**“Tecniche di Ingegneria Naturalistica per la sistemazione dei versanti franosi e la prevenzione del dissesto idrogeologico dei territori collinari e montani”.**

**GIULIANO SAULI**

Presidente AIPIN “Associazione Italiana per la Ingegneria Naturalistica”

Sono stati proposti alcuni casi di interventi di Ingegneria Naturalistica su versanti franosi in Italia ed in particolare in zona montano-alpina della Valcanale, nell’area nord orientale della Regione Friuli Venezia Giulia.

Nel caso del F. Fella è stato previsto il riassetto morfologico dell’alveo nel tratto immediatamente a monte della sua confluenza con il Torrente Saisera, tributario di sinistra, previa demolizione delle sponde in calcestruzzo e lo smantellamento di un’attigua vecchia sede ferroviaria. L’area comprende una fascia di terreno allungata, formata dall’alveo fluviale e dalle sue sponde, e una superficie prativa più ampia, sopraelevata rispetto all’alveo fluviale stesso, prospiciente il parcheggio di servizio della nuova stazione ferroviaria.

Gli interventi di Ingegneria Naturalistica ricadono nell’ambito della progettazione esecutiva per la riqualificazione ambientale della zona della Piana di Valbruna, realizzata privilegiando tecniche ed opere di mitigazione dell’impatto ambientale, generato dalla costruzione del raddoppio della linea ferroviaria Udine – Tarvisio - Confine di Stato.

La realizzazione degli interventi è avvenuta in due fasi distinte:

I. FASE

Riassetto morfologico della sponda sinistra del tratto cementificato del F. Fella mediante demolizione del rivestimento in calcestruzzo e scavi necessari per la realizzazione dei rilevati in terre rinforzate verdi. Demolizione nel tratto terminale anche del fondo e della sponda destra per poter realizzare il rivestimento in materassi e il tratto in palificata.

Sui rilevati di raccordo con la strada di accesso alla stazione di Valbruna, al di sopra delle progettate terre rinforzate verdi, è stato effettuato un riporto di terreno vegetale ed è stata effettuata l’ idrosemina.

La terra verde rinforzata, con messa a dimora di salici, è stata realizzata in sponda sinistra e sosterrà oltre alla sponda stessa anche la strada - piazzale della Stazione. Le terre rinforzate saranno fondate su gabbioni riempiti in pietrame.

In sponda destra, lungo un tratto di raccordo con i materassi del tratto finale, è stata realizzata, come consolidamento spondale, una palificata viva a parete doppia in tondami di larice. La palificata è stata ulteriormente consolidata da una fila di massi posti al piede, a contatto con l'acqua, legati con una fune di acciaio.

Un rivestimento in materassi ricopre il tratto di raccordo dell’innesto F. Fella – T. Saisera; il fondo e il primo terzo di sponda sono stati realizzati in maniera tradizionale; i restanti due terzi sono stati realizzati come materassi verdi cioè con riempimento con inerte sabbioso-ghiaioso e messa a dimora di talee. Al centro del fondo è stata realizzata una gaveta di alveo di magra.

Una scogliera rinverdita è stata realizzata come protezione spondale destra nel tratto

della confluenza, al posto di cubi in calcestruzzo; tale scogliera si differenzia da quelle tradizionali per non essere legata con materiali cementizi e per la presenza di talee e ramaglie vive di salici che vengono inseriti in profondità durante la costruzione a toccare il terreno retrostante. La radicazione delle talee contribuisce al consolidamento e la crescita della parte aerea a mascheramento della struttura.

II. FASE

In un tratto di sponda destra del F. Fella è stata realizzata una copertura diffusa mediante copertura con ramaglia viva di salici, disposta perpendicolarmente alla corrente. La base della sponda è stata consolidata con blocchi di pietrame collocati in un fosso preventivamente realizzato. Tali blocchi sono collegati con una fune di acciaio fissata a occhielli di ferro cementati nei massi, onde consentire una maggior protezione al piede, pur conservando una certa elasticità.

A ridosso delle terre rinforzate in sponda sinistrata e della palificata in sponda destra, sono stati realizzati tre tratti longitudinali di traversa viva di ramaglia a strati, con lo scopo di creare un andamento meandrizzante all'interno della sezione del F. Fella rinaturato.

