

GIANLUIGI PIRRERA E FRANCESCO PAOLO NASELLI



OASI FLUVIALE VALLE DEL MORELLO

Comune di Villarosa

Provincia Regionale di Enna

**“INTERVENTI DI INFRASTRUTTURAZIONE AMBIENTALE
DELLA VALLATA DEL FIUME MORELLO E TRIBUTARI
COMPRESO L’INVASO CREATO DALLA DIGA FERRARA”
Per la salvaguardia del suolo e dell’equilibrio idrogeologico e
finalizzati alla valorizzazione, tutela e fruizione**

INGEGNERIA A BASSO IMPATTO AMBIENTALE



DICEMBRE 2007

INDICE

1. PREMESSE

2. GENERALITA'

2.1.- L'intervento progettuale

2.2.- Il bacino

3. OPERE

3.1. - Prefabbricati e manufatti in legno

3.2. -Impianti

3.3. -Staccionate, recinzione ed arredi in legno

3.4. -Manutenzione straordinaria e ripristino strade bianche e sentieri

3.5. -Tecniche antierosive, di stabilizzazione e di consolidamento

3.6. -Cartellonistica

3.7. -Opere per il Wil Life Management

3.8. -Ecosistemi filtro

4. FUNZIONALITA' SOSTENIBILE DELLE OPERE DI INGEGNERIA NATURALISTICA

5. FUNZIONALITA' TECNICA, NATURALISTICA, ESTETICO PAESAGGISTICA E SOCIO-ECONOMICA RAGGIUNTA A CONCLUSIONE DELLE OPERE

6. INDICE DI FUNZIONALITA' RAGGUAGLIATA DELL'OPERA

7. BIBLIOGRAFIA

Appendice: Caso studio di funzionalità sostenibile delle opere dell'Oasi Fluviale Valle del Morello

1. PREMESSE

“Ingegneria naturalistica”, oggetto del quaderno, è un termine purtroppo abusato da tanti che pensano basti, ad esempio, utilizzare un po’ di legno ma che, invece, non ne conoscono la reale definizione e soprattutto la funzione.

Due sono infatti gli elementi determinanti l’“ingegneria naturalistica”: l’approccio multidisciplinare sin dalla fase progettuale e la multifunzionalità.

Riguardo al primo elemento non è superfluo ricordare che raramente un professionista può aver la pretesa di comprendere a sufficienza i problemi dell’ambiente da potersi arrogare il diritto di esercitare da solo azioni indirizzate a diverse, e contestuali, funzioni progettuali. E’ necessario, quindi, un atto di umiltà e confrontarsi con almeno un altro progettista con origini e formazione differente.

Riguardo al secondo elemento, che diviene naturale se si esercita il primo, il raggiungimento di una multifunzionalità comprenderà quindi, non solo la funzione tecnica (obiettivo principale delle opere tradizionali, “in grigio”), ma anche la funzione naturalistica, quella estetico-paesaggistica e quella socio-economica.

Il presente quaderno, riporta opere di ingegneria naturalistica nel rispetto della definizione e quindi appartenenti ad una disciplina che comprende temi della bioedilizia, della rinaturazione, delle opere di contenimento dell’erosione, di stabilizzazione e consolidamento, della riqualificazione fluviale, della depurazione naturale, del wild life management.

Le opere sono solo quelle realizzate nell’ambito degli “*INTERVENTI DI INFRASTRUTTURAZIONE AMBIENTALE DELLA VALLATA DEL FIUME MORELLO E TRIBUTARI COMPRESO L’INVASO CREATO DALLA DIGA FERRARA*” Per la salvaguardia del suolo e dell’equilibrio idrogeologico e finalizzati alla valorizzazione, tutela e fruizione.

Il titolo del quaderno volutamente fa riferimento al basso impatto ambientale e non all’ingegneria naturalistica, proprio per utilizzare un sinonimo che evidenzi funzioni aggiuntive necessarie per mitigare effetti di impatto comunque presenti quando l’uomo interviene nell’ambiente.

Altro sinonimo possibile di ingegneria naturalistica sarebbe potuto essere “ingegneria sostenibile”, forse più comprensibile ma abusato.

Il quaderno propone quindi un metodo speditivo, derivante dall’analisi multicriteria, che stima la funzione delle opere di ingegneria naturalistica quale sintesi della tecnica, della naturalistica, dell’estetico-paesaggistica e della socio-economica.

Si osserverà che l’analisi della funzione necessita un minimo di esperienza diversa da quella tradizionale ingegneristica e che la stima, effettuata alla conclusione dell’opera, va ripetuta nel tempo perché l’ingegneria naturalistica innesca processi naturali che maturano in un tempo più o meno lungo a seconda della naturalità della tipologia applicata.

Il quaderno è stato realizzato dal Centro RING (Centro Ricerche e Progetti Rinaturazione, Ingegneria Naturalistica ed Ambientale) con i seguenti apporti dei due autori:

*- i testi sono stati curati prevalentemente dal Direttore Tecnico Gianluigi Pirrera, così come la proposizione del metodo di stima della “Funzionalità sostenibile delle opere”
- mentre i disegni, che si aggiungono a quelli di Sandro Di Gangi, e l’editing da Francesco Paolo Naselli.*

Le foto sono di entrambi gli autori, e di Giuseppe Filiberto, Direttore Scientifico.

2. GENERALITA'

2.1. L'INTERVENTO PROGETTUALE

E' derivato dallo sforzo di un team che comprendeva ingegneri, architetti, geologi e naturalisti ed anche la direzione lavori è stata multidisciplinare (ingegneri, architetti, geologi e naturalisti).

La necessità dell'applicazione di tecniche di ingegneria naturalistica nasceva per gli interventi di difesa idrogeologica (riduzione dell'elevato rischio idrogeologico con un notevole interrimento nel lago, come derivante dal calcolo dell'erosione nel bacino), per ridurre gli effetti dell'inquinamento in due valloni che sono stati convertiti in ecosistema filtro, per le infrastrutture di fruizione e per favorire l'ornitofauna e la bractofauna con interventi di wild life management.

L'obiettivo principale del corridoio ecologico non è stato quindi solo quello di salvaguardare la naturalità dell'intera area d'intervento, ma anche di rinaturare l'alveo dei valloni da trasformare come ecosistema filtro, dove il dissesto idrogeologico ha maggiormente denudato il suolo della componente vegetale.

Gli interventi seguono quindi un'unica linea guida, ovvero il ripristino della continuità floristica e la valorizzazione del paesaggio.

Tutte le opere di consolidamento, antierosive e di rinaturalizzazione sono state pertanto realizzate con "interventi a basso impatto ambientale", cioè con "*tecniche di Ingegneria Naturalistica*", sfruttando quindi i materiali lapidei dei siti, legname e piante, o parti di piante, esclusivamente di specie autoctone con prelievi di germoplasma proveniente dal selvatico dell'areale. Tali opere prevedono un miglioramento nel tempo delle proprie funzioni a seguito dello sviluppo delle parti epigee e ipogee delle piante impiegate, con il mascheramento delle componenti artificiali dell'opera.

Uno scrupoloso monitoraggio verificherà l'efficacia nel tempo degli interventi e, soprattutto, la loro eco-compatibilità.

Considerato l'indirizzo della fruizione non è previsto il recupero di tutte le aree di dissesto, per concentrare l'attenzione sul tema ecologico.

Il problema dell'approvvigionamento del materiale vegetale si è risolto con campagne di raccolta del germoplasma (soprattutto talee di tamerici); utilizzo di semi e fiorame per le fasi di semina; e, soprattutto, per alimentare il vivaio di cantiere, che rimane per la successiva manutenzione del territorio e delle opere di stabilizzazione e consolidamento, localizzato in corrispondenza dell'area di accoglienza e ricerca.

2.2. IL BACINO

L'area del bacino del Morello interessata dalle opere ha una quota max, presso Lago Stelo di 675.5 m.s.l.m.. Solo una parte del bacino ricade nel territorio di Villarosa.

I dati pluviometrici usati (banca dati della REGIONE SICILIANA PRESIDENZA - S.T.I.R.- Palermo, serie storica di circa 20 anni, Intervallo temporale: 1983 - 2003, stazione pluviometrica Villarosa) rilevati dagli annali dell'Ufficio Idrografico Regionale della Presidenza della regione Sicilia, validi per la caratterizzazione del bacino del Torrente Morello hanno evidenziato:

- due massimi principale di piovosità in autunno;

- un massimo secondario in primavera;
- un minimo assoluto in estate.

La piovosità media per anno delle aree di pertinenza del Torrente Morello si attesta su valori dell'ordine di **500-600 mm/anno**.

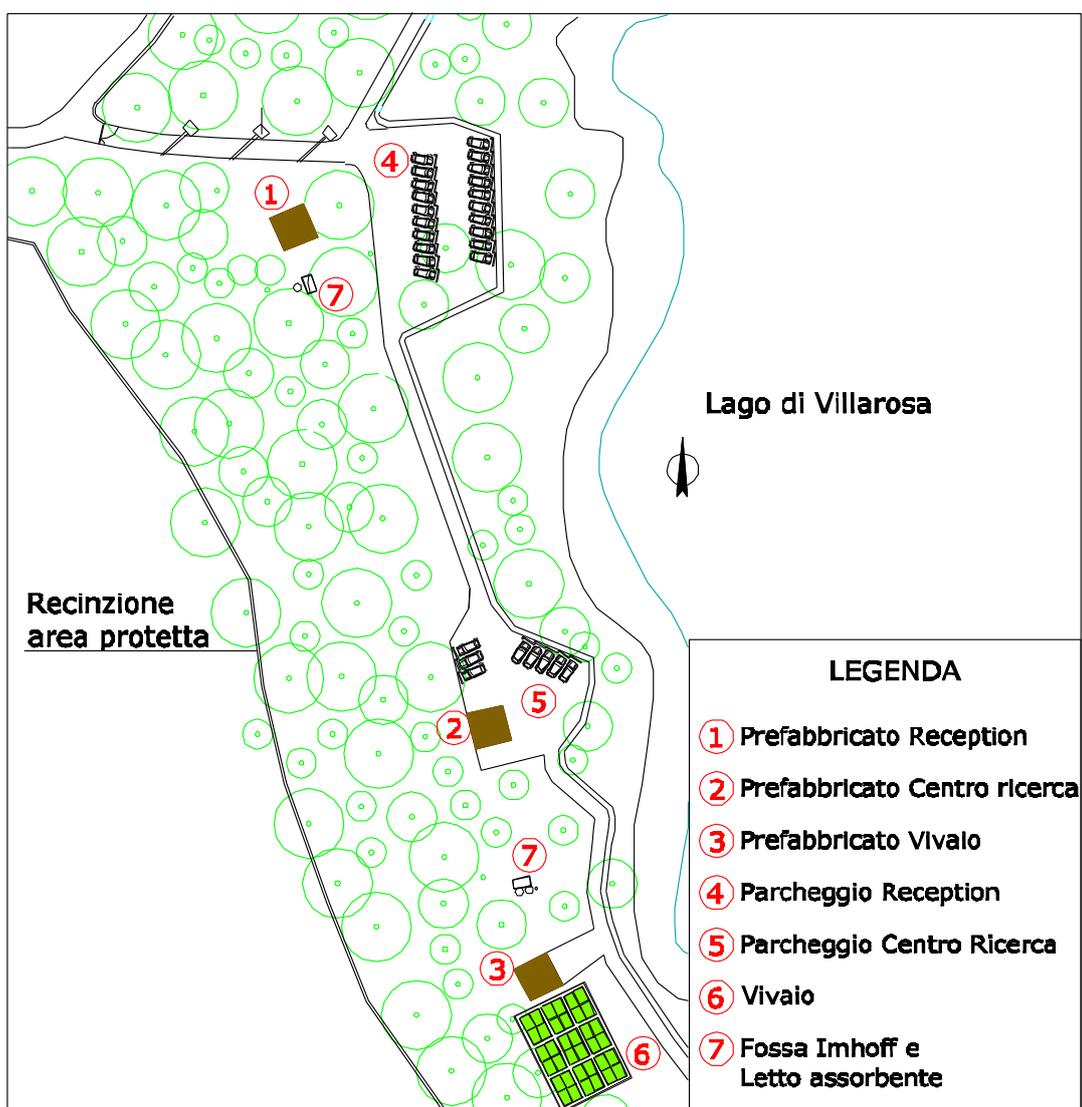


Foto 1- Il bacino del lago visto dallo sbarramento del fiume Morello.
(foto F.P.Naselli)

3. OPERE

3.1. PREFABBRICATI E MANUFATTI IN LEGNO

Alla funzione tipica dei manufatti edili si è cercato di associare l'uso di materiali naturali (legno in particolare), tipico della bioedilizia conquistando quindi una funzione estetico paesaggistica coerente con l'ambito di macchia a bosco in cui sono ubicati i manufatti. Per rafforzare i concetti di bioedilizia, il tetto a falde è stato trasformato in un tetto rinverdito che, non solo diminuisce l'impatto con colori simili a quelli circostanti, ma contribuisce ad attutire l'effetto impermeabilizzante della copertura.



Dis. 1- La planimetria dell'area di fruizione dell'Oasi.



Foto 2- L'area di fruizione nei pressi del parcheggio Reception.
(foto F.P.Naselli)

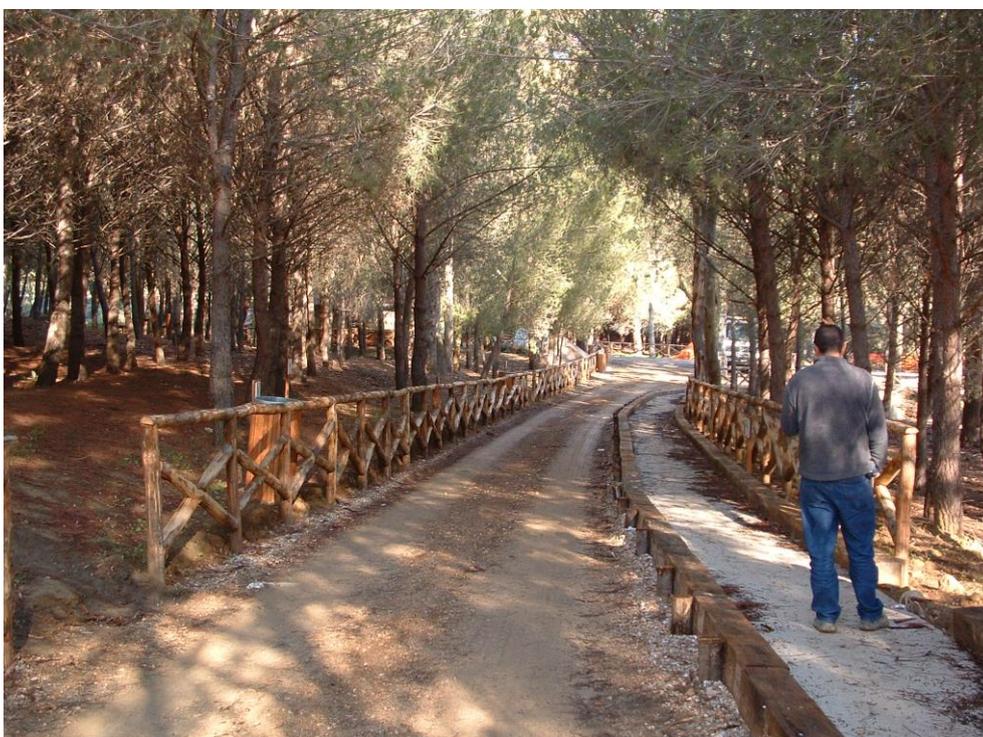
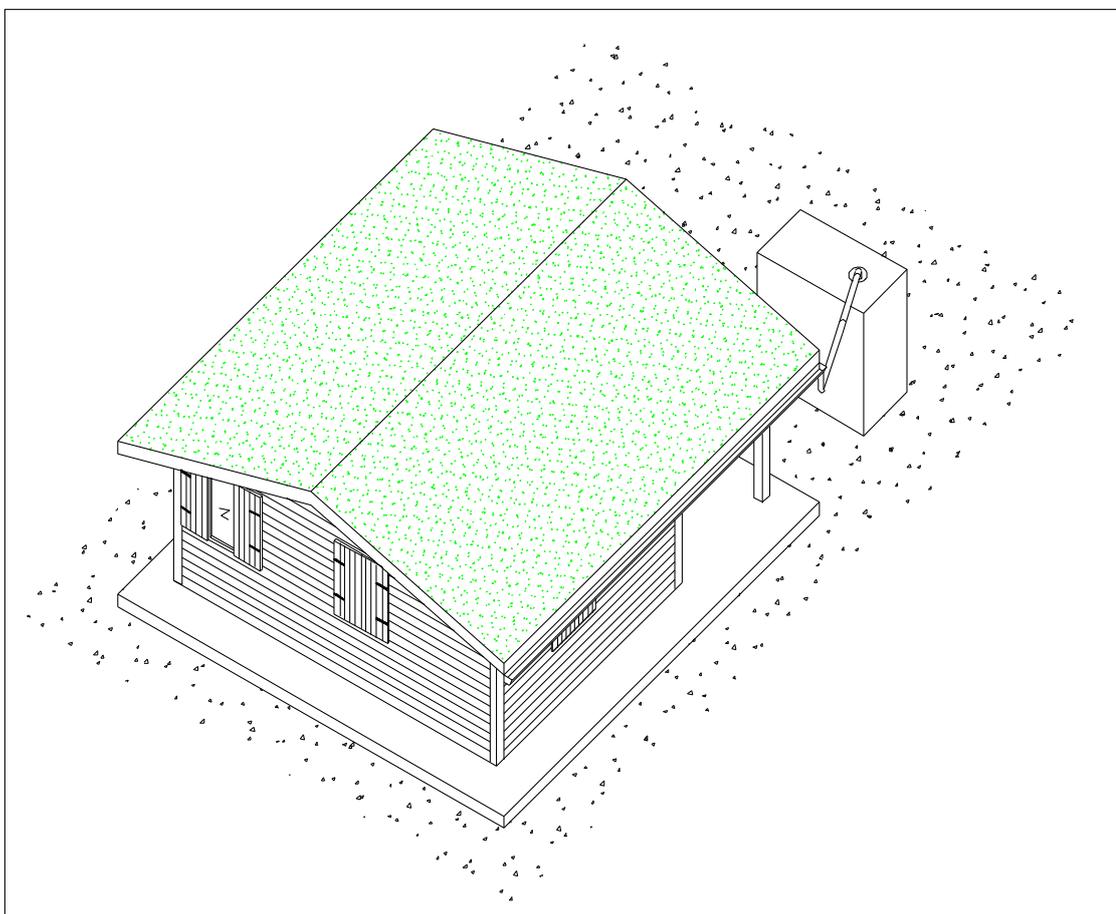


Foto 3- La strada che collega i parcheggi Reception e Centro ricerca.
(foto F.P.Naselli)

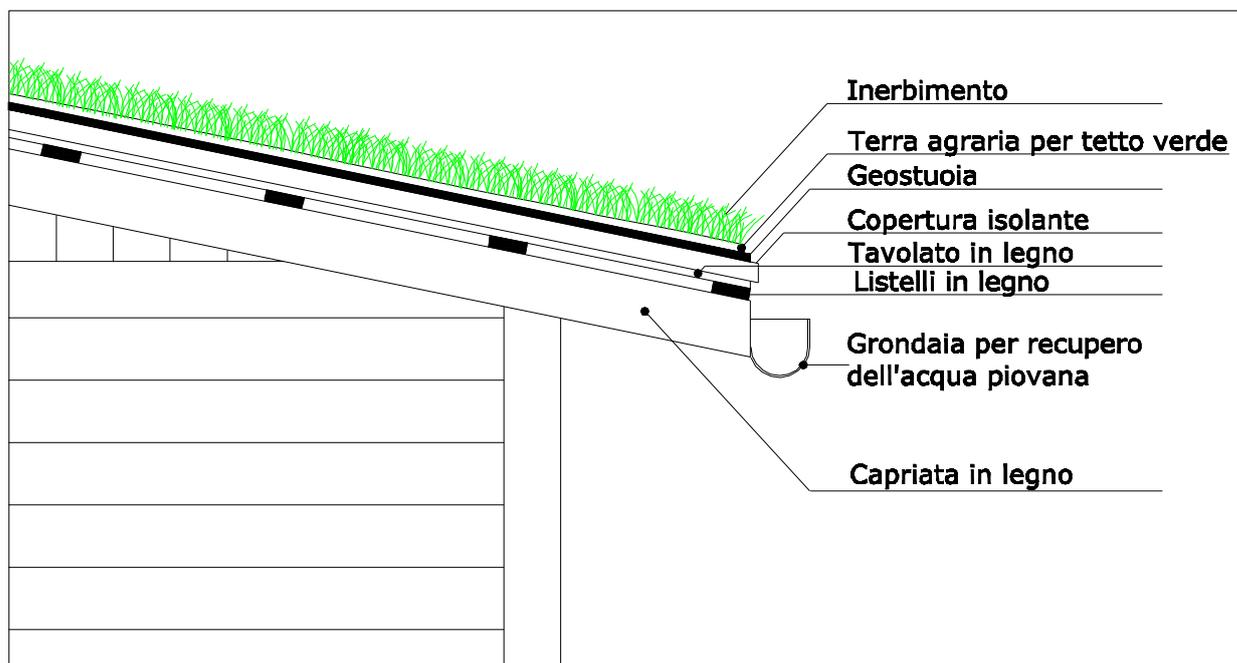
▪ **Fornitura e collocazione di 3 prefabbricati (45 mq. Ca.).**

Nell'area di fruizione dell'Oasi sono state previste una serie di strutture tra le quali tre prefabbricati in legno che serviranno per il funzionamento e la gestione del sito. I prefabbricati sono stati completati sulla copertura con un sistema composto da geostuoia e terra agraria così da costituire un tetto verde. In particolare si hanno:

- N° 1 Uffici Oasi – Reception - Centro visitatori – Foresteria
- N° 1 Centro Ricerche – Foresteria,
- N° 1 Magazzino – Vivaio



Dis. 2- Prefabbricato in legno con tetto verde e recipiente per la raccolta dell'acqua piovana.



