

Interreg IIB Spazio Alpino  
Progetto ALPTER  
'Paesaggi terrazzati  
dell'arco alpino'

## Indice

Editoriale

Valutazione del rischio nel  
paesaggio terrazzato ligure

Una mappa del rischio  
idrogeologico nel  
Goriška Brda

Infiltrazione e flussi in aree  
terrazzate: monitoraggio e  
creazione di modelli  
numerici

Meeting e ricerche  
geologiche nell'alta valle  
della Roya (Francia)



# I terrazzamenti a difesa del territorio

## Novità ed eventi:

### Conferenza Programma Spazio Alpino 2007-2013

La conferenza internazionale per il lancio del nuovo programma di cooperazione UE Spazio Alpino si terrà il 28 e 29 giugno 2007 a St. Johann in Pongau (A).

[www.alpinespace.org](http://www.alpinespace.org)

### Siti vitivinicoli UNESCO

I siti UNESCO vitivinicoli si ritrovano a St. Emillion (F) dal 12 al 17 giugno nell'ambito del progetto Vitour per promuovere lo sviluppo economico di queste aree.

[www.parconazionale5terre.it/vitour\\_eventi.asp](http://www.parconazionale5terre.it/vitour_eventi.asp)

### Mostra estiva Ecomuseo dei Terrazzamenti

La sagra della nocciola e la mostra estiva dell'Ecomuseo dei terrazzamenti e della vite si terranno dal 19 al 26 agosto a Cortemilia.  
[ecomuseodeiterrazzamenti.it](http://ecomuseodeiterrazzamenti.it)

## Il ruolo dei terrazzamenti nella difesa idrogeologica

I terrazzamenti sono stati creati principalmente per due motivi: per estendere i terreni adatti alla coltura e per contrastare i processi erosivi e franosi lungo i versanti più ripidi. Attualmente, mentre l'impiego per uso agricolo dei terrazzamenti è sempre più raro e limitato a poche tipologie di colture specializzate (vigneto, oliveto), il loro contributo alla difesa del suolo e al controllo del deflusso delle acque è diventato prioritario. Tuttavia tale funzione risulta fortemente compromessa in caso di cattiva gestione o abbandono delle strutture terrazzate. Le opere di sistemazione dei versanti quali il terrazzamento e la relativa regimazione delle acque determinano infatti l'instaurarsi di un nuovo, delicato equilibrio artificiale, che si sostituisce alle dinamiche evolutive naturali e la cui manutenzione richiede un continuo flusso di energia e materia. L'abbandono delle cure territoriali determina perciò la rottura di tale equilibrio e l'insorgere di fenomeni erosivi che può provocare pesanti conseguenze in termini di numero ed entità dei dissesti, erosione dei versanti, perdita di suolo, aumento del trasporto solido dei corsi d'acqua, danni economici e – nei casi più gravi – perdita di vite umane.

In definitiva, il collasso dei sistemi terrazzati e il cessare della loro funzione protettiva nei confronti dell'erosione del suolo e nel controllo del deflusso delle acque scatena l'innescarsi di una pericolosa serie di processi di degradazione del suolo.

Questo numero della newsletter è interamente dedicato agli studi svolti dai partner di ALPTER su tale argomento: dalle mappe del rischio elaborate per l'area slovena di Goriška Brda e per quella francese di Tenda, nelle Alpi Marittime, ai metodi sviluppati dall'Università di Genova e da quella di Milano, finalizzati rispettivamente alla elaborazione di un modello di valutazione del rischio mediante l'identificazione dei fattori che influenzano maggiormente la stabilità dei versanti, e alla valutazione delle modalità di sviluppo dei flussi idrici sotterranei e dei relativi effetti sulla deformazione dei muretti di contenimento e sulla stabilità dei versanti terrazzati.

