

Geologia

4/2006

Periodico della SIGEA

Società Italiana di Geologia Ambientale

ISSN 1591-5352



del' Ambiente

SPEDIZIONE IN ABBONAMENTO POSTALE ART. 2 COMMA 20/B LEGGE 662/96 - FILIALE DI ROMA
IN CASO DI MANCATO REGAPITO INVIARE AL CMP DI ROMA - ROMANINA
PER LA RESTITUZIONE AL MITTENTE PREVIO PAGAMENTO RESI

Geologia Urbana



MOZIONE FINALE

Alla chiusura del convegno "La geologia urbana di Venezia", tenutosi il 24 novembre 2006 a Mestre presso l'Auditorium del Centro Servizi della Provincia di Venezia ed organizzato dall'Assessorato alla Difesa del Suolo - Servizio Geologico della stessa Provincia di Venezia e dalla SIGEA - Società Italiana di Geologia Ambientale, i partecipanti hanno voluto approvare - all'unanimità - la mozione finale sotto riportata affinché i diversi ed importanti temi trattati nell'intera giornata da tanti illustri relatori e poi ampiamente dibattuti dai convegnisti non restassero solo patrimonio dei tecnici ed esperti presenti ma potessero dare risposte ed indicazioni ai principali problemi geoambientali che affliggono il territorio veneziano, limitando non solo la sicurezza del tessuto urbano e della popolazione, ma anche il successivo lo sviluppo economico ed ambientale. Risposte ed indicazioni per la soluzione di tali problemi erano state sollecitate dal Sindaco della Città di Venezia, prof. Massimo Cacciari, durante il suo accorato intervento d'apertura.

Il primo tema affrontato nel convegno è stato la caratterizzazione geologica ed idrogeologica del territorio veneziano, in quanto tali aspetti costituiscono le conoscenze di base per indagare i processi ambientali in atto. Molto si è fatto nei tempi recenti a questo riguardo, ma ancora vi sono importanti lacune conoscitive che meritano di essere indagate.

L'argomento successivo è stato quello della subsidenza (abbassamento del suolo); il suo monitoraggio viene attualmente svolto con l'impiego di tecnologie particolarmente avanzate, che comprendono anche l'uso dei satelliti. Recenti studi,

realizzati insieme da CNR-ISMAR, Provincia di Venezia e Magistrato alle Acque, hanno messo in evidenza che la velocità di subsidenza nella città di Venezia è decisamente rallentata, anche in seguito ad alcuni interventi messi in opera dalle Autorità competenti. Malgrado ciò vi sono ancora ampie parti della provincia nei quali questo fenomeno resta assai preoccupante. Un aspetto importante è che, in base a tali sistemi di monitoraggio avanzato (che rendono Venezia uno dei modelli mondiali per lo studio della subsidenza), è stato possibile meglio delimitare, a seconda della velocità del fenomeno, le varie zone subsidenti e la loro tendenza evolutiva.

Oltre a quanto già fatto per contrastare la subsidenza sono state esaminate nel dettaglio varie possibilità tecniche per risolvere i problemi legati al continuo aumento delle acque alte superiori alla media; dall'innalzamento delle fondamenta e delle calli a quello di Piazza San Marco fino ad un innovativo sistema che consente di innalzare edifici singoli o blocchi d'edifici, ciò che permetterebbe un recupero dei vani al piano terra ed il risanamento degli edifici. Tutte pratiche costose ma globalmente necessarie per assicurare la vivibilità di Venezia, e ciò anche senza considerare il ben noto problema della difesa della città dalle acque alte di maggior entità.

Per quanto concerne l'arretramento delle coste, si è visto che tale problema è strettamente connesso con la subsidenza: è stato messo in evidenza che l'avanzamento delle scienze geologiche ha potuto meglio quantificare il rischio d'erosione attraverso opportuna cartografia tematica ("Rischio da mareggiate" realizzato dalla Provincia). Anche in questo caso si è visto come la gestione dei fenomeni che concorrono alla subsidenza siano

spesso interdipendenti con quelli che conducono all'arretramento costiero: è evidente la necessità di studi interdisciplinari tra ingegneri, geologi, architetti, archeologi, storici ecc. che rappresentano l'unico modo per comprendere la complessità di tali fenomeni, le loro manifestazioni ed evoluzione e fornire i criteri per i relativi correttivi, che hanno tante implicazioni economiche e sociali. Inoltre, si è considerata pure la presenza di giacimenti di sabbia al largo delle coste per ripascere le spiagge e le relative problematiche di utilizzo, tematica anche questa in forte e costante sviluppo.

Sulla salvaguardia della laguna nel suo complesso e sulla bonifica di Porto Marghera il congresso ha pure discusso a lungo; si è visto quanto lavoro è stato fatto, ma anche quanto ancora resta da fare per sistemare le rive, ricostruire barene e velme, bonificare o mettere in sicurezza i terreni inquinati, ecc. Anche in questi casi si è vista la fondamentale importanza della conoscenza, preventiva ed adeguata, della situazione geologica ed idrogeologica locale realizzata da esperti.

Anche il rischio idraulico è stato affrontato, tema ancor più attuale per la recente alluvione di metà settembre che ha interessato un'ampia parte di Mestre e dei comuni limitrofi. Il disordine urbanistico e la pianificazione relativa fatta per troppo tempo senza considerare che il territorio presenta intrinsecamente delle sue vulnerabilità e vocazioni sono stati i grandi imputati. La geologia può dare anche in questo campo un importante supporto sia agli ingegneri idraulici che ai pianificatori, come discusso in modo specifico.

Infine, sono state prese in considerazione le opere in sottoterraneo

che sempre più vengono progettate in tutto il mondo a causa della saturazione del suolo in superficie. Basti pensare, per Venezia, a passante, sublagunare, tunnel tangenziale, grandi parcheggi in sotterraneo ecc. Le loro implicazioni geologiche ed idrogeologiche sono di tutta evidenza, tanto più che si tratta di opere che presuppongono una gestione a tempo indeterminato.

Da tutto l'insieme dei temi trattati risulta la necessità che: tutte le problematiche geologiche ed idrogeologiche vengano affrontate già nella fase della progettazione preliminare; vi siano banche dati geologiche ed un modello geologico del territorio, come quantosta efficacemente facendo il Servizio Geologico della Provincia; vi sia un coordinamento generale degli studi geologici per superare le conoscenze puntuali e mirare ad un'analisi integrata del sistema sottosuolo, alla luce anche delle recenti conoscenze acquisite nel settore della geologia e geomorfologia di pianura; venga decisamente perfezionata la conoscenza della situazione idrogeologica almeno del primo centinaio di metri, anche per consentire di utilizzare modelli previsionali basati su dati concreti; vengano non solo mantenuti ma anche ampliati i finanziamenti in via generale per gli studi che consentono di programmare e progettare le opere indispensabili per la salvaguardia di Venezia e della sua laguna, dato anche il loro esiguo costo rispetto alle opere relative.



Titolari del brevetto e promotori del progetto



Geologia dell'Ambiente

Periodico trimestrale della SIGEA
Società Italiana di Geologia Ambientale

Anno 14

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

sommario numero 4/06



COMITATO SCIENTIFICO

Aldino Bondesan, Giancarlo Bortolami,
Gerardo Brancucci, Aldo Brondi,
Felice Di Gregorio, Giuseppe Gisotti,
Giancarlo Guado, Gioacchino Lena,
Raniero Massoli Novelli, Franco Ortolani,
Giulio Pazzagli, Giancarlo Poli,
Giuseppe Spilotro.

COMITATO DI REDAZIONE

Giorgio Cardinali, Giovanni Conte,
Alessandro Mei, Federico Boccalaro,
Paola Mauri

DIRETTORE RESPONSABILE

Giuseppe Gisotti

REDAZIONE

SIGEA: tel. 06.5943344
fax 06.233239783
Casella Postale 15244 (00143) - Roma
E-mail: info@sigeaweb.it
<http://www.sigeaweb.it>

PROGETTO GRAFICO E COMPOSIZIONE

LA SINTESI S.r.l.

PUBBLICITÀ

LA SINTESI S.r.l.
Piazzale Roberto Ardigò, 31 - 00142 ROMA
tel. 06.5406964 - fax 06.233239783
E-mail: info@la-sintesi.it

STAMPA

Finito di stampare nel mese di gennaio 2007
presso Rotostampa Group S.r.l.
Via Tiberio Imperatore 23 - Roma

Abbonamento annuale: Euro 30,00

Numero Speciale sull'Ingegneria Naturalistica

di Paolo Cornelini e Giuliano Sauli

-
- 2** Introduzione
-
- 5** I settori di intervento dell'Ingegneria Naturalistica:
-
- 6** - Idraulica
-
- 14** - Versanti
-
- 20** - Strade e ferrovie
-
- 27** - Cave
-
- 32** Bibliografia
-



In copertina: Palificata viva doppia di versante. Località San Genesio (BZ). Foto Cornelini.

Periodico
trimestrale
della
Società
Italiana di
Geologia
Ambientale
Anno XIV
n. 4/2006

Geologia
dell'Ambiente

Introduzione

PAOLO CORNELINI
GIULIANO SAULI

1.1 DEFINIZIONI, METODI, FINALITÀ

L'ingegneria naturalistica è una disciplina tecnica che utilizza le piante vive negli interventi antierosivi e di consolidamento, in genere in abbinamento con altri materiali (paglia, legno, pietrame, reti metalliche, biostuoie, geotessuti, etc).

I campi di applicazione sono vari e spaziano dai problemi classici di erosione dei versanti, delle frane, delle sistemazioni idrauliche a quelli delle infrastrutture lineari (scarpate stradali e ferroviarie, condotte interrate, canali), delle cave e discariche, degli insediamenti industriali e altre infrastrutture puntuali, dei consolidamenti costieri, a quelli dei semplici interventi di rinaturalizzazione e ricostruzione di elementi delle reti ecologiche.

Le finalità riconosciute degli interventi di ingegneria naturalistica (I.N.) sono principalmente quattro:

1) **tecnico-funzionali**: con riferimento all'efficacia ad esempio antierosiva e di consolidamento di un versante franoso, di una sponda o di una scarpata stradale;

2) **naturalistiche**: in quanto non semplice copertura a verde, ma ricostruzione o innesco di ecosistemi mediante impiego di specie autoctone degli stadi delle serie dinamiche della vegetazione naturale potenziale dei siti di intervento;

3) **paesaggistiche**: di "ricucitura" del paesaggio naturale circostante, effetto strettamente collegato all'impiego di specie locali;

4) **economiche**: in quanto strutture competitive e alternative ad opere tradizionali (ad esempio muri di

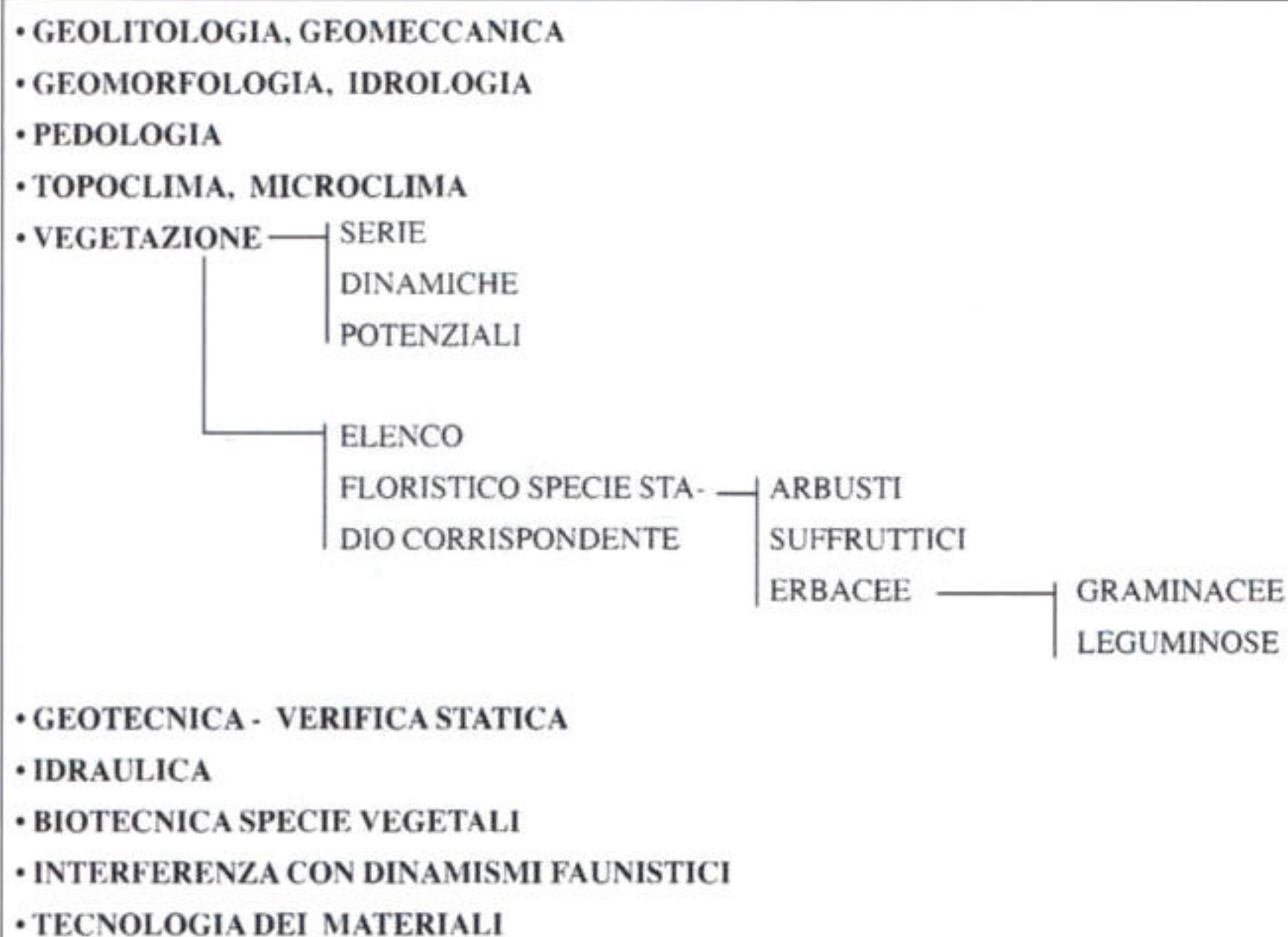


Figura 1 - Settori di analisi finalizzati ad opere di mitigazione con tecniche di Ingegneria Naturalistica (da Manuale 2 Regione Lazio).

controripa sostituiti da palificate vive o da terre verdi rinforzate).

All'interno del filone dell'ingegneria naturalistica si delineano tre principali settori, spesso collegati in sede operativa:

- la "rinaturazione" o "rinaturalizzazione" vera e propria cioè la ricostruzione di biotopi o ecosistemi paranaturali, non collegata ad interventi funzionali, anche se talvolta realizzata quale opera "compensatoria". Ad esempio la realizzazione di un biotopo umido o di un'area boscata realizzati in zona agricola nell'ambito del progetto di una nuova infrastruttura viaria;
- l'ingegneria naturalistica in senso stretto, cioè la realizzazione di sistemi antierosivi, stabilizzanti o di consolidamento con piante vive abbinate ad altri materiali, talvolta alternativi alle opere cosiddette "in grigio" cioè in calcestruzzo;
- i provvedimenti per la fauna, anche semplicemente tecnologici, e in particolare quelli per garantire la continuità degli habitat (rampe di risalita per pesci, sottopassi per anfibi, sottopassi e sovrappassi per ungulati, etc).

Gli interventi di I.N. si differenziano da quelli di tipo tradizionale principalmente attraverso le analisi stazionali delle condizioni delle singole su-

perfici di intervento con riferimento ad alcuni parametri fondamentali, la cui conoscenza è condizione prima del successo dell'intervento legato, come si è detto, alla crescita delle piante.

Per quanto riguarda la vegetazione si adotta normalmente la classificazione della scuola fitosociologica di Braun - Blanquet e si fa riferimento alle associazioni vegetali di cui c'è ormai buona conoscenza su tutto il territorio nazionale.

Anche per la selezione delle specie di possibile impiego ci si riferisce a quelle spontanee presenti o potenziali della stazione. Alcuni gruppi sono più importanti di altri per le caratteristiche biotecniche che li rendono utilizzabili negli interventi di I.N. Classico è l'impiego di specie arbustive e, nell'ambito delle erbacee, di specie delle famiglie delle graminacee e delle leguminose.

I principali settori di indagine utili nella formulazione di progetti ed esecuzione di opere di I.N. sono riportati in figura 1.

Si tratta chiaramente di una disciplina "trasversale" che fa capo a vari settori tecnico-scientifici di cui si utilizzano, a fini applicativi, dati di analisi e di calcolo.

Le tecniche di ingegneria naturalistica sinora applicate nel Centro Europa sono circa un centinaio e si pos-

sono distinguere nelle seguenti categorie (Schiechl, 1992 - A.A.V.V. 1997):

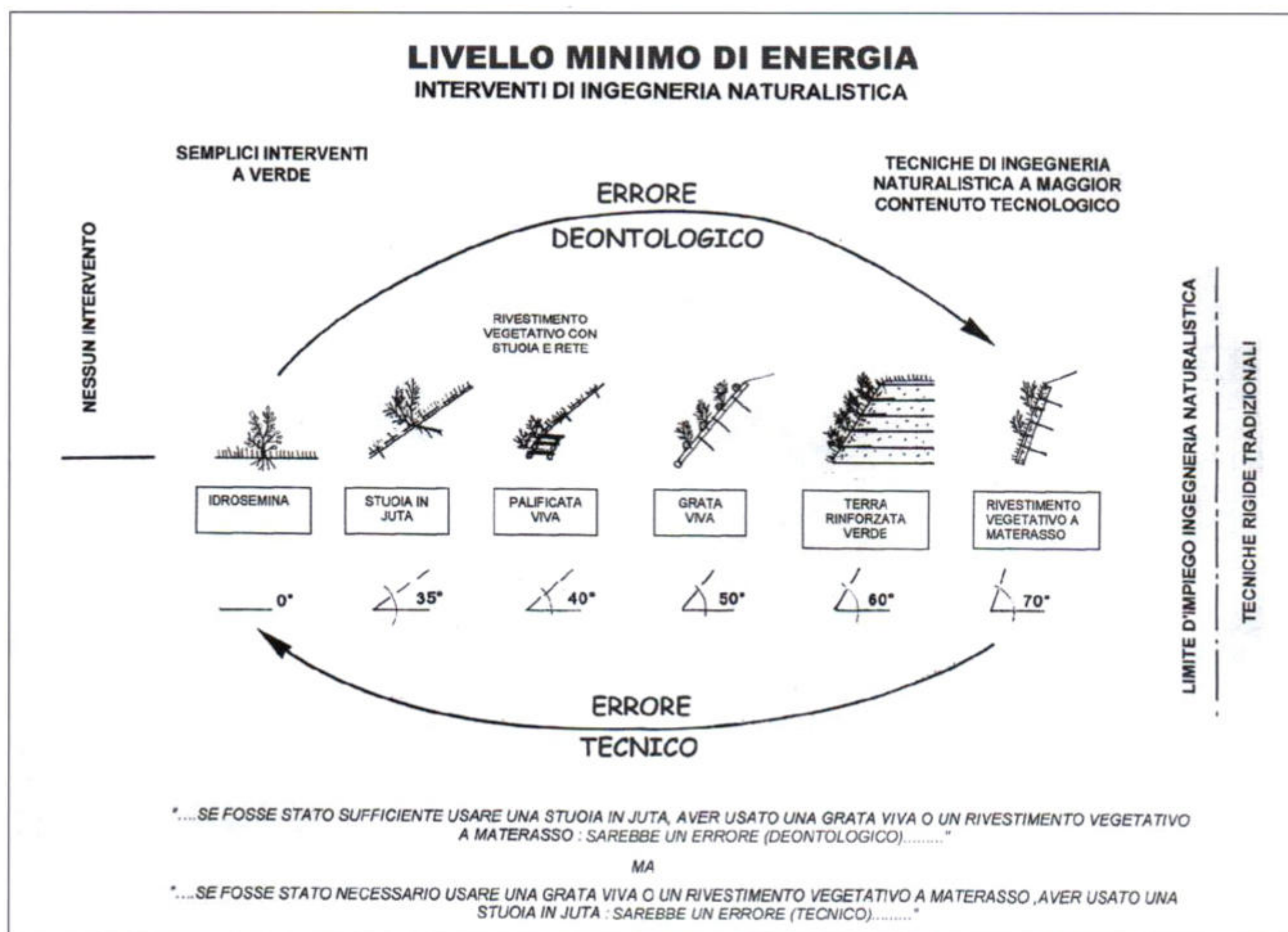
- 1) di **rivestimento** o antierosivi (tutti i tipi di semina, stuoie, materassi seminati, etc);
- 2) **stabilizzanti** (messa a dimora di arbusti, talee, fascinate, gradonate, cordonate, viminate, etc);
- 3) **combinati di consolidamento** (palificate vive, grate vive, gabionate e materassi verdi, terre rinforzate verdi, etc);
- 4) **particolari** (barriere antirumore e paramassi, opere frangivento, etc).

