

NbS a diverse scale per problemi complessi: il caso di Civita di Bagnoregio (VT)

di *Leonardo Filesi**, *Paolo Cornelini***

Abstract

NbS at different scales for complex problems: the case of Civita di Bagnoregio (VT)

Soil and water Bioengineering is a discipline founded on Nature Based Solutions. If it remains faithful to its principles, it can set itself ambitious goals. The masters of the discipline have always recommended that a careful botanical analysis be carried out before intervening, so that the most suitable native species can be chosen for the intervention. This contribution aims to support two hypotheses: 1) a study of vegetation attentive to its dynamism allows us to rationalize the choice of the most suitable plant species. 2) a localized intervention may not be sufficient if the problem is on a territorial scale. Civita di Bagnoregio (Central Italy) is a suggestive medieval village of Etruscan origin that has inspired artists from all over the world. Civita has a marked destiny: it was built on an ignimbritic flow that rests on highly erodible clays and, over the centuries, has seen the urban site gradually shrink. The landscape that surrounds it, the large expanses of gullies, heralds what is destined to become what remains of the ancient city. Our goal is to push this moment away as much as possible.

1. L'Ingegneria Naturalistica

Il termine Ingegneria va inteso nell'accezione francese di Genie (da cui in italiano Genio civile, Genio militare) cioè di disciplina finalizzata alla costruzione e Naturalistica che indica la sua applicazione all'ambiente naturale inteso come ecosistema. Ingegneria Naturalistica (IN) quindi come costruzione di ecosistemi per finalità tecniche (antierosive, stabi-

* Università Iuav di Venezia.

** AIPIN (Associazione Italiana per l'Ingegneria Naturalistica).

lizzanti, consolidanti) e/o naturalistiche (conservazione o realizzazione di unità eco-sistemiche, corridoi ecologici faunistici per la conservazione e l'aumento di biodiversità). L'IN è quindi una disciplina tecnico – naturalistica che utilizza le piante vive come materiale da costruzione, in abbinamento con altri materiali (paglia, legno, pietrame, reti metalliche, biostuoie, geotessuti, ecc.). La presenza delle piante vive diviene così l'elemento qualificante e discriminante di un intervento di IN. Opere di IN relative alla stabilità dei versanti ma anche al settore idraulico, al settore costiero, o alla sistemazione di strade, cave, discariche si affidano, in ultima analisi, alla capacità della vegetazione di contrastare processi erosivi e franosi o di accelerare i processi di recupero della stessa anche a scopi paesaggistici. In definitiva un'opera di IN è un sistema composto da più elementi diversi adattati al contesto e alle condizioni ed è sempre un'opera multifunzionale (Cornelini, 2016). Gli effetti prodotti sono, il più delle volte, più efficaci e duraturi di quelli di pura ingegneria e la loro convenienza economica diviene ancora più evidente se nel bilancio consideriamo anche i Servizi Ecosistemici (Wallace, 2007) che tali opere svolgono nel tempo (Fig. 1).