L'analisi delle condizioni geologiche e pedologiche e la valutazione del rischio idrogeologico nei paesaggi terrazzati costituiscono uno dei principali ambiti di studio del progetto ALPTER; nei prossimi numeri verranno affrontati, uno ad uno, gli altri aspetti oggetto di studio da parte dei partner di progetto: il turismo, le attività agrarie e la pianificazione dei paesaggi terrazzati.



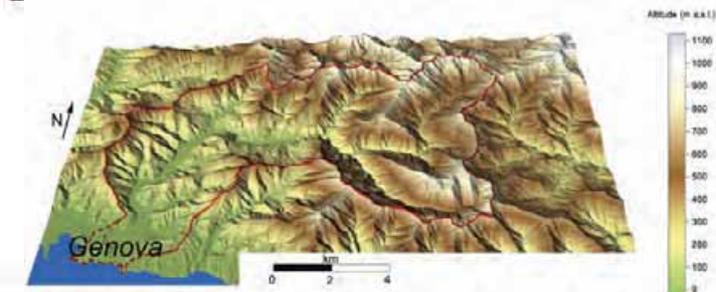
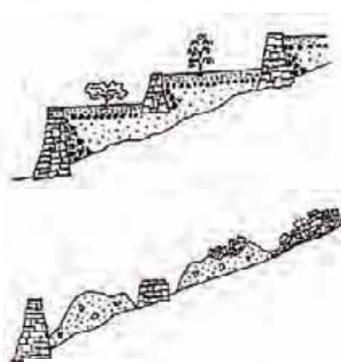
## Valutazione del rischio nel paesaggio terrazzato ligure

### Metodi

Molti autori hanno elaborato tecniche di valutazione del dissesto del suolo e di previsione del rischio, ma i risultati sono spesso di difficile interpretazione. Per questo motivo il **Laboratorio di Geomorfologia Applicata dell'Università di Genova** ha deciso di seguire un approccio basato direttamente sui risultati ottenuti dalle prove condotte sul campo. I dati sono stati elaborati attraverso un'analisi multi-statistica e i risultati sono stati utilizzati per costruire un modello di valutazione del rischio basato su una struttura ad albero delle decisioni (Murthy *et al.*, 1994; Rossiter, 1990). Lo scopo è fornire uno strumento di supporto per i pianificatori nella decisione di quali aree terrazzate abbandonate necessitano prioritariamente di un intervento finalizzato alla riduzione del rischio, data l'impossibilità di intervenire su tutti i terrazzamenti della Liguria. La prima fase del progetto riguarda il censimento dei terrazzamenti su tutto il territorio ligure, basato su fotografie aeree e carte tematiche. La seconda fase prevede un'indagine sul campo in tre aree campione. Il rilievo permette un controllo dell'estensione reale dei terrazzamenti, ottenuta nel corso della prima fase, e consente la raccolta di dati relativi alle condizioni dei terrazzamenti, da elaborare poi attraverso un'analisi multi-statistica. Di seguito si descrive il lavoro preliminare eseguito sulla prima area campione, il bacino del Bisagno.

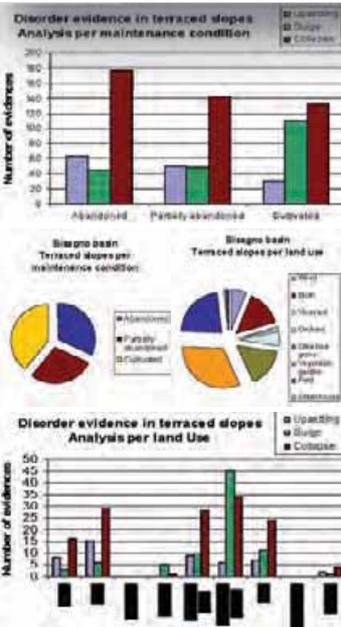
### L'area di studio del bacino del torrente Bisagno

Il bacino del Bisagno, della superficie di circa 96 kmq, costituisce uno dei due bacini dell'entroterra genovese. Il substrato è composto da calcari marnosi, marne, argilliti, argillocisti e depositi alluvionali nella parte inferiore del bacino. A breve distanza dal mare, la montagna sale fino ai 1000 m s.l.m.. Il clima è tipicamente mediterraneo sulla costa, rigido nell'entroterra; la precipitazione media annua varia tra 1600 e 1800 mm (Brancucci, 1994).