A livello nazionale e regionale vi è ormai un grosso fermento di acquisizione di strumenti normativi e tecnici nei settori della rinaturalizzazione e dell'ingegneria naturalistica, sia da parte dei professionisti che dei funzionari pubblici e delle imprese.

1.2 DEONTOLOGIA

Come in tutte le discipline, anche nell'ingegneria naturalistica si stanno affermando alcune regole comportamentali di riferimento per i professionisti, i funzionari e gli imprenditori che si occupano degli interventi di Ingegneria Naturalistica.

Si riportano in tal senso in estratto alcuni articoli del Codice Deonto-



			Piante naturalità crescente			Materiali utilizzabili naturalità crescente		
Ambiti di impiego			Piante autoctone	Piante esotiche naturalizzate	Piante esotiche di recente introduzione	Materiali naturali	Materiali biodegradabili	Materiali artificiali
1	Naturalità crescente	Aree protette	XXX	-	-	XX	XX	-(1)
2		Aree naturali	XXX	-	-	XX	XX	X
3		Aree agricole	XX	X	-	XX	XX	X
4		Parchi e giardini	XX	X	X	X	X	X
5		Aree urbane	XX	X	X	X	X	X
6		Aree industriali	XX	X	X	X	X	X

Tabella 1 : Preferibilità / liceità d'impiego dei materiali vivi e morti per le tecniche di Ingegneria Naturalistica - AIPIN

XXX Impiego esclusivo

XX Impiego preferenziale

X Impiego in funzione delle scelte progettuali

- Incompatibilità assoluta

(1) Utilizzo solo per la soluzione di problemi geotecnici e idraulici per la protezione diretta di edifici e infrastrutture esistenti

logico dell' Associazione Italiana per l'Ingegneria Naturalistica (AIPIN).

Principi di base

Art. 4 - Il socio AIPIN si adopera in tutte le sedi e in particolare in quella progettuale per la priorità delle finalità naturalistiche degli interventi. L'impiego di tecnologia e materiali non naturali è possibile nei casi di necessità strutturale e/o funzionale normalmente in abbinamento con materiale vivente. Deve comunque essere adottata la tecnologia meno complessa a pari risultato, considerando anche l'ipotesi del non intervento.

Art. 5 - Il socio AIPIN deve agire sempre con integrità scientifica, diligenza ed onestà riconoscendo nella caratterizzazione interdisciplinare dell'I.N., i limiti della propria competenza professionale, ricorrendo all'altrui competenza nelle attività professionali che la richiedono. In tali casi deve risultare chiaramente l'apporto di ciascuno.

omissis...

Vale il principio di adottare nelle scelte di progetto le tecniche a minor livello di energia (complessità, tecnicismo, artificialità, rigidità, costo) a pari risultato funzionale/biologico come rappresentato per maggior chiarezza nello schema che segue (da Manuale 2 Regione Lazio).

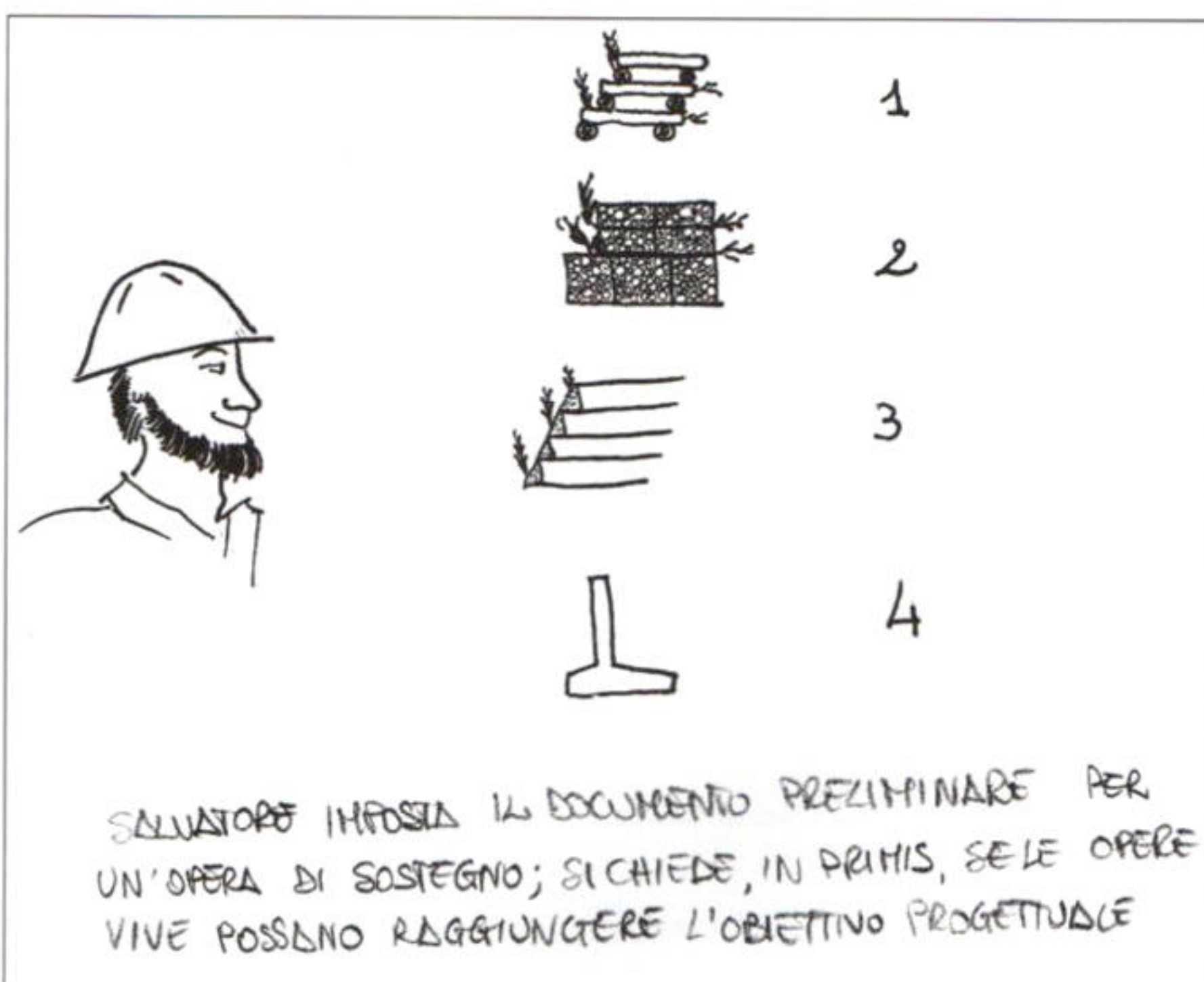
Per quanto riguarda, infatti, la selezione delle specie e dei materiali da impiegare nelle tecniche di I.N., il concetto generale è quello di impiegare il più possibile materiali natura-

li e specie autoctone. Nella tabella 1 l'AIPIN ha tentato di schematizzare la graduatoria di preferibilità e liceità di impiego di specie e materiali nei vari possibili ambiti territoriali.

Problemi di natura deontologica sono sorti recentemente con il proporsi sul mercato di specie esotiche con ottime caratteristiche biotecniche, ad es. il vetiver, graminacea esotica interessante per gli interventi di ingegneria naturalistica ma, non essendo autoctona per l'Italia, in contrasto con i principi deontologici della disciplina.

Per quanto riguarda il vetiver, prima di proporne l'uso in Italia, è quin-

di necessario, sottoporre il comportamento, a sperimentazione controllata mediante progetti di monitoraggio e ricerca, a cominciare dalle aree urbane, parchi e giardini, aree industriali, infrastrutture viarie, cave e discariche; resta, per il momento, da escluderne l'impiego nelle aree protette, parchi e riserve naturali, aree di elevata naturalità, etc, mentre il suo uso futuro quale specie consolidante/preparatoria nei settori della difesa del suolo va attentamente valutato a seguito dei test e sperimentazioni, sull'esempio dell'esperienza australiana (Sauli, 2002).





I settori di intervento dell'Ingegneria Naturalistica

Nei capitoli seguenti vengono esaminati
i vari settori dell'applicazione dell'I.N.
riportando le metodologie di intervento
unitamente a interventi esemplari

PAOLO CORNELINI
GIULIANO SAULI

Idraulica

Vengono di seguito esposti i criteri e le problematiche relativi alla progettazione di un intervento di I.N. in ambito idraulico

PAOLO CORNELINI
GIULIANO SAULI

CRITERI DI PROGETTAZIONE NATURALISTICA

Gli interventi di sistemazione idraulica con tecniche di I.N. vanno

concepiti con approccio sistemico a livello di bacino idrografico, nell'ambito della rinaturazione dei corsi d'acqua che deve comprendere non solo interventi antiersivi con tecniche vive, ma

anche interventi di diversificazione morfologica nel tracciato o nella sezione dell'alveo, per l'aumento della biodiversità e per la connessione delle reti ecologiche.



Foto 1 - Esempio di manutenzione idraulica effettuata secondo il DPR 14 aprile 1993 sul Rio Inferno (FR) quattro mesi dopo l'intervento (Maggio 2000) - Foto P. Cornellini.

Gli interventi sull'asta fluviale vanno quindi progettati secondo il principio che la diversità morfologica si traduce in biodiversità, incrementando le aree di pertinenza del corso d'acqua e rifiutando la rettificazione e la cementificazione dell'alveo; la vegetazione igrofila, in tale approccio, non viene più considerata un ostacolo al deflusso delle acque, ma una risorsa di interesse idraulico per la protezione flessibile delle sponde.

L'analisi delle varie componenti ambientali e delle loro interazioni con le caratteristiche idrauliche dovrà quindi valutare, iniziando da monte ed impiegando i criteri e le tecniche dell'ingegneria naturalistica, ove porre in atto:

- interventi di rinverdimento per la protezione antierosiva dei versanti per consentire l'aumento del

tempo di corrivazione delle acque e la diminuzione del trasporto solido a valle;

- realizzazione di casse d'espansione, per laminare i volumi di piena riducendone i picchi, ottenendo aree a vocazione naturalistica per l'aumento della biodiversità;
- realizzazione di aree inondabili in corrispondenza dell'alveo, ampliando le sezioni idrauliche con la creazione di un alveo di magra con portata idraulica ed uno di piena allagato periodicamente;
- interventi sul corso d'acqua tesi a diminuirne l'energia cinetica tramite la riduzione della pendenza. Al posto delle briglie in cemento, in molti casi si possono impiegare le briglie in legno e pietrame eventualmente combinate con elementi vivi quali le talee di salice; per garantire poi la continuità biologi-

ca all'ittiofauna, ove le caratteristiche morfologiche dell'alveo lo consentano, è possibile realizzare, al posto delle briglie, le rampe in pietrame per la risalita dei pesci;

- interventi nella parte alta del bacino per la realizzazione di tratti a raschi con massi sul fondo alternati con pozze, per incrementare la variabilità morfologica e quindi la biodiversità;
- interventi antierosivi e di consolidamento sull'asta fluviale concepiti anche invertendo la tendenza alla riduzione delle aree di pertinenza del corso d'acqua;
- interventi tesi ad eliminare i tratti rettificati dell'alveo che possono comportare un aumento dell'erosione a monte e del deposito a valle, con conseguente pericolo di esondazione e che comportano la perdita di habitat e la riduzione della biodiversità;
- favorire la meandricazione del corso d'acqua nei tratti compatibili, con conseguente asimmetria della sezione idraulica significa invece riproporre la morfologia naturale e aumentare le capacità depurative del corso d'acqua;
- eliminazione dei tratti cementificati per spezzare l'isolamento tra l'acqua ed il substrato, ricostituendo il rapporto con la falda e rendendo possibile la rivitalizzazione del corso d'acqua;
- realizzazione, ove possibile, di aree umide in corrispondenza delle immissioni dei canali di drenaggio o dei fossi affluenti;
- realizzazione, soprattutto nelle aree di pianura ad agricoltura intensiva, di fasce tampone di circa 10 m a lato delle rive per intercettare i nutrienti percolati dalle aree agricole;
- realizzazione, anche al di fuori dell'alveo di piena, di boschetti e cespuglieti per una riqualificazione naturalistica e paesaggistica del corso d'acqua con ricostruzione di elementi della rete ecologica;
- rianificazione degli interventi di manutenzione non considerando, ove possibile, la vegetazione igrofila un ostacolo al rapido deflusso delle acque, bensì una risorsa non solo naturalistica, ma anche di interesse idraulico per la protezione flessibile dall'erosione (DPR 14 aprile 1993. Atto di indirizzo e coordinamento alle regioni recante criteri e modalità per la redazione di programmi di manutenzione idraulica e forestale).

In tabella 2 vengono riportati, a titolo di esempio, i benefici in termini di biodiversità derivanti da una gestione dei corsi d'acqua con l'approccio progettuale dell'ingegneria naturalistica.

Tipo interventi	Azioni	Benefici ecologici in termini di biodiversità e nuove unità ecosistemiche
Modifiche morfologiche in alveo	Demolizione tratti cementificati	Rivitalizzazione alveo con potenzialità per corridoi ecologici ed habitat acquatici e terrestri
	Realizzazione sinuosità con meandri	Habitat per macrobenthos, ittiofauna avifauna e fitocenosi igrofile
	Realizzazione isole	Stadi di vegetazione igrofila e terrestre, avifauna
	Allargamento sezione con realizzazione di golene e tratti a minor battente idrico	Popolamenti elofitici, habitat per anfibi ed avifauna
	Realizzazione alveo di magra per il deflusso minimo	Ittiofauna e macrobenthos
	Realizzazione sezioni asimmetriche	Stadi di vegetazione igrofila e terrestre, popolamenti elofitici, habitat per anfibi ed avifauna
	Realizzazione aree di espansione	Stadi di vegetazione igrofila, popolamenti elofitici, habitat per anfibi ed avifauna
	Realizzazione sponde a varie pendenze	Stadi di vegetazione igrofila e terrestre
	Realizzazione sponde ripide	Habitat per avifauna
	Realizzazione di rampe di risalita in pietrame o soglie basse in legname e pietrame	Continuità biologica per ittiofauna
Modifiche morfologiche fuori alveo	Realizzazione aree di espansione o laminazione	Stepping stones, stadi di vegetazione igrofila e terrestre, popolamenti elofitici, habitat per ittiofauna, anfibi ed avifauna
	Realizzazione piccole aree umide	Stepping stones, stadi di vegetazione igrofila e terrestre, popolamenti elofitici, habitat per ittiofauna, anfibi ed avifauna
	Realizzazione di ecosistemi filtro per la fitodepurazione	Stepping stones, stadi di vegetazione igrofila e terrestre, popolamenti elofitici, habitat per ittiofauna, anfibi ed avifauna
Tecniche antierosive e di consolidamento delle sponde	Impiego di tecniche di ingegneria naturalistica	Corridoi ecologici, boscaglia ripariale igrofila, cespuglieti igrofilii, cespuglieti termomesofili, prati umidi Habitat per avifauna e micromammiferi
Riqualificazione ambiente fluviale fuori alveo	Realizzazione di fasce boscate sul ciglio delle sponde anche con espropri	Corridoi ecologici, boscaglia ripariale igrofila, cespuglieti igrofilii, cespuglieti termomesofili, prati umidi Habitat per avifauna e micromammiferi

Tabella 2 : Ricadute ecologiche degli interventi idraulico-naturalistici (Cornellini e Sauli in Manuale sistemazioni idrauliche Regione Lazio).



Scheda di valutazione della qualità ambientale di un corso d'acqua (Cornellini e Sauli 2002)



Scheda n°		
Foto n°		
Data		
Corso d'acqua		
Comune		
Località		
Altitudine		
Lunghezza tratto esaminato		
Osservazioni		
Sponda	Sx	Dx
1 territorio terrestre circostante		
Boschi autoctoni, vegetazione potenziale	16	16
Cespuglieti, boscaglie autoctone	8	8
Incolti, prati pascoli, formazioni legnose sinantropiche	4	4
Colture agrarie	2	2
Aree urbanizzate	1	1
2 vegetazione fasce ripariali		
2.1 formazioni arboree ripariali autoctone (saliceti, ontaneti, pioppeti)	16	16
2.2 formazioni arbustive ripariali autoctone (saliceti, cespuglieti igrofili), popolamenti elofitici, cariceti, formazioni erbacee igrofile, formazioni arboree sinantropiche con significative presenze di esemplari di 2.1	8	8
Incolti, prati pascoli, formazioni sinantropiche (robinieti, roveti, canneti ad <i>arundo donax</i>)	4	4
Colture agrarie	2	2
Assenza di vegetazione per cause naturali o antropiche	1	1
3 ampiezza fascia ripariale		
Fascia ripariale autoctona (2.1,2.2) maggiore di 30 m	16	16
Fascia ripariale autoctona (2.1,2.2) 5 -30 m	8	8
Fascia ripariale autoctona (2.1,2.2) 1 -5 m	4	4
Assenza fascia ripariale autoctona (2.1,2.2)	1	1
4 continuità fascia ripariale		
Fascia ripariale autoctona (2.1,2.2) senza interruzioni	16	16
Fascia ripariale autoctona (2.1,2.2) con interruzioni saltuarie	8	8
Fascia ripariale autoctona (2.1,2.2) con interruzioni frequenti	4	4
Assenza fascia ripariale autoctona (2.1,2.2)	1	1
	alveo	
5 vegetazione nell'alveo bagnato		
Assenza di vegetazione per elevate velocità dell'acqua o presenza di macrofite acquatiche non indicatrici di carico organico, acque non inquinate	8	
Presenza di macrofite acquatiche indicatrici di carico organico, acque mediamente inquinate	4	
Elevata copertura di macrofite eutrofiche, acque altamente inquinate	1	
6 regime idraulico		
Alveo di morbida con portata continua durante tutto l'anno	16	
Alveo di morbida con portata discontinua	8	
Alveo in secca per la maggior parte dell'anno	1	
7 naturalità della struttura morfologica della sezione trasversale		
Sezione completamente naturale	16	
Sezione con limitati elementi artificiali ormai inseriti nell'ambiente, briglie distanziate, argini in terra lontani dall'alveo	8	
Sezione con evidenti elementi artificiali, briglie ravvicinate, argini in terra prossimi all'alveo	4	
Sezione completamente artificiale (cementificata, a sezione geometrica, etc)	1	
8 diversificazione morfologica del tracciato longitudinale		
Meandri o raschi, pozze ben distinti e ricorrenti	16	
Meandri o raschi, pozze presenti, ma discontinui	8	
Corso canalizzato, ma non rettificato	4	
Corso d'acqua rettificato	1	
Totale		
Classe di qualità		

Classe di qualità	Valori	Giudizio	Colore
V	8-30	Pessima	Rosso
IV	31-52	Bassa	Arancio
III	53-74	Media	Giallo
II	75-96	Buona	Verde
I	97-120	Elevata	Blu



Figura 2: Applicazione della scheda alla valutazione della qualità ambientale del Fosso Ponton del Castrato a Santa Marinella (Roma). Per gentile concessione dell'ing. Dario Colusso.

SCHEDA DI VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ AMBIENTALE DI UN CORSO D'ACQUA

Nei progetti di sistemazione idraulica è necessaria oltre alla descrizione dell'ambiente circostante una valutazione della sua qualità ambientale al fine di meglio orientare le scelte progettuali. Se, ad esempio, l'individuazione di tratti con presenza di vegetazione ripariale di pregio pone il problema della loro salvaguardia e conservazione, all'opposto, l'individuazione di tratti con forte pressione antropica pone il problema della loro riqualificazione ambientale.

La valutazione della qualità ambientale di un corso d'acqua, scaturisce, nei rari casi nei quali è stata presa in considerazione, da indagini floristiche e vegetazionali che a partire dall'analisi di alcuni parametri (rarietà, naturalità, struttura, composizione floristica, etc) si traducono in valutazioni gerarchiche ed in cartografie della qualità ambientale molto utili per la progettazione degli interventi di I.N.

La scheda riportata nella pagina accanto (Cornellini e Sauli in Manuale sistemazioni idrauliche Regione Lazio, 2002) si propone quale ulteriore contributo alla valutazione della qualità ambientale di un corso d'acqua; tale scheda, che trae utili riferimenti da precedenti ricerche (Petersen, 1987, Siligardi e Maiolini, 1993, Indice di Funzionalità Fluviale dell'A.N.P.A., 2001), propone una indagine semplificata e speditiva per valutare l'ambito di un intervento di I.N. nel territorio.