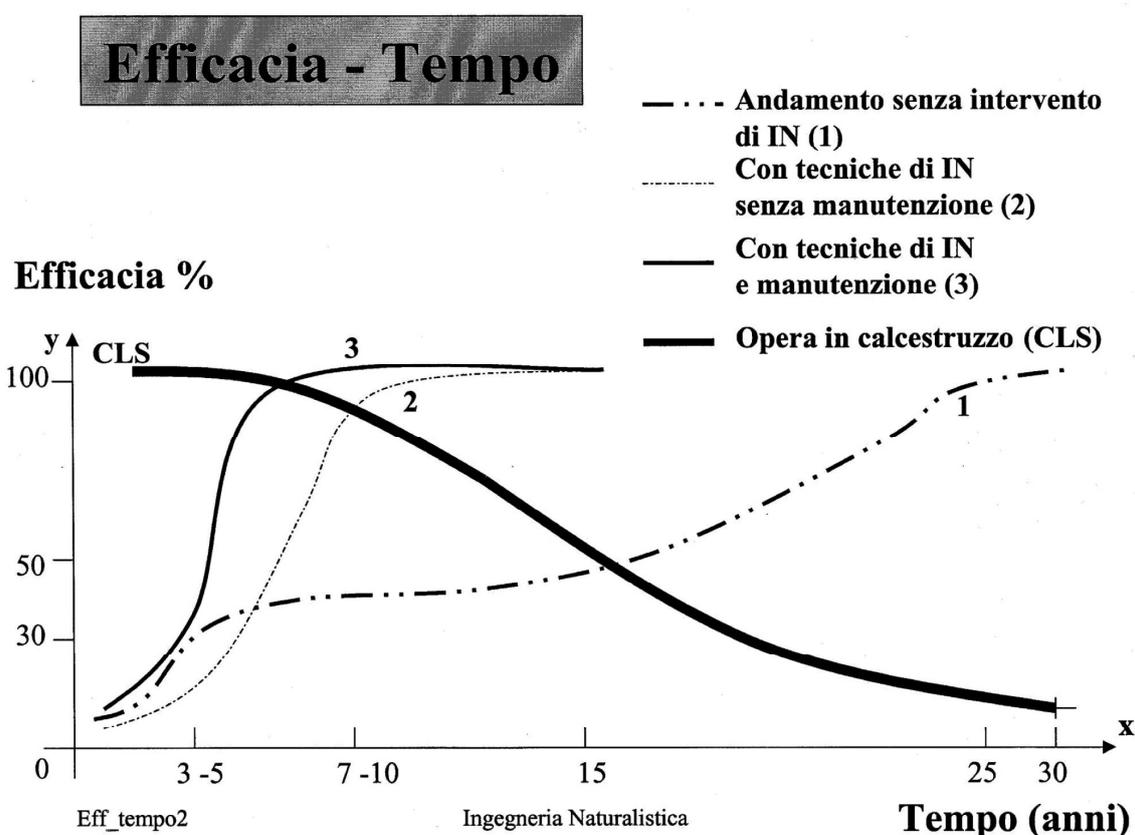


Fig. 1 – Confronto tra l'efficacia di un'opera in calcestruzzo e un'opera di IN

La Commissione Europea (2015) definisce le NbS come “risposte alle sfide sociali che sono ispirate e sostenute dalla natura, che sono economicamente efficaci, forniscono simultaneamente benefici ambientali, sociali ed economici e aiutano a costruire resilienza”. Per l’IUCN (2020) “Le NbS sono azioni per proteggere, gestire in modo sostenibile e ripristinare gli ecosistemi naturali e quelli modificati che affrontano le sfide sociali in modo efficace e adattivo, fornendo al contempo benessere per gli esseri umani e benefici per la biodiversità”. Entrambe queste definizioni evidenziano come le opere di IN rientrino, a pieno titolo, tra le NbS, come ben evidenziato da Preti *et al.* (2022).

Le opere di Ingegneria Naturalistica, per come le intendiamo oggi, trovano riferimenti specifici, almeno in Italia, già nella legislazione dei primi anni del secolo scorso. Nel D.M. 20 agosto 1912 (Approvazione delle norme per la preparazione dei progetti di sistemazione idraulico-forestale nei bacini montani), si introducono raccomandazioni quali: Intervenire con “... economia, modestia e semplicità e... evitare dispendiosi lavori di muratura”. “... impiegare i materiali rustici del sito, pietre, legnami, chiedendo alla forza di vegetazione, i materiali viventi per il consolidamento dei terreni, ricorrendo anche a opere miste di legname e sasso. Nelle frane, sono da evitare le costruzioni murali, adottando invece piccole palizzate, graticciate o fascinate basse, inerbamenti e semine o piantagioni di alberi di pronto accrescimento”.

La legislazione italiana riconosce ufficialmente l’Ingegneria Naturalistica in tempi relativamente recenti. Nella legge 102 del 2 maggio 1990 per la Valtellina viene per la prima volta citato l’impiego delle tecniche della “bioingegneria” (allora veniva chiamata così).