Le principali forme di dissesto nel bacino sono *debris flow* e frane rotazionali e complesse; nel bacino sono presenti anche alcune ampie frane storiche, oltre ad alcune deformazioni gravitative profonde nel settore orientale.

La parte bassa del bacino presenta un elevato livello di rischio di inondazioni: diverse eventi eccezionali negli ultimi 40 anni hanno prodotto pesanti danni e vittime. I terrazzamenti coprono più del 15% dell'area dell'intero bacino; oggi la maggior parte di questi versa in stato di abbandono.



### Indagini sul campo e primi risultati

Si è deciso di condurre l'analisi del territorio scegliendo come unità di base il versante, in quanto tutti i terrazzamenti lungo uno stesso versante devono essere considerati come un sistema unitario. I dati raccolti per unità di versante nel rilievo rapido riguardano: tipologia di terrazzamento, percentuale di superficie modificata dal terrazzamento, numero di dissesti presenti (ribaltamenti, rigonfiamenti e crolli), uso del suolo e stato di manutenzione, oltre all'altezza media dei terrazzi e ad una misura della frammentazione delle pietre nel muro. I grafici a fianco mostrano i risultati preliminari ottenuti dal rilievo su una superficie che copre il 90% del bacino del Bisagno. L'indagine rapida ha permesso di raccogliere dati relativi a più di 300 versanti terrazzati, che sono stati analizzati in ambiente GIS correlandoli anche alla litologia e alle principali caratteristiche morfometriche.

I diagrammi mostrano come la presenza di dissesti nei terrazzamenti sia concentrata soprattutto lungo i versanti esposti a S e a N e caratterizzati da elevata pendenza. La litologia non sembra invece esercitare una forte influenza. Allo stesso tempo, i grafici mettono in evidenza come i dissesti siano quasi equamente distribuiti tra terrazzamenti abbandonati e coltivati, mentre i disordini sono più frequenti sui piccoli versanti che in quelli ampi.

### Conclusioni

I dati raccolti permettono di eseguire un'analisi statistica preliminare che ha prodotto alcuni primi risultati. La litologia del substrato, in parte responsabile del drenaggio, non sembra influenzare significativamente la stabilità dei terrazzamenti. Questo risultato, che potrebbe apparire in contrasto con i modelli di erosione, può essere spiegato attribuendo una maggiore importanza ad altri parametri. Nella fase attuale della ricerca tali parametri possono essere identificati principalmente nella pendenza e nell'esposizione; la prima è correlata all'intensità dei processi erosivi e la seconda alle condizioni atmosferiche, che nell'area in esame sono caratterizzate da forti precipitazioni spesso associate a venti provenienti da sud. L'elevato numero di dissesti nelle strutture terrazzate esposte a nord potrebbe essere correlata alla tendenza a mantenere un elevato grado di umidità. Queste osservazioni preliminari verranno meglio definite una volta che l'indagine sarà ultimata anche nelle altre due aree campione, che presentano alcune differenze in termini di litologia, altitudine, clima ecc.: allora l'analisi multi-statistica riuscirà a identificare i parametri probabilmente responsabili dei dissesti sui terrazzamenti e a classificare i livelli soglia che dovranno essere utilizzati nel modello ad albero delle decisioni. I risultati finali permetteranno di associare ad ogni versante terrazzato un valore di rischio, che dovrebbe poter consentire un'adeguata pianificazione delle politiche di recupero.