Tali strutture sono realizzate in pali di legno infissi e fascine morte e vive legate a reticolo e intasate di ghiaia, hanno funzione di deviazione del flusso di magra, mentre non interferiscono durante le piene per l'elasticità dei salici arbustivi impiegati.

Su tutte le superfici piane risultanti dalle aiuole spartitraffico, dalla dismissione e smantellamento della vecchia linea ferroviaria è stato operato un riporto di terreno vegetale seguito dall' idrosemina.

Sulle medesime superfici sono stati messi a dimora alberi e arbusti autoctoni, principalmente salici arbustivi dato il loro uso prevalente ai fini del consolidamento spondale.

Negli interventi a verde progettati sopra descritti, sono state impiegate 15 diverse specie di alberi e arbusti; a distanza di più di un decennio, è stato svolto un lavoro di tesi con censimento delle specie presenti.

Si è potuto riscontrare che le specie spontanee prevalgono di gran lunga rispetto a quelle seminate e/o piantate in tutte le tipologie di intervento; il loro rapporto è principalmente maggiore in ambiente prativo, per l'elevato numero di specie totali caratteristico di queste cenosi, e in quello di greto, dove le dinamiche naturali sono molto spinte oltre a non esservi avvenute piantagioni né semine. Tale rapporto, invece, è minore negli ambienti di scarpata, intensamente seminati e piantati (idrosemine, messa a dimora di talee, ramaglie, ecc… ) e di terrazzo ricostruito mediante traverse vive di ramaglie a strati. Nelle zone di terrazzo formatosi naturalmente, invece, le specie totali sono molto scarse, ma vi è totale assenza di quelle seminate e/o piantate. In totale, in tutta l'area d'intervento, sono state rinvenute 205 specie.

Nel secondo caso, si tratta della stabilizzazione delle sponde in erosione del **rio Anonimo**, un'asta torrentizia, affluente di destra del fiume Fella, data da depositi detritici di versante su substrato costituito da dolomie e calcari dolomitici a forma di "canalone" con deflussi a carattere fluvio-franoso in occasione di precipitazioni intense.

L'obiettivo dell'intervento ha previsto la realizzazione di una vasca di sedimentazione del debris flow mediante la realizzazione di una briglia filtrante in cls alla base, con funzione di vallo paramassi, rivestito con terre verdi rinforzate sul fronte stradale a contemporanea protezione della sottostante SS 13.

L'intervento è iniziato con la stabilizzazione delle sponde/versanti in erosione del Rio mediante un rivestimento vegetativo in rete metallica e biostuoia, con messa a dimora di talee di salice, arbusti, e una serie di briglie in legname e pietrame.

A completamento dell'intervento, sono state realizzate una palificata viva e grata viva lungo la strada di accesso laterale a uno degli imbocchi della ferrovia Pontebbana.

L'opera è stata collaudata dall'alluvione del 29 agosto 2003 con la massima piovosità degli ultimi 100 anni e un fenomeno di colate ghiaiose eccezionale. Vi è stato qualche fenomeno localizzato di erosione sotto le reti metalliche ed una piccola sottoescavazione di una briglia in legname.

Il terzo intervento ha previsto la sistemazione spondale dell'asta torrentizia del **Rio Bianco**, ulteriore affluente di destra del F. Fella, attraversato dalla linea ferroviaria della Pontebbana.

La zona è stata interessata, durante le intense piogge avvenute nel 1996, da fenomeni di sovralluvionamento che hanno determinato la completa invasione del letto fluviale e della golena con ghiaie grossolane.

Si è quindi proceduto con lo sghiaiamento dell'alveo e con la successiva realizzazione, a protezione delle sponde, di una scogliera rinverdita con messa a dimora di talee; nella parte superiore sono state realizzate più file di gradonate vive di salici e nella parte pianeggiante, in prossimità della strada, si è proceduto alla messa a dimora di alberi e idrosemina.

L'accesso alla stazione è stato garantito con la stabilizzazione delle scarpate a monte tramite una serie di gradonate vive, sistemazione a verde del piazzale mediante formazione di rilevati contro monte e consolidamento del fondo stradale.

Si è anche proceduto al reinserimento paesaggistico degli imbocchi delle adiacenti gallerie ferroviarie artificiali, mediante terre rinforzate verdi.