Dis. 3- Particolare della copertura con tetto verde dei prefabbricati.



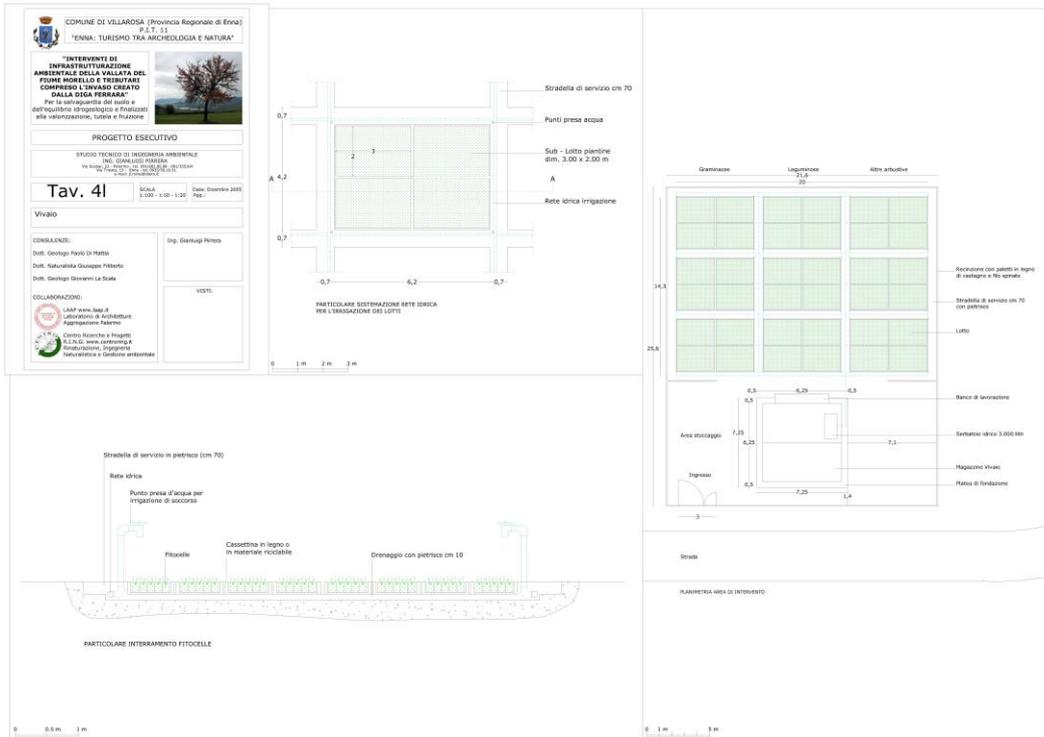
Foto 4- Il prefabbricato in legno della Reception visto dalla strada di accesso.



Foto 5- Il prefabbricato in legno della Reception visto dall'area dei tavoli
(foto F.P.Naselli)



Foto 6- Il prefabbricato in legno del Centro ricerca.
(foto F.P.Naselli)

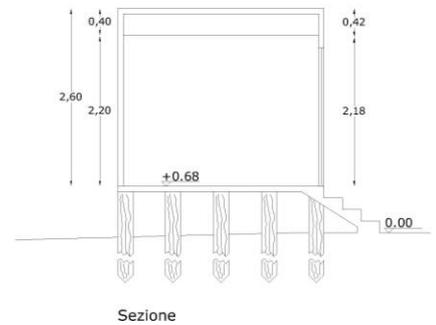
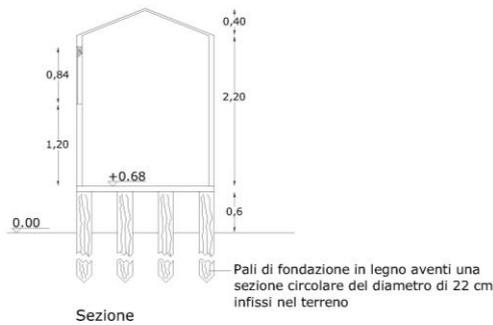
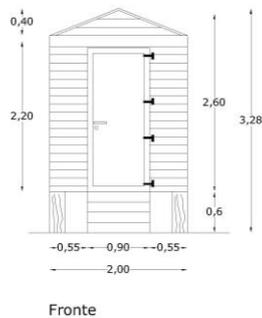
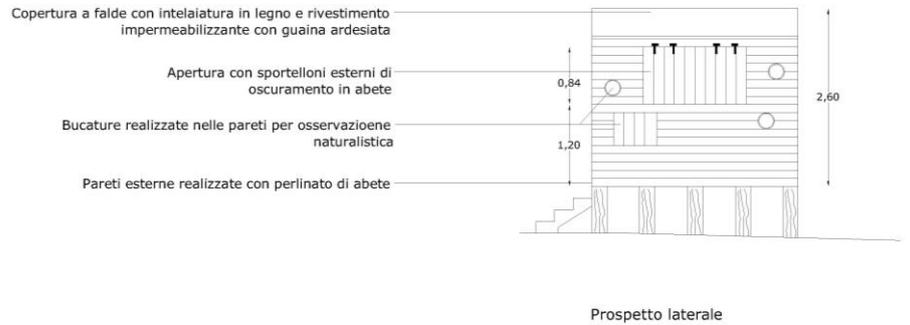
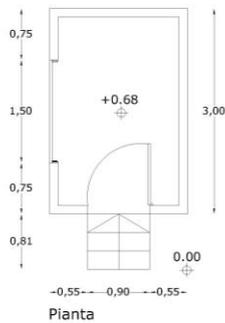


Dis. 4- Vivaio (disegni di progetto).

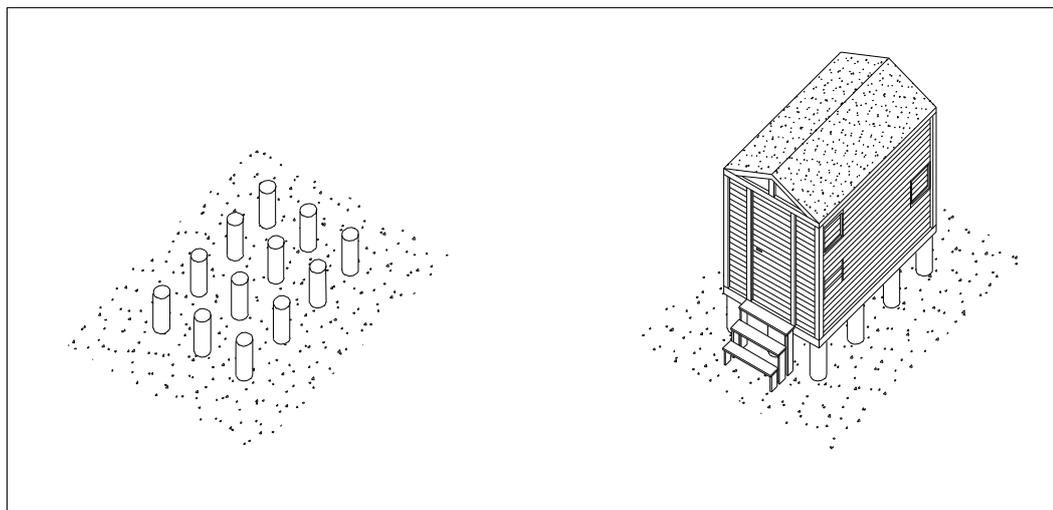


Foto 7- Il vivaio con il prefabbricato in legno.

▪ **Costruzione di n° 4 capanni per il birdwatching fondati su palificata.**



Dis. 5- Capanno in legno per il birdwatching (disegni di progetto).



Dis. 6- Assonometria della palificata (pali ϕ 30) e del capanno per il birdwatching.



Foto 8- Un capanno per il birdwatching dissimulato da cannucciato.



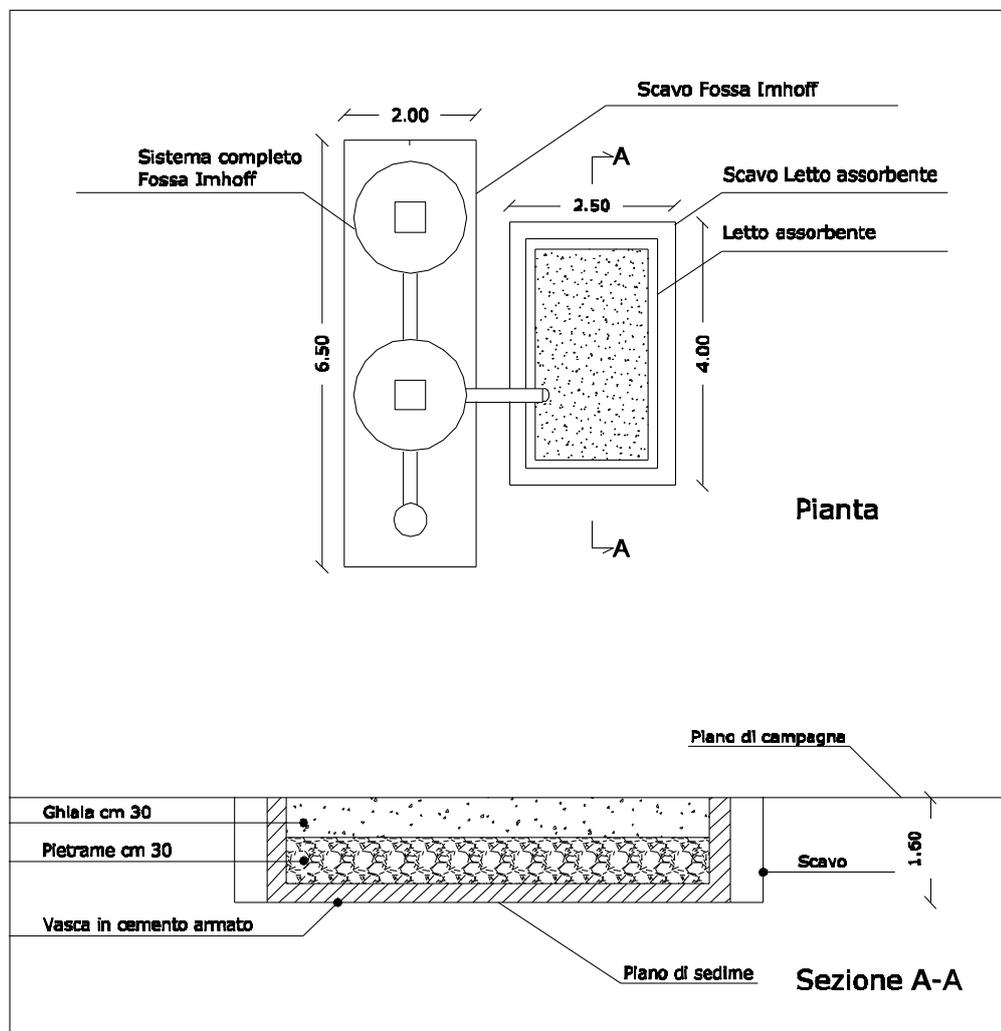
*Foto 9- Capanno per il birdwatching all'arrivo del sentiero per portatori di handicap.
(foto F.P.Naselli)*

3.2. IMPIANTI

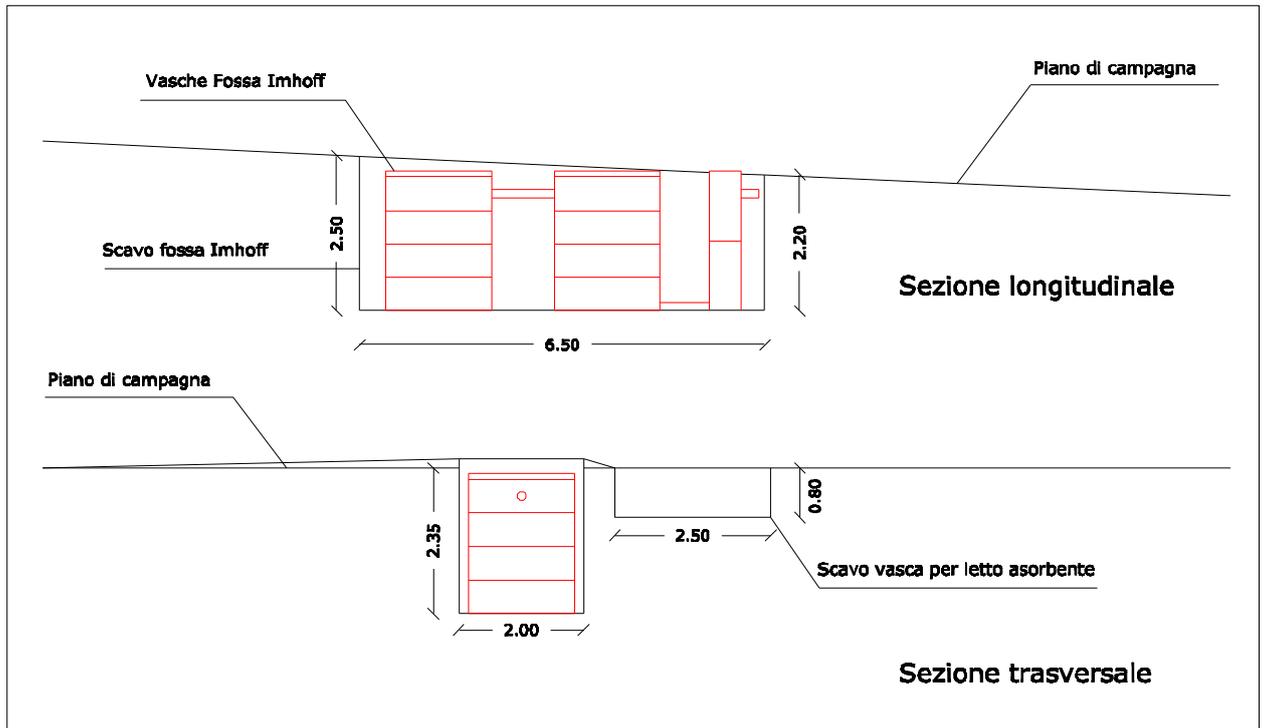
Gli impianti di smaltimento dei reflui sono stati realizzati ad assorbimento, per limitare l'erosione ed utilizzare, laminata nel tempo, la funzione concimante dei reflui mineralizzati.

Per accentuare la funzione bioenergetica si è rinunciato ad un approvvigionamento idraulico dall'acquedotto sfruttando le acque piovane raccolte dal tetto verde. Nella *vision* della Direzione Lavori si sarebbe voluto anche produrre energia tramite fotovoltaico: l'impossibilità burocratica di variare i lavori ha rimandato questo momento ad una seconda fase.

- *Impianti elettrici, sanitari, idrici e fognari, comprensivi di N° 2 Fosse Imhoff e letti assorbenti.*



Dis. 7- L'impianto fognario con Fossa Imhoff e letto assorbente.

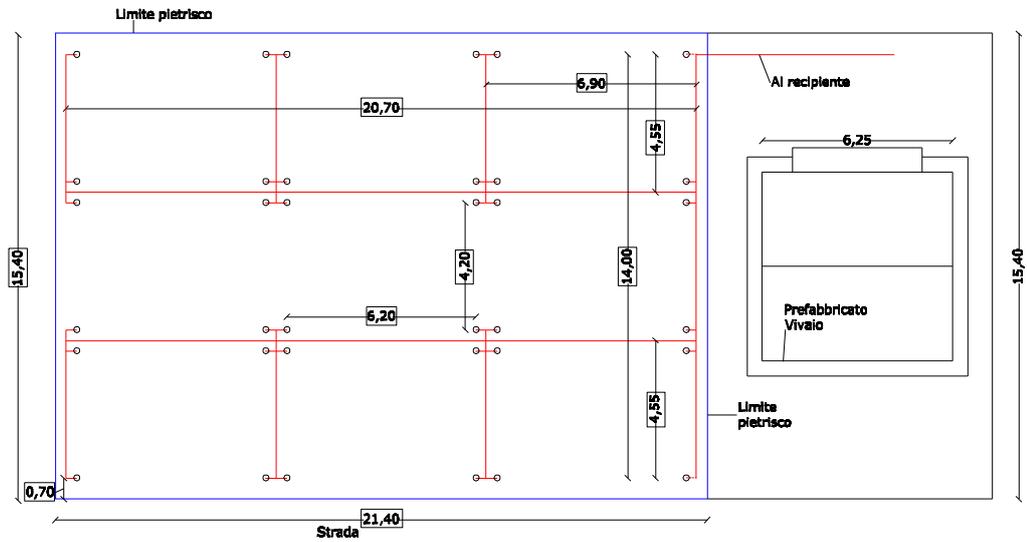


Dis. 8- L'impianto fognario con Fossa Imhoff e letto assorbente (sezioni).



*Foto 10- Il sistema Fossa Imhoff- Letto assorbente nel momento della costruzione.
(foto F.P.Naselli)*

▪ **Impianto irriguo del vivaio.**



Dis. 9- Pianta dell'impianto irriguo del vivaio con approvvigionamento da recipiente.

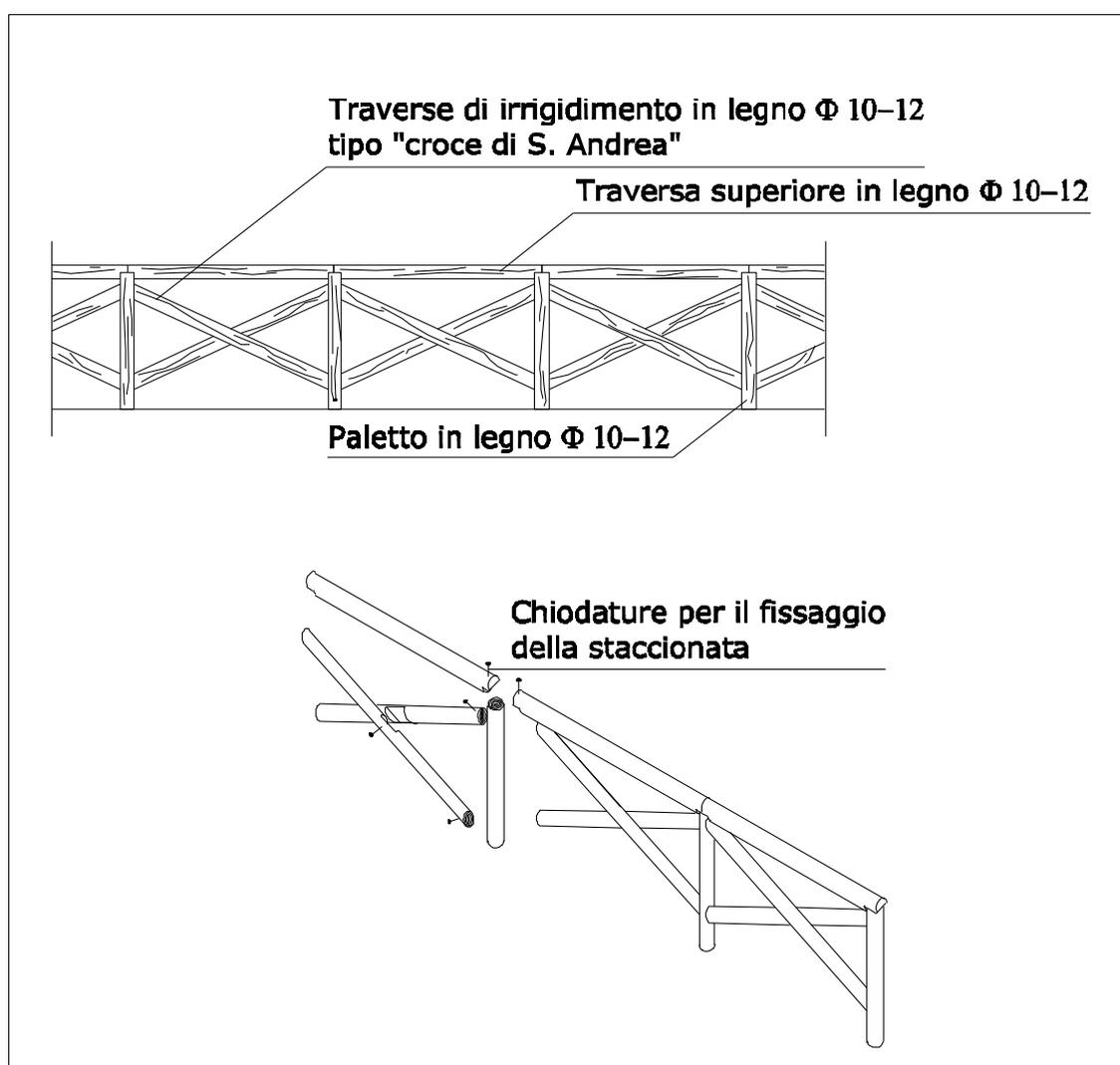


Foto 11- Il vivaio con alcune specie di piante pronte per la messa a dimora.
(foto F.P.Naselli)

3.3. STACCIONATE, RECINZIONE ED ARREDI IN LEGNO

- **Recinzioni e chiudende in legno.**

Le staccionate all'interno dell'area di fruizione, sono state realizzate con paletti in legno infissi nel terreno a una distanza di 1,50 m, collegati tra di loro da due traverse poste tipo "Croce di S. Andrea" e da una traversa superiore orizzontale. Molto importanza è stata data alla realizzazione degli incastri tra i paletti, per una buona tenuta nel futuro del manufatto. Le chiudende invece, sono state utilizzate per recingere l'area delle Fosse Imhoff, e sono state realizzate con paletti in legno e filo spinato.