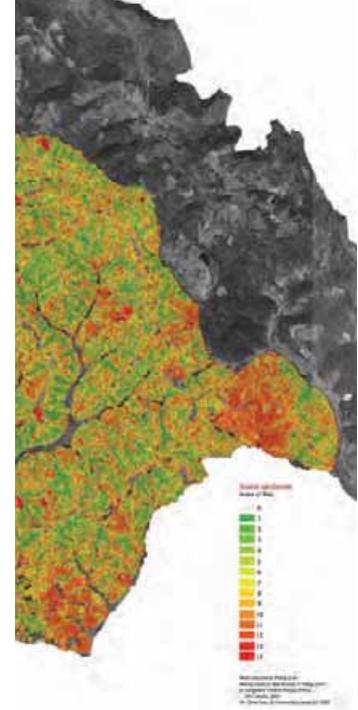


## Una mappa del rischio idrogeologico per il Goriška Brda (Slovenia)

Il Goriška Brda è una regione collinare situata nella Slovenia occidentale, lungo il confine italiano, ad un'altitudine compresa tra i 300 e gli 800 m s.l.m. Il substrato geologico è costituito da flysch (arenarie, marne, argille, calcari, calcareniti), delimitati da rocce calcaree a Nord e sedimenti alluvionali a Sud; le condizioni geologiche determinano quindi un contesto caratterizzato da un elevato rischio di frane. Frane e smottamenti causano infatti considerevoli danni nella regione del Goriška Brda. La maggior parte di questi si verifica lungo versanti ripidi convessi, a seguito di un aumento del contenuto idrico provocato da elevate precipitazioni o dall'influenza umana. Gli agricoltori solitamente dedicano infatti alcune settimane ogni anno al restauro dei terrazzamenti, canalizzando l'acqua per farla defluire a valle in sicurezza. L'**Università di Lubiana**, assieme al **Centro di Ricerca SRC SASA**, ha sviluppato una mappa del rischio, i dati per l'elaborazione della quale sono stati raccolti durante un periodo di intense precipitazioni, verificatosi nel Goriška Brda nel settembre e ottobre 1998 (175 mm soltanto in un giorno), quando si registrarono più di 800 smottamenti, perlopiù superficiali, che interessarono circa l'1,7% dell'area considerata.

Il metodo di elaborazione della mappa della franosità ha preso in considerazione 8 fattori: litologia, pendenza, curvatura, inclinazione degli strati, indice di intensità della corrente, indice di umidità, precipitazione massima nelle 24 ore, uso del suolo. Per l'elaborazione della mappa è stato applicato l'algoritmo di Dempster-Shafer (Dempster 1969, Shafer 1990), tramite l'utilizzo di software IDRISI e TAS. Prima di tutto, gli eventi franosi vengono correlati gerarchicamente con i fattori sopra citati. Per ciascun fattore vengono così ottenuti dei valori caratteristici, che vengono poi confrontati con i valori delle aree limitrofe. La mappa del rischio riporta quindi la predisposizione nei confronti dei dissesti (rappresentata da un indice che va da 0 a 1), prendendo in considerazione tutti i fattori. Dalla mappa elaborata si possono trarre alcuni risultati generali. Ad esempio, nel Goriška Brda i dissesti si verificano più spesso lungo i versanti convessi orientati a NE o SW, con una pendenza di circa 20 gradi, preferibilmente coltivati a vigneti; inoltre, i dissesti si manifestano solitamente circa 70 m al disotto del crinale di versante. Un decimo delle strade è a rischio, mentre metà circa dei terrazzamenti si trova su versanti franosi.

Il conclusione, si può dire che circa i 3/4 dell'area studiata presentano una qualche predisposizione ai dissesti. La pendenza, l'inclinazione degli strati e la profondità del materiale incoerente detritico sembrano essere i fattori più importanti nel determinare la franosità. D'altra parte, i dissesti vengono spesso provocati prevalentemente da fattori umani.