SCELTA DELLE TIPOLOGIE DI INTERVENTO

Gli interventi su un corso d'acqua possono essere suddivisi sinteticamente in interventi di regimazione ed interventi di sistemazione.



Foto 3: Realizzazione di tratto di alveo artificiale con palificate spondali, scogliera rinverdita, fascinate vive e soglie in pietra. Rio Inferno (FR) (Maggio 2000) - Foto P. Cornellini.



Foto 4: Intervento foto precedente a distanza di un anno (Aprile 2001) - Foto P. Cornellini.

Velocità della corrente		> 6 m/s	da 3 fino a 6 m/s		< 3 m/s	
Diametro medio trasporto solido		Tutti i diametri	> 20 cm	da 5 fino a 20 cm	da 1 fino a 5 cm	< 1 cm
Natura del fondo		Ghiaia, ciottoli, massi	Ghiaia e ciottoli		Sabbia, ghiaia	Limo, sabbia
Tipologia interventi	Stabilizzazione versanti	A				
	Rivestimento / consolidamento sponde	B	C	D	E	
	Modifiche morfologia corso d'acqua		F		G	H
	Rinaturazione ricostruzione biotopi umidi			Parziale	Buona	Ottimale
	Provvedimenti uso faunistico	L		M	M	

A: cordonata, cuneo filtrante, fascinata, gabbionata, geocella a nido d'ape, gradinata, grata viva su scarpata, materasso verde, messa a dimora di arbusti, messa a dimora di talee, muro cellulare rinverdito, palificata viva, palizzata, rivestimenti in rete metallica e stuoia, semina, semina potenziate, stuoie su versante, viminata;

B: blocchi incatenati, muro a secco rinverdito, muro cellulare rinverdito, opere rigide in cls gabbionata spondale rinverdita;

C: B + Rampa a blocchi;

D: gabbionata spondale, materasso rinverdito, muro cellulare rinverdito, palificate vive spondali, pennello vivo;

E: biostuoia, biofeltri, blocchi incatenati, copertura diffusa con ramaglia viva, fascinata vi-

va, gabbionata rinverdita, geocomposito in rete met. e geostuoia trid., geostuoia trid. sintetica bitumata, geostuoia trid. Sintetica, gradinata viva, grata viva, graticciata di ramaglia, materasso rinverdito, messa a dimora di talee legnose, muro a secco rinverdito, muro cellulare rinverdito, palificata viva, pennello vivo, piantagione di arbusti, rampa a blocchi, ribalta viva, rulli spondali, semina, idrosemina, semina a spessore, terre rinforzate verdi, trapianto di cespi e rizomi, traversa viva, viminata viva;

F: ampliamento sezione, casse di espansione;

G: F + recupero vecchi meandri;

H: G + impaludamento aree foce;

L: rampa a blocchi;

M: L + scale di risalita;

Tabella 3: Indicazioni di massima per le scelte tipologiche degli interventi di ingegneria naturalistica nelle sistemazioni idrauliche. Fonte: Da Chieu - Sauli "Piano stralcio per il bacino del F. Toce 1993 (modificato)".

I primi tendono a modificare il regime delle portate del corso d'acqua e comprendono le arginature, le dighe, le casse di espansione, i diversivi e gli scolmatori. I secondi tendono invece a modificare e/o a consolidare l'alveo per il raggiungimento di uno stabile assetto plano-altimetrico mediante le opere di difesa delle sponde e di stabilizzazione dell'alveo, la risagomatura delle sezioni, la riprofilatura del tracciato planimetrico.

Le opere di difesa di sponda si suddividono in opere di difesa longitudinali (o radenti), disposte nella direzione della corrente con trascurabile interferenza sulle condizioni del deflusso, e opere di difesa trasversali (o repellenti) che viceversa possono modificare sostanzialmente le condizioni del deflusso (Prete, in Manuale delle sistemazioni idrauliche della Regione Lazio).

La scelta e la collocazione degli interventi è in funzione di vari parametri tra cui i principali possono ricondursi alla velocità di deflusso (correlata con la pendenza del fondo) ed al diametro del trasporto solido.

Tenendo conto che esistono, comunque, dei limiti tecnici di impiego delle tecniche di ingegneria naturalistica, in tabella 3 vengono formulate e raffigurate proposte esemplificative (quindi non direttamente applicabili a qualunque corso d'acqua) per la scelta delle tipologie di intervento con tecniche di I. N., basate su valori indicativi della velocità della corrente e del diametro del trasporto solido.



L = 1 Km
GABBIONATA

No!



L = 200 m
PALIFICATA VIVA



L = 200 m
GABBIONATA



L = 200 m
SCOGLIERA



L = 200 m
COBERTURA DIFFUSA



L = 200 m
TALEE

SI!

SALVATORE SI ASSICURA CHE IL PROGETTO DEGLI INTERVENTI IDRAULICI SIA ARTICOLATO IL PIU' POSSIBILE IN FUNZIONE DELLE CARATTERISTICHE ECONOMORFOLOGICHE E CHE NON SIA BASATO, PER PIGRIZIA PROGETTUALE, SU UNA SOLA TIPOLOGIA



Foto 5: Lavori per l'aumento della biodiversità all'interno dell'alveo del Rio Fontanelle (FR) (Ottobre 2001) - Foto P. Cornolini.

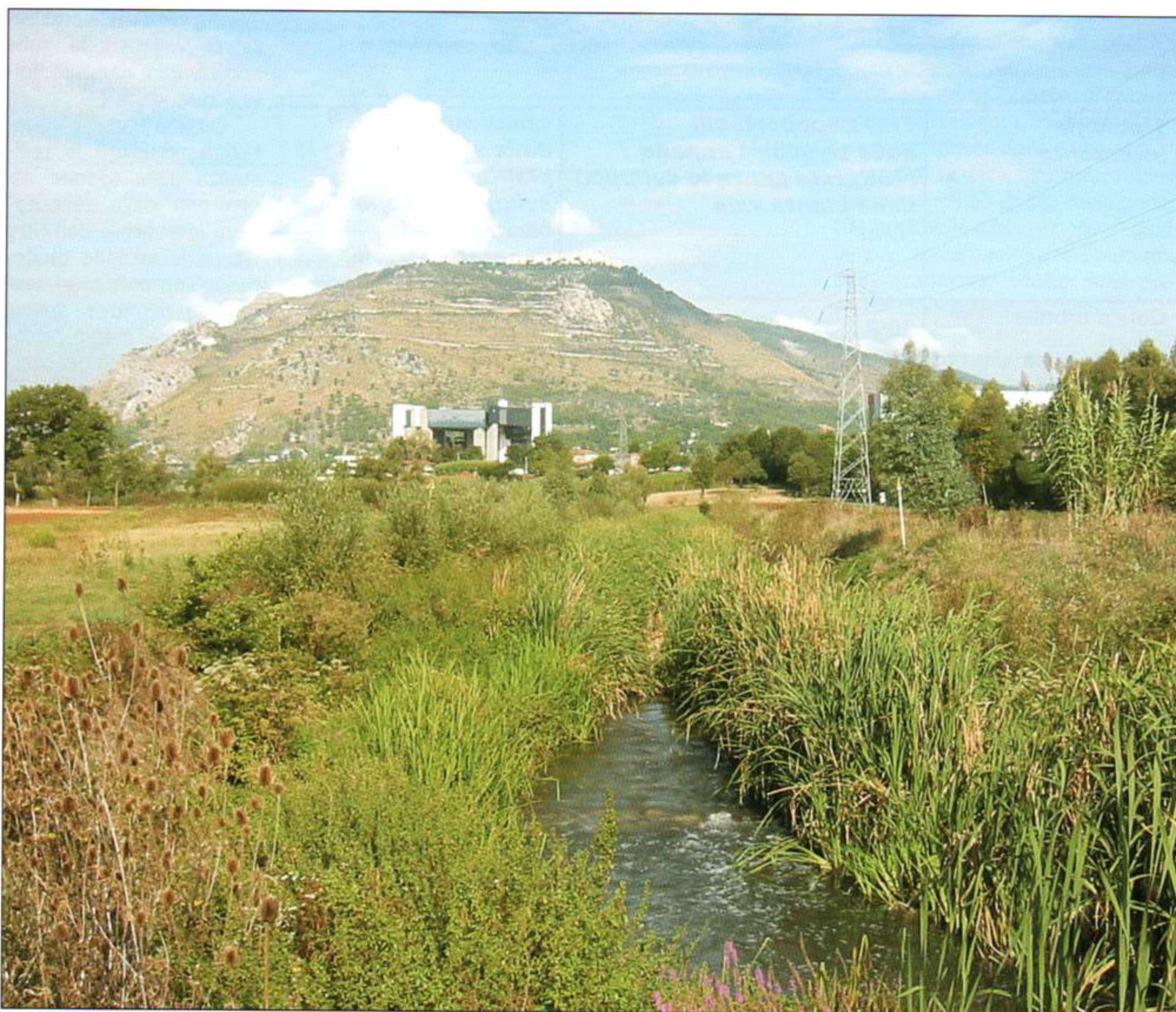


Foto 6: Intervento foto precedente a Settembre 2002 - Foto P. Cornolini.

Velocità della corrente	Consolidamento/rivestimento sponde Con tecniche di I.N.
< 3 m/sec	Biostuoia in fibra vegetale
	Geostuoia tridimensionale sintetica
	Geostuoia tridimensionale sintetica bitumata in opera a freddo
	Geostuoia tridimensionale sintetica prebitumata industrialmente a caldo
	Messa a dimora di talee legnose
	Trapianto di cespi e rizomi
	Piantagione di arbusti
	Copertura diffusa
	Fascinata viva
	Viminata spondale
	Graticciata di ramaglia
	Ribalta viva
	Rullo spondale
	Grata viva
	A - palificata viva spondale semplice
3÷6 m/sec	B - palificata viva spondale doppia
	C - palificata spondale con palo verticale
	D - palificata viva spondale <i>tipo roma</i>
	Pennello vivo
	Materasso spondale rinverdito
> 6 m/sec	Terra rinforzata rinverdita
	Gabbionata spondale rinverdita
	Palizzata viva in putrelle e traverse
	Muro cellulare in cls rinverdito
	Scogliera rinverdita
	Blocchi incatenati
	Rampa a blocchi

Tabella 4: Selezione delle tecniche in funzione della velocità della corrente.

Tipologia intervento	τ max sopportabili dalla struttura appena realizzata senza lo sviluppo delle piante vive N/m^2		τ max sopportabili dalla struttura con le piante vive sviluppate dopo il terzo periodo vegetativo N/m^2	
Cotico erboso	20 P		25 P	40 G
			30 M	
Talee	10 M P		150 I	60 M P
			100 G	
Copertura diffusa	50 M	150 P	300 M F P	
Viminate	10 M P		20 P	50 M
Pali con fascine			250 F	
Gradonata viva	20 P		120 F P	
Fascinate vive	20 P	70 G (morta)	80 I	100 G
			60 P	
Palificata doppia	500 P		600 P	
Gabbionate vive	340 M		400 M	
Materassi rinverditi	200-320 M		400 M	
Scogliera rinverdita con talee di salice	100 P		300 M P	

Sigle:

(F)	Florineth Acer 4, 1999
(M)	Maccaferri - Programma Macra 1996
(P)	Palmeri, Calò - 1996
(G)	Gertsgraser - Convegno EFIB Trieste 1999
(I)	Cornelini, Crivelli, Palmeri, Sauli - Acer 2, 2001

Tabella 5: Resistenza all'erosione delle principali opere idrauliche di ingegneria naturalistica.

Nelle zone montane in alveo, sono possibili interventi solo con opere rigide o con massi o pietrame, mentre sui versanti instabili sono validi gli interventi con opere vive stabilizzanti (gradonate vive, fascinate vive, etc) o combinate (palificate, grate vive, etc), che aumentano i tempi di corruzione e riducono il trasporto solido.

Nei tratti mediano e inferiore del corso d'acqua, con la diminuzione della velocità e del trasporto solido, aumenta progressivamente la gamma delle tecniche naturalistiche da impiegare, comunque, secondo il principio della tecnica a minor impegno tecnico e pari risultato.

VALUTAZIONE DELLA SCABREZZA IN PRESENZA DI VEGETAZIONE

Le sistemazioni idrauliche pongono alcuni classici problemi di potenziale interferenza tra la presenza di vegetazione sulle sponde ed il deflusso delle acque.

Da una parte la vegetazione migliora la resistenza delle sponde nei confronti delle sollecitazioni idrauliche, dall'altra riduce la sezione di deflusso con possibile interferenza negativa, specie nelle sezioni medio-piccole per l'aumento del coefficiente di scabrezza.

Ne deriva che, in molti casi, per intervenire efficacemente con le tecniche di sistemazione naturalistica è necessario adottare una strategia di ampliamento delle sezioni e di riappropriazione degli spazi golenali, sottratti dall'agricoltura intensiva e dalla realizzazione di infrastrutture.

Il problema principale nella valutazione della scabrezza dell'alveo in presenza di vegetazione è quello di dover considerare una sezione di deflusso a geometria composta e costituita da materiali a scabrezza diversa.

Nel *Manuale sistemazioni idrauliche della Regione Lazio* del 2002 sono

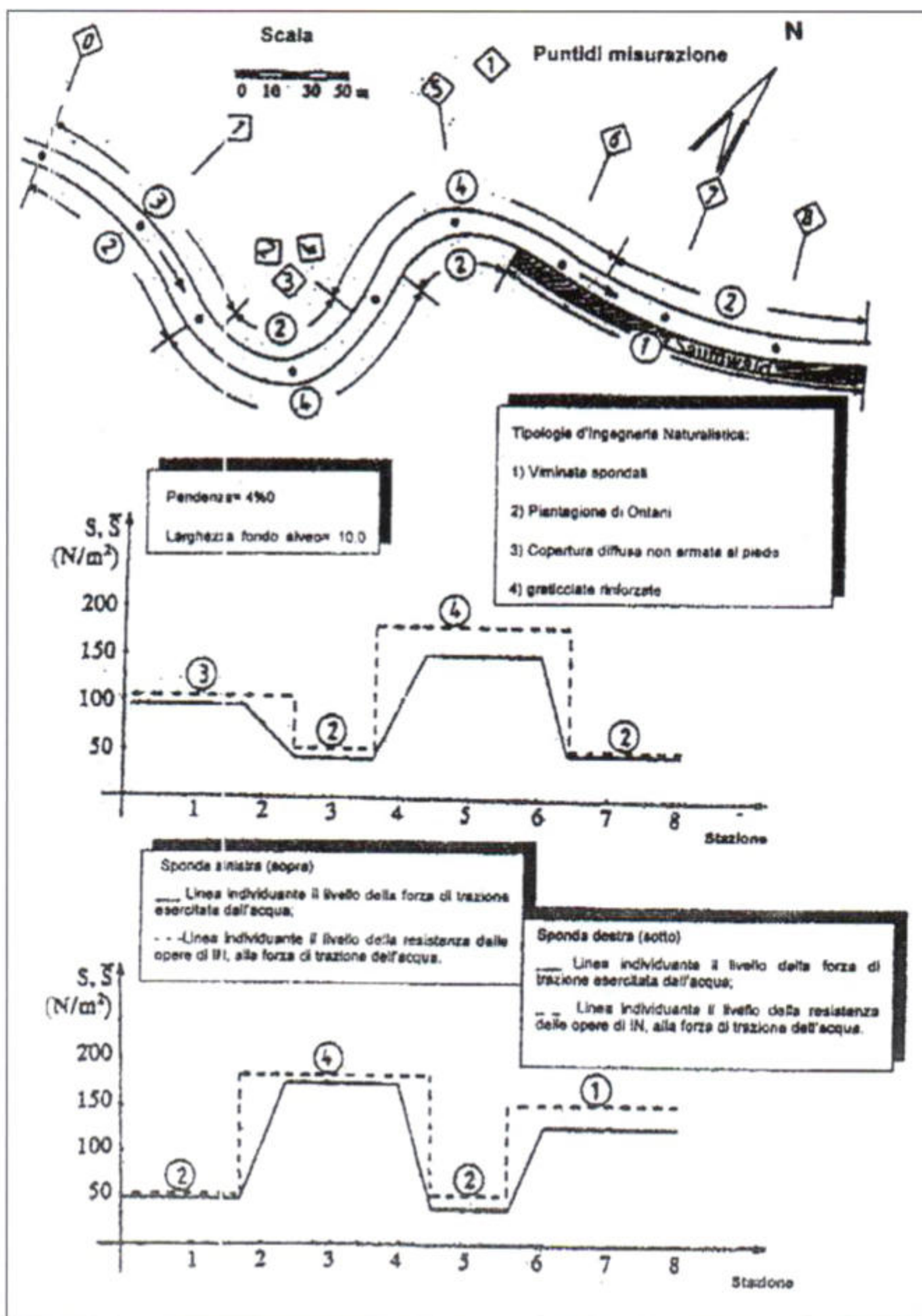


Figura 3: Diagramma mostrandente la forza di trazione esercitata dall'acqua sulle diverse sponde del corso d'acqua (Johannsen modificato, Manuale di Ingegneria Naturalistica Prov. Terni).

riportati alcuni valori del coefficiente di scabrezza ricavati da vari manuali di idraulica nonché i metodi proposti in letteratura per il calcolo della scabrezza equivalente della sezione (Chow, 1959, Armanini, 1999) unitamente ai parametri idrologici da con-

siderare nel calcolo delle opere di I.N.

In funzione della portata di piena, della geometria dell'alveo e del tracciato longitudinale del corso d'acqua, si possono ricavare le tensioni tangenziali massime agenti sulle opere secondo il metodo delle tensioni di tra-

scinamento partendo dalla formula

$$\tau_w = \gamma R i \quad \text{ove:}$$

γ = peso specifico dell'acqua

R = raggio idraulico

i = pendenza dell'alveo

o, per sezioni con un rapporto tra larghezza e la profondità superiore a 30:

$$\tau_w = \gamma h i$$

con h altezza del pelo libero, tenendo ovviamente conto dei coefficienti correttivi per l'aumento delle tensioni tangenziali nei tratti di asta in curva.

Tali valori vanno confrontati nei vari tratti dell'alveo con le massime tensioni tangenziali resistenti ammissibili per le strutture di progetto, verificando sempre che sia

$$\tau_r > \tau_w$$

Si riporta in proposito lo schema grafico raffigurato nella figura 3.

Nella progettazione con le opere vive vanno tenuti in conto due fattori:

- la resistenza dell'opera di ingegneria naturalistica a fine lavori con le piante non sviluppate e, quindi, non in grado di fornire il contributo della parte viva alla resistenza della struttura; tale situazione nella verifica della q transitabile nella sezione è quella più favorevole ai fini della scabrezza.
- la resistenza dell'opera di ingegneria naturalistica dopo circa 2 anni con le piante sviluppate nelle radici e nella parte aerea, in grado di fornire il contributo della parte viva alla resistenza della struttura; tale situazione, nella verifica della portata transitabile nella sezione, è quella più sfavorevole per l'aumento della scabrezza indotto dalla presenza delle piante.

Per quanto riguarda i valori della massima resistenza al trascinamento r delle opere di ingegneria naturalistica, si riportano i valori di tabella 5 ricavati da dati bibliografici e sperimentazioni.



Foto 7: Rio Anonimo (Tarvisio), post operam 2002: briglie vive e terre rinforzate verdi. Foto G. Sauli.



Foto 8: Rio Anonimo, resistenza delle opere post alluvione 29 agosto 2003. Foto G. Sauli.

Versanti

Vengono prese in esame le principali tecniche di ingegneria naturalistica applicabili alla sistemazione dei versanti franosi e in erosione

PAOLO CORNELINI
GIULIANO SAULTI

Il settore dei versanti e, in genere, degli interventi di sistemazione idrogeologica in zone montane è quello ove sono nate e si sono sviluppate le tecniche di ingegneria naturalistica nel centro Europa, in particolare in Austria dove negli anni '50 a seguito degli eventi bellici, erano venuti a mancare materiali quali ferro e cemento, con la riscoperta quindi di tecniche e materiali tradizionali quali legname, pietrame, ramaglie vive di salice, etc, facilmente reperibili in loco. Da qui lo sviluppo di una serie di tecniche caratterizzate da tecnologie semplici e basso costo dei materiali e della mano d'opera (in verbis Schiechl 1981).