Dis. 10- Prospetto ed esploso assometrico della recinzione in legno.



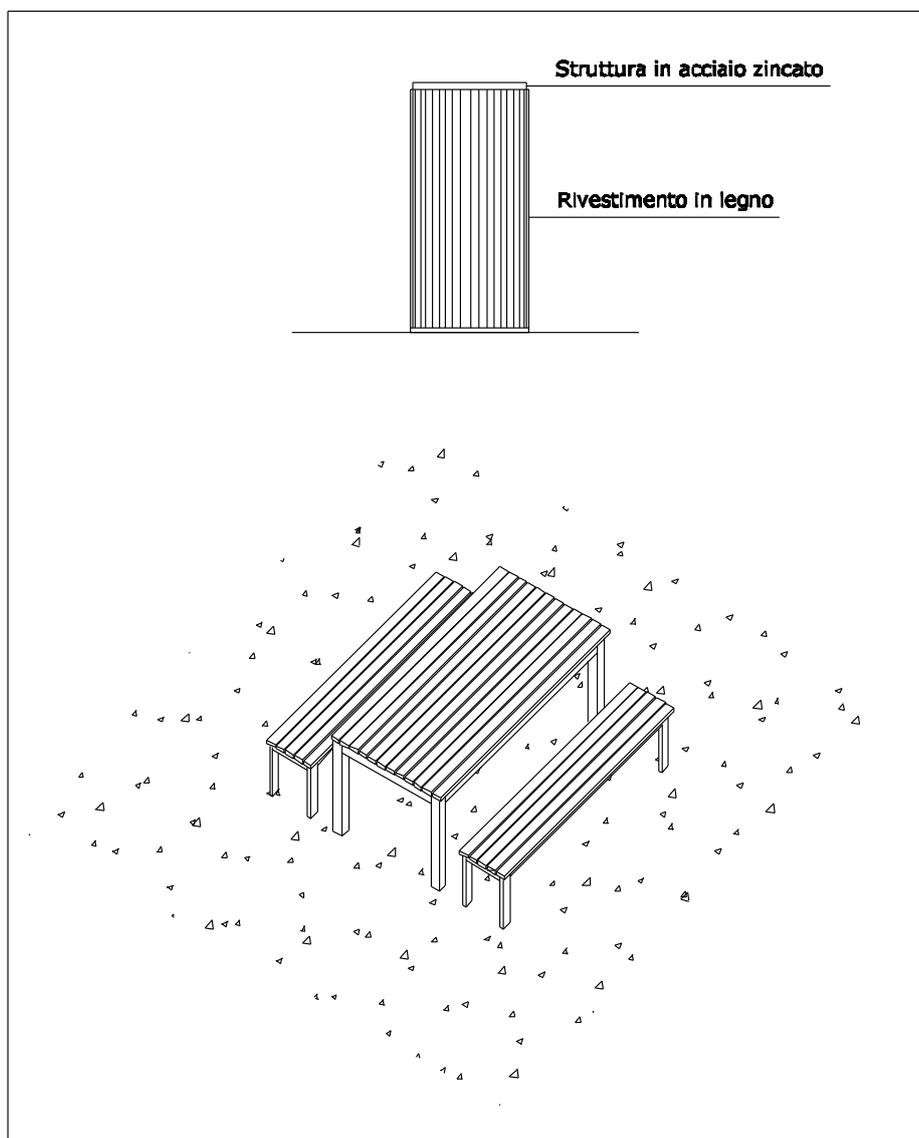
Foto 12- Staccionate a protezione del sentiero dell'area di fruizione.
(foto F.P.Naselli)



Foto 13- Staccionate nei pressi del parcheggio Centro ricerca.
(foto F.P.Naselli)

▪ **Arredi esterni (contenitori per rifiuti, panche, e tavoli in legno).**

All'interno dell'area di fruizione sono stati posizionati molti bidoni portarifiuti per garantire la pulizia del sito. Inoltre, nell'area boscata tra i due parcheggi, sono stati posti dei tavoli in legno con doppia panca, così da permettere ai visitatori dell'Oasi un servizio di accoglienza maggiore.



Dis. 11- Contenitore portarifiuti e tavolo con doppia panca in legno.



Foto 14- L'area attrezzata nei pressi della Reception.
(foto F.P.Naselli)

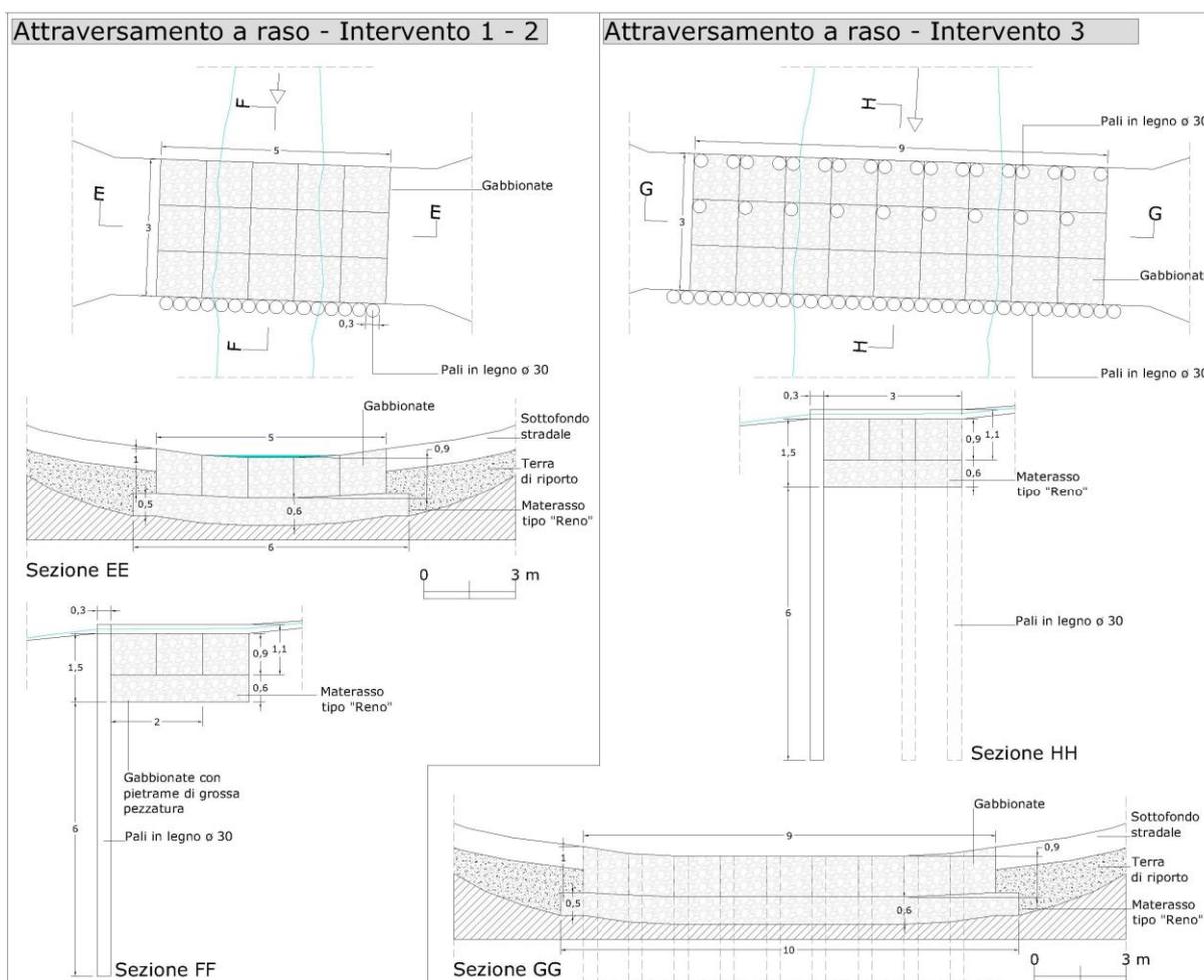


Foto 15- Tavoli e panche in legno con i bidoni portarifiuti.
(foto F.P.Naselli)

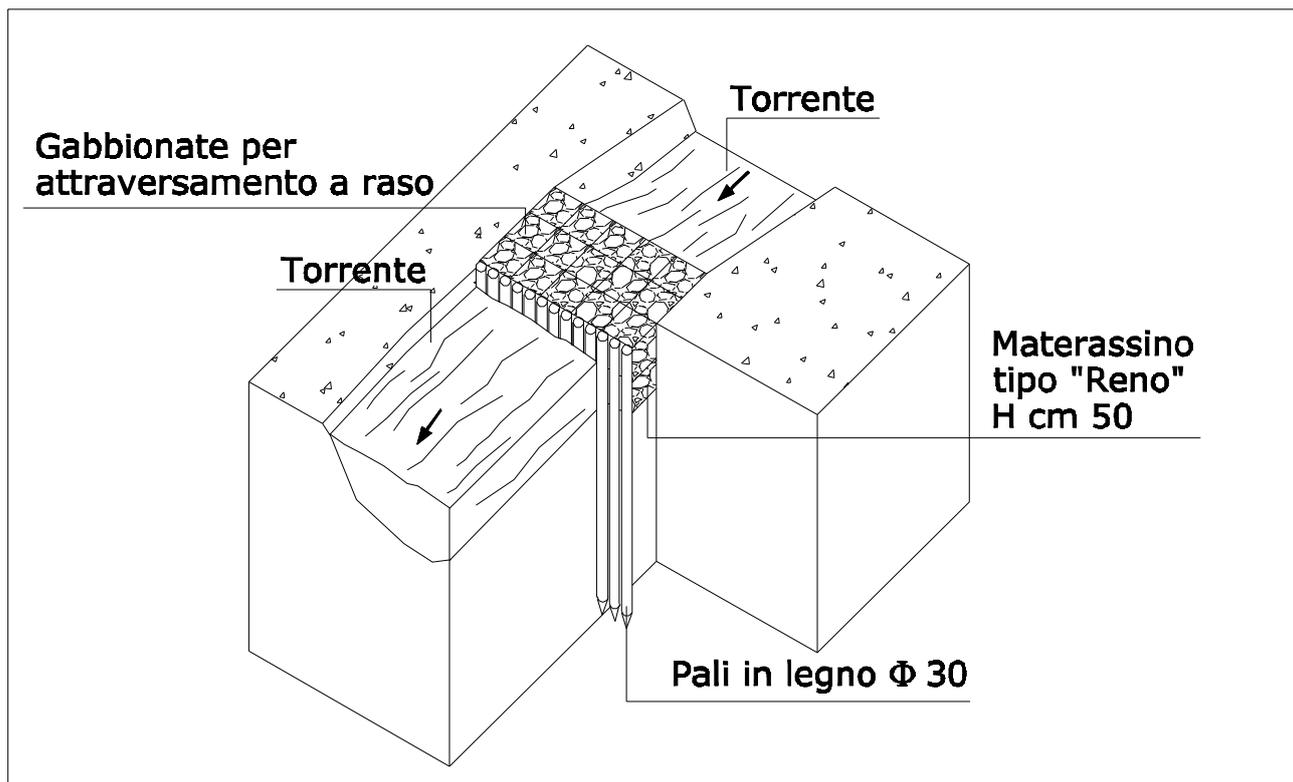
3.4. MANUTENZIONE STRAORDINARIA E RIPRISTINO STRADE BIANCHE E SENTIERI

Il restauro delle vecchie trazzere e della vecchia sentieristica anche per la fruizione di portatori di handicap (in prossimità delle aree servizi) e l'apertura di nuovi sentieri anche per l'accesso al Lago Stelo (sentiero n° 3: Lungolago - Lungofiume, n° 4: Minerario, compreso vecchio tratto a Scartamento ridotto, e bretelle per i punti di particolare interesse), ha compreso la ricerca di funzioni antierosive delle acque trasportate dalle strade ed il beveraggio per piccoli mammiferi ed uccelli in punti prefissati.

- **N° 3 Attraversamenti a raso con gabbioni dei Valloni e Torrente Morello delle n° 2 strade interpoderali esistenti.**



Dis. 12- Attraversamenti a raso (disegni di progetto).



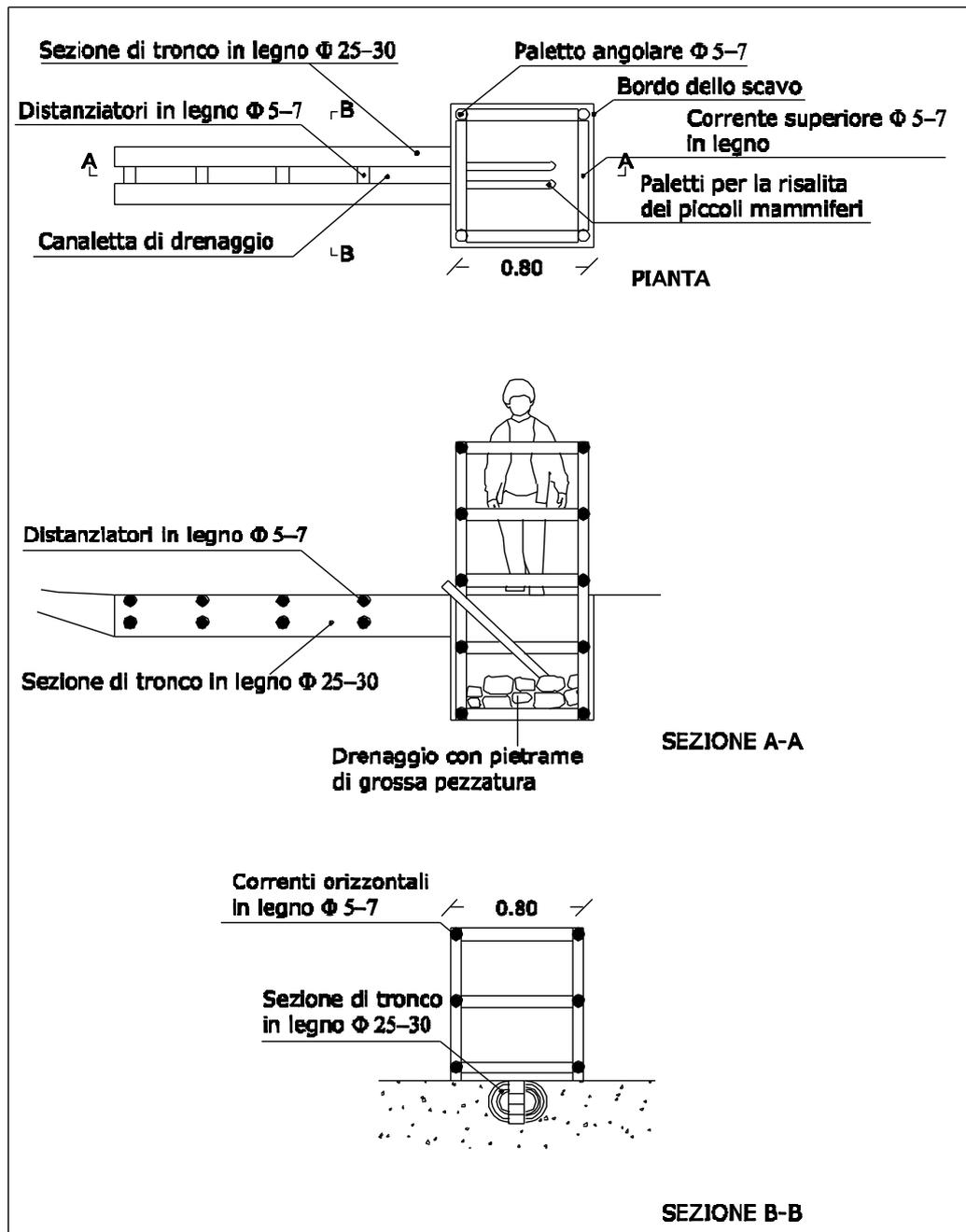
Dis. 13- Attraversamento a raso (spaccato assonometrico).



*Foto 16- Attraversamento a raso sul Torrente Mastrosilvestro.
(foto F.P.Naselli)*

- **Canalette di drenaggio stradali trasversali con pozzetti antierosivi di laminazione ecologici (per il beveraggio degli uccelli e di piccoli mammiferi).**

Lungo le strade bianche e i sentieri sono state poste delle canalette di drenaggio che fanno confluire l'acqua nei pozzetti, che la mantengono per qualche giorno a beneficio dei piccoli mammiferi.



Dis. 14- Canalette di drenaggio e pozzetti di laminazione.