Gli effetti antiersivi della vegetazione, sia in ambito fluviale, sia per quanto riguarda la stabilità dei versanti erano noti sin dall’antichità. Tipiche opere dell’antica Roma riferibili all’IN (Sauli, Cornelini, Preti, 2002) e quindi NbS ante litteram:

- Talee di salice: *Taleae sesquipedales terreno immersae paulum obruntur*. Columella De Re Rustica IV, 30.1-5;
- Zolle erbose a semplici file: *Singulis ordinibus cespitum*. Cesare De Bello Gallico 5, 51;
- Viminate: *Contexa viminibus membra*. Cesare De Bello Gallico 6, 16;
- Graticciate di rivestimento delle torri: *Vimineae lorica*. Cesare De Bello Gallico 8, 9;
- Drenaggi tecnici, fascinate drenanti: *Si lapis non erit, perticis saligneis viridibus controversus conlatis consternito; si pertica non erit, sarmentis conligatis*. Catone De Agricoltura, 43.

Per andare oltre le buone pratiche conosciute già nell'antica Roma un'opera di Ingegneria Naturalistica necessita di analisi ambientali adeguate relative a geolitologia, geomeccanica, geomorfologia, idrologia, pedologia, macro e microbioclimatologia, flora e vegetazione. Deve inoltre considerare la tecnologia dei materiali e le interazioni con la fauna. Date le analisi il progetto deve essere calibrato sulle reali necessità per le quali si interviene, altrimenti si rischia di incorrere in due principali categorie di errore: realizzare un'opera insufficiente a contrastare le forze distruttive in gioco (errore tecnico) oppure sovradimensionare l'opera ed incorrere in un errore di carattere deontologico (Sauli, Cornelini, Preti, 2003) (Fig. 2).

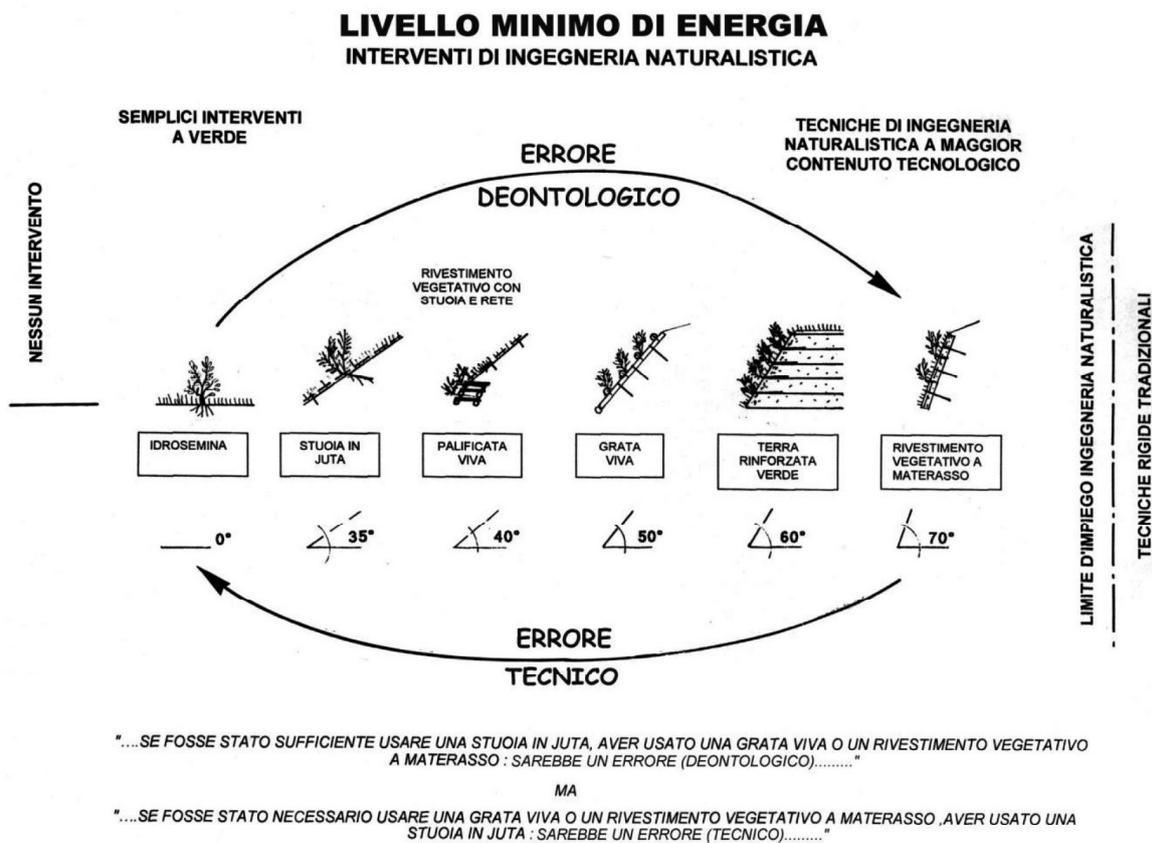


Fig. 2 – Errore tecnico ed errore deontologico (Codice deontologico AIPIN)