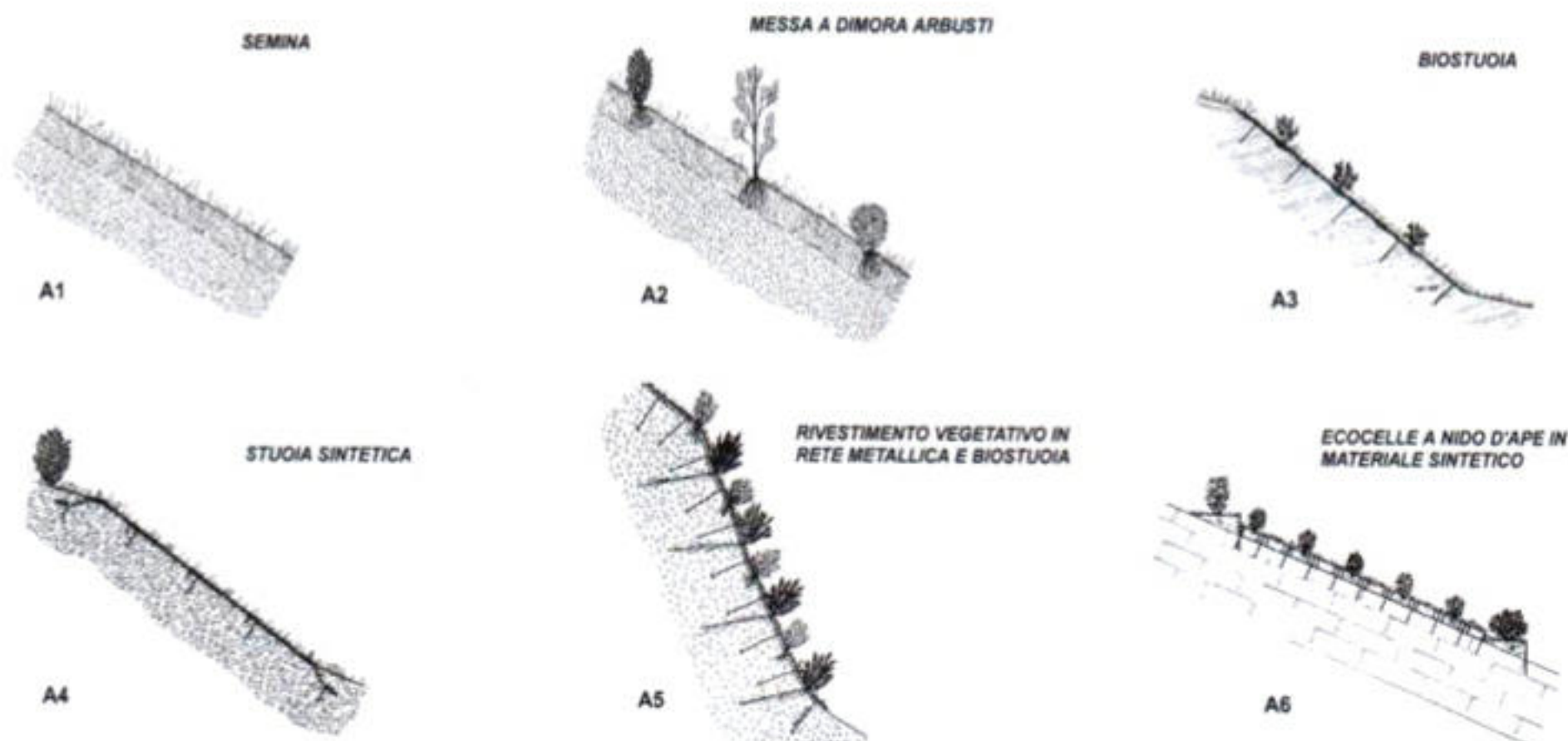
POSSIBILITÀ D'IMPIEGO DELLE TECNICHE DI INGEGNERIA NATURALISTICA NELLE PRINCIPALI TIPOLOGIE DI DISSESTO

Per quanto riguarda le tipologie di dissesto si rimanda alla copiosa letteratura esistente ed, in particolare, al volume *Interventi di sistemazione del territorio con tecniche di Ingegneria Naturalistica* della Regione Piemonte (2003), che presenta una valida sintesi della problematica e casistica. Si riporta in particolare la tabella 6 che correla i principali tipi di frane e dissesti alle varie possibilità di intervento con tecniche tradizionali e di I.N.

Meccanismo di dissesto	Interventi di sistemazione con tecniche tradizionali	Sistemazioni con tecniche di I. N.	Altri interventi
Crolli	Chiodature, tiranti, posa di barriere paramassi, gallerie artificiali paramassi	Reti metalliche con geosintetici antierosivi e rivegetazione, rilevati paramassi in terra rinforzata	Disgaggi, riprofilatura pendii
Toppiling (ribaltamenti)	Chiodature, tiranti, muri di sostegno	Sistemazione e rivegetazione del solo accumulo di frana	Riprofilature in roccia
Scivolamenti planari		Sistemi drenanti con tecniche naturalistiche	Trincee drenanti profonde, monitoraggio inclinometrico e piezometrico
Scivolamenti rotazionali	Muri di contenimento anche intirantati, consolidamenti mediante micropali	Palificate vive di sostegno, scogliere di contenimento rivegetate, posa di antierosivi, ricostruzione pendii in terra rinforzata, rivegetazione della superficie risistemata	Rimodellamento versanti con riduzione della pendenza
Colate	Muri di contenimento	Palificate semplici, viminate, graticciate, cespugliamenti consolidanti, inerbimento della superficie risistemata	
Soil slips		Geosintetici e fibre naturali con funzione antierosiva, palificate semplici, graticciate, viminate, cespugliamenti consolidanti, inerbimento della superficie risistemata	
Movimenti di massa	Briglie in c.a., briglie filtranti	Briglie in legname e pietrame	Casse di laminazione e aree di invaso rinaturalizzate, barriere anti-debris in funi metalliche
Erosioni in scarpate	Muri di contenimento	Grate vive, sistemi di palificate vive di sostegno a doppia e singola parete	Pannelli in rete armata a contatto + antierosivi e rivegetazione
Erosioni di sponda	Muri spondali, difese in massi cementati, gabbionate	Difese in massi rivegetate, scogliere in massi vincolati, coperture diffuse, rivegetazioni spondali, palificate vive di sostegno spondali	Ricalibrature degli alvei, allargamento della sezione di deflusso e opere di protezione spondale, rinaturalizzazione e inserimento paesaggistico

Tabella 6: Correlazione fra dissesti e possibilità di interventi (estratto da: "Interventi di sistemazione del territorio con tecniche di Ingegneria Naturalistica" Regione Piemonte - 2003) modificato.

A - INTERVENTI ANTIEROSIVI DI RIVESTIMENTO



B - INTERVENTI STABILIZZANTI

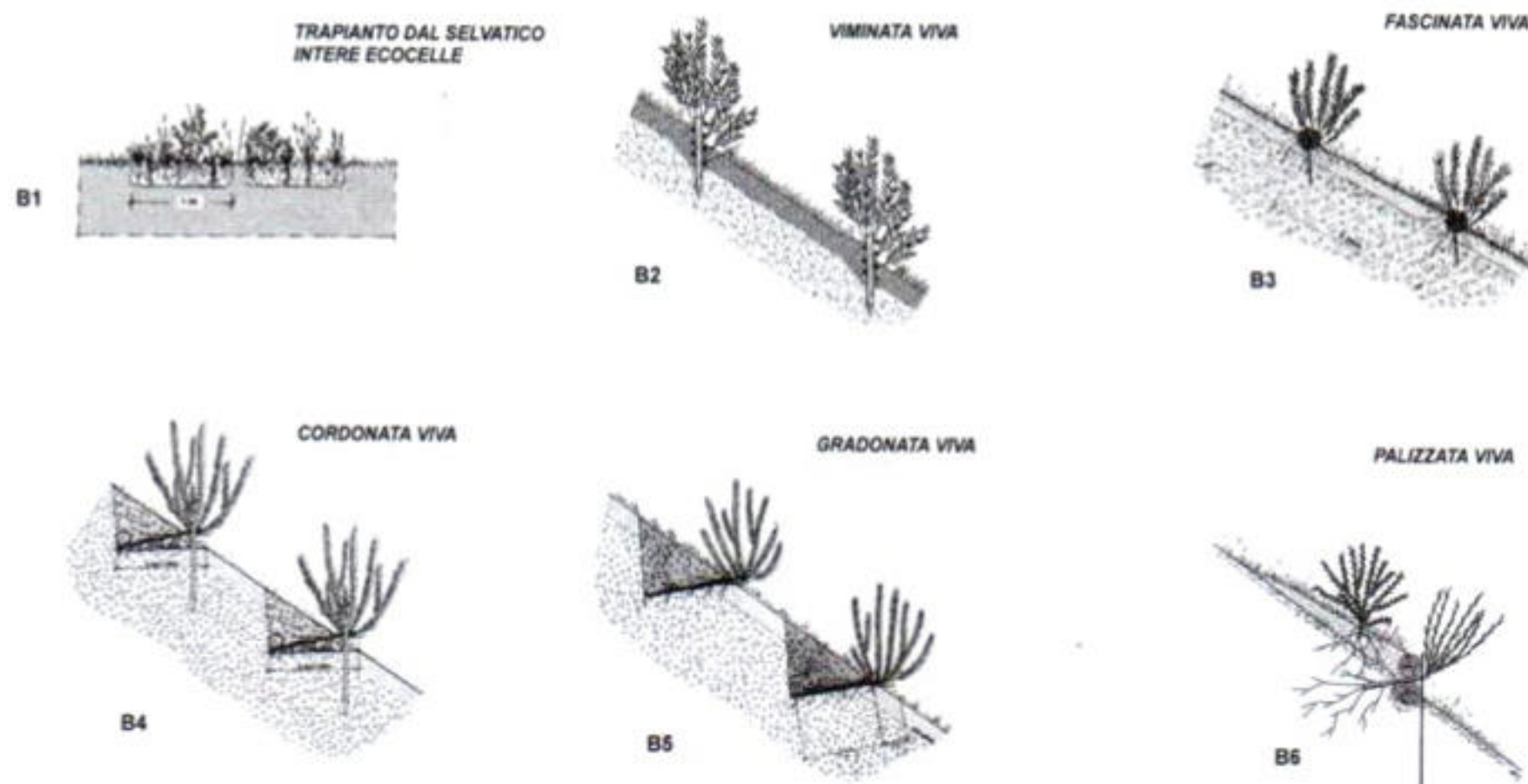


Figura 4: Interventi di I.N. applicabili ai versanti.

TECNICHE DI INGEGNERIA NATURALISTICA APPLICABILI AI VERSANTI

Negli schemi delle figure 4 e 5 sono rappresentate le tecniche di ingegneria naturalistica più diffuse nel centro Europa, applicate da molti anni in alcune regioni dell'Italia centro-nord ed applicabili anche nelle zone montane delle regioni meridionali.

Si è adottata la suddivisione classica, in interventi antierosivi, stabilizzanti e combinati di consolidamento.

Nelle foto da 9 a 17 sono rappresentati le tecniche più frequentemente usate.

CRITERI DI SCELTA DELLE TECNICHE

Si riportano due diagrammi (figura 6) a chiave analitica che forniscono un primo criterio di selezione della tecnica da impiegare su scarpate in erosione. I quesiti che ci si deve porre riguardano:

- la presenza o meno di acqua nella scarpata che a seconda della sua profondità può essere risolta con drenaggi superficiali con materiali tradizionali abbinati con drenaggi biotecnici, oppure richiedere drenaggi tecnici più profondi;
- un pericolo di erosione, superficiale (risolvibile con semine) o più profondo, ma sempre nella sfera della radicazione delle piante, oppure al di fuori di tale sfera e che richiede, quindi, interventi tecnici;
- anche nel caso dell'erosione che interessa la sfera di radicazione delle piante le possibilità sono due: a) bastano gli interventi con il solo uso delle piante (semine messa a dimora di talee, arbusti, alberi, gradonate); b) servono tecniche combinate di I.N.; in quest'ultimo caso ci si deve chiedere:
- basta il consolidamento al piede (palificate base, muretti a secco inerbiti)?;

C - INTERVENTI COMBINATI DI CONSOLIDAMENTO

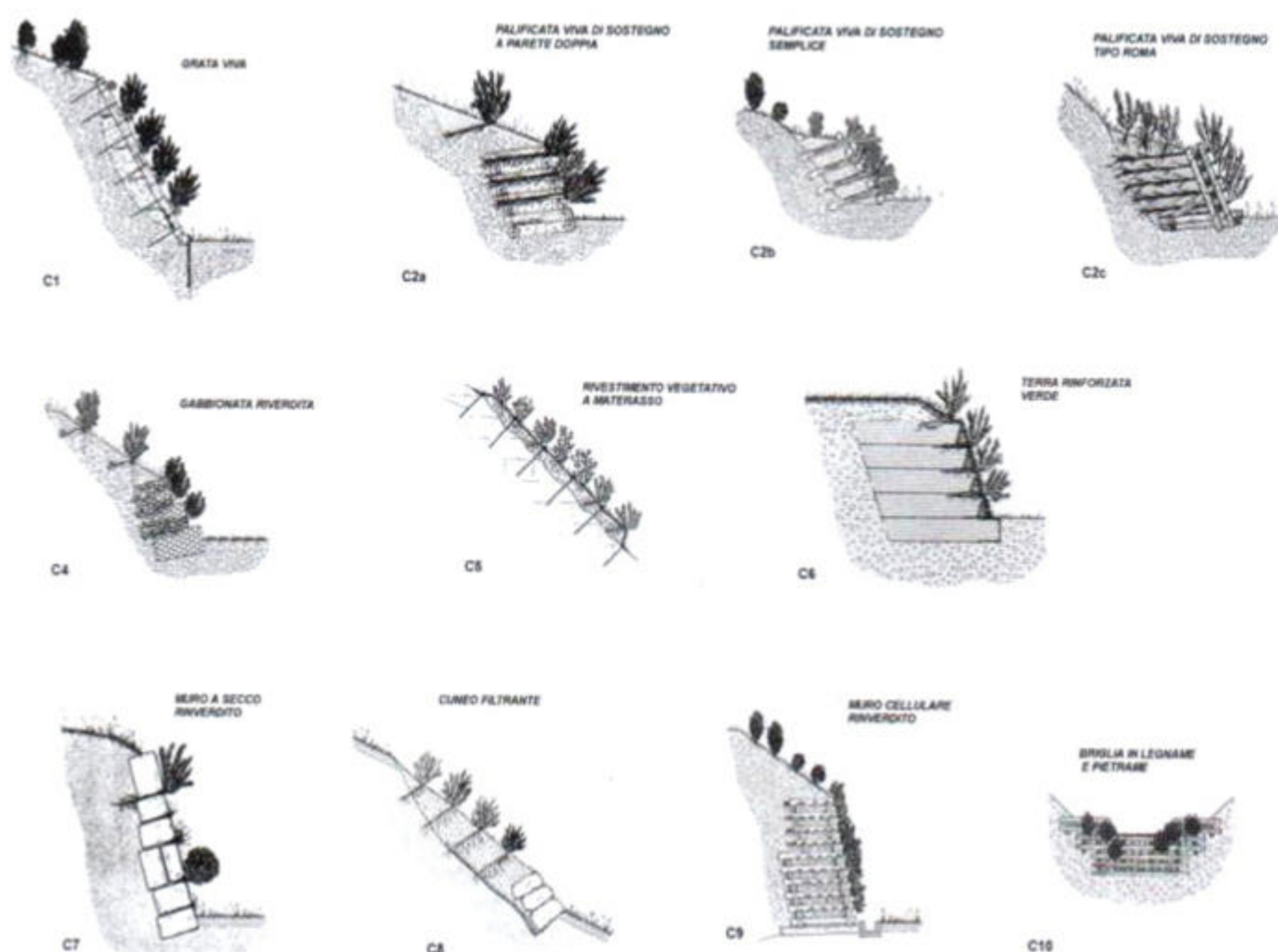


Figura 5: Interventi di I.N. applicabili ai versanti.



Foto 9: Idrosemiatrice su scarpata (aprile 2002) Atina (FR)
Foto P. Cornolini.



Foto 10: Cordonate vive Loc. Pussa (PN) - Foto G. Sauli.

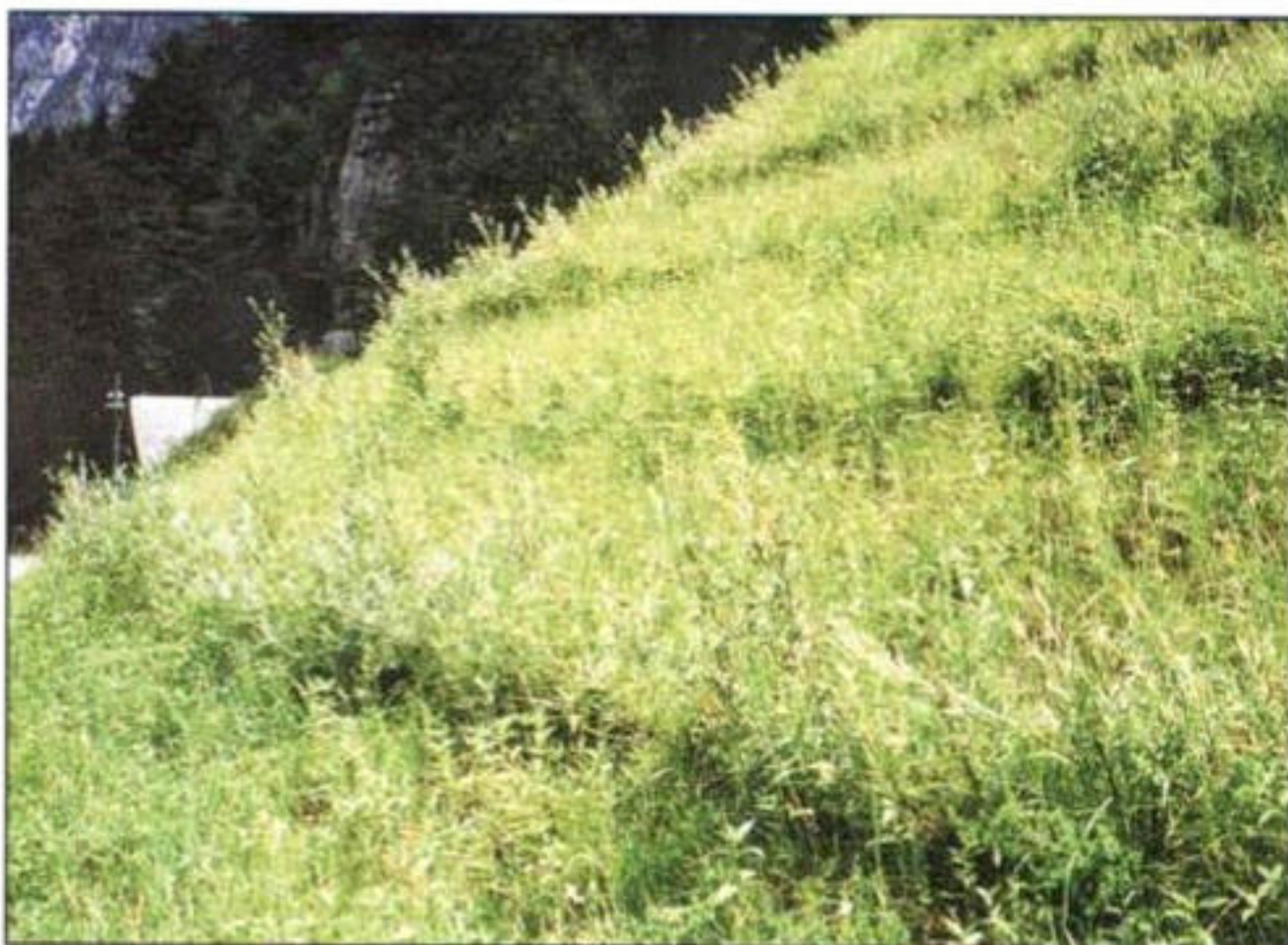


Foto 11: Gradonate vive su versante Loc. S. Caterina Val Canale (UD)
Foto G. Sauli.