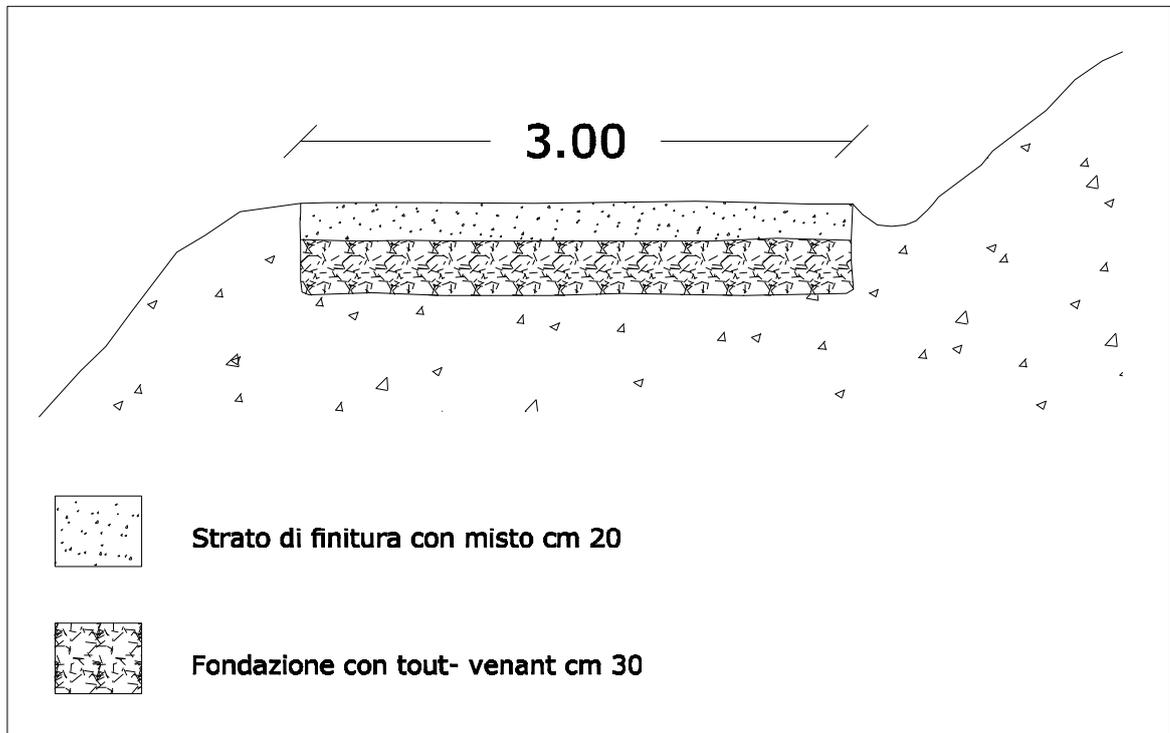


Foto 17- Il sistema canaletta- pozzetto di laminazione su una strada bianca.
(foto F.P.Naselli)



Foto 18- Pozzetto di laminazione pieno d'acqua per il beveraggio di piccoli mammiferi .
(foto F.P.Naselli)

- Sottofondo stradale dei tratti più inclinati per una media di 300 metri in prossimità dei 3 attraversamenti a raso

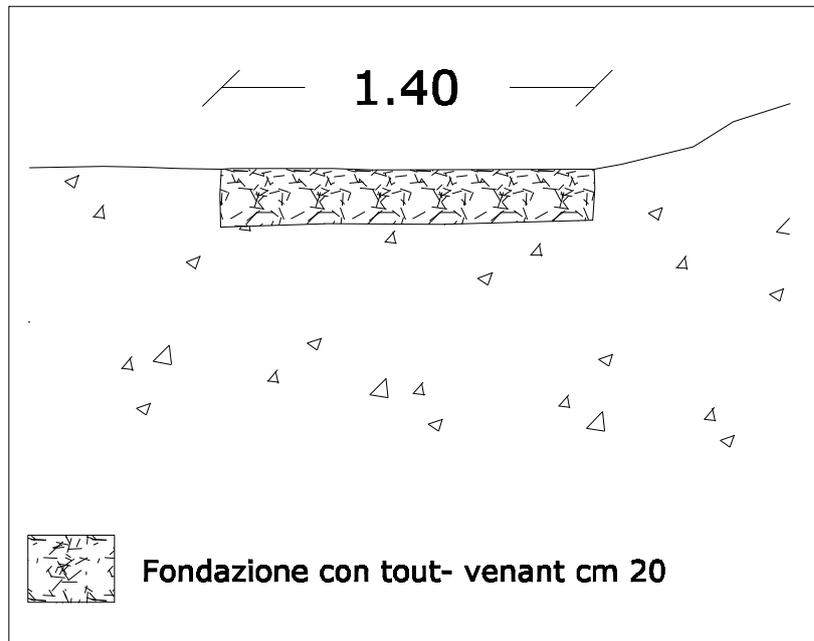


Dis. 15- Sottofondo per la manutenzione delle strade bianche (sezione trasversale).



Foto 19- Strada bianca nei pressi di un attraversamento a raso.
(foto F.P.Naselli)

▪ **Apertura di sentiero/Tracciamento tratti scomparsi**



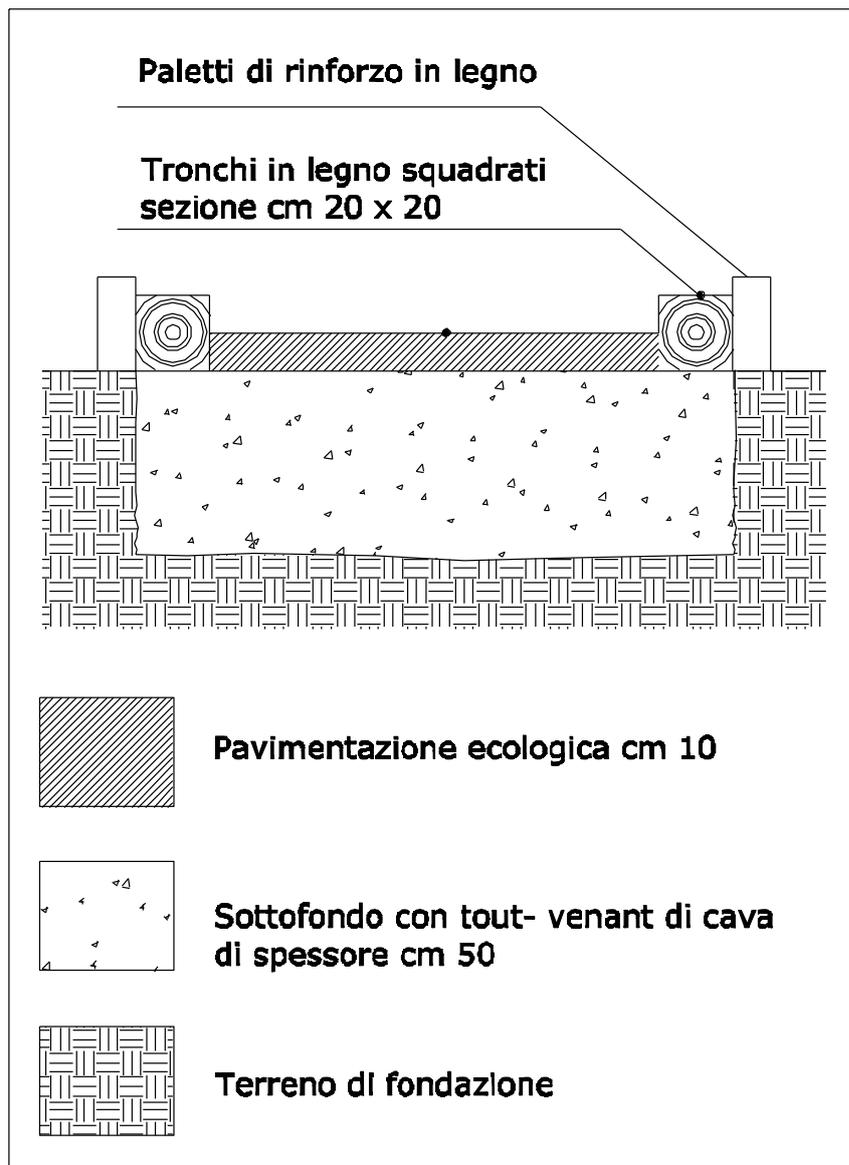
Dis. 16- Sottofondo per l'apertura e la manutenzione dei sentieri (sezione trasversale).



*Foto 20- Nuova apertura di un tratto del sentiero Lago di Villarosa- Villapriolo .
(foto F.P.Naselli)*

- Guide di Armatura del sentiero per portatori di handicap per le aree nei pressi dei prefabbricati.
- Pavimentazione ecologica in prossimità dei prefabbricati e nei tratti per i portatori di handicap.

Nei pressi dell'area di fruizione si è realizzato un sentiero per portatori di handicap di 500 m circa, con pavimentazione ecologica drenante e protezione laterale del percorso con tronchi di legno squadrati.



Dis. 17- Sentiero per portatori di handicap con le guide in tronchi di legno (sezione).



Foto 21- Preparazione del sentiero per portatori di handicap con tout-venant di cava dello spessore di 50 cm .

(foto F.P.Naselli)

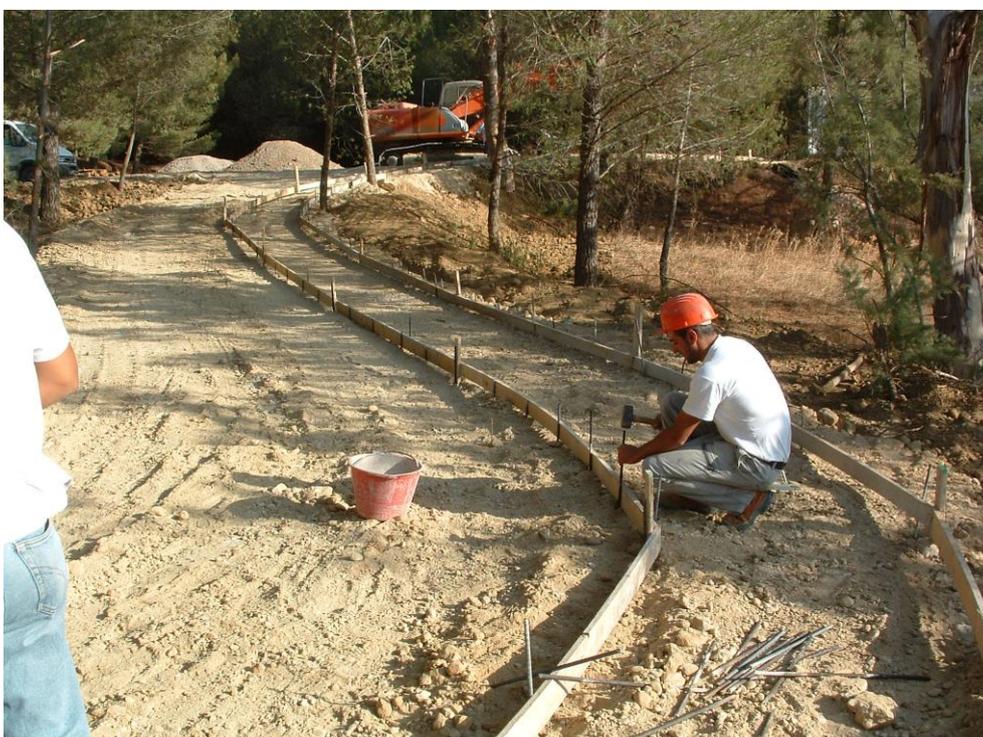


Foto 22- Sistemazione dell'armatura per il getto della pavimentazione ecologica .

(foto F.P.Naselli)



Foto 23- Primo costipamento del getto della pavimentazione ecologica.
(foto F.P.Naselli)



Foto 24- Costipamento del getto con piccolo rullo compressore.
(foto F.P.Naselli)



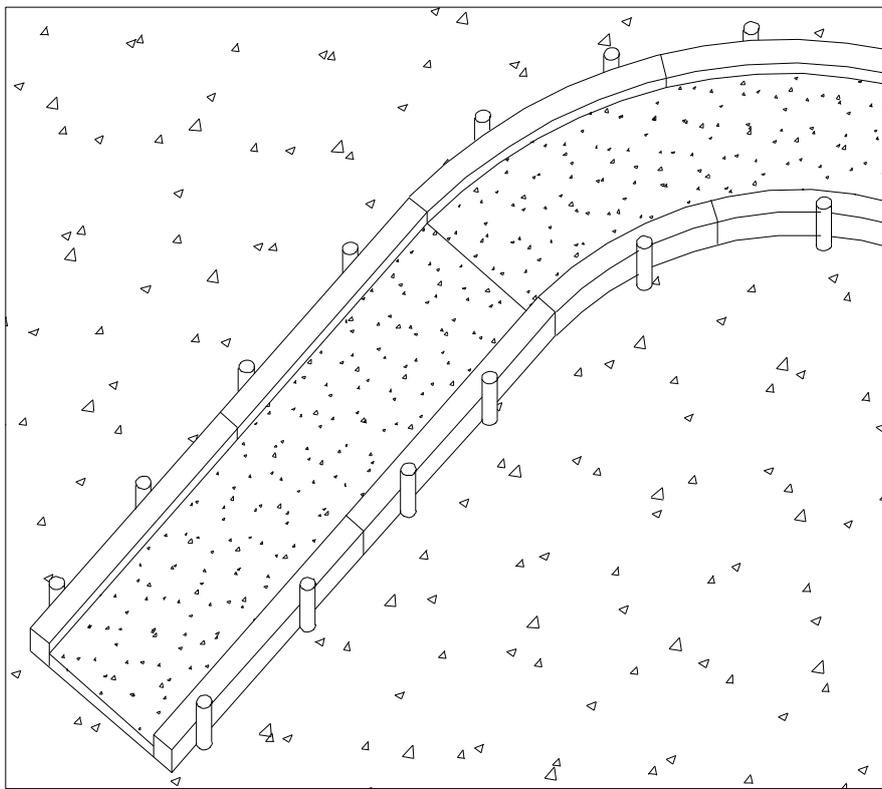
Foto 25- Preparazione dei tronchi squadrati in legno per le guide di armatura del sentiero.

(foto F.P.Naselli)



Foto 26- Posizionamento e fissaggio dei tronchi con paletti in legno e chiodi ai lati della pavimentazione ecologica.

(foto F.P.Naselli)



Dis. 18- Vista assometrica del sentiero per portatori di handicap con le guide in tronchi di legno.



Foto 27- Sentiero per portatori di handicap con pavimentazione ecologica e guide in tronchi di legno nei pressi di un capanno di osservazione.



Foto 28- Sentiero per portatori di handicap con le protezioni laterali nei pressi dei parcheggi.
(foto F.P.Naselli)



Foto 29- Sentiero per portatori di handicap in un tratto in leggera pendenza.
(foto F.P.Naselli)

- **Tout venant per aree da drenare o da fondare.**

Nell'area di fruizione, si sono realizzati due parcheggi e delle strade di servizio che abbisognavano di un sottofondo idoneo per la percorrenza dei veicoli e per il drenaggio dell'acqua meteorica.

Dopo la sistemazione del piano di posa, si è realizzato uno strato drenante di 30 cm di tout- venant di cava, e uno strato di finitura di 20 cm di misto.



Foto 30- Sistemazione dei parcheggi con tout- venant di cava.
(foto F.P.Naselli)

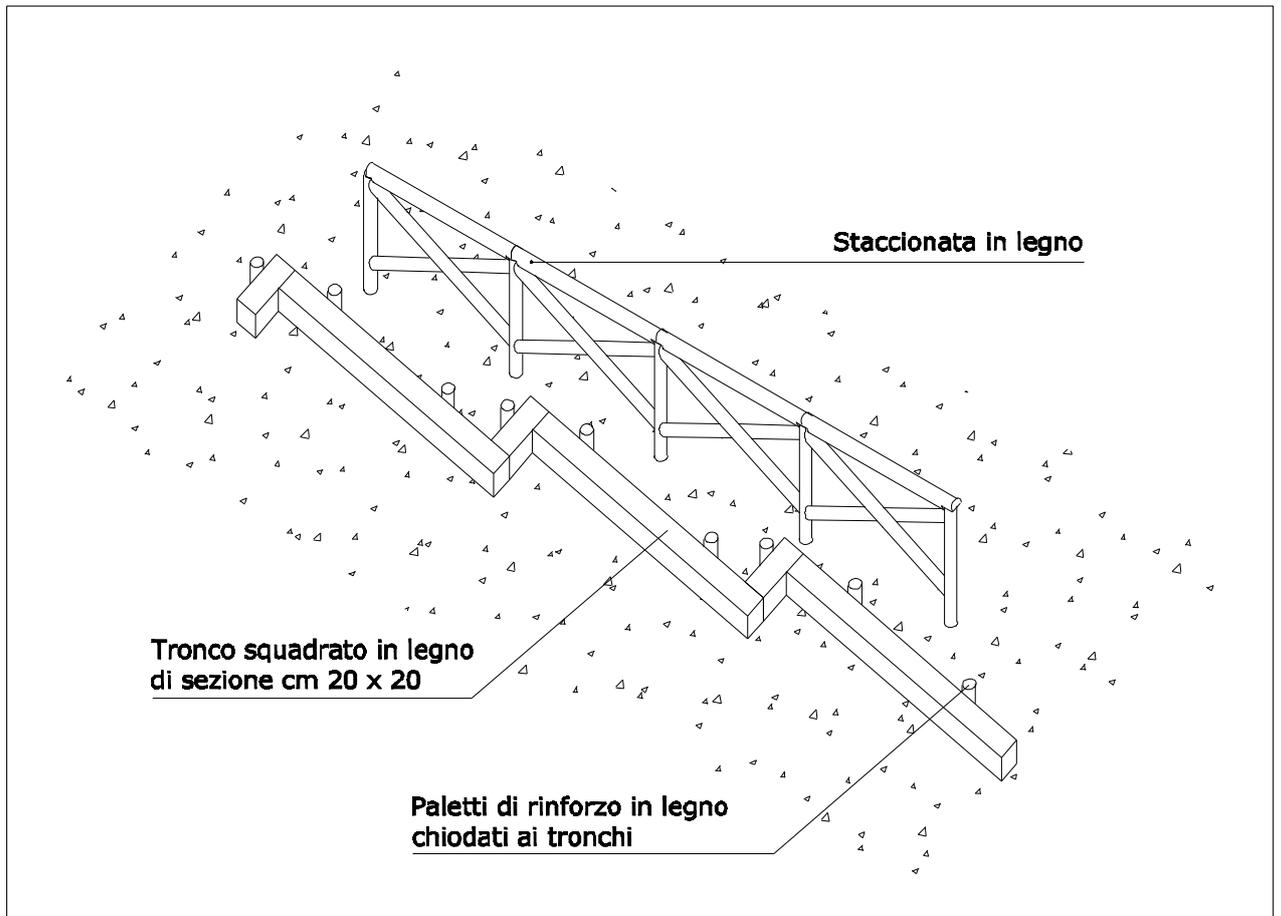
- Viabilità per aree a maggior traffico comprensiva di Fondazione stradale, Canaline trasversali di drenaggio in legno, e cordolo ligneo per la delimitazione dei posti auto.



Foto 31- Cordoli in legno per posti auto nel parcheggio Reception.
(foto F.P.Naselli)



Foto 32- Cordoli in legno per posti auto nel parcheggio Centro ricerca.
(foto F.P.Naselli)

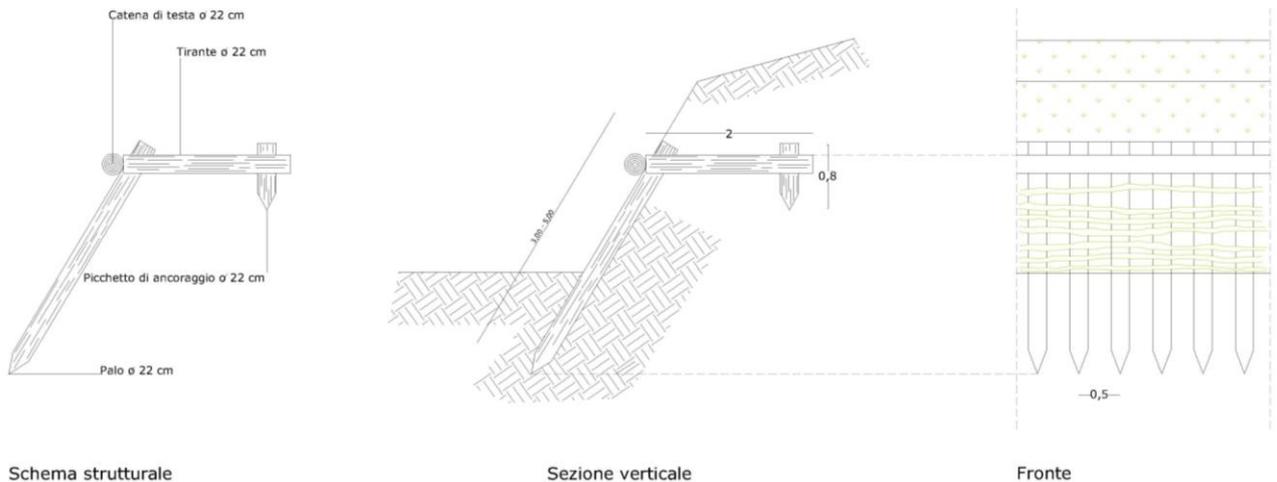


Dis. 19- Vista assonometrica del sistema con cordolo ligneo per la delimitazione dei posti auto nei parcheggi.

3.5. TECNICHE ANTIEROSIVE, DI STABILIZZAZIONE E DI CONSOLIDAMENTO

Gli interventi ingegneristici non sono stati edili, con le cosiddette opere “*in grigio*” realizzate in calcestruzzo, ma hanno utilizzato tecniche di ingegneria naturalistica classificate nelle seguenti categorie di interventi:

- **di “consolidamento spondale” (palificate vive Vallo di Diano, coperture diffusa, ecc.).**



Palificata spondale con graticcio tipo "Vallo di Diano"

Dis. 20- Palificata spondale tipo “Vallo di Diano” (disegni di progetto).