2. Vegetazione autoctona

Relativamente all'analisi botanica è importante verificare quali sono le specie spontanee dell'area vasta ma anche capire quali comunità vegetali, boschi, cespuglieti, praterie, occupano gli ambiti che si diversificano per litologia, geomorfologia e clima. È importante riconoscere le diverse comunità vegetali legate da dinamiche di successione vegetale (Sauli, Corne-

lini, Preti, 2005). Ogni ambito, che potremmo definire “unità ambientale” secondo l’approccio della Classificazione gerarchica del territorio (Blasi *et al.*, 2000) ha la sua vegetazione naturale potenziale, che alle nostre latitudini è in genere un bosco al quale sono dinamicamente collegate una o più tipologie di cespuglieto e di prateria. L’insieme di prateria, cespuglieto e bosco che insistono su una stessa Unità ambientale, viene definito “serie di vegetazione”. Avere chiaro quale potrebbe essere l’evoluzione di un inerbimento o di un intervento nel quale si utilizzano arbusti è importante. Non va dimenticato però che un intervento di IN deve rispondere in tempi stretti alle domande di consolidamento, stabilizzazione, contrasto all’erosione per le quali è stato proposto. Spesso conviene utilizzare specie con buone capacità di attecchimento: classiche sono le talee di salice per la capacità, che hanno le specie di questo genere, di formare radici avventizie. Per interventi antierosivi si ricorre spesso ad inerbimenti di graminacee (che con le loro radici fascicolate riescono a costituire un feltro continuo) e leguminose (con radici a fittone che entrano in profondità e migliorano il suolo grazie alle simbiosi con batteri azotofissatori). In generale su versanti scoscesi si tende a non favorire direttamente la vegetazione forestale per evitare di caricare di un peso eccessivo il pendio. Ecco allora che abbinate ai salici arbustivi possiamo inserire specie arbustive tipiche della serie di vegetazione, come pure alle specie erbacee più efficienti in termini di riuscita tecnica, alcune tipiche della prateria coerente con la vegetazione spontanea. Come indicato in Fig. 1, l’obiettivo finale degli interventi è quello di ottenere delle comunità vegetali capaci di frenare l’erosione o episodi franosi di modesta entità. Sul lungo periodo non saranno le “palificate”, o le altre opere tecniche, a trattenere il terreno ma le radici delle piante, l’importante è avviare il processo e confidare nel principio cardine secondo cui: La vegetazione induce stabilità e la stabilità produce vegetazione.

Talvolta potremmo essere tentati di utilizzare specie non autoctone in quanto molto performanti, pensiamo ad esempio a quante scarpate ferroviarie si tengono in piedi grazie alle radici della nord-americana *Robinia pseudoacacia* o quante anse fluviali sono state stabilizzate dall’archofita *Arundo donax*, entrambe presenti nell’area di Civita. Si tratta di specie “troppo” efficienti, le cosiddette alloctone invasive, specie che tendono a diffondersi e ad invadere habitat naturali togliendo spazio alle autoctone. Costituiscono insieme ai cambiamenti di uso del suolo e ai cambiamenti climatici una delle principali cause di perdita di biodiversità a livello mondiale. Molte Regioni italiane si stanno occupando del tema, il Lazio ha avviato il progetto di un atlante (ARP, 2005), la Regione Veneto come altre ha stilato un elenco di specie da non utilizzare nelle opere a verde, la cosiddetta “black list” (Sezione veneta della SBI, 2022).

