup>2</sup> fino a Passobreve,

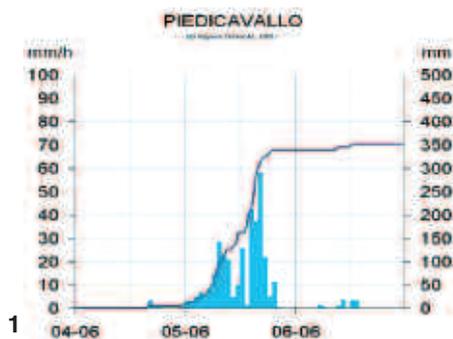
l'Alta Valle (considerata da tutti vera e propria Valle del Cervo, l'antica "Bursch"), che inizia a Passobreve e risale lungo il Cervo, sino alle sue sorgenti oltre Piedicavallo (estensione areale pari a circa 73 km<sup>2</sup>).

L'alta Valle del Cervo è delimitata da un arco di vette rappresentate (procedendo in senso orario) a sud dal M. Camino (2.391 m s.l.m.) e dal M. Tovo (2.229 m); a ovest dalla Punta della Gragliasca (2.237 m), dal M. Pietra Bianca (2.490 m), dal M. Cresto (2.546 m), dal Bric Sella Vecchia (2.387 m), dalla Punta Caparelle (2.409 m); verso nord dalle Punte Serange (2.334 m) e Tre Vescovi (2.501 m), dal M. Rosso (2.345 m), dalla Punta Talamone (2.494 m) e, verso est, Cima di Bo (2.556 m) e Punta del Cravile (2.392 m). Il settore vallivo montano appare modellato dall'attività glaciale, che fu caratterizzata dalla presenza di diversi ghiacciai ospitati nei singoli valloni secondari equivalenti per importanza e per estensione a quello che occupava la valle principale.

Dal punto di vista geologico nel settore più elevato delle valli biellesi affiorano, con rapporti spesso di natura tettonica, vari complessi cristallini con le relative coperture: la serie Sesia-Lanzo che nella zona in esame è rappresentata per lo più da micascisti

### 1. Andamento delle precipitazioni orarie e curva delle cumulate relative all'evento meteorologico del 5 giugno 2002, registrate alla stazione di Piedicavallo (ARPA Piemonte)

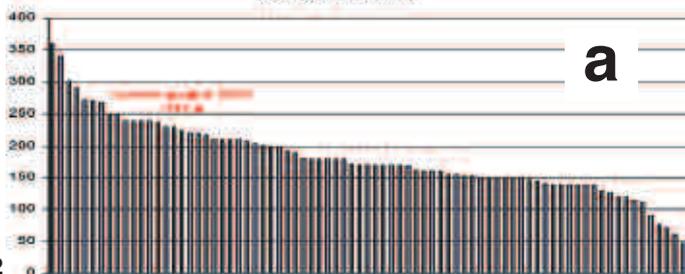
### 2 a, b. Precipitazioni massime per durata di uno (a) e due giorni consecutivi (b) registrata alla stazione di Piedicavallo nel periodo 1921-2002



1

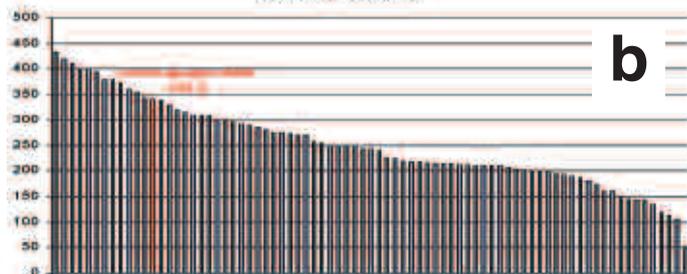
e

Stazione di Piedicavallo  
Massima precipitazione per durata di 1 giorno  
(1921-2002, lazanese)



a

Stazione di Piedicavallo  
Massima precipitazione per durata di 2 giorni  
(1921-2002, lazanese)



b

2

<sup>(1)</sup>Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica (IRPI)-CNR, Torino <sup>(2)</sup>Collaboratore IRPI-CNR, Torino

con la collaborazione di **GIORGIO SCIOLDO** (Ditta Geoandsoft, segretario AdIS Torino) e **MAURIZIO DI LELLA** (Regione Piemonte, Settore Decentrato Opere Pubbliche, Biella)