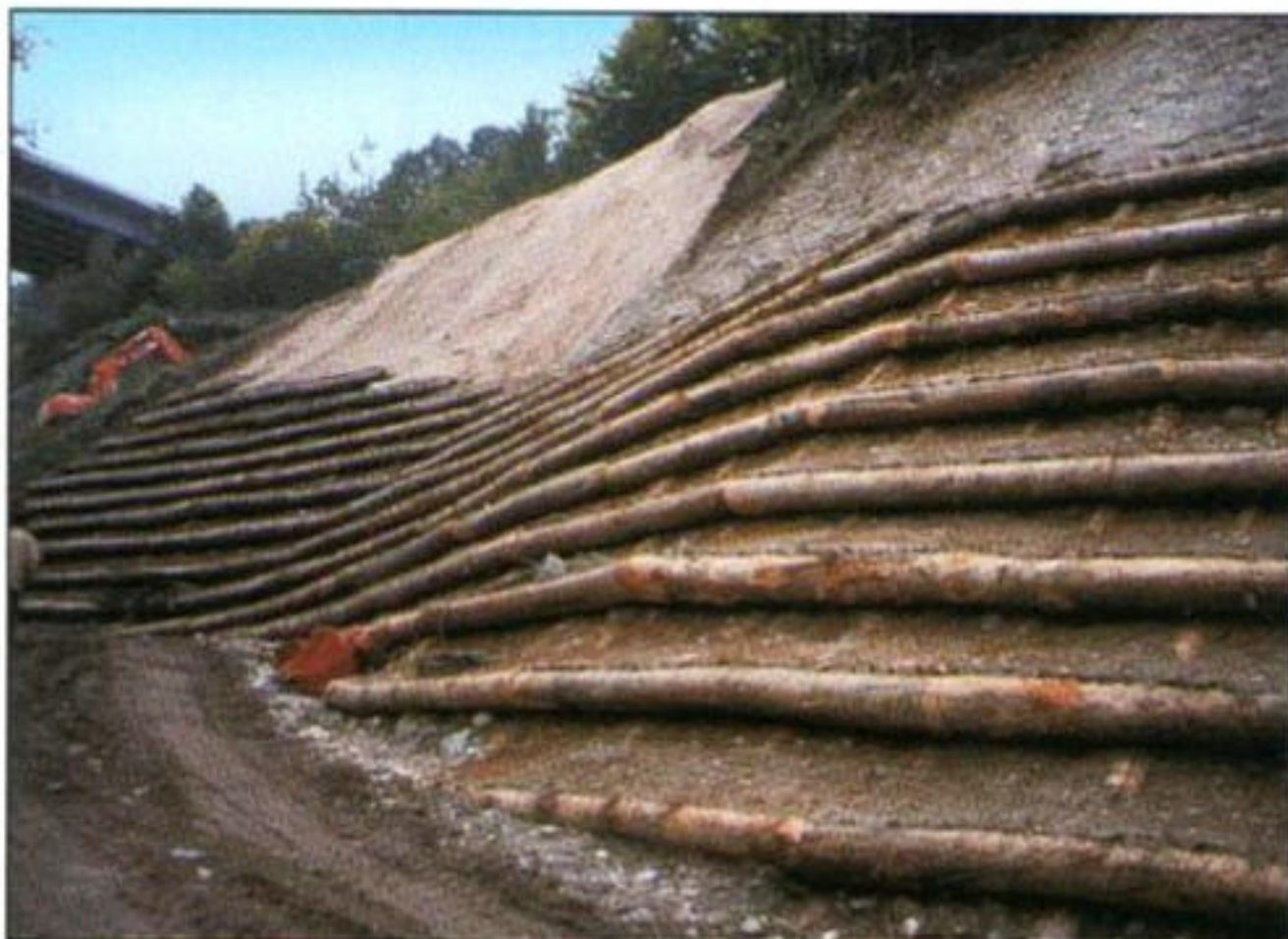


Foto 12: Grata viva su versante Loc. Ponte ad Arco - Tarvisio (UD)
Foto G. Sauli.



Foto 13: Palificata Roma (Giugno 2003) Acqualagna (PU)
Foto P. Cornolini.



Foto 14: Graticciate in micropali corten, reti metalliche e stuoie tridimensionali per consolidamento impluvi in rocce friabili T. Giarina (ME) - Foto G. Sauli.



Foto 15: Palificata viva su versante Colle Melfa (FR) Marzo 2001:
Foto P. Cornolini.



Foto 16: Interventi della foto precedente a Maggio 2002
Foto P. Cornolini.



Foto 17: Sistemi di consolidamento e stabilizzazione di impluvi montani mediante briglie in legname e pietrame e cordone vive Ligosullo (UD) - Foto G. Sauli.



Foto 18: Calanchi di San Marino: vista frontale della bonifica del bacino di Fosso del Re dopo l'idrosermina (Ottobre 2002) - Foto Archivi Dipartimento Territorio e Ambiente.

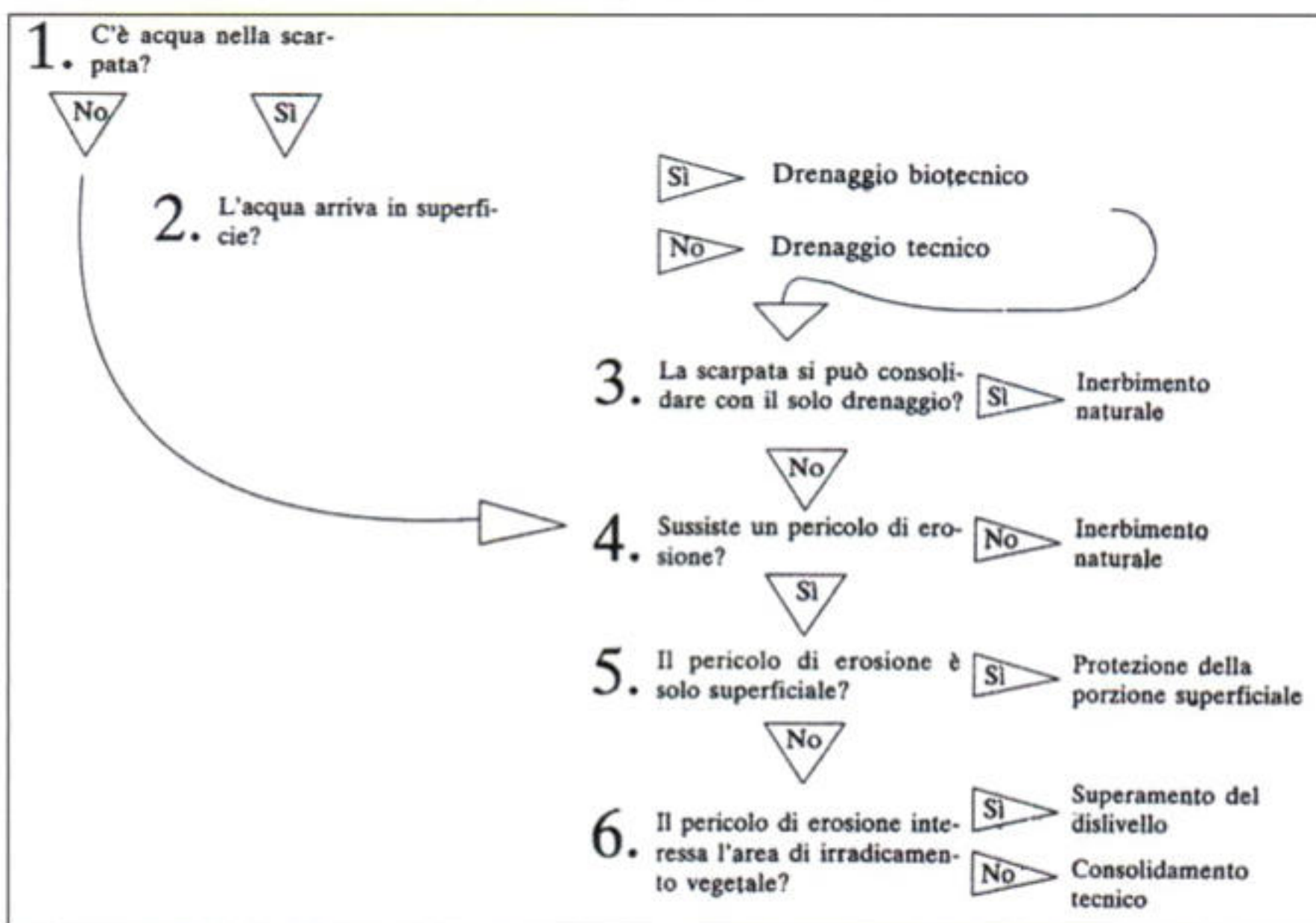


Figura 6 (prima parte) - Da H. Zeh, stabilizzazione di scarpate con metodi di Ingegneria Naturalistica nella realizzazione di strade nel Cantone di Berna (Svizzera).

Congresso Internazionale - Lignano Sabbiadoro (UD) 21-23 Maggio 1992.

- servono opere temporanee di sostegno (palificate, grate)?;
- servono opere permanenti (gabbionate, terre rinforzate)?.

PROBLEMI DI DISSESTO IDROGEOLOGICO INDOTTI DAGLI INCENDI BOSCHIVI

Il fenomeno degli incendi nelle regioni mediterranee costituisce ormai una emergenza non solo per la distruzione dei boschi, ma anche per i problemi di dissesto idrogeologico indotti.

La resilienza della vegetazione mediterranea nel ricostituire l'assetto vegetazionale preesistente l'incendio, trova un limite nella frequenza degli incendi. Gli incendi ripetuti alterano la vegetazione mantenendola negli stadi pionieri e causano l'impoverimento del suolo e l'erosione. Tale degradazione irreversibile comporta la distruzione della foresta sempreverde mediterranea e la comparsa di una gariga a cisti ed eriche.

Il degrado del suolo può arrivare a stadi talmente avanzati che, anche cessando l'impatto, il recupero della vegetazione verso le forme più evolute è impossibile.

Gli incendi, tramite la riduzione della funzione meccanica ed idrogeologica della copertura vegetale e le alterazioni chimico-fisiche del suolo nelle situazioni geomorfologiche e climatiche sfavorevoli, determinano fenomeni erosivi. Questi possono evolvere in frane e comportare modifiche nel bilancio idrologico dei bacini idrografici con la diminuzione della capacità di infiltrazione, la riduzione dei tempi di corrivazione e l'aumento delle portate di piena.

L'effetto negativo degli incendi ripetuti e di una certa intensità comporta quindi:

- l'erosione accelerata;
- la diminuzione della capacità di infiltrazione;
- l'aumento del coefficiente di deflusso;
- l'aumento del rischio di frane e alluvioni.

Data la grande capacità di recupero spontaneo delle fitocenosi mediterranee va valutata sempre l'ipotesi del non intervento, come peraltro previsto dalla legge quadro del 21.11.2000.

Uno studio da parte di tecnici qualificati dovrà verificare tale ipotesi in funzione della tipologia vegetazionale preesistente, delle forme biologiche dominanti e del tipo di capacità riproduttiva, valutando il dinamismo vegetazionale in atto.

Una volta verificata l'incapacità di un recupero spontaneo delle fitocenosi esistenti, si cercherà di procedere prima possibile con gli interventi per la difesa del suolo.

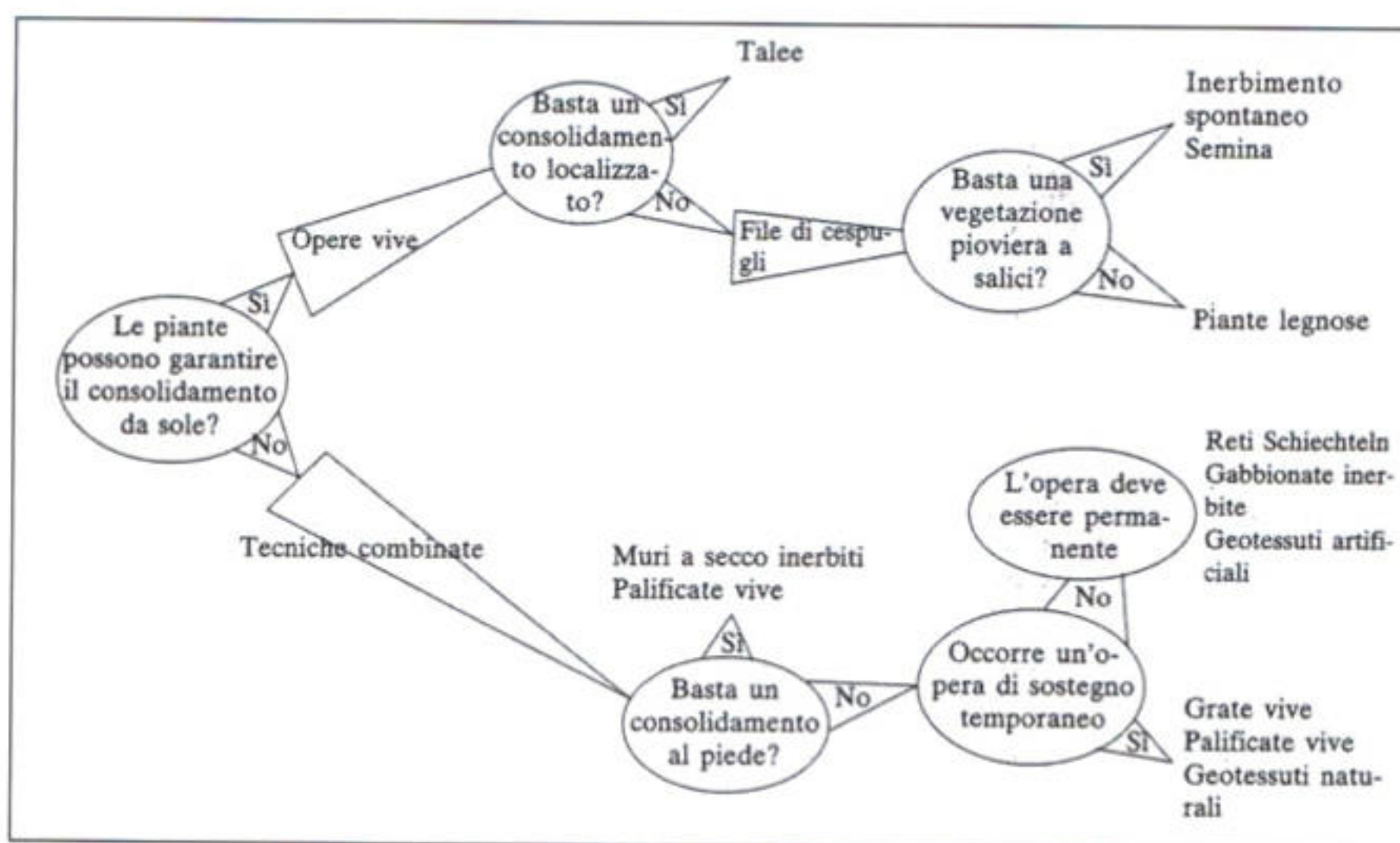


Figura 6 (seconda parte) - Da H. Zeh, stabilizzazione di scarpate con metodi di Ingegneria Naturalistica nella realizzazione di strade nel Cantone di Berna (Svizzera).

Congresso Internazionale - Lignano Sabbiadoro (UD) 21-23 Maggio 1992.

INTERVENTI DI RECUPERO DELLA COPERTURA VEGETAZIONALE

Innanzitutto si deve distinguere tra il trattamento della vegetazione esistente a seguito dell'incendio e l'impianto ex-novo.

Nel primo caso gli interventi comprendono la bonifica della vegetazione esistente con la pulizia del terreno delle specie morte per allontanare il materiale combustibile che aumenta il rischio di incendi; il legname risultante (tronchi, ramaglia) potrà essere utilizzato per opere di I.N. anche ponendolo semplicemente a fascine lungo le linee di livello e negli impluvi, con funzione di rallentamento delle acque.

Nel caso delle latifoglie arboree ed arbustive, con la ceduzione viene fa-



Foto 19: Frana T. Cardoso sistemata con palificate vive tirantate e drenaggi (Versilia, Maggio 2000) - Foto A. Trigila.



Foto 20: Frana foto precedente a Giugno 2003 - Foto A. Trigila.



Foto 21:
L'apparato superficiale delle conifere non garantisce la difesa del suolo dall'erosione Popoli (AQ) (Ottobre 2003) - Foto P. Cornellini.



Foto 22: Con l'asportazione della copertura vegetale a seguito degli incendi si innescano fenomeni erosivi. Spotorno (SV) (Febbraio 2004) - Foto P. Cornellini.

vorita la ripresa spontanea dei polloni dal colletto delle ceppaie.

Per l'impianto della vegetazione *ex-novo* valgono i seguenti criteri generali (Bruschini et.al., 2002):

- utilizzare prevalentemente arbusti ricostruttori autoctoni, impostando il recupero della vegetazione dagli stadi iniziali in relazione sempre allo stato di degrado dell'area;
- impostare l'impianto di arbusti in misura pari ad almeno il 70-90 % della composizione specifica del nuovo impianto di vegetazione;
- nel miscuglio delle specie arbustive, riservare una quota del 30-40 % alle leguminose (come le ginestre) che consentono buone garanzie di attecchimento ed ottime qualità di miglioramento del suolo, a vantaggio anche delle altre specie;
- riservare una quota del 10-30 % alle specie arboree che, in ogni caso, dovranno essere scelte tra quelle pioniere, proprie degli stadi di transizione tra gli arbusteti ed il bosco;
- evitare l'impiego di specie climatiche (le specie che costituiscono lo stadio finale del soprassuolo, in assenza di disturbi) come ad es. il leccio, che potrebbero incontrare serie difficoltà in aree molto esposte e degradate, sia nel suolo che nella copertura vegetazionale;
- nella scelta del miscuglio di sementi per le idrosemine e le semine manuali, usare sempre miscugli molto diversificati, purché di specie adatte ai siti di intervento;
- nel miscuglio per le semine inserire sempre leguminose arbustive (ginestre) ed erbacee (ginestrino, trifoglie, erba medica, etc), purché compatibili con il sito in misura pari ad almeno il 25-35 % del miscuglio;
- per quanto riguarda il materiale vegetale di impianto, privilegiare la fornitura di vivai esistenti in loco;
- utilizzare sempre, salvo casi particolari, piantine con pane di terra (fitocella, paper pot, etc) per ridurre gli stress di impianto;
- utilizzare sempre piante giovani (1-2 anni) che meglio si adattano alle difficili condizioni dei siti di intervento;
- non utilizzare talee di salici nelle opere di ingegneria naturalistica in aree litoranee, salvo casi specifici valutati dal tecnico (in zone di ristagno idrico, impluvi, etc);
- utilizzare chips legnosi per la pacciamatura intorno alle piantine, per il mantenimento dell'umidità.

INTERVENTI DI DIFESA DEL SUOLO

Valgono i seguenti criteri:

- intervenire solo nelle situazioni più degradate, curando la protezione antierosiva superficiale, favorendo l'inerbimento ed il cespugliamento con specie autoctone; nelle altre situazioni sarà sufficiente favorire lo sviluppo delle pirofite presenti;

- nel caso di incendi in rimboschimenti di conifere iniziare la riconversione verso i boschi di latifoglie autoctone a partire dagli stadi pionieri erbacei ed arbustivi, a seguito di analisi della serie dinamica della vegetazione autoctona;
- effettuare le sistemazioni del drenaggio superficiale e le piccole sistemazioni idraulico forestali per evitare l'erosione diffusa dei suoli;
- impiegare le tecniche antierosive, stabilizzanti e consolidanti dell'ingegneria naturalistica.

In proposito tra le tecniche già sperimentate negli interventi di recupero delle aree percorse dal fuoco dei due Piani stralcio del Ministero dell'Ambiente (2002) che hanno riguardato 26 interventi in tutta l'Italia mediterranea, le più usate sono risultate:

- messa a dimora di arbusti autoctoni;
- fascinate;
- palizzate vive;
- palificate vive doppie;
- palificate in legname e pietrame.

Strade e ferrovie

Vengono trattate principalmente le opere di stabilizzazione e consolidamento nonché di mitigazione con interventi di rinaturalizzazione, rivegetazione ed ingegneria naturalistica delle scarpate stradali e ferroviarie

**PAOLO CORNELINI
GIULIANO SAULI**

Vanno comunque considerati e progettati nell'ambito delle opere di mitigazione delle infrastrutture lineari stradali anche altri interventi di natura puramente tecnologica quali:

- vasche di sicurezza e sistemi di captazione degli inquinanti di piattaforma e degli sversamenti accidentali,
- sovrappassi e sottopassi faunistici,

- pannelli fonoassorbenti e barriere antirumore in genere.

Vanno anche in questo caso privilegiate soluzioni biotecniche (es. barriere vegetative antirumore, ecosistemi filtro, etc) a quelle puramente tecnologiche.

Anche se l'infrastruttura attraversa aree prive di valori naturalistici, ad esempio zone di pianura a vaste superfici di agricoltura intensiva, va co-

munque considerata l'opportunità di una riqualificazione del paesaggio mediante: ricostruzione di habitat, ricostituzione di elementi della rete ecologica, realizzazione di fasce boscate tampone a lato strada, etc.

Le opere di cui sopra fanno parte integrante e funzionale del progetto stradale e vanno progettate contestualmente ad esso con un grado di approfondimento proporzionale alle



Foto 23 : Idrosemina a spessore - Foto G. Sauli.



Foto 24: Piantagione di alberi nei reliquati della linea ferroviaria DD RM-FI presso Arezzo (Dicembre 1990) - Foto P. Cornolini.



Foto 25: Idrosemina potenziata sulla terra rinforzata rinverditata (Marzo 2002) Atina (FR) - Foto P. Cornolini.



Foto 26: La terra rinforzata rinverditata della foto precedente a Giugno 2003 - Foto P. Cornolini.

varie fasi del progetto stesso e non possono essere rimandate a fine progetto o addirittura a fine lavori come generici "interventi a verde" da far eseguire a posteriori da una ditta di opere in verde.