Foto 33- Palificata spondale tipo “Vallo di Diano” sulla riva del lago.
(foto F.P.Naselli)



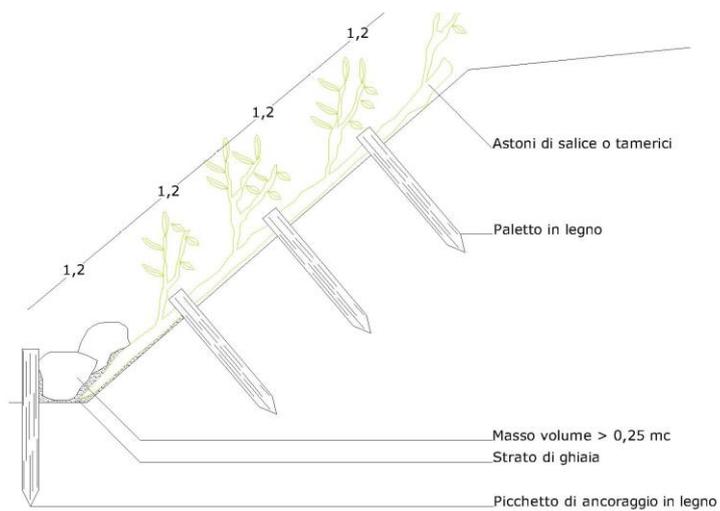
Foto 34- Palificata spondale tipo “Vallo di Diano” sulla riva del lago.
(foto F.P.Naselli)



Foto 35- Palificata spondale tipo “Vallo di Diano” nel suo sviluppo in lunghezza.
(foto F.P.Naselli)



Foto 36- Palificata spondale tipo “Vallo di Diano” nei pressi del vivaio.
 (foto F.P.Naselli)

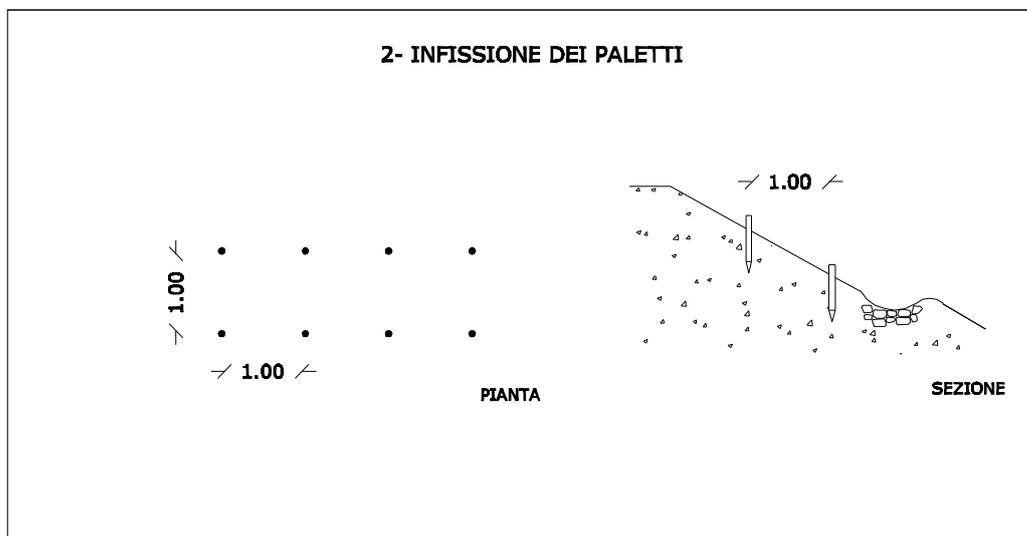


Copertura diffusa con astoni - Sezione verticale

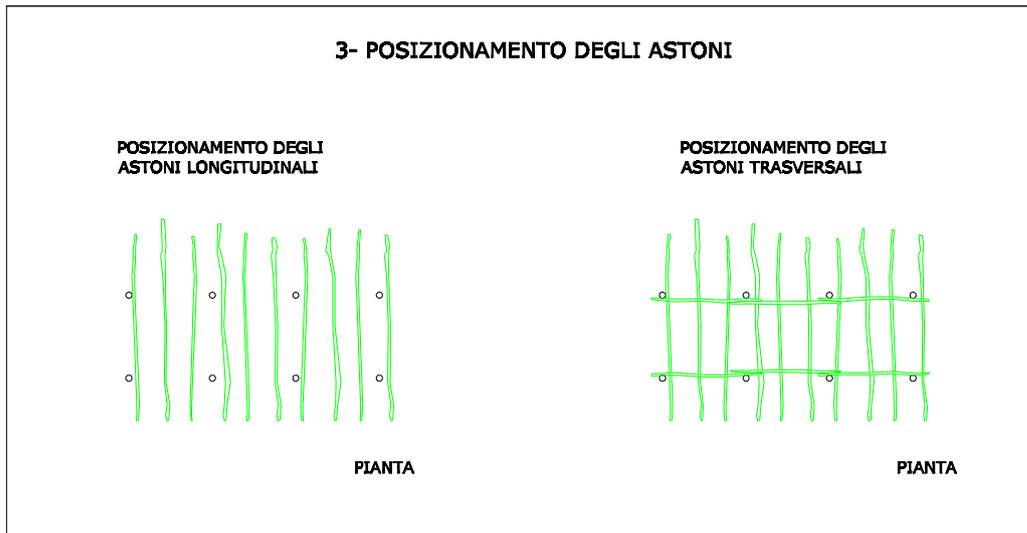
Dis. 21- Copertura diffusa con astoni (disegni di progetto).



**Dis. 22- Copertura diffusa con astoni-
1)-Regolarizzazione delle scarpate.**

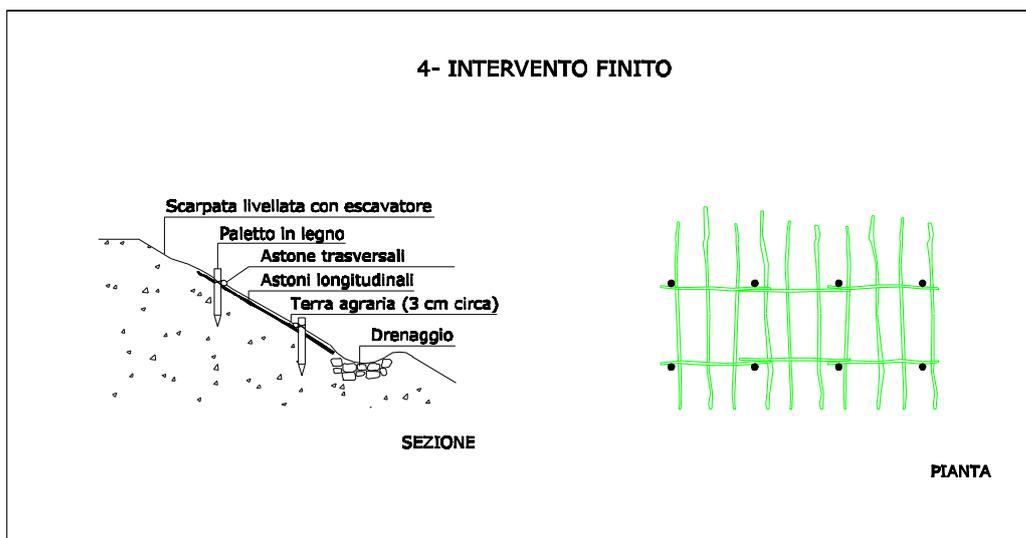


**Dis. 23- Copertura diffusa con astoni-
2)- Infissione dei paletti.**



Dis. 24- Copertura diffusa con astoni-

3)- Posizionamento degli astoni e legatura con fil di ferro ai paletti.



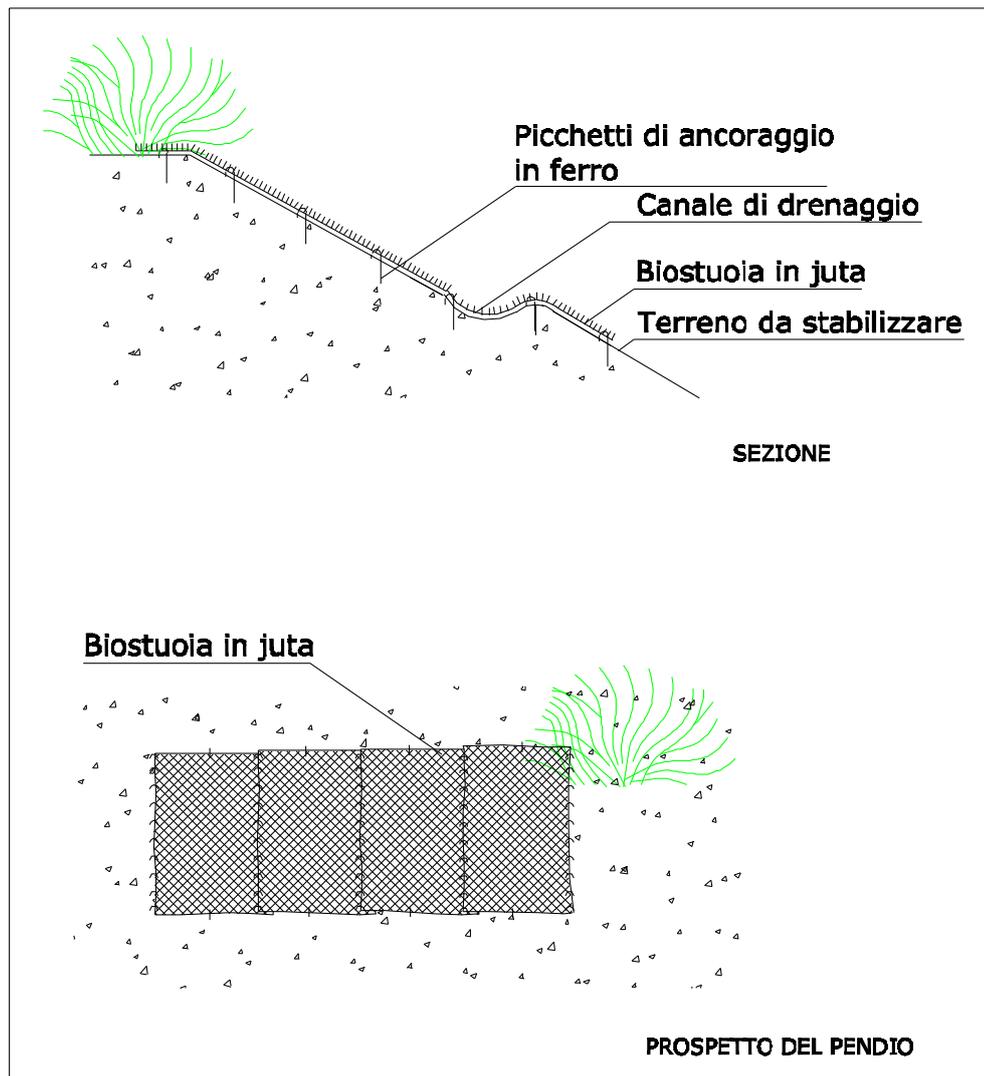
Dis. 25- Copertura diffusa con astoni-

4)- Intervento finito.



Foto 37-38-39- “Copertura diffusa con astoni”: in alto posizionamento degli astoni, al centro e in basso una sistemazione sotto la “Palificata spondale” .
(foto F.P.Naselli)

- di “stabilizzazione” (messa a dimora di arbusti, messa a dimora di talee, messa a dimora di rizomi e di cespi, ecc.).
- di “rivestimento o antierosivi” (semine a spessore e stuoie organiche in juta, etc.).



Dis. 26- Rivestimento antierosivo dei pendii con biostuoia in juta.



Foto 40-41-42- “Rivestimento dei pendii con biostuoia in juta”: in alto e al centro nei pressi del vivaio, in basso sotto un capanno di osservazione.
(foto F.P.Naselli)

Le opere di consolidamento sono consistite nell'utilizzo di legname e/o materiale vegetale autoctono e materiali legnosi prelevati in situ; le opere di stabilizzazione la messa a dimora di talee e arbusti autoctoni, trapianto di rizomi e cespi prelevati nelle aree vicine con stesse caratteristiche botaniche; le opere di rivestimento, infine stuoie organiche integrate con semine, o tecniche esclusive di semine.

Si tratta dunque soprattutto di effettuare il consolidamento superficiale e profondo ed il contemporaneo reinserimento naturalistico delle superfici instabili.

AREE DI DISSESTO

Il criterio generale di intervento è stato quello di privilegiare gli interventi di consolidamento e la messa a dimora, in tali tipologie, di materiale vegetale in corrispondenza delle aree di fruizione.

Ulteriori interventi di stabilizzazione verranno rinviati ad una fase successiva; in particolare le messe a dimora di arbusti ed alberi, in modo massivo, saranno valutate solo in un secondo momento quando l'inerbimento delle aree nude e l'attecchimento da cespi sarà garantito.

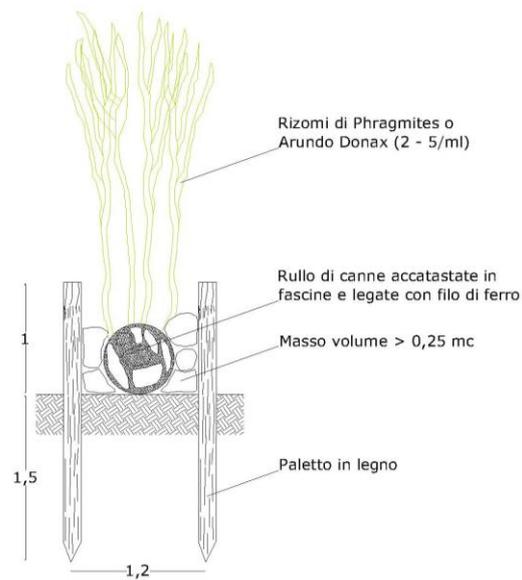
Per la natura del terreno si osservano, infatti, facilmente alcune forme di dissesto, imputabili a fenomeni di dilavamento, fenomeni calanchivi, perdita del manto vegetativo superficiale. Tali aree sono caratterizzate da una assenza pressochè totale di suolo organico. La notevole perdita di suolo, è stata stimata sino a 300 t/Ha x anno nel bacino, attraverso l'applicazione dell'equazione di perdita universale di suolo (modello USLE). Esso ha permesso di valutare l'effetto comparativo dell'efficacia degli interventi di inerbimento (rivestimento con stuoia in juta, semina a spaglio ed idrosemina), per tre aree di studio con caratteristiche morfometriche differenti a parità di esposizione e piovosità.

Le opere di rinaturazione ed Ingegneria naturalistica hanno riguardato:

- **Interventi sul soprassuolo vegetale: ripristino della originaria copertura vegetale ed integrazione di specie autoctone ripariali con funzione antierosiva mediante semine a spaglio, idrosemine, stuoie organiche, messe a dimora di cespi, rizomi di piante autoctone, nelle aree pilota segnalati dallo studio sulla perdita di suolo.**
- **Realizzazione di repellenti vivi per la creazione di aree di ristagno nei periodi di magra, a beneficio della bracofoauna.**

All'interno della zona del bacino lacuale oggi asciutta, sono stati realizzati dei repellenti per la creazione di aree di ristagno dopo l'abbassamento del livello.

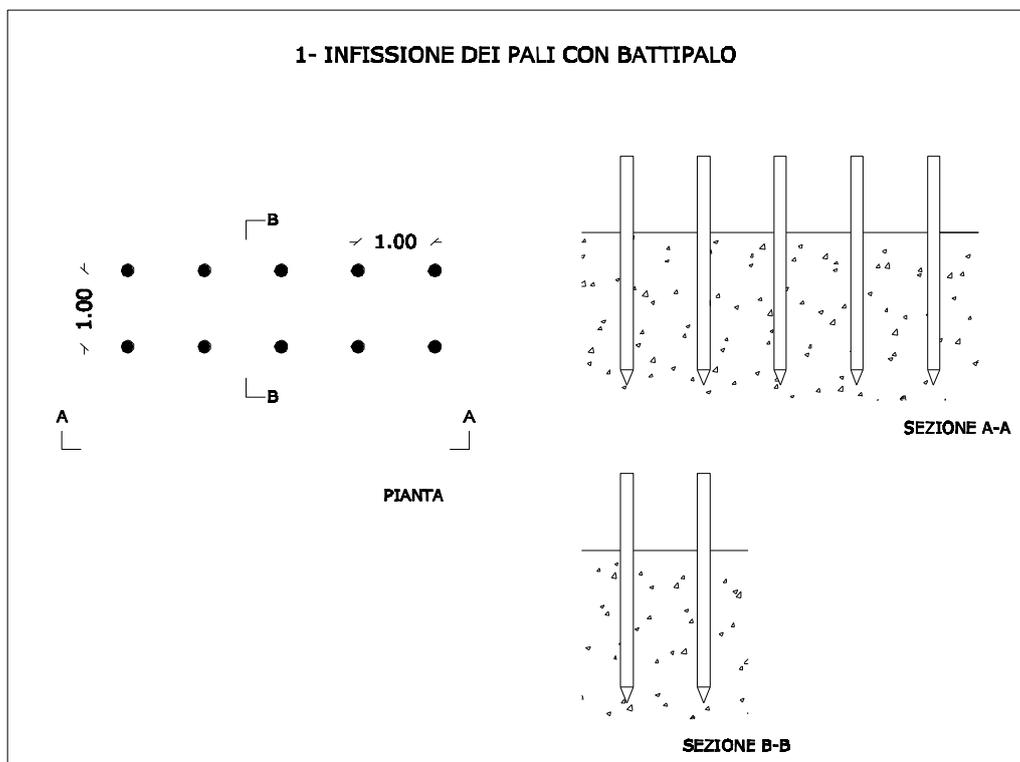
L'intervento è consistito nel posizionamento di una doppia fila di pali in legno ai quali vengono legati fascine di canne e tamerici; l'interno viene riempito da terra agraria, che ricoprirà poi tutto il manufatto. Alla fine verranno messe a dimora delle talee, che crescendo completeranno questa sorta di sbarramento naturale.



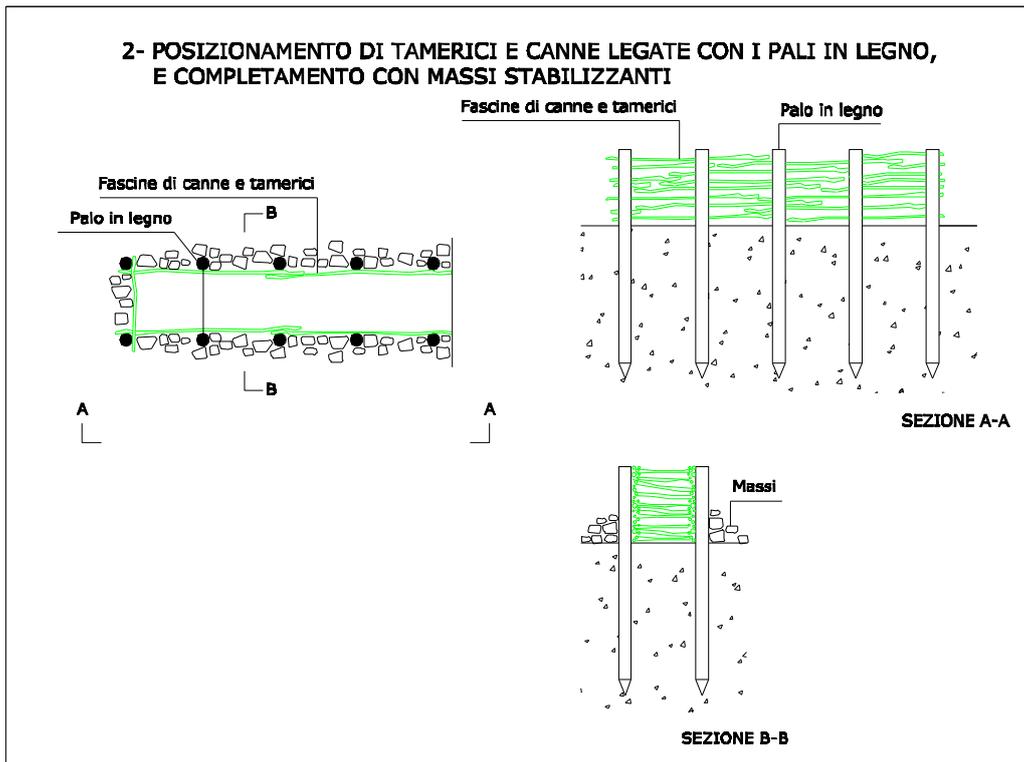
"Pennello per aree di ristagno" - Sezione verticale



Dis. 27- Repellente vivo per aree di ristagno (disegni di progetto)

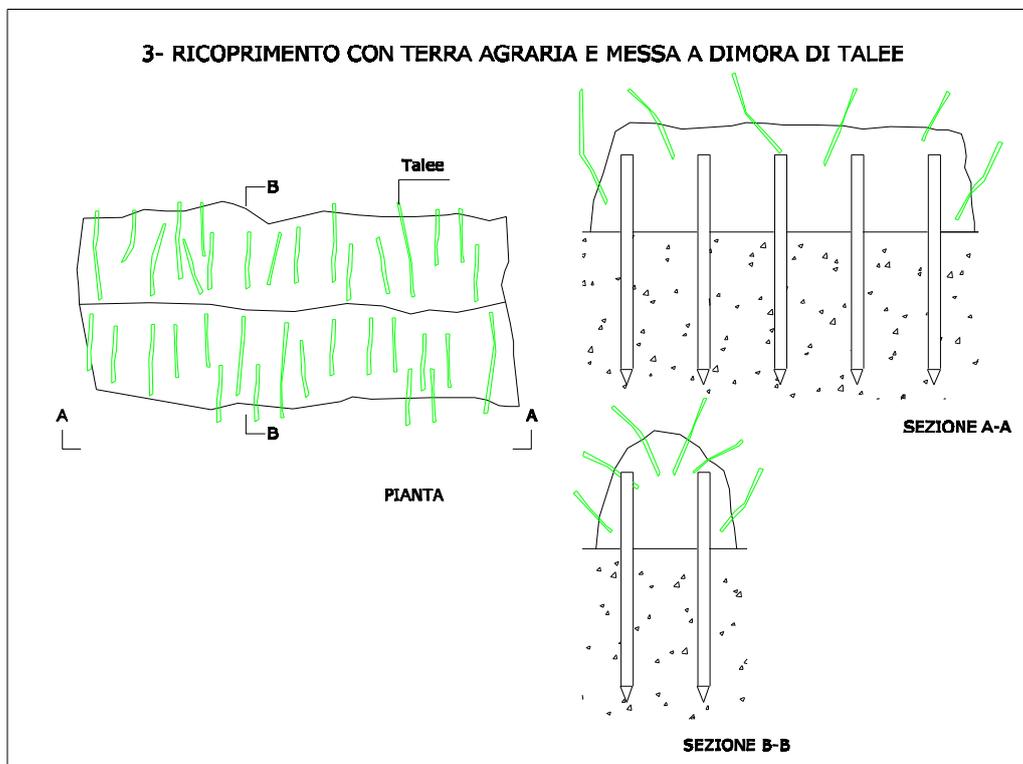


Dis. 28- Repellente vivo per aree di ristagno-
1)- Infissione dei pali in legno con battipalo .