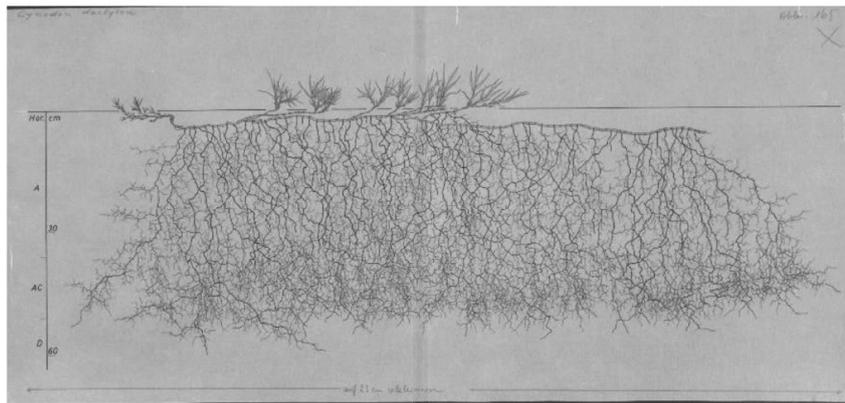


Fig. 3 – Radici della graminacea *Cynodon dactylon* (gramigna) (da: Wageningen University & Research – Root System Drawing)

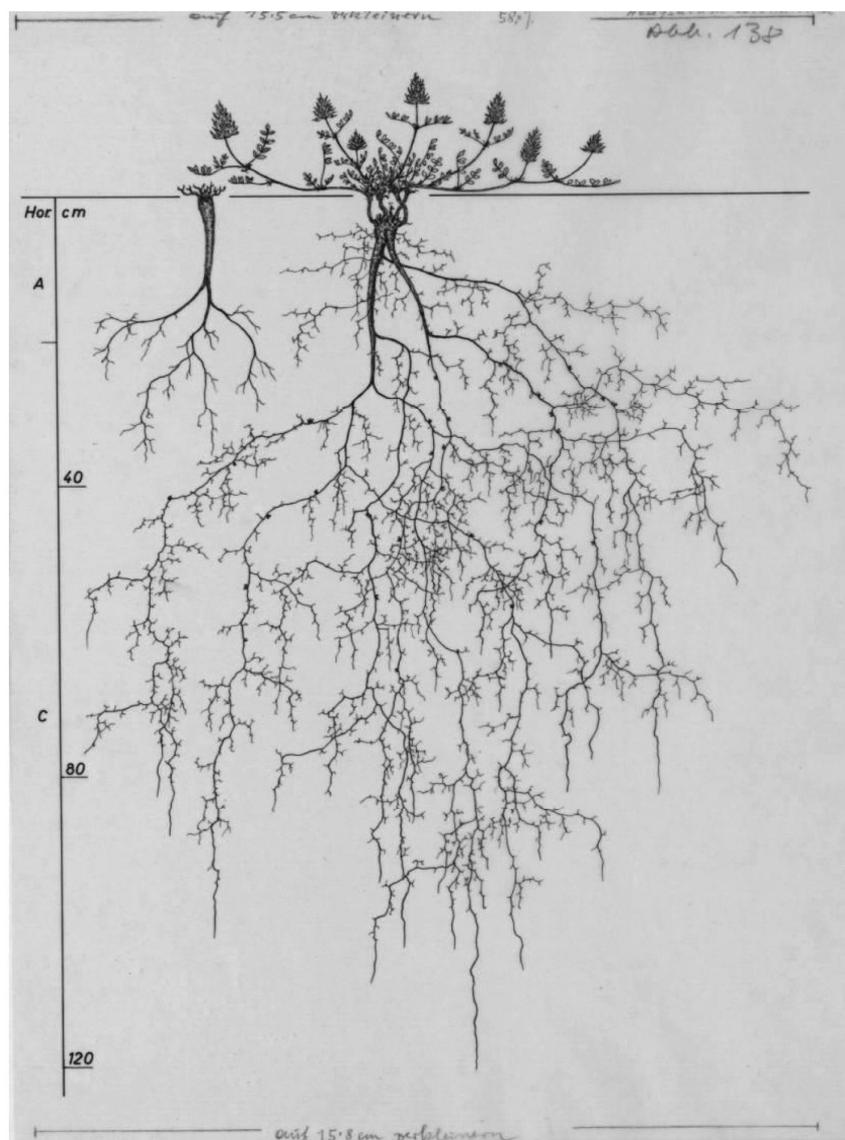


Fig. 4 – Radici della leguminosa *Hedysarum coronarium* (sulla) (da: Wageningen University & Research – Root System Drawing)