Va presa in esame la seguente lista pragmatica di controllo:

- disponibilità di superfici a lato strada per interventi di rivegetazione;
- disponibilità di suolo vegetale nell'ambito del cantiere o possibilità di reperimento e ammendamento di inerti terrosi derivati;
- possibilità di adozione di tecniche di ingegneria naturalistica negli interventi di consolidamento e rivegetazione di scarpate di neoformazione;
- selezione delle specie vegetali autoctone di possibile impiego;
- disponibilità di mercato delle stesse o, in alternativa, possibilità di realizzare vivai temporanei;
- individuazione dei problemi di interferenze faunistiche e possibilità di realizzare strutture per il mantenimento dei dinamismi di certe specie animali;
- possibilità di adottare provvedimenti antinquinamento con tecniche naturalistiche (barriere vegetative antirumore, ecosistemi filtro quali presidi idraulici di sicurezza, etc).

Gli interventi ambientali nel settore viario si possono principalmente distinguere in alcune categorie di opere di seguito elencate:

1) OPERE DI MITIGAZIONE VERE E PROPRIE

cioè quelle direttamente collegate agli impatti quali, ad esempio, barriere antirumore a lato strada per mitigare l'impatto da rumore prodotto dal traffico veicolare, le vasche di sicurezza e i presidi idraulici per intercettare i liquidi di piattaforma stradale, etc;

2) OPERE DI "OTTIMIZZAZIONE" DEL PROGETTO

che sono in realtà la maggior parte e non necessariamente collegate

ad un eventuale impatto su beni naturali di pregio preesistenti, quali ad esempio: la creazione di fasce vegetate di riambientazione di una strada in zona agricola, la rivegetazione di tutte le scarpate, airole, aree di svicolo etc;

3) OPERE DI COMPENSAZIONE

cioè gli interventi non strettamente collegati con l'opera, che vengono realizzati a titolo di "compensazione" ambientale quali, ad esempio, la creazione di habitat umidi o zone boscate in aree di ex cave presenti



Foto 27: Scarpata con copertura a lupinella linea ferroviaria DD RM-FI presso Arezzo (Aprile 1990) - Foto P. Cornolini.



Foto 28: Scarpata foto precedente a Giugno 2002 - Foto P. Cornolini.

Litologia	Pendenza	Intervento
Sabbie ghiaiose e ghiaie sabbiose	Angoli inferiori o uguali a 35°	Tipologia a: Riporto di terreno vegetale + idrosemina + messa a dimora di arbusti autoctoni
	Tra 35° e 40°	Tipologia b: Riporto di terreno vegetale + rivestimento vegetativo a stuoia con reti metalliche + messa a dimora di talee e arbusti autoctoni
Limi sabbiosi e sabbie limose a bassa plasticità	Inferiori o uguali a 30°	Tipologia a
	Tra 30° e 40°	Tipologia b
Limi sabbiosi e argillosi plastici, argille limoso-sabbiose	Inferiori o uguali a 28°	Estensione in altezza inferiore a 5 m Tipologia a + eventuale biostuoia
		Estensione in altezza superiore a 5 m Tipologia a + eventuale biostuoia + eventuale drenaggio biotecnico (tip.g)
	Tra 28° e 38°	Tipologia b o vimate vive + idrosemina + messa a dimora di talee e arbusti radicati
	Tra 38° e 44°	Grate vive o fascinate o vimate + idrosemina + messa a dimora di talee e arbusti radicati
Tufi litoidi conglomerati cementati	Tra 55° e 65°	Rinaturazione spontanea + eventuali locali interventi di ancoraggio con reti metalliche

Tabella 7: Interventi di sistemazione ambientale delle scarpate. - (fonte) S.I.A. 3° corsia Orte-Fiano.



Foto 29: Colonizzazione spontanea di scarpate in argilla con *Arundo pliniana*, *Hedysarum coronarium* (3° corsia Autostrada Fiano-Orte) - Foto G. Sauli.



Foto 30: Rivegetazione scarpate, zona colline moreniche (Autostrada Udine -Tarvisio) - Foto G. Sauli.

nell'area, la bonifica e rivegetazione di siti devastati, anche se non prodotti dal progetto in esame.

TIPOLOGIE DEGLI INTERVENTI

SCARPATE IN RILEVATO O A RASO

Va previsto in generale per tutte le superfici a raso e per le scarpate in rilevato:

- il riporto di terreno vegetale;
- la formazione di cotici erbosi mediante semine, in genere idrosemine (foto 23);
- la formazione di siepi tra le carreggiate;
- la messa a dimora di specie arbustive ed arboree con attenzione ai problemi di invasione della sagoma dei veicoli, mantenendo quindi una fascia di sgombro adeguata (da 2 a 4 m) a solo cotico erboso (foto 14);
- la rivegetazione dei rilevati di ricomposizione morfologica (es. portali di gallerie)

Anche gli eventuali interventi di sostegno dei rilevati vanno, se possibile, realizzati con tecniche di I.N. o miste quali: palificate vive, gabbionate rinverdite, terre verdi rinforzate, muri cellulari rinverditi (foto 15).

SCARPATE IN TRINCEA

Le scarpate in scavo o in trincea rappresentano una casistica molto frequente tipica dei tracciati in zone montane e collinari sia perché si cerca di bilanciare i volumi scavi/riporti per limitare i costi di approvvigionamento degli inerti da cave di prestito, sia per evitare antiestetici cavalcavia e viadotti negli incroci con altra viabilità.

Data la natura litoide del substrato e le pendenze di scavo, su tali scarpate nella prassi normale non sono previsti interventi a verde, creando problemi di reinserimento paesaggistico, ma talvolta anche funzionali di erosione da ruscellamento nelle litologie meno compatte o, addirittura, di franamenti difficili da mettere in sicurezza.

Le scarpate in trincea andrebbero progettate a seconda della litologia, non soltanto in funzione della stabilità geomeccanica, ma anche della ripristinabilità (tabella 7). Rocce sciolte quali ghiaie e sabbie terrazzate, argille sovraconsolidate, marne, conglomerati, etc, vanno, ove non sussistano impedimenti al contorno, scavate a pendenze non superiori ai 35°, per consentire appunto riporti di suolo e successiva rivegetazione, con beneficio anche della stabilità superficiale e durata nel tempo. In certi casi di litologie particolarmente friabili è necessario ricorrere a costose ed impattanti tecniche di stabilizzazione mediante mantellate in cls.

Nel caso vi sia la necessità di adottare pendenze maggiori (40° - 45°) per la presenza di edifici, infrastrutture o aree urbanizzate in genere, per evitare fenomeni di ruscellamento vanno previste tecniche di rivestimento o stabilizzanti (stuoie, reti, viminate vive etc) che consentano la permanenza in sito della terra vegetale da riportare e garantiscano quindi la crescita della vegetazione.

Nel caso di rocce compatte non necessariamente va adottata la massima pendenza tecnicamente possibile, ma il progetto dovrà tener conto dell'assetto e dei raccordi morfologici in funzione della ottimizzazione paesaggistica. Gli interventi di rivestimento vegetativo nel caso di scarpate in roccia ricondotte a pendenze maggiori (45° - 60°) sono molto onerosi o addirittura impossibili.

Vanno preferite, ove possibile dal punto di vista geotecnico, scarpate a tirata unica invece di scarpate a gradoni. Infatti in queste ultime aumenta la pendenza di ogni singola scarpata a pari occupazione complessiva e quindi di superfici di esproprio e si ottiene un antiestetico effetto geometrico legato alla presenza dei gradoni, anche se rivegetati. Problemi di ruscellamento superficiale vanno risolti adottando interventi antierosivi e stabilizzanti con tecniche di ingegneria naturalistica.

Nelle foto da 27 a 32 viene riportata una possibile casistica di interventi a verde su scarpate in trincea.

OPERE DI SOSTEGNO

Per quanto riguarda le opere di sostegno applicabili in ambito stradale e ferroviario sia su scarpate in rilevato che in trincea, sono ormai collaudate una serie di tecniche di ingegneria naturalistica che possono essere realizzate in sostituzione o in abbinamento con strutture tradizionali.

- 1 Terre rinforzate rinverdite (foto 25 e 26): Consentono opere di sostegno importanti di altezze anche notevoli, alternative di rilevati a pendenza naturale, ma con notevole risparmio di spazio, o alternative a opere murarie in calcestruzzo, ma con migliore reinserimento paesaggistico.
- 2 Muri cellulari rinverditi (foto 33) e muri verdi in terra armata.
- 3 Gabbionate rinverdite.
- 4 Palificate e grate vive (foto 32) utilizzabili per sostegno e rivegetazione di scarpate, piste laterali, etc.

Va precisato che gli interventi a verde delle opere di sostegno devono prevedere oltre alle semine anche la messa a dimora di arbusti autoctoni in zolla e/o di talee legnose (salici, tamerici).

Sono da considerarsi infatti incomplete e non collaudabili opere di ingegneria naturalistica di sostegno o



Foto 32: Grata viva su scarpata in trincea Montenars (UD) Rivegetazione - Foto G. Sauli.

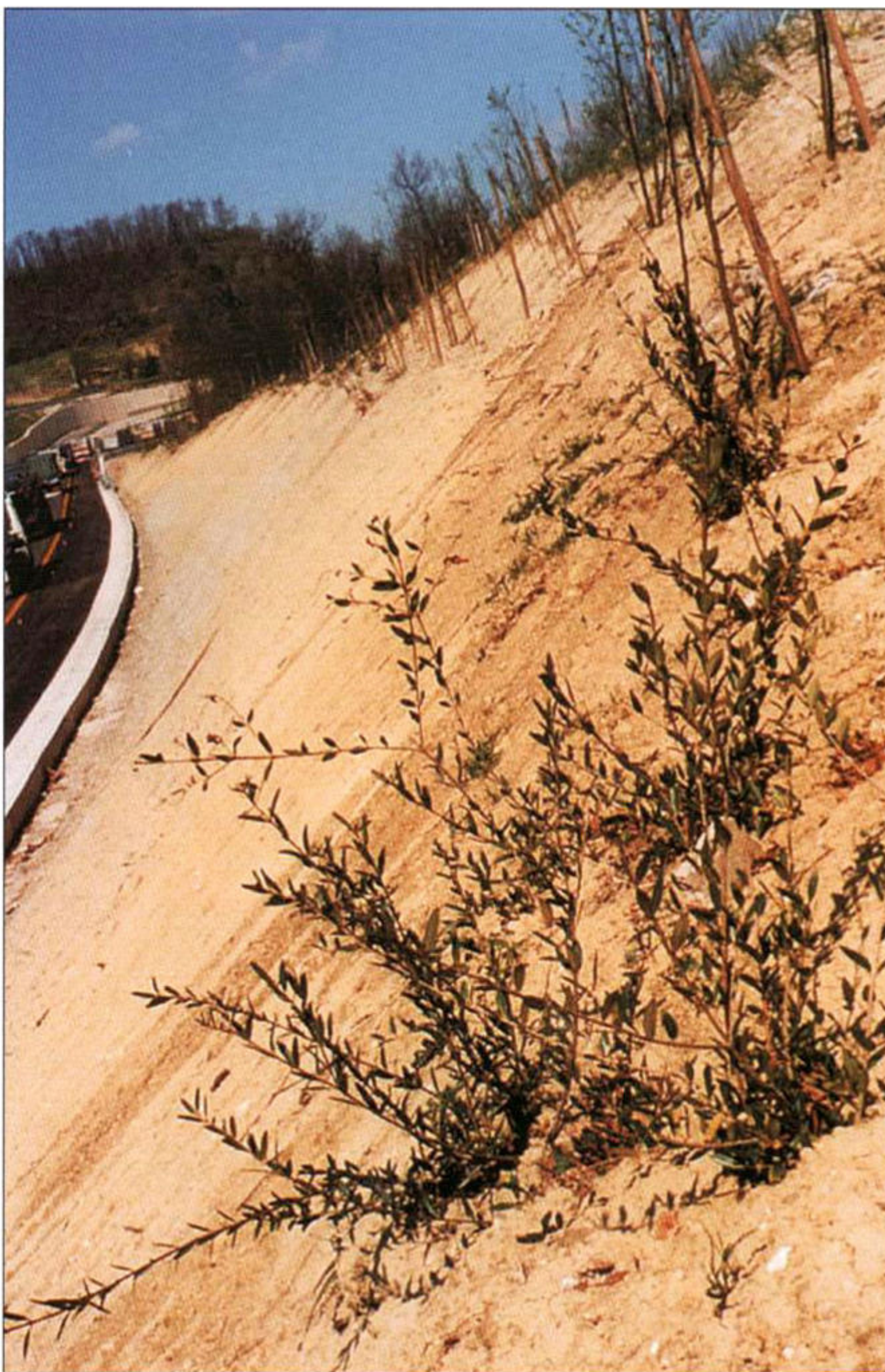


Foto 31: Messa a dimora di arbusti della macchia mediterranea su scarpate in trincea su litologia a matrice argillosa (3° corsia Autostrada Fiano-Orte) - Foto G. Sauli.

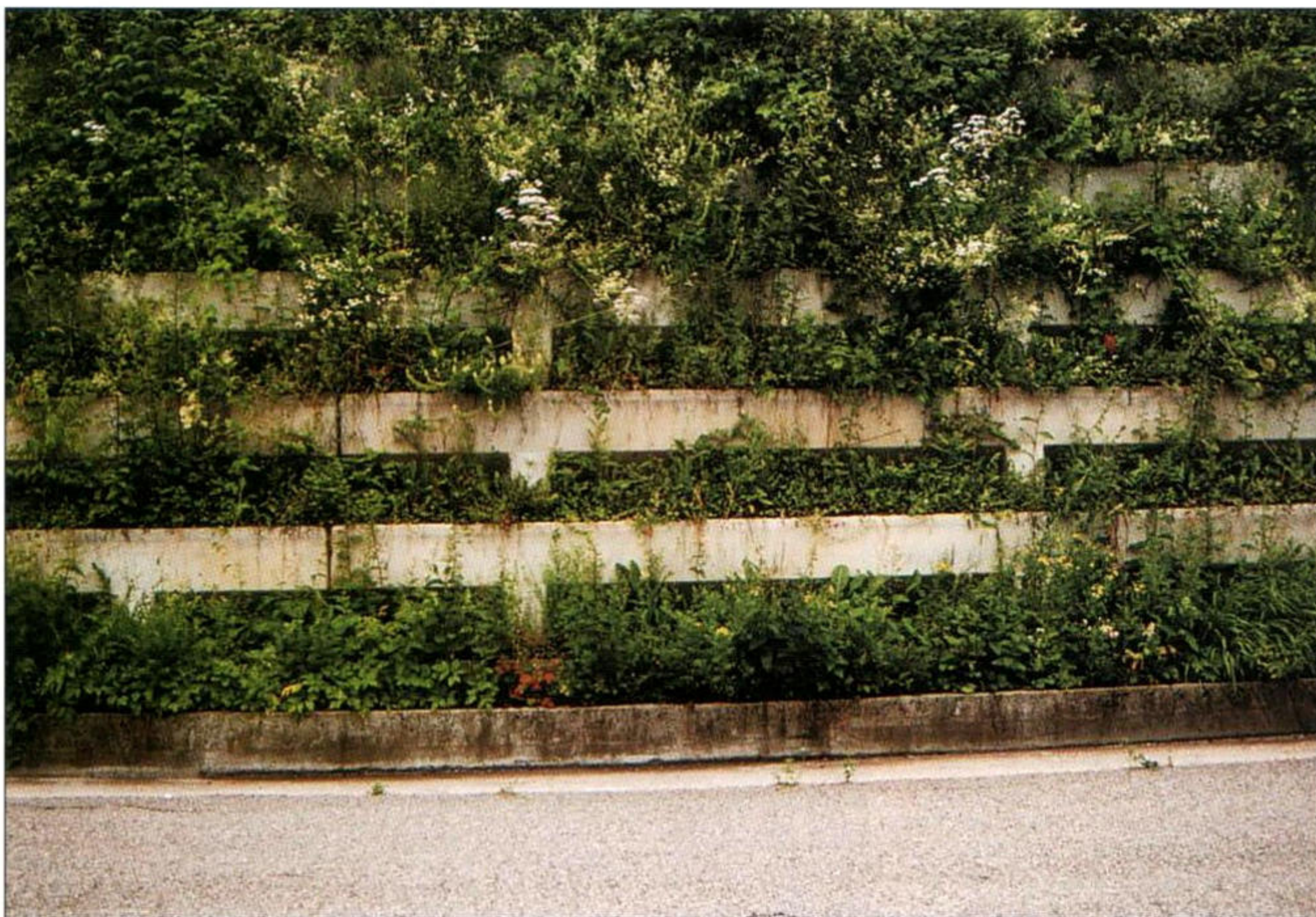


Foto 33: Muro cellulare rinverdito Tarvisio Boscoverde (UD) - Foto G. Sauli.

miste non accompagnate dalla messa a dimora di talee e arbusti o addirittura senza semine. Ciò risponde a evidenti criteri naturalistici, ma anche funzionali sia nelle palificate in legname che nelle terre verdi rinforzate e nei muri cellulari, per le fun-

zioni antierosive e di stabilizzazione dei cunei terrosi frontali.

RIVEGETAZIONE A LATO STRADA

Una categoria particolare di opere a verde a lato strada è costituita da opere compensatorie di tipo naturalistico quali gli interventi di rivegeta-

zione non strettamente connessi con le pertinenze stradali (scarpate, rilevati), anche se collegate all'attenuazione di agenti inquinanti derivati:

- Realizzazione a lato strada di fasce di vegetazione "tampone" con funzioni di "filtro" sia per l'inquina-



Foto 34: Pannelli fonoisolanti misti Aurisina (TS) - Foto G. Sauli.

mento atmosferico che luminoso e visuale di almeno 10 m. Tali barriere verdi non hanno, in genere, funzioni antirumore e vanno abbinate, nel caso, a barriere fonoisolanti.

- Interventi di rivegetazione sia nelle aree di pertinenza della strada, a titolo di mitigazione diretta degli impatti, sia a titolo compensatorio, in area più vasta, con la finalità di migliorare il tessuto delle reti ecologiche, dei corridoi faunistici ed in genere per l'aumento della biodiversità.
- Rivegetazione delle aree sotto i viadotti, che rimangono spoglie, in genere, non per mancanza di luce, ma di acqua, che può però essere facilmente portata con un sistema di tubi diffusori per subirrigazione, collegati con la rete idrica o in serie con le acque di smaltimento di piattaforma opportunamente condizionate con delle vasche di prima pioggia.

INTERVENTI ANTIRUMORE

Una delle problematiche legate all'esercizio di strade e ferrovie è quello del rumore, che va affrontato in sede di scelta del tracciato, mantenendo ove possibile l'infrastruttura a distanze di sicurezza dagli abitati.

La tipologia più diffusa, per motivi di praticità in particolare legati allo spazio e al massimo avvicinamento alla sorgente, è quella dei pannelli fonoisolanti montati su supporti metallici al ciglio strada (foto 34).

L'uso della vegetazione con funzioni antirumore richiede fasce boscate molto ampie (superiori ai 25-30 m e quindi poco proponibili nella realtà territoriale italiana) e costituite da vegetazione arboreo - arbustiva molto fitta e realizzata con specie ramosi e con una componente di sempreverdi (resinose e latifoglie) di almeno il 30%.

Altri sistemi a verde possono essere realizzati con uso di terrapieni vegetati con le tipologie che seguono:

- in terrapieno naturale vegetato, che richiede però comunque notevoli occupazioni di spazio lato strada e rilevanti quantità di inerti;
- in strutture a terrapieno compreso verde (foto 35 e 36)
- in doppio muro cellulare rinverdito in calcestruzzo;
- in doppio muro cellulare rinverdito in legno;



Foto 35: Particolare barriera vegetativa antirumore - Foto G. Sauli.

- in pannelli fonoisolanti abbinati a terrapieni verdi o a fasce di vegetazione. La scelta dei materiali, il dimensionamento in altezza, la scelta delle specie dovranno tener conto sia dei parametri tecnici, sia delle caratteristiche della vegetazione locale (uso di specie autoctone), che dei problemi di natura paesaggistica.

Nel caso si adottino pannelli trasparenti, la loro presenza va segnalata con adesivi di sagome di falconiformi per evitare lo schianto degli uccelli in planata. L'esperienza degli ultimi anni dimostra che in certe situazioni (in genere viadotti in aree urbane) si sono verificate numerose collisioni mortali.

PRESIDI IDRAULICI E VASCHE DI SICUREZZA

Un altro dei problemi di potenziale inquinamento derivante dall'esercizio delle strade è quello dei liquidi derivanti dalle piattaforme stradali, in particolare le acque di prima pioggia che trasportano nei recapiti una serie di inquinanti. Vanno in tal senso realizzati sistemi di drenaggio collegati con strutture di presidio idraulico per la captazione degli inquinanti a lato strada.