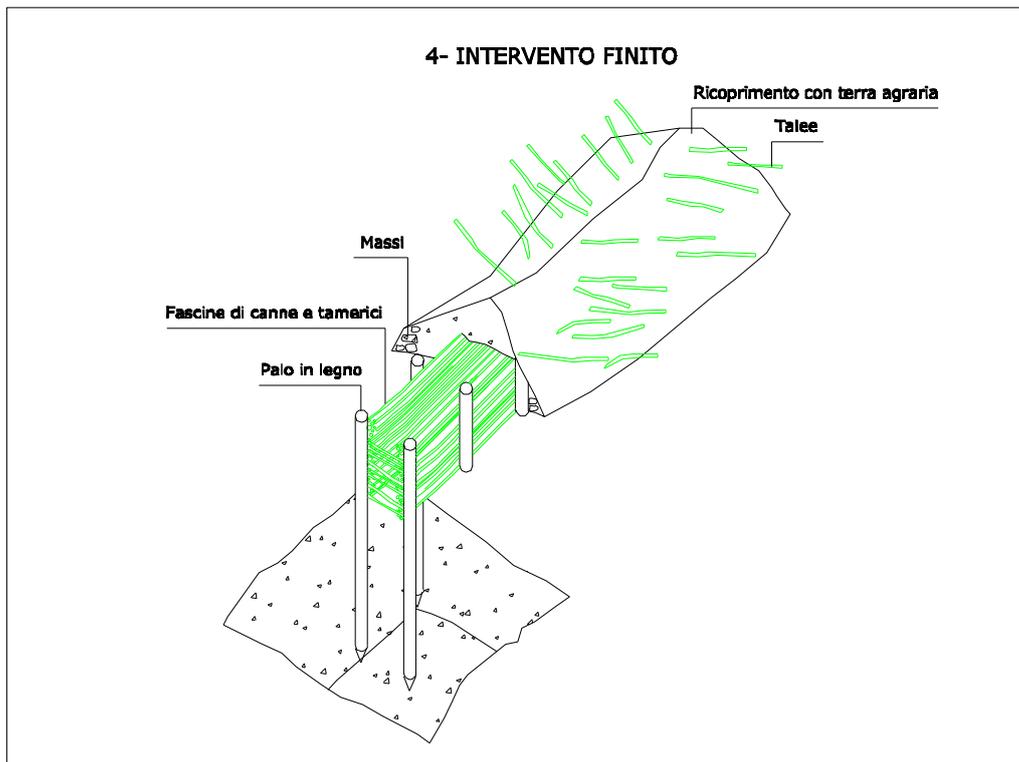
Dis. 29- Repellente vivo per aree di ristagno-

2)- Posizionamento di fascine di canne e tamerici legati con i pali in legno.



Dis. 30- Repellente vivo per aree di ristagno-

3)- Ricoprimento con terra agraria e messa a dimora di talee.



**Dis. 31- Repellente vivo per aree di ristagno-
4)- Spaccato assometrico dell'intervento finito.**



Foto 43- “Repellente vivo per aree di ristagno”, sistemazione di fascine di canne e tamerici da legare con fil di ferro ai pali.
(foto F.P.Naselli)



Foto 44-45- “Repellente vivo per aree di ristagno”, vista della sistemazione di fascine di canne e tamerici e di terra agraria, che alla fine ricoprirà tutto il repellente.
(foto F.P.Naselli)

- *Messe a dimora di arbusti ed alberi*



Foto 46- Arbusti di tamerici e giunchi nei pressi di un attraversamento a raso.

3.6. CARTELLONISTICA

Il posizionamento della cartellonistica ha riguardato tutta l'area dell'Oasi, e la si può classificare in “particolareggiata di parcheggio”, “esplicativa dell'area”, “di indicazione direzionale”, “di divieto”, “di indicazione distanza”, “cartelli didattici”, “descrittivi dell'area”, “cartellini floro-faunistici”, etc..

I cartelli sono stati realizzati in metallo, con l'eccezione dei cartelli floro- faunistici per singola specie che sono in fotoceramica.



Foto 47-48- Cartelli in metallo nei pressi dell'area di fruizione.
(foto F.P.Naselli)

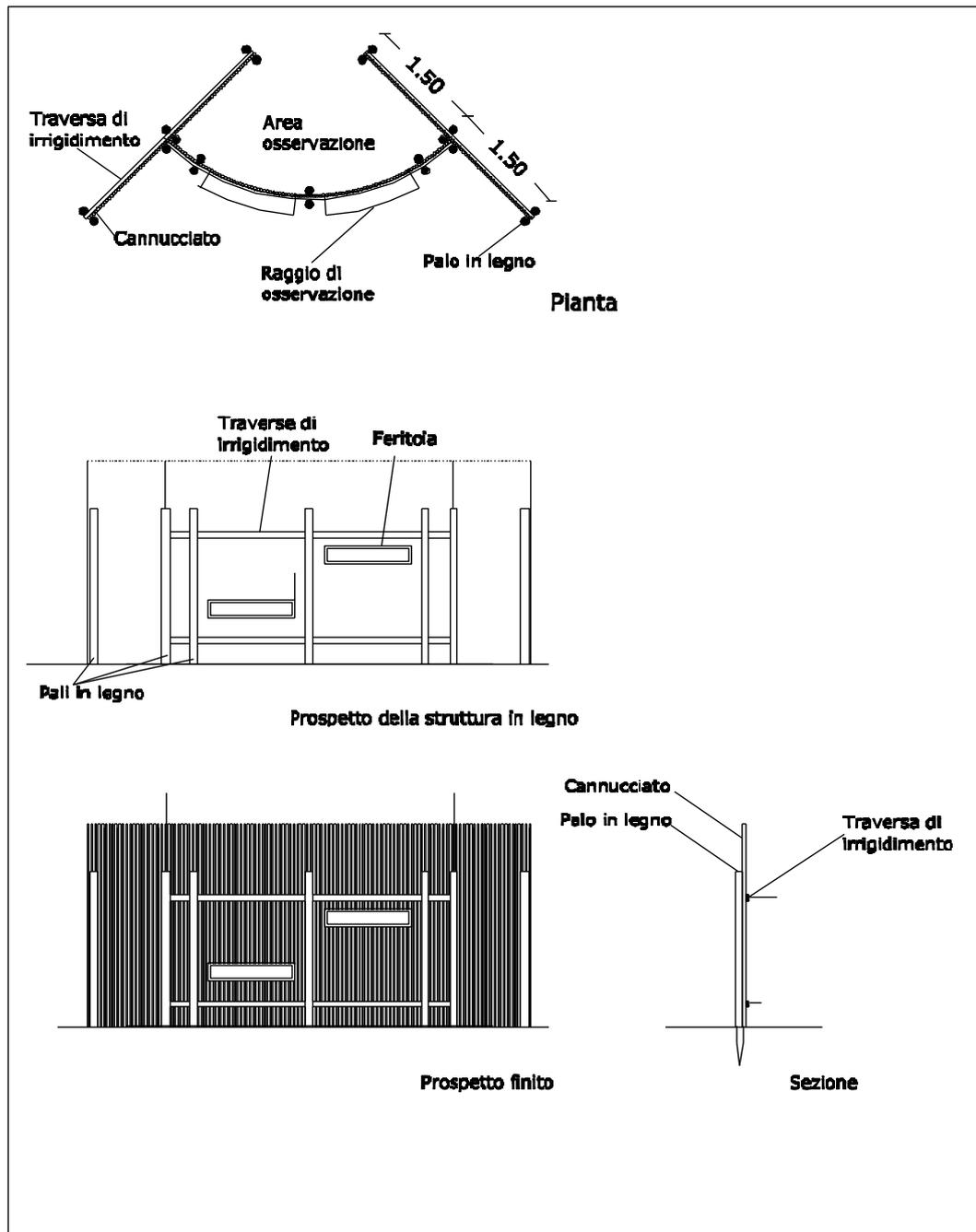


Foto 49-50- Cartelli in fotoceramica su supporto in legno, con l'indicazione delle singole specie animali e vegetali.
(foto F.P.Naselli)

3.7. OPERE PER IL WILD LIFE MANAGEMENT

Questo tipo di opere (Cannucciati, nidi, zattere, pali per l'ornitofauna, etc..) hanno una funzione naturalistica predominante: soprattutto faunistica.

- *Dissimulazione dei sentieri lacuali di osservazione con cannucciati per proteggere la tranquillità delle specie ornitologiche dalla vista del birdwatcher.*



Dis. 32- Capanno in cannucciato per il birdwatching (Pianta, prospetto e sezione).

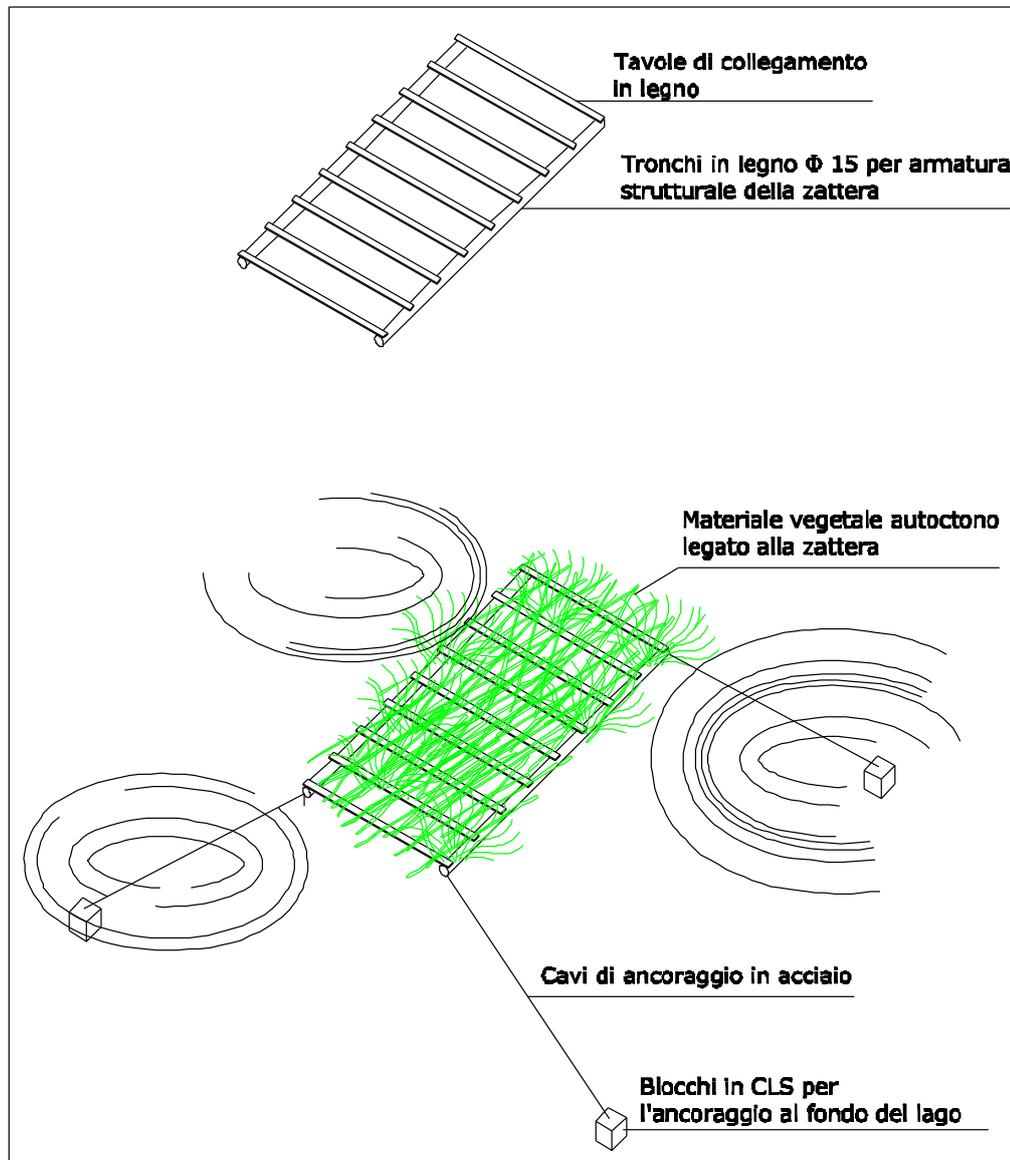


Foto 51- Cannucciato di dissimulazione per un capanno in legno.

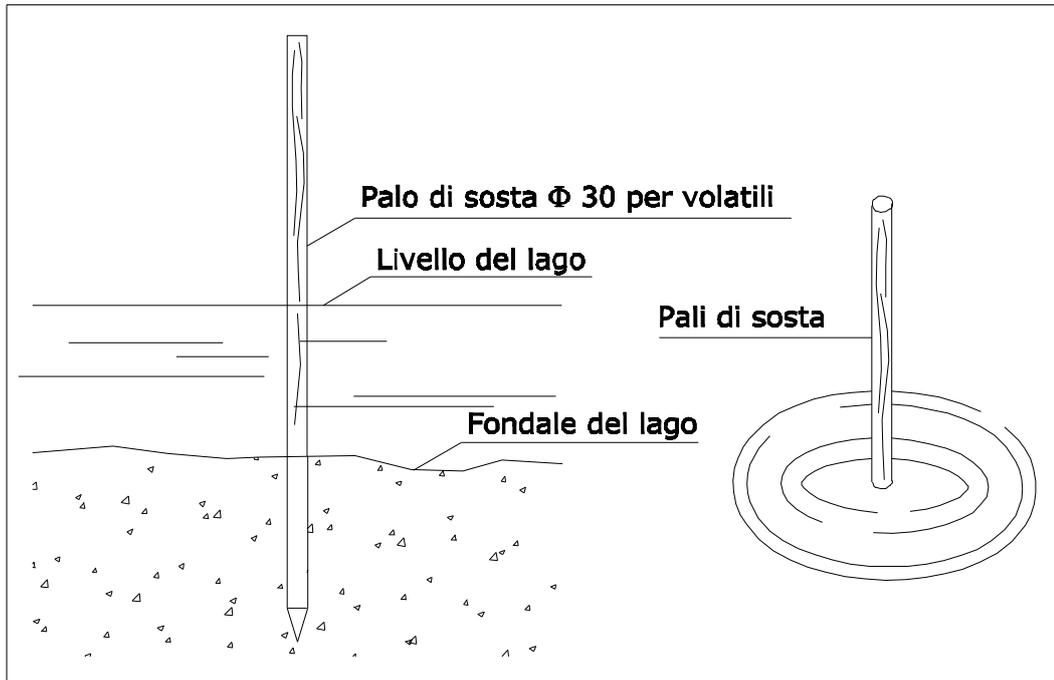


Foto 52- Capanno in cannucciato per l'osservazione della ornitofauna.
(foto F.P.Naselli)

- Collocazione di n° 5 zattere galleggianti in legno (3 X 5 m.) per agevolare la sosta e la nidificazione degli uccelli acquatici.



Dis. 33- Zattera galleggiante.



Dis. 34- Palo di sosta per l'ornitofauna.



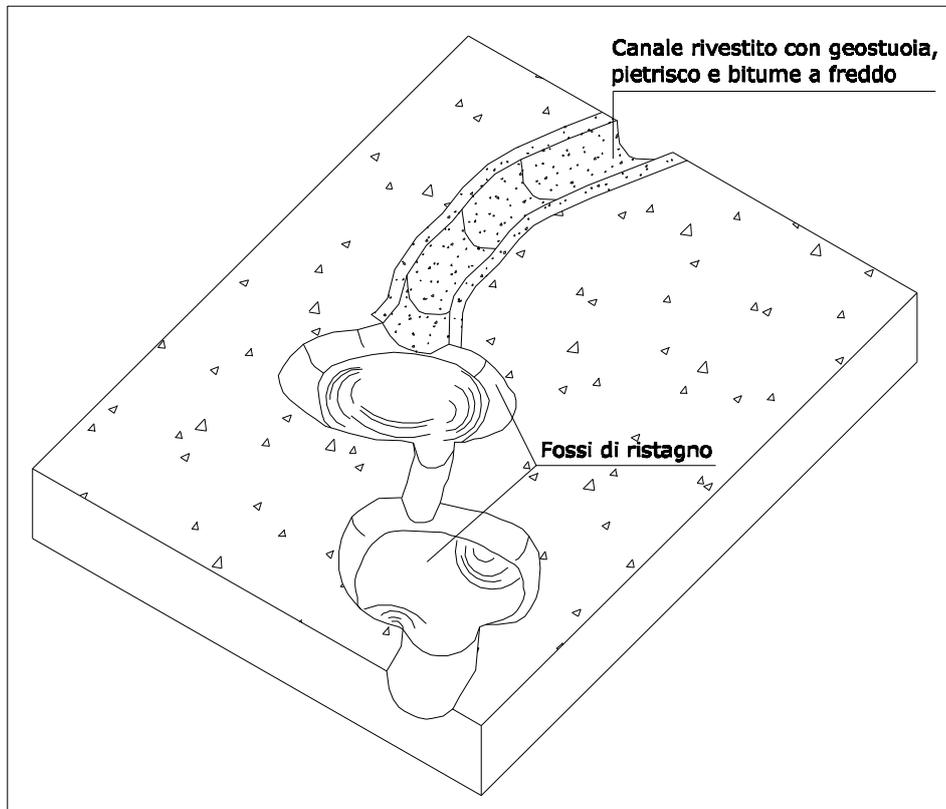
Foto 53- Zattera nei pressi delle sponde del lago.

- *Installazione di nidi artificiali.*

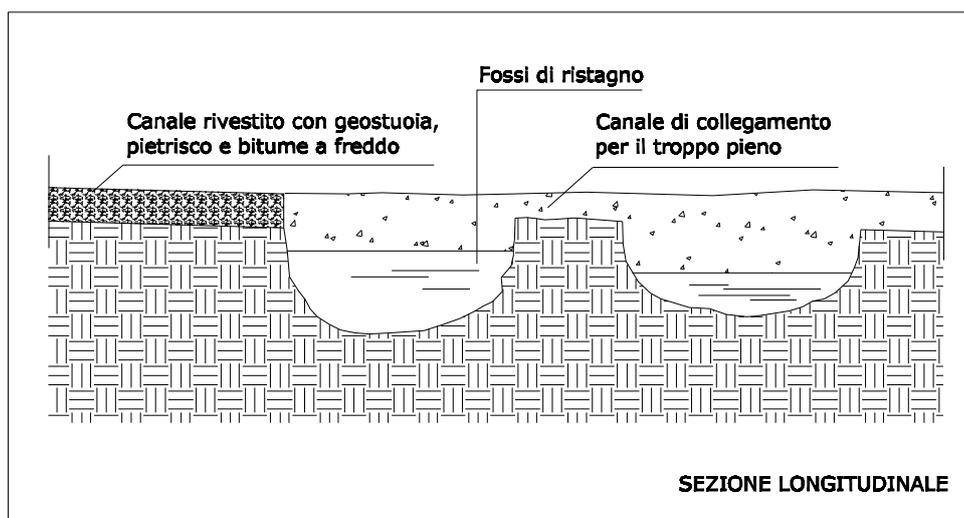


Foto 54- Nido artificiale per piccoli volatili.