3



4

eclogitici; la serie Ivrea-Verbano, complesso molto eterogeneo, i cui affioramenti costituiscono una zona di forma lenticolare allungata dai dintorni di Ivrea all'estremità settentrionale del Lago Maggiore, costituita da rocce eruttive e metamorfiche. Tali litologie presentano vistosi effetti connessi alla tetto-genesi, che qui si esplica con discontinuità di importanza extraregionale: la linea della Cremosina, che dalla frazione di Favaro (Biella) tagliando la valle del Cervo va poi a raggiungere il Lago d'Orta e la linea del Canavese, parte del più complesso allineamento tettonico che attraversa pressoché longitudinalmente l'intero arco alpino, separando le Alpi Meridionali e le Dinaridi dai ricoprimenti pennidici e austroalpini, nonché le zone Ivrea-Verbano e Sesia-Lanzo. Quest'ultima assume una morfologia tipica di un ambiente prealpino, con forme aspre nei rilievi e valli ampiamente modellate dall'effetto glaciale.

Alcuni toponimi stessi, nel versante destra del T. Pragnetta, sono significativi di condizioni di scarsa consistenza della roccia, quali P.ta Mars, P.ta Pietraccia e Grametto. Si aggiunge che il bacino idrografico del Rio Grametto altro non è se non il prodotto d'accumulo di un fenomeno gravitativo di ampie proporzioni e ciò conferma l'attitudine ricorrente, a intervalli pluridecennali, nel bacino stesso, alla produzione di cospicue masse detritiche che raggiungono il fondovalle con dinamica di trasporto in massa.

### Precipitazioni critiche

"Fin dall'epoca dei primi insediamenti stabili, in Alta Valle del Cervo l'uomo della montagna ha dovuto convivere

con un ambiente difficile, sovente imprevedibile... Equilibrati interventi antropici e costanti manutenzioni del territorio permettevano in qualche misura di contenere gli effetti devastanti delle improvvise avversità climatiche... Negli ultimi decenni, l'abbandono dell'attività rurale, l'imposizione e l'accoglimento acritico di modelli di vita cittadina nel consumo del territorio, la perdita di conoscenza dei fattori ambientali elementari... hanno portato questi consolidati rapporti di convivenza ad affievolirsi fin quasi a scomparire" (Valz Blin, 2004). Il primo evento conosciuto è datato 1666, 26 settembre: il Cervo "distrusse tutto un quartiere" attiguo a Piedicavallo (Casalis 1835-1854, vol. 14), ma due sono gli eventi estremi che negli ultimi 35 anni hanno interessato il bacino dell'Alto Cervo, quelli del 22 settembre 1981 e del 5 giugno 2002. In riferimento all'evento del 1981, di cui non si dispone di dati di stazioni pluviometriche di significativa ubicazione, a titolo di puro confronto indicativo si ritiene perciò di riportare i dati del bacino sperimentale CNR "Valle della Gallina", in Comune di Lozzolo, distante circa 25 km dal centro di scroscio che colpì l'Alto Biellese in tale occasione (vedi tabella).

Tenuto conto della relativamente lunga distanza tra il sito in esame e tale gruppo di stazioni, che riflettono in una certa misura l'ambiente climatico del più vasto territorio e soprattutto ricadono, per ubicazione, nella configurazione sudovest/norddest che di norma assumono le celle perturbate che investono la regione prealpina e medio-valliva compresa tra la bassa Valle d'Aosta e la media Valsesia, è di rilevanza il fatto che piogge cumulate,

a carattere temporalesco, di durata anche inferiori alle 24 ore e anzi concentrate in tempi brevi, possano produrre colmi di piena in piccoli bacini con contributi unitari anche superiori a 10 - 15 m<sup>3</sup>/s per km<sup>2</sup>.