3. Un caso studio: Civita di Bagnoregio

Questo breve articolo non può e non vuole essere un breve trattato di IN. Vorrebbe semplicemente mostrare, come già detto, che le opere di IN sono delle NbS e che talvolta la vegetazione si comporta essa stessa come un'opera di IN. D'altronde le opere di IN non fanno altro che consentire alla vegetazione di svolgere i suoi compiti. Civita di Bagnoregio e la Valle dei Calanchi, rappresentano un'area d'interesse culturale e paesaggistico straordinariamente rilevante a livello nazionale e internazionale. Lo era anche prima che il grande regista e animatore giapponese Hayao Miyazaki in una delle sue opere più famose, "Laputa – Castello nel cielo", si ispirasse proprio a Civita.



Fig. 5 – Civita di Bagnoregio e la Valle dei Calanchi (foto)

Dal punto di vista geomorfologico si tratta di una mesa ossia di una struttura tabulare caratterizzata da una piastra rigida tufacea sub-orizzontale sopra un substrato plastico e molto erodibile. In questa situazione i fenomeni atmosferici, i sismi, le azioni antropiche tendono da una parte a rendere sempre più fragile la rupe e dall'altra ad asportare il supporto argilloso, creando i presupposti per frane, innescate per mancanza di contrasto al piede del versante (Gisotti, 2017). Fino ad oggi non si è mai seguito

un piano organico di bonifica integrale, come indicava Margottini già nel 1988. Nel corso del tempo sono state realizzate molte opere “a carattere preventivo” con l’intento di preservare la rupe dal degrado ma con risultati modesti se non, in qualche caso, addirittura peggiorativi.

Nel 2015 partecipammo ad un interessante convegno, curato da Giuseppe Gisotti e Claudio Margottini, dal titolo “Idee per salvare Civita di Bagnoregio” (gli atti uscirono poi nel 2017). In quell’occasione mettemmo in evidenza come fosse possibile rallentare i processi che stanno demolendo la rupe di Civita con azioni a livello locale e a livello di bacino idrografico (Cornellini, Filesi, 2017).

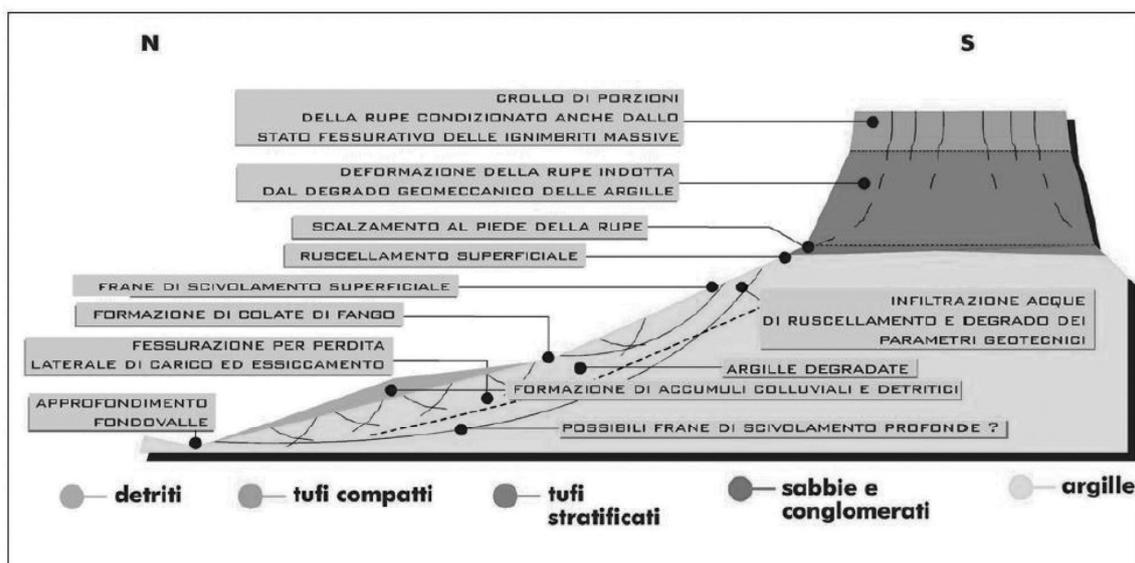


Fig. 6 – Fenomeni geomorfologici agenti sulla rupe di Bagnoregio (da Margottini 2017)