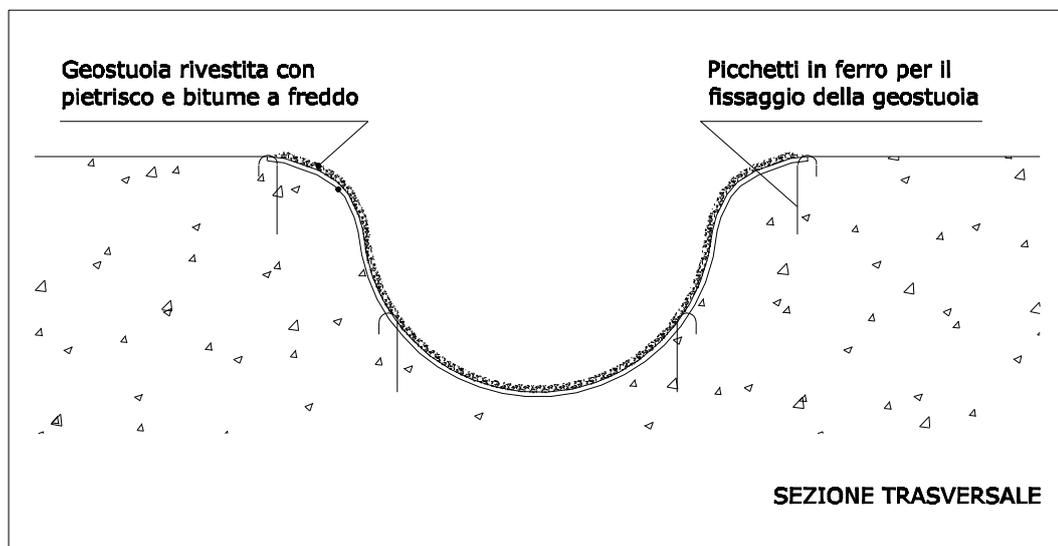
▪ Sistemazione di canali e fossi di ristagno.



Dis. 35- Fossi di ristagno e canale con rivestimento antierosione.



Dis. 36- Fossi di ristagno (sezione).



Dis. 37- Canale con rivestimento antierosione (sezione).

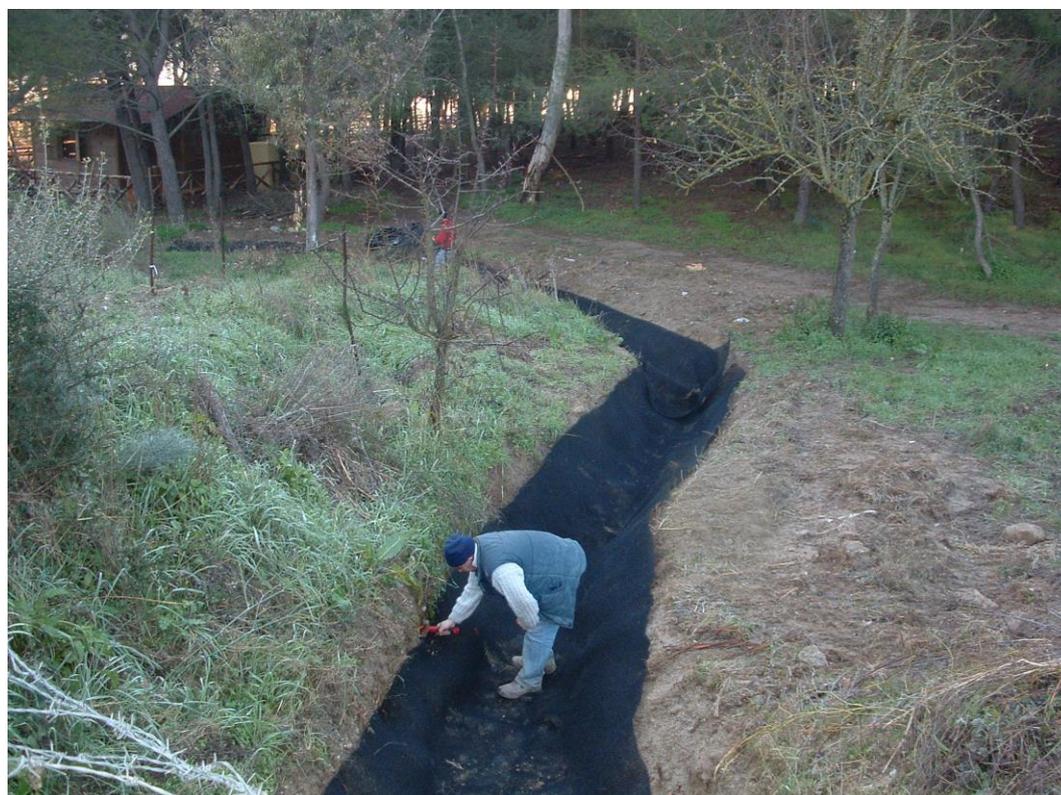


Foto 55- Sistemazione antierosiva di un canale naturale con geostuoia.
 (foto F.P.Naselli)

3.8. ECOSISTEMI FILTRO

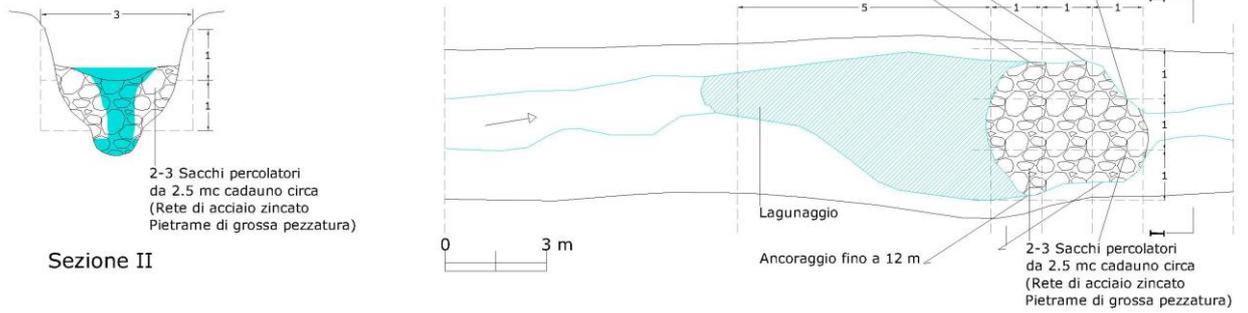
Importanti impianti pilota hanno innescato funzioni di ecosistema filtro. Specificatamente la creazione di sistemi filtranti depurativi (con sacchi filtranti ancorati alle sponde riempiti con massi di grossa pezzatura e gabbioni) facilitanti il lagunaggio retrostante e l'attecchimento di specie idrofile, compreso trapianti di cespi e rizomi, aventi funzioni fitodepurative. Tutto ciò per l'utilizzo dell'intero sistema idrografico dei Valloni Vanella, sottostante l'impianto di depurazione di Villarosa (ecosistema filtro B) e del Vallone Mastrosilvestro (ecosistema filtro A) come depuratore naturale di scarichi bruti o parzialmente depurati.

La preliminare analisi ex-ante di funzionalità fluviale è stata seguita, a conclusione dell'opera, da una funzionalità fluviale ex-post che ha valutato con metodi ormai consolidati (IFF, IBE, LIM, SECA) l'efficacia dell'intervento depurativo e l'innescò di naturalità.

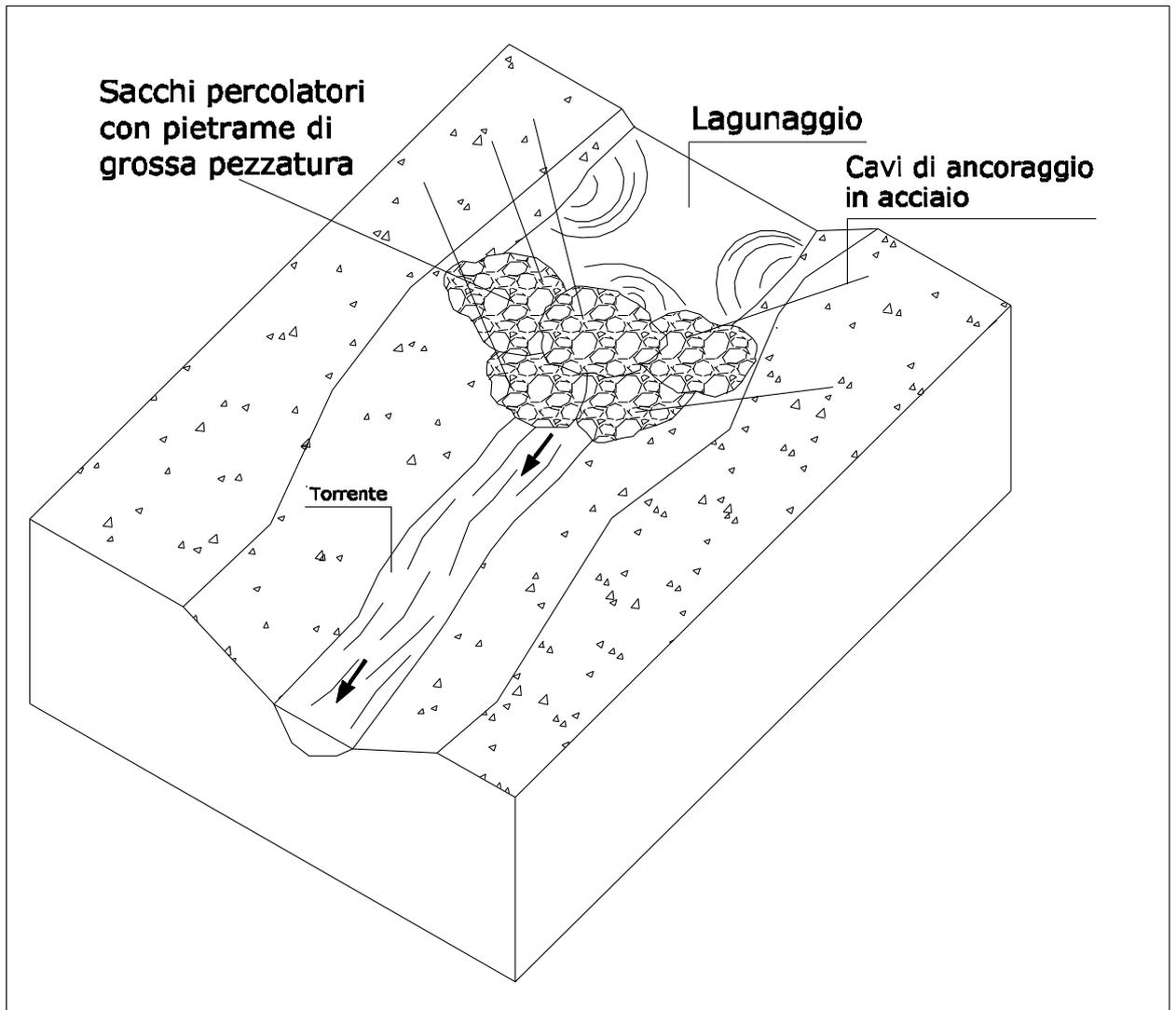


*Foto 56- Sacco percolatore messo in opera con ancoraggi in cavi di acciaio .
(foto F.P.Naselli)*

Ecosistema filtro - Sacchi percolatori e lagunaggio



Dis. 38- Sacchi percolatori e lagunaggio (disegni di progetto).



Dis. 39- Sacchi percolatori e lagunaggio (vista assonometrica).

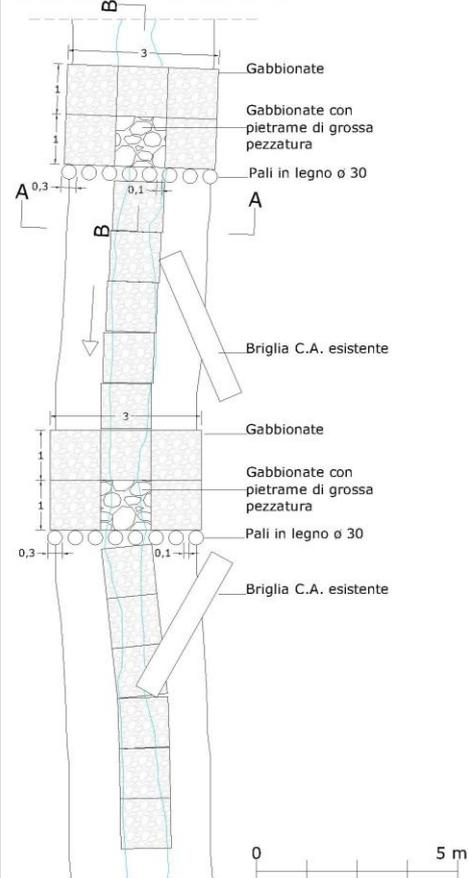


Foto 57-58- Sopra, il sacco ricoperto di terra agraria e il lagunaggio a monte dello stesso; sotto, i cavi di acciaio che ancorano il sacco alle sponde.
(foto F.P.Naselli)

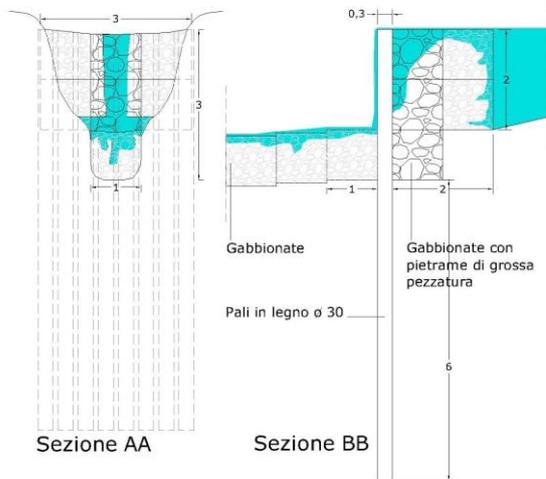


Foto 59-60- Sopra, l'elemento da fissare al cavo d'acciaio e successivamente infiggere nel terreno; sotto, il fissaggio con il cavo d'acciaio.
(foto F.P.Naselli)

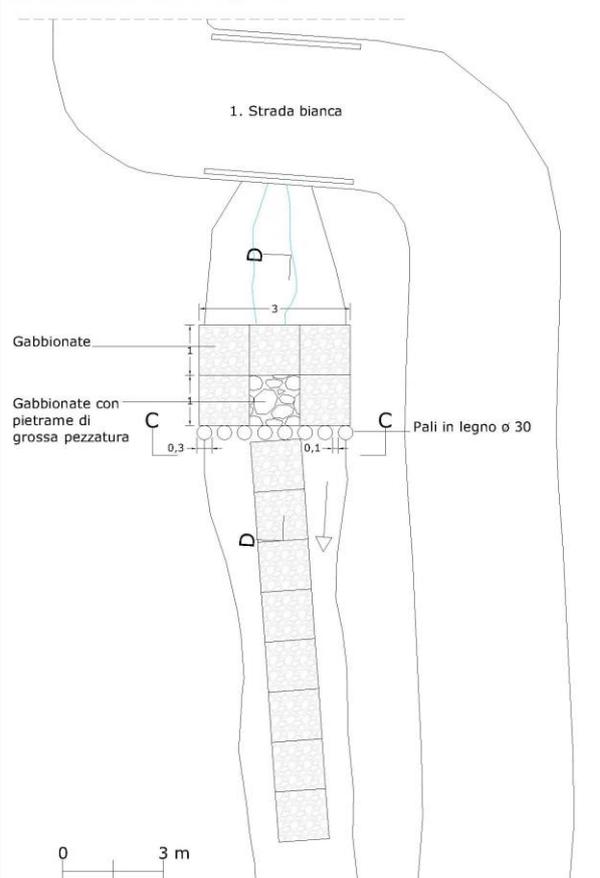
Struttura filtrante A



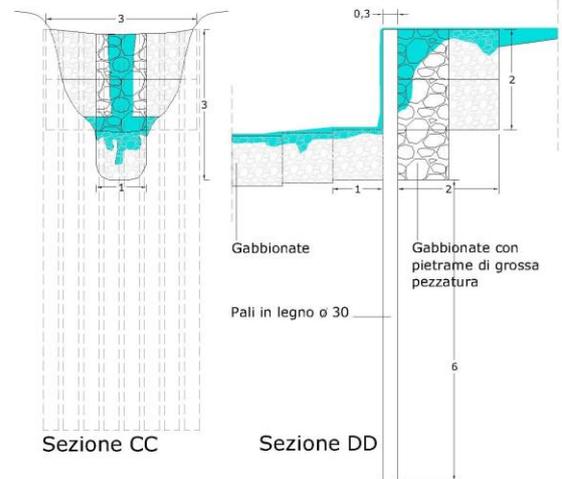
Planimetria



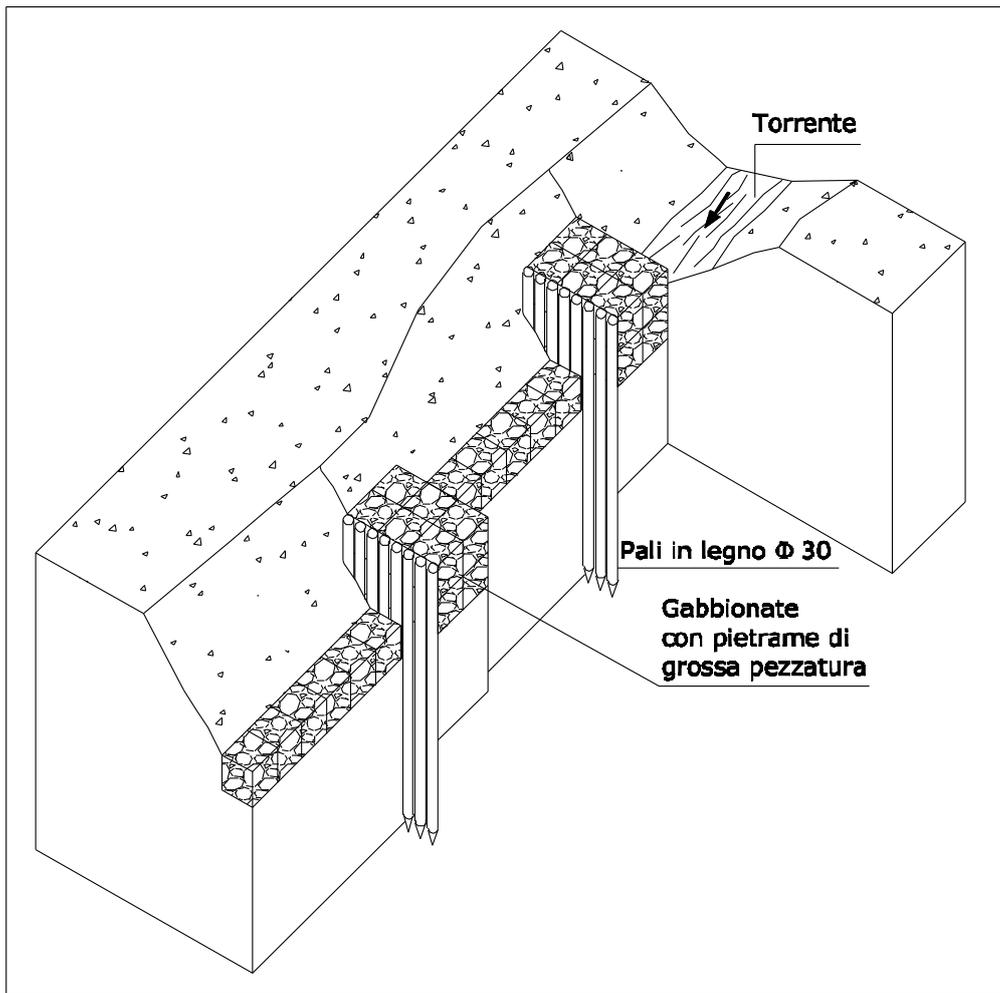
Struttura filtrante B



Planimetria



Dis. 40- Strutture filtranti (disegni di progetto).