La collocazione, il numero, il dimensionamento e la tipologia dei presidi (vasche di prima pioggia, vasche di sicurezza, ecosistemi filtro, etc.) vanno progettate in funzione dei seguenti fattori:



Foto 36: Barriera vegetativa antirumore in terrapieno compresso dopo 10 anni (Autostrada dei Trafori - Loc. Baveno) - Foto G. Sauli.

- presenza di corpi idrici vulnerabili (corsi d'acqua di particolare pregio, falde freatiche superficiali o di uso idropotabile, sorgenti, etc);
- volume di traffico;
- presenza abituale di veicoli per trasporto di liquidi pericolosi;
- piovosità annua e concentrazioni stagionali/giornaliere;
- tempi di ritorno considerati in funzione della valutazione del rischio (in genere per le strade si considerano tempi di ritorno bassi per evitare sovradimensionamenti inutili);
- superficie della sezione di piattaforma considerata;
- natura litologica del substrato in funzione della permeabilità;

Vengono individuate due casistiche principali:

- 1) quella delle **acque di dilavamento della piattaforma stradale** che notoriamente contengono residui inquinanti di varia natura concentrati nelle acque di prima pioggia, che, tramite i sistemi di drenaggio e canalizzazione, vengono convogliate nei recapiti adiacenti alla strada stessa;
- 2) quella degli **sversamenti accidentali** di liquidi inquinanti (benzina, gasolio, trielina, etc) trasportati da veicoli in transito a seguito di incidenti.

Nel primo caso va realizzato un sistema costituito da:

- sezione di piattaforma che costituisce il bacino di raccolta delle acque meteoriche;
- drenaggi e canalizzazioni convogliati in uno stesso punto;
- fossi di infiltrazione nel caso sia possibile questo sistema di smaltimento delle acque;
- vasche di prima pioggia con funzioni: a) di sedimentazione del particolato che veicola la maggior parte degli inquinanti; b) di disoleazione per i leggeri (oli);
- ecosistemi filtro sotto forma di vasche con vegetazione palustre per il filtraggio ed abbattimento degli inquinanti (foto 37);
- vasche di infiltrazione o filtrazione in terreno inerbito in cui la depurazione è sia meccanica di strati sovrapposti di inerti e non tessuti filtranti sia a carico dei batteri del suolo sia. Tale sistema di vasche a secco è sempre più spesso utilizzato in Austria e Germania.

Nel secondo caso va realizzato un sistema costituito da:

- sezione di piattaforma che costituisce il bacino di raccolta delle acque meteoriche;
- drenaggi e canalizzazioni convogliati in uno stesso punto;
- vasche stagne a cascata con siste-

ma di autosvuotamento a sifone, dimensionate in funzione del parco autocisterne circolanti (max 40 mc) e dei parametri di piovosità (massime concentrazioni per evento) in modo che vi sia sempre disponibile una vasca vuota di dimensioni tali da poter contenere tutto il volume di inquinante sversato anche in presenza di piogge eccezionali per il tempo necessario stimato per l'intervento dei mezzi di emergenza.

In attesa di normative e direttive tecniche specifiche, come già adottate in altri paesi europei, vanno concordati caso per caso, nell'ambito della procedura di V.I.A., i valori soglia e i parametri di riferimento per l'ubicazione, il numero, le tipologie ed il dimensionamento delle vasche. Una prima serie di indicazioni metodologiche sono contenute negli atti del Workshop organizzato dal Ministero dell'Ambiente "Presidi idraulici e vasche di sicurezza in ambito stradale" Roma 13 giugno 2000" (atti pubblicati dalla rivista Le Strade n° 12 dicembre 2000).

Cave

Vengono prese in esame le più frequenti casistiche di interventi di recupero di cave in Italia, organizzate secondo le principali tipologie di scavo in cui si possono far rientrare la maggior parte delle cave italiane

**PAOLO CORNELINI
GIULIANO SAULI**

La casistica riporta principalmente casi di recupero di tipo naturalistico con tecniche a verde e di ingegneria naturalistica e fa riferimento a regioni del centro-nord Italia dove sono stati operati alcuni significativi interventi di ripristino.

Le tecniche di rivegetazione fanno ricorso ai principi e metodologie dell'ingegneria naturalistica. Ogni intervento di rivegetazione prende in considerazione i dati di analisi naturalistica e geopedologica. Per quanto riguarda le tecniche risultano propo-

nibili principalmente interventi antierosivi e stabilizzanti (idrosemine, messa a dimora di arbusti ed alberi, biostuoie, viminate e fascinate). Opere costose di tipo combinato (gabbionate e materassi verdi, terre rinforzate e palificate vive, rivesti-



Foto 38: Recupero all'uso agricolo su piano ribassato cava ex Stefanel Gonars (UD) medicaio da sovescio, 1983 - Foto G. Sauli.

Periodico
trimestrale
della
Società
Italiana di
Geologia
Ambientale
Anno XIV
n. 4/2006

Geologia
dell'Ambiente



Foto 39: Cava di calcare del M. S. Lorenzo di Fanna (PN). Fase di stesura della terra vegetale 1995 - Foto G. Sauli.

menti vegetativi in reti metalliche e stuoie, etc) sono possibili, ma vanno considerate di impiego localizzato o per casi particolari, principalmente per motivi di costo.

CAVE DI PIANURA

Le escavazioni in pianura sfruttano giacimenti di origine alluvionale (ghiaie, sabbie, argille, etc) con morfologie di scavo a fossa che possono o meno interessare le falde acquifere sottostanti.

Si individuano le tipologie di recupero di seguito descritte.

A) TIPOLOGIE DI RECUPERO DI CAVE IN FALDA

Le escavazioni in pianura di una certa profondità mettono spesso a nudo la falda freatica creando degli specchi d'acqua che si prestano a vari tipi di recupero/riutilizzo quali:

- laghetti di uso pesca sportiva con veri e propri campi gara, molto diffusi in tutta la pianura padano-veneta;
- laghetti di uso fruitivo anche con funzioni di balneazione estiva, relativamente frequenti nel centro Europa, scarsamente proponibili nell'Italia meridionale;
- recupero di tipo prettamente naturalistico con ricostruzione di ecosistemi palustri in cui le morfologie di abbandono devono prevedere una fascia riparia a bassa pendenza (in genere max 1:10), indispensabile per ricostruire gli elementi della serie della vegetazione palustre

B) TIPOLOGIE DI RECUPERO DI CAVE SOPRA FALDA

Si intendono le cave a fossa, molto diffuse in pianura, che interessano normalmente profondità non superiori ai 20 m dal piano campagna. Il recupero di tali morfologie può essere:

1) di **tipo naturalistico** legato al rispetto di alcune condizioni:

- non interessamento della falda freatica (fondo cava almeno di 2 m superiore al livello di massima escursione dello specchio di falda);
- pendenza delle scarpate non superiore ai 32° (meglio se di 25°);
- morfologia finale delle scarpate a tirata unica anche se la morfologia di scavo prevedeva i gradoni;
- recupero del terreno agrario di scotico e sua stesura per lotti successivi sulle scarpate e sul fondo cava;
- rivegetazione mediante semine e messa a dimora di arbusti ed alberi autoctoni;

eventuale impiego di tecniche stabilizzanti (gradonate, viminate vive) sulle scarpate

2) di **tipo agricolo** (foto 38) o misto **agricolo-naturalistico**.

Le cave a fossa si prestano al riutilizzo quali depositi di inerti di scarto e quindi ad un loro parziale o totale ritombamento e successivo recupero di tipo agricolo o misto.

CAVE DI MONTE

Le cave di monte (dette anche cave in roccia o di versante) costituiscono in Italia una delle grosse problematiche territoriali e di impatto am-

bientale con migliaia di cave attive.

Molti sono i fattori che hanno determinato la distribuzione pressoché su tutto il territorio nazionale di tali "ferite" paesaggistiche:

- la prevalente morfologia collinare e montana del territorio nazionale;
- la vasta disponibilità dei giacimenti nelle zone pedemontane (uno dei materiali più richiesti sono gli inerti calcarei);
- la dislocazione delle richieste di mercato in prossimità dei centri abitati e lungo gli assi stradali di fondovalle;
- altre considerazioni di natura urbanistica e socio-economica in relazione alla realizzazione di grandi infrastrutture viarie ed industriali;
- la disponibilità di mezzi e tecnologie estrattive che consentono grosse operazioni di scavo in tempi brevi.

Le possibilità di recupero degli ambiti di cave di versante a fine coltivazione sono varie, ma principalmente:

- recupero e riutilizzo di tipo urbanistico sia industriale che edilizio fruitivo e abitativo;
- ripristino di condizioni naturalistiche e paesaggistiche mediante interventi morfologici e di rivegetazione.

Vengono qui prese in considerazione le problematiche legate alla seconda possibilità, per ottenere la quale si possono ulteriormente distinguere le metodologie di intervento che seguono, dedotte da una casistica di interventi maturati negli ultimi 15-20 anni in Italia.



Foto 40: Recupero scadente con piantagione di resinose esotiche su gradoni, cava di Monsummano (PT), 2003 - Foto P. Binazzi.

Vale in linea di massima la distinzione nelle principali tipologie di intervento che seguono.

A) COLTIVAZIONI A SCARPATA UNICA A PIAZZALE DISCENDENTE (O SPLATEAMENTO)

Le coltivazioni a scarpata unica a piazzale discendente (o splateamento, fig.8)) sono da considerarsi le migliori da tutti i punti di vista sia paesaggistico e naturalistico che industriale.

IL CASO DELLA CAVA DI CALCARE DEL M. S. LORENZO IN LOCALITÀ FANNA (MANIAGO-PN).

Viene effettuato uno scavo dall'alto verso il basso, a piazzale discen-

dente (foto 39) con scarpate di 35° - 37° . Questa pendenza corrisponde all'angolo di stabilità della terra vegetale, mentre al di sopra di questo valore c'è pericolo di erosione e frana. I fronti di scavo sono perpendicolari alle scarpate, consentendo la lavorazione meccanica delle superfici destinate al ripristino. E' possibile effettuare riporti di terreno vegetale a fasce discendenti e periodici interventi di semina e messa a dimora di arbusti locali. Terreno ed arbusti possono, almeno in parte, essere ricavati in corso d'opera da scotici e trapianti derivanti dalle aree di scopertura in modo da poter ricostituire le formazioni

vegetali tipiche di quei versanti. Altra terra vegetale può essere portata dalla pianura e gli arbusti possono essere derivati da vivaio. Nel corso degli anni, a partire dalle scarpate più alte (che sono anche le prime ad essere trattate) si verifica l'ingresso progressivo delle specie naturali dalle formazioni vegetali circostanti.

Sulla base delle esperienze di oltre 15 anni maturate in alcune cave del Friuli, come quella del M. S. Lorenzo, i risultati si possono considerare ottimali e la metodologia andrebbe estesa a tutte le cave di nuovo impianto ed a quelle esistenti in cui esistono i presupposti per la riconversione morfologica a scarpata unica a 35° mediante operazioni di scavo/riporto.

B) COLTIVAZIONI A GRADONI

Le coltivazioni a gradoni sono le più frequenti e consentono varie forme di recupero che sono:

- 1) **di una certa efficacia** se il rapporto tra alzata e pedata è tale da non superare la pendenza media complessiva di 45° . In tal caso è possibile:
 - riportare inerti di scarto sui gradoni e ricostruire delle superfici di scarpata in materiale sciolto rivegetabile, sufficienti a mascherare buona parte delle superfici di cava come nel caso della cava di calcare "Scoria", in provincia di Trieste, nella quale sin da metà anni '80 sono stati condotti interventi sperimentali di rivegetazione con specie della boscaglia termofila del Carso triestino. Attualmente la cava è in

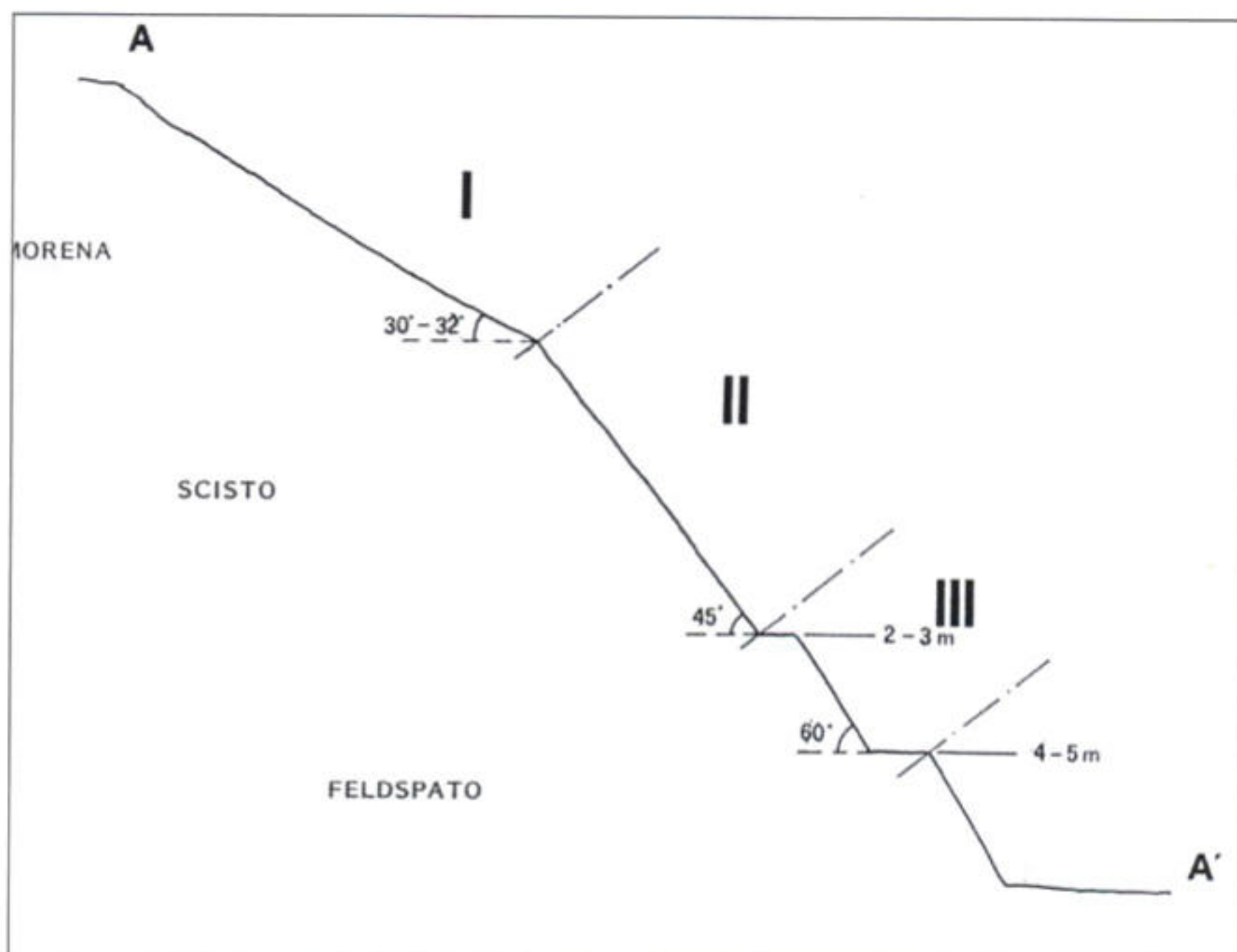


Figura 7: Stato di copertura in morena.

fase di totale ricoprimento ed è stata ritombata con riporti di materiale inerte generalmente arenaceo risultanti da scavi in provincia di Trieste. Il materiale viene vagliato, steso, e rivegetato mediante semine e varie specie di arbusti. I risultati migliori sono stati ottenuti con *Prunus mahaleb* che va considerata specie guida su substrati rocciosi in zona carsica;

- abbattere in fase di abbandono finale le teste di scarpa dei gradoni per riempire la parte sottostante ed ottenere una serie di superfici in scavo o riporto con pendenze non superiori ai 30°-35° che consentono riporti di terra vegetale e rinverdimenti con normali interventi di semine e messa a dimora di arbusti;

2) **di difficile intervento** a verde nei casi di fronti di cava subverticali (60° o più) con piccoli gradoni, spesso inaccessibili. Si riporta come esempio la cava di Monsummano (Toscana) (foto 40) nella quale lo scavo è stato subverticale e i risultati del ripristino sono stati alquanto deludenti anche perché come specie ricolonizzatrice è stato impiegato il cipresso dell'Arizona, mentre la circostante vegetazione è a lecceta nel versante sud e a bosco mesofilo in quello nord. Tali interventi con filari di resinose esotiche sui gradoni non danno nessun risultato neanche di natura visuale.

Qualche risultato si ottiene sui rilevati basali previa riporti di terreno vegetale o compost combinati con opere stabilizzanti o palizzate di contenimento come nel caso della cava Melta (vicino Trento) dove la morfologia risultava migliore e la riconversione è stata attuata tramite graticciate e riporti di terra.

Un caso di buona riuscita di interventi di rivegetazione su rilevati basali è quello della cava "Fous" di Maniago (PN). Tale cava è stata rinverditata alla fine degli anni '70 inizio anni '80, mediante idro-semina, vimate

vive e messa a dimora di arbusti ed alberi. Su una scarpata in frana a valle della strada di accesso è stato impiegato anche l'Ontano napoletano (*Alnus cordata*) che per il Friuli non è autoctono, ma ha dato buoni risultati dal punto di vista del consolidamento.

Interventi sperimentali di rivestimento subverticale con materassi rinverditi preconfezionati hanno dato scarsi risultati a fronte di notevoli costi di messa in opera e manutenzione.

Interventi di inscurimento della roccia con sostanze ossidanti danno rapidi risultati di natura visuale, ma sono da considerarsi temporanei e accessori. Veri e propri interventi di "verniciatura" sono stati sperimentati negli anni '80 in qualche cava del nord Italia e completamente abbandonati sia per gli scarsi risultati nel tempo, sia per motivi di inquinamento, sia perché da considerarsi un caso evidente di "imbroglio ecologico".

3) **di risultati intermedi** se le pendenze complessive sono di 50°- 55° per gli scarsi risultati di mascheramento e l'eccessivo geometrismo che per-

mane nella morfologia a gradoni.

C) SITUAZIONI MISTE

Sono abbastanza frequenti situazioni miste ed articolate, con morfologie di scavo derivate da condizionamenti locali di natura amministrativa ed urbanistica.

Nel caso di attività minerarie a cielo aperto, assimilabili per problematiche di ripristino alle cave, vi sono spesso condizionamenti legati alla dislocazione dei giacimenti che richiedono talvolta interventi particolari di ripristino.

IL CASO DELLA MINIERA DI FELDSPATO DI GIUSTINO IN PROVINCIA DI TRENTO

Si riporta il caso di un intervento in una miniera di feldspato (miniera di Giustino in provincia di Trento) in cui lo scavo del minerale aveva prodotto negli anni morfologie miste sulle varie litologie sovrastanti il giacimento.

Nella figura 7 sono indicate con: I - lo strato di copertura in morena scavato a 30°-32°; II - lo strato di roccia scistosa di contatto con il giacimento, scavato a 45°; III- il giacimento di feldspato vero e proprio coltivato a gradoni di 10 m di alzata e 3-5 m di pedata.

Interventi di rivegetazione sulla scarpata in roccia scistosa a 45° sono stati realizzati su supporti in sacche a materasso in reti metalliche rivestite internamente con stuoie sintetiche tridimensionali e riempite di inerte terroso a matrice sabbiosa.

Sui gradoni sono invece stati realizzati dei rilevati con inerte di scopertura, sostenuti da gabbionate rinverdite e da terre rinforzate verdi in geotessili in poliestere (foto 41 e 42).

L'effetto finale sia paesaggistico che di consolidamento a distanza di 10 anni è buono, pur essendo un intervento molto costoso e difficilmente proponibile per le normali cave di inerte (foto 43).

CONCLUSIONI

Gli interventi di rivegetazione delle cave costituiscono uno dei settori di applicazione dei metodi e principi dell'ingegneria naturalistica. Val-



Foto 41: Interventi di ricomposizione morfologica e rivegetazione con rilevati sostenuti da gabbionate e terre rinforzate verdi durante i lavori (1986), Miniera di Giustino Val Rendeva (TN) - Foto G. Sauli.



Foto 42: Interventi di ricomposizione morfologica e rivegetazione con rilevati sostenuti da gabbionate e terre rinforzate verdi dopo 1 anno (1987), Miniera di Giustino-Val Rendeva (TN) - Foto G. Sauli.



Foto 43: Realizzazione di materassi a sacche in rete metallica e stuoia sintetica tridimensionale riempite di terreno e rivegetate Miniera di Giustino Val Rendeva (TN), visione d'insieme (1996) - Foto G. Sauli.

gono alcune regole deontologico-pratiche quali:

- massimo impiego di rimodellamenti morfologici che devono, nella migliore delle ipotesi, essere strettamente collegati con gli scavi;
- utilizzo di tecniche di coltivazione che consentano ripristini contemporanei agli scavi;

- impiego di specie autoctone di arbusti ed alberi per il miglior reinserimento naturalistico e paesaggistico delle superfici denudate;
- uso limitato di tecniche con impiego di materiali artificiali;
- " impiego delle tecniche più semplici a pari funzione, evitando inutili sovradimensionamenti.