Per quanto riguarda la vegetazione dell’area, questa può essere divisa, molto sinteticamente, in tre macro serie: la vegetazione dei substrati ignimbricitici, la vegetazione dei versanti argillosi, la vegetazione ripariale. Sulla piastra tufacea (ignimbrítica) è preferibile contrastare lo sviluppo della vegetazione perché con le radici potrebbe fessurare la roccia. Al massimo si può favorire lo sviluppo di piccole piante succulente, *Sedum album* e *Sedum acre*, capaci di coprire le rocce e rallentare la dinamica successionale. La vegetazione potenziale dei versanti argillosi è il bosco di *Quercus pubescens* (roverella) con *Ulmus minor* (olmo campestre), *Fraxinus ornus* (orniello) e *Rosa sempervirens* (rosa sempreverde) ma la vegetazione forestale riesce ad affermarsi soltanto in limitati ambiti con scarsa inclinazione. Dinamicamente collegati a queste formazioni forestali sono i cespuglieti a *Spartium junceum* (ginestra odorosa) e *Rubus ulmifolius* (rovo comune),

cespuglieti che è possibile osservare soprattutto sul versante settentrionale e che svolgono una valida azione di contenimento dei fenomeni erosivi. Abbiamo poi due stadi erbacei, uno costituito prevalentemente da *Atriplex prostrata* e *Parapholis incurva* specie che essendo annuali non riescono a garantire adeguata protezione. Ai prati di specie annuali si accompagna un'erba perenne piuttosto efficiente che però tende a non formare tappeti continui, *Dittrichia viscosa*. Il vero eroe dei versanti argillosi è lo stadio ad *Arundo plinii* (canna di Plinio). Un'alta erba molto efficace nel trattenere il terreno in quanto abbina radici profonde a rizomi che creano una rete continua. In vari settori argillosi dell'Italia centromeridionale *Arundo plinii* giuoca un ruolo di stabilizzante naturale. È una specie con elevata capacità di evapotraspirazione e pertanto contribuisce a mantenere asciutti gli strati più superficiali di argilla, contrastando anche così l'erosione. Come



Fig. 7 – Fitocenosi ad *Arundo plinii* sulle argille di Civita

illustrato da Wu *et al.* (1988), evapotraspirazione e resistenza meccanica delle radici sono i due fattori principali per contrastare i movimenti franosi superficiali. La specie è già presente in alcuni settori dei versanti argillosi e crea una copertura continua che contrasta efficacemente i processi erosivi (Fig. 5). Pensare di salvare Civita con la sola *Arundo plinii* è però una pia illusione. Sarebbe necessario intervenire localmente anche con drenaggi biotecnici, viminate e gradonate vive. È necessario però affrontare il problema anche alla base: Civita di Bagnoregio è una cittadina di origine etrusca con la tipica posizione tra due corsi d'acqua disposti a "V". I due corsi d'acqua sono in approfondimento e questo determina una continua accentuazione della pendenza dei versanti argillosi.

Come si legge già in documenti del 1765 "Più proficuo sarebbe al secondo sito (Rio Vecchio) il vestito di piante di salci salvatici, Oppj, Ontani, ed altre piante atte a conservargli nell'umido piantati ben folti, che tenendo con le radici un talaro naturale alla ripa, che ivi giace tutta scoperta, la renderebbe immobile e pienamente sicura" (Polci e Lattanzi, 1988). Favorire la crescita della vegetazione ripariale (salici, aceri campestri e ontani) costituirebbe un valido contributo al contrasto dell'erosione fluviale ma sarebbe opportuno realizzare briglie o rafforzare le esistenti.