Il quarto intervento preso in considerazione, su versante, riguarda la rivegetazione del tracciato del metanodotto Malborghetto – Bordano, in località San Leopoldo (UD), un fondovalle a rocce dolomitiche in zona montana.

Nel caso dei metanodotti, le principali interferenze, in termini naturalistici, sono legate alla sottrazione temporanea di aree per la realizzazione degli scavi della trincea per la posa delle condotte e per la creazione delle piste di accesso destinate al transito dei mezzi di cantiere. La loro apertura può produrre notevoli impatti visuali e naturalistici, rappresentando nel contempo, un potenziale problema di difesa del suolo sui versanti montani interessati.

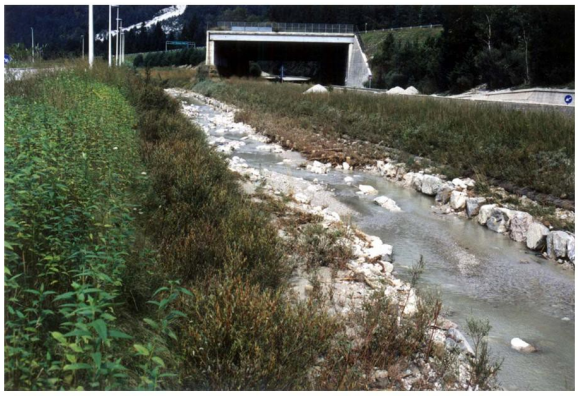
Vale il principio della totale rimessa in pristino delle fasce d'intervento, secondo le modalità che seguono:

- ove possibile va comunque effettuato lo scotico anche se parziale e ricco di scheletro del terreno umico superficiale;
- l'inerte roccioso proveniente dagli scavi e accumulato a lato della trincea di scavo va vagliato per recuperare la frazione terrosa organica e minerale che non è stato possibile scoticare a priori. Tale frazione va utilizzata come strato di ricoprimento finale dei ritombamenti.
- vanno normalmente effettuate semine e messa a dimora di specie autoctone, con preferenza per le specie arbustive, da considerarsi preparatorie per futuri interventi di conversione ad alti fusti. Date le quantità notevoli di specie arbustive autoctone necessarie, va programmata per tempo la fornitura di tali essenze da vivai locali o vanno realizzati "ad hoc" vivai temporanei legati all'opera;
- per quanto riguarda le semine del cotico erboso si adotteranno le miscele erbacee più idonee possibile rispetto alle caratteristiche pedoclimatche dei tratti da ripristinare, e le specie si dovranno reperire possibilmente da produttori locali;
- vanno previsti periodi di 3 ÷ 5 anni di cure colturali per le piantine messe a dimora e devono effettuarsi tutti gli interventi che possano garantire la migliore riuscita del ripristino.

L'obiettivo dell'intervento nel tratto di metanodotto presso San Leopoldo, è stato il consolidamento e la stabilizzazione del versante mediante la realizzazione di cordonate e palizzate vive, messa a dimora di specie arbustive, arboree e semina.

# DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

**FIUME FELLA UD - ANTE OPERAM**

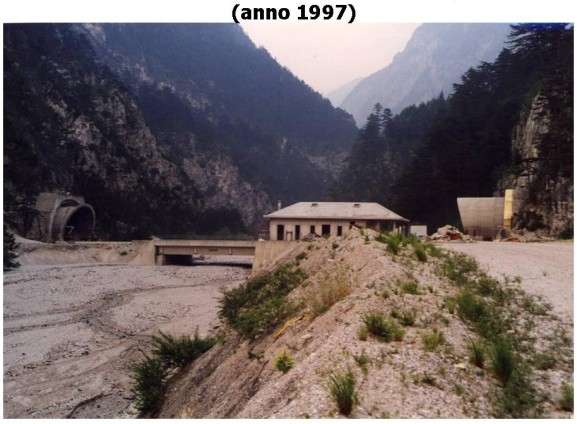


2003

2011

**Rio anonimo UD - ante operam (sett. 1998)**

**Santa Caterina UD - Situazione ante operam (anno 1997)**



**Situazione post-operam (anno 2002)**

**Situazione ante operam (anno 1997)**

**Situazione durante i lavori (anno 1999)**

Agosto 2006

**2006**

**Giugno 2010**