## Infiltrazione e flussi in aree terrazzate: monitoraggio e creazione di modelli numerici

Il **Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Milano** sta conducendo una ricerca sui processi di infiltrazione e i flussi idrici sotterranei nel terreno di riempimento dei terrazzamenti contenuti da muretti a secco. Lo studio è finalizzato all'analisi delle modalità di sviluppo ed evoluzione del flusso e alla valutazione dei suoi effetti sulla deformazione dei muretti di contenimento e sulla stabilità dei versanti terrazzati.

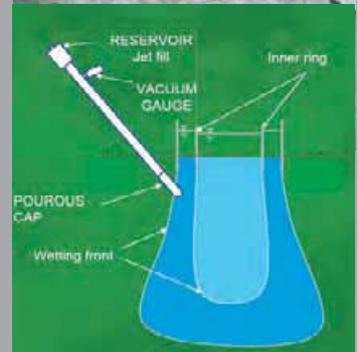
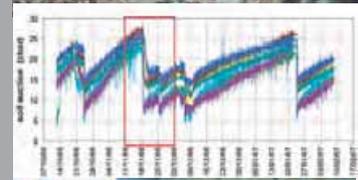
Infiltrazione e flusso idrico sono infatti tra i principali fattori di controllo della stabilità del versante, poiché determinano la pressione idrostatica e la sua distribuzione nel terreno di riempimento, influenzando così la capacità di drenaggio del muro. La ricerca comporta analisi geotecniche e idro-geologiche, basate su una serie di test di campo e di laboratorio. I principali parametri considerati sono: conducibilità idraulica, permeabilità, velocità di infiltrazione, densità, contenuto organico e umidità del suolo. L'impiego di tensiometri permette inoltre una misura diretta della 'suzione di matrice', ovvero l'attrazione che il suolo esercita sull'acqua, data dalla forza richiesta per rimuovere l'acqua dal suolo. Infine le proprietà di resistenza al taglio vengono misurate per mezzo di test di laboratorio.

Al fine di monitorare la variazione dell'umidità del suolo e la pressione dell'acqua nei pori durante un intero ciclo stagionale, un sito terrazzato è stato attrezzato con un set di tensiometri localizzati a diversi livelli di profondità nel terreno, con registrazioni continue ed automatiche. Tali dati sono stati raccolti dall'ottobre 2006. Le analisi vengono condotte in una serie di aree pilota, selezionate in funzione della loro distribuzione spaziale e della copertura del suolo esistente (ad es. copertura erbacea o arbustiva, vigneto, frutteto).

Tutti i dati raccolti vengono usati per elaborare modelli di flusso. Il modello numerico permette di effettuare stime del contenuto di umidità del suolo e della pressione dell'acqua nei pori in diverse condizioni di ricarica, e rappresenta un utile strumento di pianificazione delle attività agrarie e realizzazione di analisi geotecniche, per la determinazione dei principali fattori responsabili della deformazione e della stabilità dei muri.

Sono state condotte alcune simulazioni dello sviluppo del flusso, poi convalidate attraverso una comparazione dei valori misurati della pressione dell'acqua nei pori e di quelli calcolati in base al modello. Diversi scenari possono essere simulati, prendendo in considerazione ad esempio strati poco permeabili, muretti poco o molto drenati.

I risultati del modello di flusso costituiscono importanti dati da utilizzare per l'analisi della relazione sforzo-deformazione per la stabilità del sistema suolo-muro: l'obiettivo è infatti analizzare gli effetti del flusso in termini di massima deformazione di taglio e di deformazione del muro, oltre all'identificazione dell'importanza relativa dei fattori di instabilità.



## MEETING E RICERCHE GEOLOGICHE NELL'ALTA VALLE DELLA ROYA (F)

I giorni 10 e 11 maggio si è svolto, come è consuetudine, l'incontro trimestrale dei partner del progetto ALPTER, nella località di S. Dalmazzo di Tenda, nelle Alpi Marittime (F). E' stata l'occasione per avviare il lavoro di elaborazione degli output finali del progetto, ma anche per visitare un'area storicamente ricca di coltivazioni su terrazzamenti, in particolare viti e castagni, che attualmente è in gran parte abbandonata.