4. Conclusioni

Opere di IN per favorire specie pioniere capaci di contrastare l'erosione, opere di IN lungo le sponde dei corsi d'acqua per contenere il loro approfondimento, con il rafforzamento della vegetazione ripariale accompagnate da briglie (opere di pura ingegneria). Sarebbe anche opportuno rallentare la velocità delle acque dilavanti e quindi contenerne la loro capacità erosiva nell'intero bacino idrografico. Per tali ragioni anche l'agricoltura dovrebbe adeguarsi adottando tecniche con minimi movimenti di terra (Fukuoka, 1980) o secondo i principi della permacoltura (Mollison e Holmgren, 1992). Una delle conclusioni è quindi che si può sperare che gli interventi su Civita diano risultati soddisfacenti solo se si agisce a livello di paesaggio. L'altra conclusione potrebbe sembrare una provocazione ma cosa sarebbe la scienza senza provocazioni? Abbiamo visto che già gli antichi romani realizzavano NbS ma pensiamo ai primi uomini o, più probabilmente, alle prime donne quando si accorsero che i frutti selezionati tra quelli selvatici più grandi e dolci producevano semi che davano piante capaci di generare frutti grandi e dolci inventarono l'agricoltura. Non è stata forse la prima, rivoluzionaria NbS della storia? Non risponde alle definizioni di NbS sopra riportate? L'agricoltura industriale, praticata su vaste

estensioni, capace di cancellare quasi completamente la vegetazione spontanea di interi contesti (pensiamo alla Pianura Padano-Veneta ad esempio) non rientra più in questa categoria di azioni ma fintanto che si è sviluppata rispettando i suoli, il ciclo dell'acqua, una consistente porzione di vegetazione spontanea, gli insetti e le altre forme di vita, ha esaltato la biodiversità ed ha risposto a tutti i requisiti per essere annoverata tra le NbS.

Recuperare questa dimensione in agricoltura, restituire sostanza organica ai suoli per aumentarne la fertilità sottraendo anidride carbonica dall'atmosfera sarebbe la più grande NbS che possiamo immaginare.

Riferimenti bibliografici

- Blasi C., Carranza M.L., Frondoni R., Rosati L. (2000), "Ecosystem classification and mapping: a proposal for Italian Landscape", *Appl. Veg. Sci.*, 3: 233-242.
- Cornelini P. (2016), *Corso di Ingegneria Naturalistica, Dipartimento di Scienze e tecnologie per l'Agricoltura, le Foreste, la Natura e l'Energia (DAFNE)*, Università degli Studi della Tuscia, Viterbo, 199 pp. [https://old.ording.roma.it/archivio/18806-ingegnerianaturalisticatestounituscia\(cornelini\)\(1\).pdf](https://old.ording.roma.it/archivio/18806-ingegnerianaturalisticatestounituscia(cornelini)(1).pdf).
- Cornelini P., Filesi L. (2017), "Lo studio delle serie di vegetazione per ottimizzare la riqualificazione ambientale delle aree calanchive di Civita di Bagnoregio attraverso l'ingegneria naturalistica", *Geologia dell'ambiente*, 1 (suppl.): 29-35.
- European Commission (2015), *Towards an EU research and innovation policy agenda for nature-based solutions & re-naturing cities: Final report of the Horizon 2020 expert group on "Nature-based solutions and re-naturing cities" (full version)*, Publications Office of the European Union.
- Fuakuoka M. (1980), *La rivoluzione del filo di paglia*, Libreria Editrice Fiorentina.
- Gisotti G. (2017), "Si può rallentare il degrado del colle di Civita di Bagnoregio con opere ingegneristiche e biologiche, tenendo conto dei successi e insuccessi del passato?", *Geologia dell'ambiente*, 1 (suppl.): 6-14.
- IUCN (2020), *Global Standard for Nature-based Solutions. A user-friendly framework for the verification, design and scaling up of NbS*, First edition, Gland, Switzerland: IUCN.
- Margottini C. (1988), "Evoluzione morfologica del colle di Civita di Bagnoregio in tempi storici", in Lattanzi F., Polci S. (a cura di), *L'ambiente, la memoria, il progetto. Testimonianze su Civita di Bagnoregio*. Associazione Civita, SugarCo Edizioni, Milano.
- Margottini C. (2017), "Trent'anni di studi geologici, geomorfologici ed applicativi a Civita di Bagnoregio", *Geologia dell'ambiente*, 1 (suppl.): 15-28.
- Mollison B., Holmgren D. (1992), *Permacoltura. Un'agricoltura perenne per gli insediamenti umani*, Libreria Editrice Fiorentina.
- Polci S., Lattanzi F. (1988), *L'ambiente, la memoria, il progetto: testimonianze su Civita di Bagnoregio*, Sugarco, Milano.