### Evento meteopluviometrico del 5 giugno 2002

Dalla sera del 4 giugno 2002 e per le 24 ore successive, precipitazioni di forte intensità hanno interessato, in particolar modo, i settori prealpini delle province di Biella, Novara, Torino, Verbano Cusio-Ossola e di Vercelli.

Le precipitazioni cumulate in 24 ore (alle 00 UTC) del 6 giugno 2002, così come riportato in Regione Piemonte (2002), evidenziano che i valori più elevati si sono registrati tra il territorio biellese e quello ossolano (oltre 250 mm), definendo così un areale interessato dall'apice dell'evento a forma di ellissoide ad andamento NE-SW.

L'evento meteorologico verificatosi tra martedì 4 e giovedì 6 giugno 2002 ha comportato conseguenze estremamente gravose nelle alte valli dei torrenti Cervo, Oropa ed Elvo. Numerose sono state le frane che hanno coinvolto le coltri detritico-eluviali sovrastanti la roccia in posto, determinando un forte apporto di materiali solidi lungo impluvi e rii minori, innescando talora la formazione di colate di materiale detritico-fangoso frammisto ad alberi (debris-flow); Fig. 4.

**3. Ripresa da satellite (immagine GoogleEarth®, 2007) ove sono ancora evidenti gli effetti al suolo indotti dall'evento del 5-6 giugno 2002, soprattutto lungo le linee di deflusso alla testata del T. Cervo e dei tributari**

**4. Vista frontale del bacino del Rio Grametto (Rosazza), inciso in parte in un corpo frana di estese dimensioni**

Stazione	Data	mm cum	mm/1h	Data	mm 24h	mm/1h
Frascheia1	21-22/9	70,6	25	24/9	137	84 (30 in 20')
Mazzucco	21-22/9	72	22	24/9	150	96 (43 in 20')
Centro	21-22/9	85	28	24/9	156	105 (40 in 20')



I danni, ingenti in tutto il territorio biellese, in Comune di Rosazza hanno particolarmente riguardato: le opere di presa, gli acquedotti e la rete fognaria; la viabilità e gli attraversamenti; beni privati. Nel caso particolare, un'abitazione in sponda sinistra del Rio Grametto fu gravemente minacciata da una colata detritica originatasi alla testata dell'incisione (testimone locale, su citato, riporta di aver udito un fortissimo boato, simile a un'esplosione, tale da lasciar supporre, come conferma l'evidenza morfologica, lo sfondamento subitaneo di una "sacca d'acqua"), con mobilitazione di alcune centinaia di metri cubi di detriti anche a blocchi plurimetrici che hanno totalmente occluso, per colmamento, l'alveo (Fig. 5 a, b) e pericolosamente sfiorato l'abitazione.

#### **Interventi di ripristino, mitigazione e riduzione del rischio**

A seguito dei citati danni, il Comune di Rosazza è stato beneficiato di una serie di finanziamenti, atti alla ricostruzione delle opere danneggiate nonché alla sistemazione idraulica del torrente Cervo e affluenti minori.

Nel corso dei lavori di elaborazione di tale progetto, affidato alla Regione Piemonte, Settore Decentrato OO. PP. di Biella dall'Amministrazione Comunale di Rosazza, sono stati effettuati diversi sopralluoghi nell'ambito della zona di intervento. In tali occasioni, si è potuta osservare lungo l'asta del rio Grametto, caratterizzato da un alveo a fortissima pendenza, una situazione di particolare pericolosità dovuta:

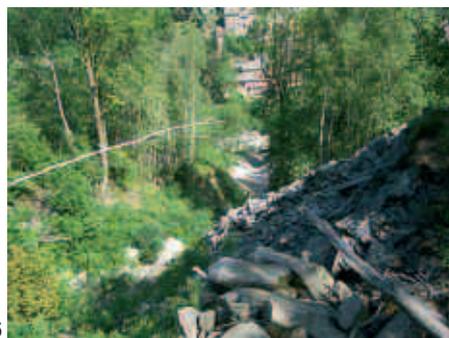
- ad un'ingente quantità di materiale potenzialmente coinvolgibile in ulteriori fenomeni di piena torrentizia di tipo parossistico; materiale in parte già presente lungo l'asta del rio Grametto che in parte avrebbe potuto,

potuto, con alta probabilità, essere incrementato da apporti di una discarica di cava presente in fregio allo stesso corso d'acqua (Fig. 6) e dalla copertura detritica esistente lungo i versanti, nell'ambito della quale è inciso lo stesso rio.

- alla possibilità, da parte dello stesso rio Grametto, di fuoriuscire dall'attuale alveo essendo questo, soprattutto nel suo tratto inferiore, pensile rispetto la zona circostante. Tale possibilità, già verificatasi durante l'evento del giugno 2002, risulta di esito particolarmente gravoso a causa della presenza di vari edifici in prossimità delle due sponde del corso d'acqua.

Da tali pericoli è apparso minacciato parte dell'abitato di Rosazza presente in sponda destra del rio, mentre in sponda sinistra è apparso in situazione di particolare rischio un edificio privato (già citato).

Secondo il parere dei progettisti, un intervento di totale "messa in sicurezza" dell'asta del rio Grametto e di difesa sia del centro abitato che delle proprietà in sponda sinistra risultava essere estremamente oneroso, di difficile realizzazione e di dubbia efficacia; per cui si è ritenuto più opportuno utilizzare le somme a disposizione per interventi che garantissero la riduzione del rischio idraulico per l'abitato di Rosazza e, contestualmente, proporre la delocalizzazione dell'edificio su citato, reputato ad elevato rischio residuo.



Nella possibilità/volontà di adozione di sistemi di mitigazione degli effetti di processi di colata detritica in aree urbanizzate spesso l'unica strada percorribile è la realizzazione di opere di difesa passiva che, interferendo con un eventuale flusso detritico, ne impediscano la propagazione; la tecnologia che sta riscuotendo maggior successo è quella basata sull'installazione di reti che hanno il compito di intercettare trasversalmente la massa in transito come le "briglie" classiche.

Questo tipo di struttura deriva da quelle utilizzate per la protezione dalla caduta massi, ma è stato sviluppato per l'applicazione specifica. La diversità tra l'impatto di un masso in caduta e l'impatto di una colata detritica impone l'ottimizzazione della struttura e dei particolari costruttivi. A tal fine la possibilità di provare le strutture dal vero diviene un'esigenza irrinunciabile, se si vuole arrivare ad un prodotto che dia le necessarie caratteristiche di affidabilità.

Strutture di questo tipo sono costituite da una rete ad anelli, collegata a funi in acciaio, sostenuta eventualmente (là dove la larghezza dell'alveo lo richiedesse) da montanti in acciaio. Sono presenti nella struttura dei dis-

#### **5 a, b. Immagini successive al transito della colata detritica occorsa il 5 giugno 2002 lungo l'asta del Grametto. Lungo le sponde, la vegetazione arborea presenta evidenti tracce delle altezze raggiunte dalla massa detritica**

#### **6. Tratto intermedio del rio Grametto (sullo sfondo l'abitato di Rosazza). Dettaglio di un accumulo di materiale di smarino di cava, in fregio allo stesso corso d'acqua, potenzialmente coinvolgibile in ulteriori fenomeni di piena torrentizia**

sipatori, che consentono di attenuare l'impatto della colata.

L'utilizzo di questo tipo di strutture presenta dei vantaggi sostanziali; primo tra tutti è la rapidità e semplicità di installazione, vi è poi l'economicità rispetto a briglie in calcestruzzo, infine vi è la possibilità di svuotamento dell'eventuale volume di detrito invasato, il che permette di avere sempre a disposizione un volume di invaso qualora sia necessario impedire la propagazione del materiale.