Nel Manuale di Indirizzo delle scelte progettuali per interventi di ingegneria naturalistica del Ministero dell'Ambiente vengono trattate anche le problematiche della riqualificazione ambientale delle discariche e quelle della stabilizzazione delle coste sabbiose.

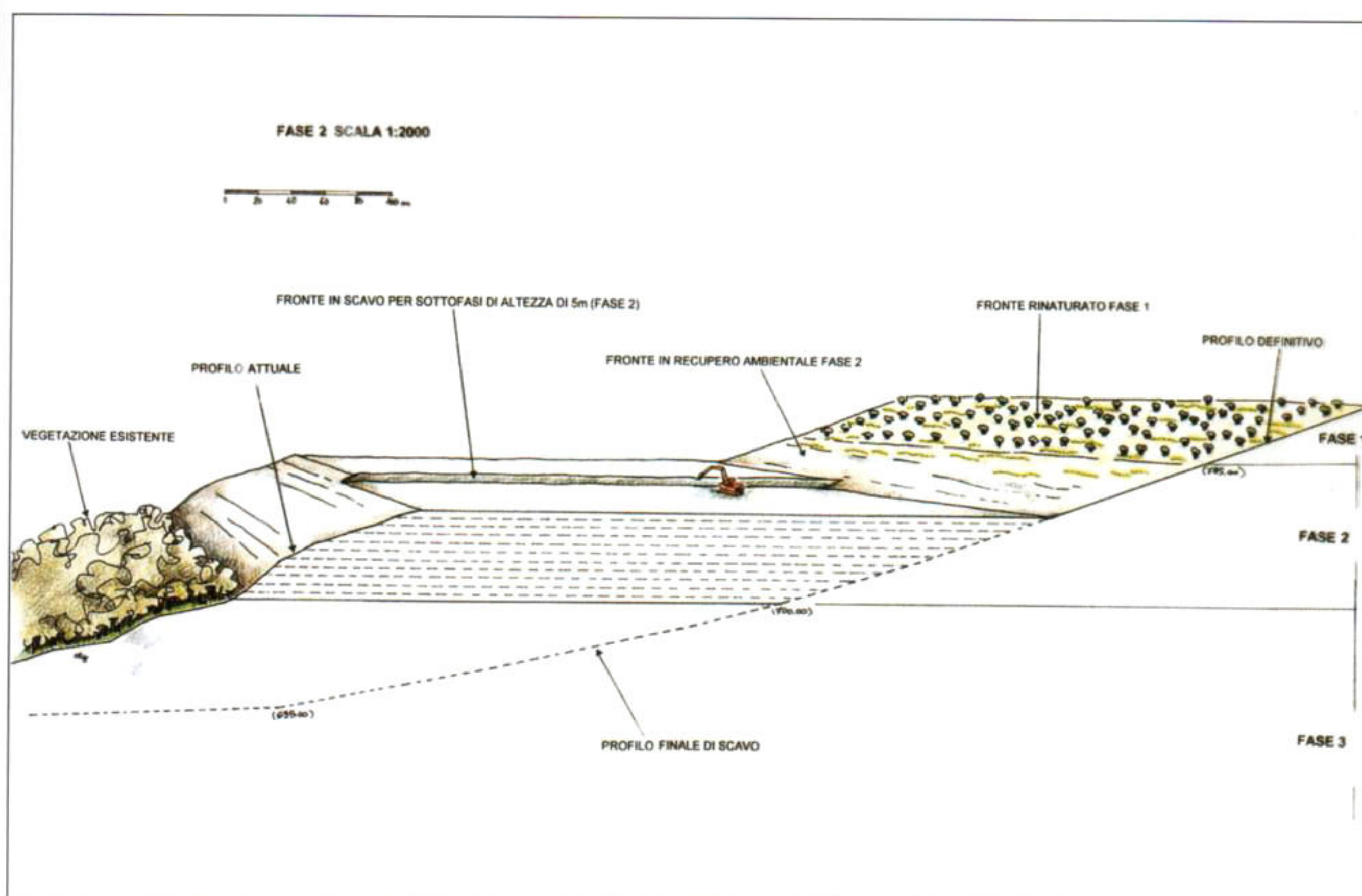


Figura 8: Recupero ambientale cava di Melito (CS) a scarpata unica a piazzale discendente.

Bibliografia

AA.VV., 1990 - TECNICHE DI BIOINGEGNERIA NATURALISTICA NEGLI INTERVENTI DI RECUPERO AMBIENTALE. ACER 6

AA.VV., 1995 - SISTEMAZIONI IN AMBITO FLUVIALE. QUADERNI DI INGEGNERIA NATURALISTICA. IL VERDE EDITORIALE

AA.VV., 1995 - OPERE E TECNICHE DI INGEGNERIA NATURALISTICA E RECUPERO AMBIENTALE. REGIONE LIGURIA, ASS. EDILIZIA, ENERGIA E DIFESA DEL SUOLO.

AA.VV., 2001 - INTERVENTI DI INGEGNERIA NATURALISTICA NEL PARCO NAZIONALE DEL VESUVIO. ENTE PARCO NAZIONALE DEL VESUVIO.

BRUSCHINI, CASTELLO, CORNELINI 2006 LINEE GUIDA PER GLI INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE IDROGEOLOGICA E VEGETAZIONALE NELLE AREE PERCORSE DAL FUOCO SITO INTERNET DEL MINISTERO DELL'AMBIENTE

BUR DELLA LOMBARDIA 9 MAGGIO 2000 1° SUPPLEMENTO STRAORDINARIO AL N. 9 DELIBERAZIONE GIUNTA REGIONALE 29 FEBBRAIO 2000 - N. 6/48740 APPROVAZIONE DIRETTIVA "QUADERNO OPERE TIPO DI INGEGNERIA NATURALISTICA

CARBONARI A., MEZZANOTTE M., 1993 - TECNICHE NATURALISTICHE NELLA SISTEMAZIONE DEL TERRITORIO. PROV. AUTONOMA DI TRENTO

CORNELINI, 2002 - CRITERI E TECNICHE PER LA MANUTENZIONE DEL TERRITORIO AI FINI DELLA PREVENZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO- SITO INTERNET DEL MINISTERO DELL'AMBIENTE

CORNELINI P., SAULI G. 2006 - MANUALE DI INDIRIZZO DELLE SCELTE PROGETTUALI PER INTERVENTI DI DIFESA DEL SUOLO CON TECNICHE DI INGEGNERIA NATURALISTICA - POLIGRAFICO DELLO STATO

CORNELINI P., SAULI G. 2006 CAPITOLO "L'INGEGNERIA NATURALISTICA NEGLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE E COMPENSAZIONE AMBIENTALE DELLE GRANDI OPERE INFRASTRUTTURALI "DEL LIBRO "PROBLEMI E TECNICHE NEGLI STUDI DI IMPATTO AMBIENTALE DELLE GRANDI OPERE" AA.VV. PREFAZIONE DEL MINISTRO DELL'AMBIENTE

DE ANTONIS L. MOLINARI V.M., 2003 - INTERVENTI DI SISTEMAZIONE DEL TERRITORIO CON TECNICHE DI INGEGNERIA NATURALISTICA - REGIONE PIEMONTE

MINISTERO DELL'AMBIENTE PODIS, 2006 -- LINEE GUIDA PER CAPITOLATI SPECIALI PER INTERVENTI DI INGEGNERIA NATURALISTICA E LAVORI DI OPERE A VERDE. REVISIONE A CURA AIPIN- TS

PALMERI F. ET AL., 2003 - MANUALE TECNICO DI INGEGNERIA NATURALISTICA DELLA PROVINCIA DI TERNI. APPLICABILITÀ DELLE TECNICHE, LIMITI E SOLUZIONI. PTCP PROVINCIA DI TERNI

REGIONE EMILIA ROMAGNA, ASSESSORATO ALL'AMBIENTE - REGIONE VENETO, ASSESSORATO AGRICOLTURA E FORESTE. (1993) - MANUALE TECNICO DI INGEGNERIA NATURALISTICA. BOLOGNA

REGIONE TOSCANA 2000 E 2001, PRINCIPI E LINEE GUIDA PER L'INGEGNERIA NATURALISTICA, VOLL. 1 E 2, COLLANA FIUMI E TERRITORIO

SAULI G. CORNELINI P., PRETI F., 2002. MANUALE 1 D'INGEGNERIA NATURALISTICA APPLICABILE AL SETTORE IDRAULICO. REGIONE LAZIO

SAULI G. CORNELINI P., PRETI F., 2003. - MANUALE 2 D'INGEGNERIA NATURALISTICA APPLICABILE AI SETTORI DELLE STRADE, CAVE, DISCARICHE E COSTE SABBIOSE. REGIONE LAZIO

SAULI G. CORNELINI P., PRETI F., 2006. - MANUALE 3 D'INGEGNERIA NATURALISTICA APPLICABILE AI VERSANTI. REGIONE LAZIO

SAULI G., SIBEN S. (A CURA DI), 1992. TECNICHE DI RINATURAZIONE E DI INGEGNERIA NATURALISTICA: ESPERIENZE EUROPEE. PATRON EDIT, (BO)

SCHIECHTL H. M., 1985 - BIOINGEGNERIA FORESTALE. EDIZIONI CASTALDI-FELTRE

SCHIECHTL H. M., 1992 - I SALICI NELL'USO PRATICO. ED. ARCA.

SCHIECHTL H. M., STERN R., 1992 - INGEGNERIA NATURALISTICA. MANUALE DELLE OPERE IN TERRA. ED CASTALDI (FELTRE)

SCHIECHTL H. M., STERN R., 1994 - INGEGNERIA NATURALISTICA - MANUALE DELLE COSTRUZIONI IDRAULICHE. EDIZIONI ARCA GARDOLO, TRENTO, 1994.

ASSOCIAZIONE ITALIANA PER L'INGEGNERIA NATURALISTICA

PRESENTAZIONE

L'A.I.P.I.N. (Associazione Italiana Per la Ingegneria Naturalistica, www.aipin.it) fondata nel 1989 a Trieste fa parte dell'EFIB la Federazione Europea per l'Ingegneria Naturalistica che riunisce le associazioni per l'ingegneria naturalistica d'Europa. Scopo della federazione è quello di promuovere l'ingegneria naturalistica quale disciplina costruttiva che persegue obiettivi tecnici, ecologici e di sistemazione del paesaggio servendosi prevalentemente di materiali vivi.

La Federazione, nata nel 1995 e presente in Austria, Germania, Italia, Spagna, Svizzera con esperti di riferimento in Francia, Gran Bretagna, Slovenia e Stati Uniti, raccoglie la tradizione e l'esperienza delle varie associazioni nazionali europee che hanno iniziato la loro attività negli anni '80 - '90, mentre la disciplina in genere è operativa dal dopoguerra in Austria, Germania e Svizzera e ,sistematicamente nel Centro Sud Europa, dagli anni '80 in poi.

Nel settore della divulgazione della materia specifica l'EFIB e le sue consociate hanno realizzato un dizionario plurilingue dei termini tecnici dell'ingegneria naturalistica e stanno redigendo un glossario plurilingue con descrizione e illustrazione delle principali tecniche.

L'AIPIN, organizzata sia a livello nazionale che in varie sezioni regionali, si rivolge ai tecnici di varia estrazione, liberi professionisti e funzionari pubblici (ingegneri, geologi, naturalisti, architetti, agronomi e forestali, biologi, etc.) nonché agli Enti Pubblici ed alle Imprese del settore e si propone come momento associativo a carattere culturale senza fini di lucro per la promozione di attività informative sulle tecniche di ingegneria naturalistica mediante convegni, escursioni tecniche guidate, corsi di formazione, cantieri didattici, pubblicazione di articoli tecnici, etc.

A diciassette anni dalla fondazione va considerata superata la fase conoscitiva che ha caratterizzato l'attività, mentre l'attuale tendenza è nettamente proiettata sulla realizzazione di interventi , sulla formazione professionale, sulla messa a punto di documenti tecnici e capitolati e sul monitoraggio delle opere eseguite.

Le nuove condizioni maturate hanno richiesto oltre all'adeguamento dello statuto anche l'introduzione di un Codice deontologico e l'adozione di un Tariffario per la determinazione dei compensi per le prestazioni professionali.

L'AIPIN si propone dunque sempre più come garante tecnico e deontologico sui temi della rinaturalizzazione e dell'ingegneria naturalistica, in una fase delicata di vasta diffusione e applicazione di tali tecniche a vari livelli professionali, amministrativi ed operativi.





Società Italiana di Geologia Ambientale

Casella Postale 15244 (00143) ROMA

Tel. 06.5943344; fax 06.233239783

E-mail: info@sigeaweb.it

http://www.sigeaweb.it

DOMANDA DI AMMISSIONE ALLA SIGEA - da inviare tramite Casella Postale, fax o e-mail

I sottoscritt_(cognome)_____ (nome)_____

nat_ a_____ il _____

laurea/diploma in _____

professione _____

ente di appartenenza _____

indirizzo d'ufficio (1) _____

_____ tel. _____ fax _____

indirizzo privato (1) _____

_____ tel. _____ fax _____

E-mail: _____

chiede di essere ammesso in qualità di socio (2) _____ alla SIGEA.

Le sue esperienze principali nel campo della Geologia Ambientale sono (indicare parole chiave):

I suoi interessi principali nel campo della Geologia Ambientale sono:

(data)

(firma)

(1) Indicare Via/Piazza, numero civico, CAP, città, sigla Provincia. Segnare con un asterisco l'indirizzo al quale deve essere inviata la rivista Geologia dell'Ambiente e la corrispondenza.

(2) La qualità di socio si acquisisce su domanda del candidato e per approvazione del Consiglio Direttivo.

Possono diventare soci ordinari solo le persone che hanno almeno tre anni effettivi di esperienza nel campo della Geologia Ambientale, documentati mediante curriculum da allegare. Possono diventare soci aderenti le persone che hanno interesse per la Geologia Ambientale. La quota associativa annuale è unica, ai sensi del nuovo Statuto adottato nel 1999; per il 2007 è di euro 30,00. I versamenti a favore della SIGEA possono essere effettuati mediante:

- CC Postale n.86235009 Roma;
- CC Bancario n. 5510-31, ABI 03002, CAB 05067, CIN W, Banca di Roma, Agenzia 33, Roma;
- assegno bancario o circolare non trasferibile, intestati a Società Italiana di Geologia Ambientale, Roma.

Secondo lo statuto della SIGEA il rinnovo della quota va effettuato **entro il 31 marzo di ogni anno**.

Per i nuovi soci, la quota di iscrizione pagata dal 1° novembre in poi è valida per l'anno successivo

Informativa ai sensi dell'art. 13 del D. Lgs. 196/2003 (Codice in materia di trattamento dei dati personali)

Ai sensi dell'art. 13 del D.Lgs.196/2003, Le forniamo le seguenti informazioni.

I dati da lei forniti verranno utilizzati da SIGEA nel pieno rispetto della normativa citata.

I dati saranno oggetto di trattamento in forma scritta e/o supporto cartaceo, elettronico e telematico; I dati, previo Suo consenso, verranno utilizzati per le future informazione delle attività della Sigea tramite supporti cartacei e/o elettronici; Potrà venire a conoscenza dei dati da Lei forniti la Sintesi Srl, con sede in P.le Roberto Ardigò 31, società incaricata della pubblicazione e della distribuzione della Rivista "Geologia dell'ambiente"; L'eventuale diniego a fornire tali dati comporterà l'impossibilità di ottenere il servizio richiesto; i dati non saranno soggetti a diffusione presso terzi.

L'interessato potrà godere dei diritti assicurati dall'art. 7 (Diritto di accesso ai dati personali ed altri diritti) e dall' art. 8 (Esercizio dei diritti) del D.lgs. 196/2003.

Titolare del trattamento è SIGEA.

FORMULA DI ACQUISIZIONE DEL CONSENSO DELL'INTERESSATO

Io/Lei sottoscritto/a, acquisite le informazioni fornite dal titolare del trattamento, ai sensi dell'art.13 del D.Lgs. 196/2003, dichiaro di prestare il mio consenso al trattamento dei dati personali per i fini indicati nella suddetta normativa.

Luogo e data _____, Firma _____



Società Italiana di Geologia Ambientale
Casella Postale 15244 (00143) ROMA
Tel. 06.5943344; fax 06.233239783
E-mail: info@sigeaweb.it
<http://www.sigeaweb.it>

SIGEA

un'associazione culturale, senza fini di lucro, che agisce per la promozione del ruolo delle Scienze della Terra nella protezione della salute e nella sicurezza dell'uomo, nella salvaguardia della qualità dell'ambiente naturale ed antropizzato e nell'utilizzazione più responsabile del territorio e delle sue risorse.

È aperta non solo ai geologi, bensì a tutte le persone e gli enti che hanno interesse alla tutela dell'ambiente. La SIGEA è stata costituita nel maggio 1992 a Roma da 19 Soci fondatori (geologi, ingegneri, architetti, geografi) esperti o cultori di Geologia Ambientale, conta oggi più di 800 iscritti.

Possono far parte della SIGEA, in qualità di soci, persone fisiche o persone giuridiche.

I soci appartengono a diversi Enti, come Apat, Enea, Cnr, Università, Regioni, Province, Comuni, Ministeri, Presidi Multizonali di Prevenzione, Anas, Autorità di Bacino, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Inail, Ispesl, Imont, Società private o sono liberi professionisti. Inoltre sono soci anche Organismi pubblici, appartenenti alle seguenti categorie: Istituto scolastico, Arpa regionale, Consiglio nazionale dei geologi, Consiglio regionale dei geologi, Ente parco nazionale, Comunità montana, Comune etc.

favorisce il progresso, la valorizzazione e la diffusione della Geologia Ambientale;

promuove il coordinamento e la collaborazione interdisciplinare nelle attività conoscitive ed applicative rivolte alla tutela ambientale;

opera sull'intero territorio nazionale nei settori dell'educazione e divulgazione, della formazione professionale, della ricerca applicata e in altri settori correlati con le suddette finalità;

organizza corsi, convegni, escursioni di studio, interventi sui mezzi di comunicazione di massa;

svolge attività di divulgazione scientifica

Attraverso il gruppo di lavoro "Geositi ed aree protette", ha organizzato il 2° Symposium internazionale sui geotopi tenutosi a Roma nel maggio 1996 e altri Convegni sul ruolo della geologia nella protezione della natura; inoltre collabora con l'associazione internazionale ProGEO per svolgere studi, censimenti e valorizzazione dei geositi;

svolge attività di formazione

Col gruppo di lavoro "Divulgazione e formazione" organizza corsi e convegni di aggiornamento professionale o di divulgazione su tematiche geoambientali, quali smaltimento dei rifiuti, bonifica siti industriali dismessi, studi d'impatto ambientale, rischi geologici, geositi, geologia urbana, etc.; inoltre rende disponibili per i soci audiovisivi, pubblicazioni, dispense dei corsi e convegni SIGEA;

informa attraverso il periodico trimestrale *Geologia dell'Ambiente*, che approfondisce e diffonde argomenti di carattere tecnico-scientifico su tematiche ambientali di rilevanza nazionale e internazionale. La rivista è distribuita in abbonamento postale ai soci e a enti pubblici e privati;

interviene sui mezzi di comunicazione di massa, attraverso propri comunicati stampa, sui problemi attuali che coinvolgono l'ambiente geologico (dissesto idrogeologico e difesa del suolo, smaltimento rifiuti, pianificazione territoriale, tutela risorse geologiche, geologia urbana, etc.).

Consiglio Direttivo

Aldino Bondesan, docente universitario (Università di Padova); *Giancarlo Bortolami*, docente universitario (Università di Torino); *Gerardo Brancucci*, docente universitario (Università di Genova); *Anna Canessa*, geologo, libero professionista (Firenze); *Walter Catalani*, geologo (Rete Ferroviaria Italiana SpA, Roma), Tesoriere; *Antonio Fiore*, geologo (Autorità di Bacino della Puglia, Bari); *Francesco Geremia*, geologo, ricercatore universitario (San Gregorio di Catania); *Giuseppe Gisotti*, geologo e forestale (Roma), Presidente; *Giancarlo Guado*, idrogeologo, libero professionista (Salice Terme - PV), Vice Presidente; *Gioacchino Lena*, docente universitario (Università della Tuscia, VT); *Paola Mauri*, architetto, libero professionista (Roma), Segretario; *Giulio Pazzagli*, geologo, libero professionista (Roma); *Ferdinando Petrone*, geologo (Roma); *Francesco Zarlenga*, geologo (ENEA, Roma).