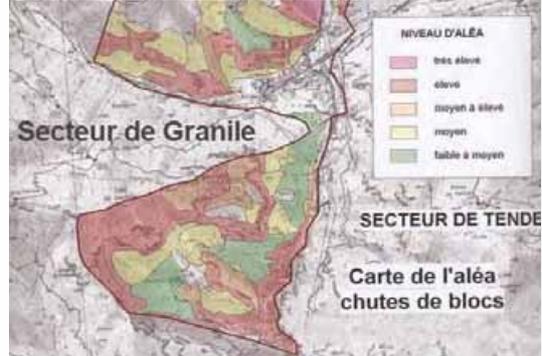
La visita si è concentrata intorno al piccolo borgo di Granile, che a differenza di altri siti ha visto negli ultimi anni un ritorno da parte dei proprietari, anche giovani, che vengono a risiedervi nei fine settimana e mantengono gli edifici del villaggio utilizzando i materiali e le tecniche tradizionali.

Anche in quest'area dell'Alta Valle della Roya, nel vallone sottostante Granile, è stato sviluppato uno studio idro-geologico da uno dei partner del progetto Alpter, l'**A.D.I (Associazione per lo sviluppo Geografico Informatizzato, dell'Università Sophia-Antipolis di Nizza)**.

La ricerca ha preso spunto dalla situazione della strada statale fra Ventimiglia e Tenda, che corre per un tratto ai piedi di una parete di roccia scoscesa alta circa 300 m. Nel corso degli ultimi anni questo percorso è salito più volte agli onori della cronaca per i crolli che si sono verificati sulla sede stradale mettendo a rischio le vetture in transito.

In seguito alle segnalazioni degli abitanti e dei media, il sito è stato oggetto di interventi di messa in sicurezza con reti d'acciaio e muri in calcestruzzo, allo scopo di ridurre il rischio a cui è sottoposta la strada. D'altra parte, lungo il versante scosceso si trovano ampie zone terrazzate, che fino agli anni '70 erano coltivate a vigneto e ancora oggi sono in buono stato. Si e' infatti ipotizzato che la maggiore caduta di rocce e i principali interventi di messa in sicurezza si collochino al di sotto delle aree sprovviste di terrazzamenti.

L'attività di ricerca si è sviluppata nel censimento e nella cartografia degli episodi di crollo e dissesto e dei terrazzamenti, insieme alla loro correlazione. I risultati sembrano supportare l'ipotesi, confermando che il patrimonio di manufatti terrazzati costituisce una forma di presidio e difesa del territorio, ed un'alternativa ad interventi assai meno sostenibili realizzati oggi.



### INFORMAZIONI E CONTATTI

sito web: [www.alpter.net](http://www.alpter.net)

e-mail: [info@alpter.net](mailto:info@alpter.net)

NEWSLETTER DEL PROGETTO ALPTER - NUMERO 4

#### PARTNER DEL PROGETTO

- Regione Veneto  
Direzione Urbanistica (I)
- Regione Liguria  
Dipartimento Pianificazione Territoriale, Paesaggistica e Ambientale (I)
- I.R.E.A.L.P.  
Istituto per la Ricerca Economica ed Ecologica nell'Arco Alpino (I)
- Università BOKU di Vienna  
Istituto di Progettazione e Conservazione del Paesaggio (A)
- Università di Lubiana  
Facoltà di Architettura (SLO)
- A.D.I.  
Associazione per lo Sviluppo Infografico (FR)
- Regione Valle d'Aosta  
Dipartimento Agricoltura, Risorse Naturali e Protezione del suolo (IT)
- Regione Bregaglia (CH)

Partner osservatore:

- U.N.E.S.C.O.- Ufficio per la Ricerca Scientifica in Europa (ROSTE)

Altri partner:

- Slow Food - Fondazione per la Biodiversità