Le prove dal vero hanno dimostrato che questo tipo di strutture è in grado di sopportare un'eventuale colata che le sopravvanti, e si dimostrano adatte all'utilizzo in alveo.

Essendosi reso necessario un intervento di ripristino dell'alveo torrentizio a seguito della colata detritica, si è colta l'occasione per mettere in opera una briglia protettiva, ed è stato scelto un modello di barriera flessibile in acciaio prodotta da Geobruogg e certificata con prove dal vero. (Fig. 9 e 10).

#### Osservazione strumentale per la segnalazione d'impatto su reti di protezione

Poiché la distanza dell'installazione dalla sottostante sede stradale è tale da impedirne la visibilità diretta, il sito è stato selezionato per la realizzazione dell'impianto pilota di monitoraggio automatico.

Nel caso specifico del T. Grametto, si è realizzato un impianto in grado di rilevare sia il superamento di una determinata soglia di deformazione sia il verificarsi di urti di notevole intensità (Fig. 7 a, b e 8); l'impianto è stato inoltre dotato di una fotocamera per consentire l'ispezione visiva della briglia e verificare quindi in tempo reale l'eventuale necessità di un intervento di manutenzione.

Il sistema utilizzato per la rilevazione degli impatti violenti contro la briglia è basato sull'utilizzo di shock sensor, dispositivi piezo-ceramici in grado di generare una corrente proporzionale all'accelerazione ad essi applicata. Questi dispositivi presentano diversi vantaggi: a) sono di dimensioni contenute, e possono essere installati con facilità nei diversi punti della briglia; b) sono permanentemente attivi, e non richiedono di essere ripristinati dopo un evento; c) sono insensibili all'umidità, e sono quindi adatti all'utilizzo in ambienti "ostili"; d) hanno una impedenza virtualmente infinita, che permette l'installazione di più elementi in parallelo; e) sono concettualmen-



te dei generatori di corrente, cosa che permette di tarare la sensibilità del rilevatore semplicemente variando la resistenza di carico utilizzata.

Considerato che le deformazioni delle reti possono essere di notevole entità, si è escluso l'utilizzo di misuratori di deformazione tradizionali che, oltre ad avere una corsa insufficiente, possono essere danneggiati nel caso di impatti violenti. Si è scelto quindi di seguire una strada più semplice ed utilizzare un cavo che, superato un certo livello di deformazione della rete, interrompesse un circuito "normalmente chiuso" segnalando l'evento in modo affidabile al sensore ARC-S. Tale sistema ha il vantaggio di poter essere ripristinato senza difficoltà al termine delle operazioni di manutenzione e pulizia dell'opera.

Il rischio di danno dell'impianto così predisposto lungo il Rio Grametto risulta estremamente ridotto, sia dal punto di vista meccanico, in quanto non vi sono lunghe tratte aeree o interrate esposte a smottamenti o ad impatti con materiale litoide in caduta,



sia dal punto di vista elettrico, in quanto risulta nettamente ridotto il rischio che la caduta di fulmini nei dintorni dell'impianto possa imprimere, per effetto antenna, elevate correnti parassite in grado di compromettere la funzionalità dell'elettronica di controllo.

In caso di impatto o di superamento della soglia prefissata per gli spostamenti del sistema così allestito, il sensore invia una segnalazione via radio alla centralina. Quest'ultima, al ricevimento della segnalazione, invia fino a quattro messaggi SMS di allarme ai responsabili dell'impianto, e quindi, passando alla modalità GPRS, scatta una foto della briglia e la invia per email fino a quattro indirizzi di posta elettronica.

La centralina può essere "pilotata" via SMS, inviando a essa dei messaggi che permettono di configurare i desti-

**7 a, b. Dispositivo (centralina ARC-CF) predisposto nell'ambito del sistema di osservazione strumentale allestito nel bacino del Rio Grametto (a) e dettaglio (b). Tale strumento, alimentato a batteria e pannello solare, è dotato di un modulo cellulare GSM/GPRS, di una microcamera integrata e di un ricetrasmittitore radio per colloquiare con il sensore, che non richiede quindi una cablatura diretta verso la centralina**

**8. Dettaglio del cavo utilizzato nell'ambito del sistema di osservazione strumentale allestito nel bacino del T. Grametto; superato un certo livello di deformazione della briglia, esso permette di interrompere un circuito "normalmente chiuso" segnalando l'episodio in modo affidabile al sensore ARC-S**

natori dei messaggi e delle e-mail, di attivare o disattivare la rilevazione degli urti e/o delle deformazioni, e di effettuare un ciclo di allarme simulato, forzando l'invio dei messaggi SMS e delle fotografie della briglia. Un apposito software permette inoltre di collegarsi alla centralina da una postazione remota e di effettuare da essa le operazioni di configurazione o richiedere l'invio di una immagine del sito in tempo reale. La connessione via radio dei sensori alla centralina permette di utilizzare quest'ultima per gestire sensori collocati in corrispondenza di diversi livelli di briglie, con una copertura massima di circa mezzo chilometro in condizioni ottimali. E' inoltre possibile dotare la centralina di sensori meteorologici quali termometri, igrometri, barometri e pluviometri e realizzare così impianti integrati che permettano non solo di fornire una rapida risposta operativa in caso di eventi eccezionali, ma anche di conservare una memoria storica delle condizioni che tali eventi hanno scatenato ed acquisire così informazioni preziose per la previsione di eventi futuri.

#### Considerazioni finali

Il Rio Grametto, ancorché di bacino idrografico esiguo, ha lasciato traccia nella memoria storica per le imponenti colate di detrito cui ha dato luogo da 160 anni a questa parte e ancor nell'ultimo evento del



giugno 2002: esso si è dimostrato in grado di incidere negativamente, per la relativa entità degli apporti solidi, sul regime del corso d'acqua cui afferisce, di estensione areale ben superiore. Le ragioni primarie vanno ricercate nella straordinaria quantità di detrito disponibile, unitamente all'elevata acclività dell'asta di drenaggio, e ancora a monte, all'elevato grado di fratturazione della roccia sottostante capace di esser diffusamente permeata e di generare una sorta di "effetto sifone" per ciò che concerne gli elevati volumi idrici temporaneamente invasati, cui può conseguire un effetto dirompente di

scaturigine improvvisa al cedere della resistenza alle straordinarie sovrapressioni interstiziali che si vengono a generare. In termini di capacità di rilascio di detrito, la magnitudo valutabile risulta dell'ordine di 30.000 m<sup>3</sup> (metodo Tropeano & Turconi, 1999), anche in relazione al fatto che gran parte del bacino si sviluppa all'interno di una più estesa massa instabile di versante, a fronte di un effettivo volume, per l'evento estremo del 2002, alquanto minore. Pertanto, la rete paramassi realizzata, come prima misura preventiva per mitigare il rischio connesso a future colate, può ritenersi soddisfacente al fabbisogno di imbrigliamento di alcune centinaia di metri cubi, ma è palese che non può risolvere in modo radicale il problema nelle sue basi fisiche. La struttura esistente, in un contesto dove può essere facile una ulteriore compromissione nell'assetto di equilibrio di masse rocciose disaggregate, è sembrata comunque la più logica da attuare in quanto la meno pervasiva e dunque la più idonea anche in termini di costo e di allestimento, nel contempo, di un sito di osservazione sperimentale dei fenomeni di instabilità in atto e potenziali.



9. Alcune fasi della messa in opera del sistema di mitigazione degli effetti di trasporto in massa producibili, contestuale al sistema di osservazione strumentale lungo il T. Grametto
10. Vista dell'opera trasversale a basso impatto visivo allestita lungo il tratto terminale del Rio Grametto