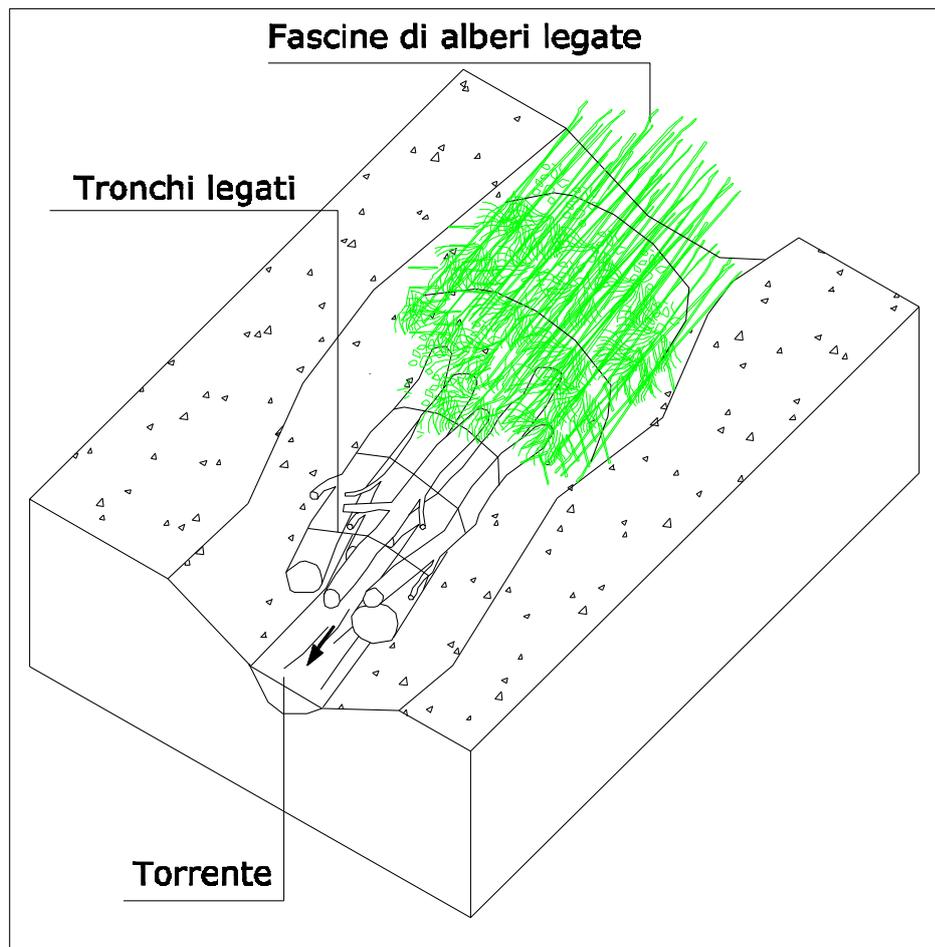
Dis. 41- Strutture filtranti (spaccato assonometrico).



*Foto 61- Preparazione delle punte dei tronchi per l'infissione nel terreno.
(foto F.P.Naselli)*



***Foto 62-63- Sopra, la struttura filtrante “A” appena messa in opera; sotto, la struttura filtrante “B” in funzione.
(foto F.P.Naselli)***



Dis. 42- Sistema filtrante in alveo con tronchi legati a fascine di alberi e specie vegetali autoctone.



Foto 64- Sistema filtrante con gabbioni e fascine di alberi e canne in alveo.

4. FUNZIONALITA' SOSTENIBILE DELLE OPERE DI INGEGNERIA NATURALISTICA

Il già citato abuso dell'aggettivo "sostenibile" ha portato a interrogarci se l'intervento realizzato lo fosse. Certamente l'impostazione progettuale ed esecutiva lo era, altrettanto lo sforzo di applicare l'ingegneria naturalistica che già al suo interno sottintende l'uso di piante ecologicamente appropriate, l'innescò di una ripresa dell'equilibrio ecologico e di una economia locale, la ricerca del paesaggio. Ma non solo, anche l'uso di strumenti di comunicazione, di interventi squisitamente finalizzati alla fauna.

Insomma, tantissimi sono gli elementi per considerare per giustificare la "sostenibilità" di un'opera.

Una analisi più accorta, partendo da impostazioni di analisi ambientale elementari quali l'uso delle check list, ha successivamente ricercato un possibile metodo speditivo, derivante dall'analisi multicriteria.

Quindi la ricerca di una funzionalità sostenibile delle opere di ingegneria naturalistica, ed anche delle tradizionali (sinteticamente denominate "in grigio" per il mancato uso di materiale vegetale) quale sintesi delle funzionalità tecnica, della naturalistica, dell'estetico-paesaggistica e della socio-economica.

fT	FUNZIONALITA' TECNICA	(0-100%)
fN	FUNZIONALITA' NATURALISTICA	(0-100%)
fP	FUNZIONALITA' ESTETICO-PAESAGGISTICA	(0-100%)
fS	FUNZIONALITA' SOCIO ECONOMICA	(0-100%)

Si tratta naturalmente di dover mediare tra funzionalità diverse che raramente possono essere massime a conclusione delle opere. E se raggiungono tale massima funzionalità immediatamente, devono rinunciare alle altre, od accontentarsi di valori estremamente bassi. E' il caso delle opere "in grigio" che rinunciano subito a funzionalità naturalistiche e si accontentano di bassi valori di funzionalità paesaggistiche e socio-economiche.

Il metodo è stato per la prima volta testato dallo scrivente su tutte le tipologie realizzate nel progetto, recependo osservazioni di analisti ambientali, utilizzato quale esercitazione per attività didattiche universitarie ed è in corso di applicazione in tesi di laurea. E' un primo approccio che verrà affinato con le altre applicazioni in corso con la collaborazione dell'AIPIN (Associazione Italiana per l'Ingegneria Naturalistica).

L'analisi essendo speditiva, con obiettivo dichiarato quello di una valutazione complessiva in circa un quarto d'ora, necessita un minimo di esperienza diversa da quella tecnica tradizionale.

Principi base della Funzionalità Sostenibile:

- a) E' sintesi delle funzionalità tecnica, della naturalistica, dell'estetico-paesaggistica e della socio-economica con valori compresi tra lo 0% (funzionalità nulla) al 100% (max efficacia).

$$F = \frac{(fT + fN + fP + fS)}{4}$$

- b) E' ricercata una speditezza dell'applicazione affinché si possano ottenere risposte possibili di utenti non necessariamente esperti, ma di sufficiente cultura, soprattutto nell'ambito tecnico e naturalistico. Non potendo esser quindi esaustivo la sintesi si riduce alla risposta a 5 domande per ogni funzionalità ricercata, ognuna di queste scomposta in cinque (massimo 5 parametri di funzionalità).
- c) La stima, va effettuata alla conclusione dell'opera, e ripetuta nel tempo perché l'ingegneria naturalistica innesca processi naturali che maturano in un tempo più o meno lungo a seconda della naturalità della tipologia applicata. Il confronto che si propone per la stima a conclusione dell'opera, è quello del risultato al 1°, 2°, 3° e 5° anno, dall'ultimazione dell'opera.
- d) L'obiettivo, al pari di quello delle opere di ingegneria naturalistica, è quello del raggiungimento del 100% di funzionalità in 5 anni.
- e) Il risultato finale viene rappresentato con 5 classi
- Classe 1 (0-20%) – **Colore rosso**
 - Classe 2 (21-40%) – **Colore marrone**
 - Classe 3 (41-60%) – **Colore blu**
 - Classe 4 (61-80%) – **Colore giallo**
 - Classe 5 (81-100%) – **Colore verde**

5. FUNZIONALITA' TECNICA, NATURALISTICA, ESTETICO PAESAGGISTICA E SOCIO-ECONOMICA RAGGIUNTA A CONCLUSIONE DELLE OPERE

La funzionalità delle opere di ingegneria naturalistica (e di quelle in “grigio”) va scomposta in quattro componenti che riflettono il compromesso tra modi diversi di concepire, e quindi progettare gli interventi dell'uomo sull'ambiente compatibilmente con l'esigenze dello sviluppo.

Precisamente:

- a) **fT – FUNZIONALITA' TECNICA:** *Indicatore rispondente ad esigenze tecnico-ingegneristiche che deve poter raggiungere il 100% in 5 anni, ma garantire almeno il 75% subito, altrimenti si rischia l'inefficacia dell'intervento e rischi per l'uomo. Rappresenta le impostazioni delle professioni tecniche tradizionali (ingegneri, architetti), e di quelle frequentemente impegnate negli interventi territoriali quali geologi ed agronomi.*
- b) **fN – FUNZIONALITA' NATURALISTICA:** *E' un gradiente dell'innescò di naturalità, della ricerca di biodiversità e del rispetto del paesaggio naturale. Rappresenta le impostazioni delle nuove professioni impegnate nel territorio (Naturalisti, Biologi ed Ecologi del Paesaggio).*
- c) **fP – FUNZIONALITA' ESTETICO - PAESAGGISTICA:** *Ricerca l'inserimento nel contesto paesaggistico complessivo e la gradevolezza dell'opera. Rappresenta le impostazioni delle professioni più impegnate dal punto di vista pianificatorio e culturale nel territorio (architetti, paesaggisti e pianificatori).*
- d) **fS – FUNZIONALITA' SOCIO – ECONOMICA:** *Ricerca l'indotto economico, specialmente induzione di economia locale (proporzionale alla percentuale di manodopera necessaria per la realizzazione in opera), ma è anche un indicatore dei consumi energetici quali la produzione di CO2 derivante dai materiali e mezzi e quanto si è fatto ricorso alla multidisciplinarietà.*

ft – FUNZIONALITA' TECNICA

Indicatore rispondente ad esigenze tecnico-ingegneristiche che deve poter raggiungere il 100% in 5 anni, ma garantire almeno il 75% subito, altrimenti si rischia l'inefficacia dell'intervento e rischi per l'uomo.

Vanno stimati cinque parametri (sulla base di risposte a domande specifiche) ad ognuno dei quali viene attribuito un punteggio tale che la somma possa dare un risultato complessivo tra lo 0 ed il 100%.

Ognuno dei parametri di funzionalità tecnica rispecchia gli elementi fondamentali della vita (Terra, Aria, Acqua, Fuoco) con l'aggiunta delle piante, quale elemento aggiuntivo (biotecnico) di stabilità. I parametri sono quindi rappresentativi della stabilità complessiva dell'opera, della stabilità biotecnica per attecchimento di talee, piante e cespi, della regimazione delle acque, del controllo dell'erosione e dell' *hazard*, il controllo del rischio umano ed idrogeologico.

ft	FUNZIONALITA' TECNICA	Punteggio	
		Min	Max
Terra & Aria Piante Acqua Suolo Fuoco (Hazard)	PARAMETRI:		
	Stabilità complessiva dell'opera	0	40
	Stabilità biotecnica per attecchimento talee, piante, cespi	0	20
	Regimazione acque	0	20
	Controllo dell' Erosione	0	20
	Controllo del rischio umano ed idrogeologico	0	20
	TOTALE MAX		100

In alcuni casi occorre stimare pesi differenti per opere molto differenti quali quelle idrauliche, di versante, antierosive, etc.. Tali pesi differenti si stimano soprattutto all'interno delle risposte da formulare per alcuni parametri.

Seguono gli elementi di efficacia cui occorre dare una stima per la valutazione complessiva dei singoli parametri:

PARAMETRI

1.

Stabilità complessiva dell'opera	Punteggio	
	Min	Max
Ribaltamento	0	15
Scorrimento	0	15
Resistenza al vento	0	5
Deperibilità e invecchiamento	0	5
TOTALE		40

Per le **opere antierosive** è preferibile attribuire pesi differenti:

OPERE ANTIEROSIVE	Punteggio	
	Min	Max
Ribaltamento	0	5
Scorrimento	0	10
Resistenza al vento	0	15
Deperibilità e invecchiamento	0	10
TOTALE		40

2.

Stabilità biotecnica per attecchimento talee, piante, cespi	Punteggio	
	Min	Max
Superficiale (0-50cm.)	0	5
Profonda (50 cm. - 1 mt.)	0	5
Oltre la struttura	0	5
Percentuale attecchimento sul totale (1 punto ogni 20%)	0	5
TOTALE		20

Per le **opere antierosive** è possibile determinare un *Plusvalore* di un 1% per ogni 5% di copertura vegetale per il parametro inerente la stabilità profonda, purchè il totale dell'intero parametro "Stabilità biotecnica per attecchimento" non superi comunque il 20%.

3.

Regimazione acque	Punteggio	
	Min	Max
Drenaggio dell'opera	0	4
Scalzamento al piede	0	4
Sifonamento dell'opera	0	4
Permeabilità, Impermeabilità	0	4
Laminazione, Corrivazione	0	4
TOTALE		20

Per le opere che permettono **autodepurazione**, specie in alveo è possibile attribuire un *plus valore* sino al doppio per l'ultimo parametro (laminazione e corrivazione).

4.

Controllo dell'erosione	Punteggio	
	Min	Max
Miglioramento (diretto o indiretto) della struttura del suolo	0	10
Aumento (diretto o indiretto) copertura vegetale	0	10
TOTALE		20

5.

Controllo del rischio umano ed idrogeologico	Punteggio	
	Min	Max
Sicurezza dei lavoratori	0	4
Rischio inondazione / piogge di max intensità	0	4
Rischio frana	0	4
Rischio sismico	0	4
Rischio incendio, furto e danneggiamento	0	4
TOTALE		20

FN – FUNZIONALITA' NATURALISTICA

E' un gradiente dell'innescò di naturalità nelle aree prive, del miglioramento della naturalità nella direzione della vegetazione potenziale, della ricerca di biodiversità. Da un punto di vista ecologico è inoltre gradiente del paesaggio naturale. Infine, da un punto di vista faunistico della presenza di animali naturalmente pervenuti o innescati da interventi di wild life management, e della presenza di nicchie ecologiche.

Vanno stimati quattro parametri (sulla base di risposte a domande specifiche) ad ognuno dei quali viene attribuito un punteggio tale che la somma possa dare un risultato complessivo tra lo 0 ed il 100%.

Ognuno dei parametri di funzionalità naturalistica è rappresentativo del tipo di specie, della copertura vegetale, della biodiversità, e della presenza di animali ed, ancor meglio di nicchie ecologiche.

FUNZIONALITA' NATURALISTICA	Punteggio	
	Min	Max
PARAMETRI:		
Tipo di specie	0	30
Copertura vegetale	0	30
Biodiversità	0	25
Presenza di animali / nicchie ecologiche	0	15
TOTALE		100

PARAMETRI

1.

Tipo di specie	Punteggio
Solo da germoplasma del sito	30
Germoplasma del sito ed autoctone	25 - 30
Autoctone ed alloctone	15 - 25
Alloctone non invasive	da 1 a 5
Invasive	0
MAX	30

Per l'utilizzo di **specie endemiche locali e le specie prioritarie**, poiché l'intervento costituisce un intervento di *re-enforcement* è possibile attribuire un *plus valore* sino al doppio (germoplasma del sito) purchè l'intero parametro "Tipo di specie" non superi comunque il 30%.

2.

Copertura vegetale (su mq rappresentativo)	Punteggio
0-20%	fino a 5
20-40%	10
40-60%	20
60-80%	25
80-100%	30
MAX	30

3.

Per il parametro della “biodiversità” va valutato il numero di specie presenti, ma solo le specie arbustive e le graminacee presenti che sono le più significative da un punto di vista biotecnico.

Biodiversità	Punteggio
oltre 5 specie	25
4-5 specie	18-20
3 specie	15
2 specie	10
0-1 specie	0-5
MAX	25

Nel caso dei **tetti verdi** e gli **interventi antierosivi**, si possono considerare anche le erbacee e le succulente.

La presenza di **specie endemiche locali** e le **specie prioritarie**, poiché l’intervento così diviene un intervento di *re-enforcement* è possibile attribuire un *plus valore* sino al doppio purchè l’intero parametro “Biodiversità” non superi comunque il 25%.

4

Il parametro che fa più riferimento alla fauna comporta l’attribuzione di punteggi a seguito dell’osservazione di elementi rappresentativi della presenza di animali. Alcuni di questi sono abbastanza significativi, ed è per tale ragione che è possibile una sovrastima purchè il totale non superi il 15%:

Presenza di animali /nicchie ecologiche	Punteggio
Rettili	5
mammiferi e anfibi	5
Uccelli	5
Nidi	10
Tane	10
MAX	15

Inoltre è permessa una discrezionalità aggiuntiva di valutazione:

- la presenza di **specie indicatrici** e per le opere direttamente finalizzate al **wild life management**, è possibile attribuire un *plus valore* rispettivamente sino al doppio e sino al triplo;
- la presenza di **specie alloctone** o **dannose (capre, cinghiali, caprioli)** e di **specie domestiche** o **di allevamento (pecore)**, poiché l’intervento non è più indirizzato verso una naturalità in equilibrio ecologico si deve attribuire un *minus valore* sino allo zero.

Naturalmente l’intero parametro “Presenza di animali e nicchie ecologiche” non può superare il 15%.

FP – FUNZIONALITA' ESTETICO - PAESAGGISTICA:

Ricerca l'inserimento nel contesto percettivo e paesaggistico complessivo e la gradevolezza dell'opera. Vengono quindi considerati concetti quali contiguità, continuità, linearità, distanza, costo energetico, riciclabilità, recupero, costo complessivo, recupero della storia locale; ed anche la sicurezza, la coerenza con le infrastrutture esistenti, il clima e microclima locali.

E' chiaro che la soggettività di valutazione, dovendo considerare concetti, scelte, necessità e volontà ("Comunque è bello") compositive e persino, a volte, tolleranze e deroghe a vincoli per opere di valore artistico deve permettere una sovrastima purchè il totale del singolo parametro non superi il valore percentuale prefissato.

Vanno stimati quattro parametri (sulla base di risposte a domande specifiche) ad ognuno dei quali viene attribuito un punteggio tale che la somma possa dare un risultato complessivo tra lo 0 ed il 100%.

Ognuno dei parametri di estetico - paesaggistica è rappresentativo della forma, del colore, dei materiali, dell' Habitat umano e del paesaggio.

FUNZIONALITA' ESTETICO- PAESAGGISTICA	Punteggio	
	Min	Max
PARAMETRI:		
Forma	0	10
Colore	0	10
Materiali	0	10
Habitat umano	0	20
Paesaggio	0	50
MAX		100

PARAMETRI

1.

Il parametro che fa più riferimento alla forma comporta l'attribuzione di punteggi a seguito dell'osservazione di elementi rappresentativi di analisi. Alcuni di questi sono abbastanza significativi, ed è per tale ragione che è possibile una sovrastima purchè il totale non superi il 10%:

FORMA	Punteggio	
	Min	Max
Contiguità	0	3
Continuità / Discontinuità	0	3
Linearità e/o contrasto	0	3
Valore artistico e/o Unicità e/o cura progettuale	0	3
Percezione, gradevolezza	0	3
Sommano		15
MAX		10

Nel caso di **corridoi ecologici**, è inoltre possibile attribuire un *plus valore* sino al doppio per l'analisi della contiguità continuità/discontinuità purchè l'intero parametro "Forma" non superi comunque il 10%.

2.

Il parametro che fa più riferimento al colore comporta l'attribuzione di punteggi a seguito dell'osservazione di elementi rappresentativi di analisi. Alcuni di questi sono abbastanza significativi, ed è per tale ragione che è possibile una sovrastima purchè il totale non superi il 10%:

COLORE	Punteggio	
	Min	Max
Contesto	0	3
Continuità / Discontinuità	0	3
Linearità e/o contrasto	0	3
Valore artistico e/o Unicità e/o cura progettuale	0	3
Percezione, gradevolezza	0	3
Sommano		15
MAX		10

Nel caso di **corridoi ecologici**, è inoltre possibile attribuire un *plus valore* sino al doppio per l'analisi della contiguità continuità/discontinuità purchè l'intero parametro "Colore" non superi comunque il 10%.

3.

Il parametro che fa più riferimento ai materiali comporta l'attribuzione di punteggi a seguito dell'osservazione di elementi rappresentativi di analisi. Alcuni di questi sono abbastanza significativi, ed è per tale ragione che è possibile una sovrastima purchè il totale non superi il 10%:

MATERIALI	Punteggio	
	Min	Max
Costo e Costo energetico	0	3
Biodegradabili e naturali	0	3
Riciclabili	0	3
Riciclati o Recupero	0	3
Locali	0	3
Sommano		15
MAX		10

4.

Il parametro che fa più riferimento all'habitat umano comporta l'attribuzione di punteggi a seguito dell'osservazione di elementi rappresentativi di analisi. Alcuni di questi sono abbastanza significativi, ed è per tale ragione che è possibile una sovrastima purchè il totale non superi il 20%:

HABITAT umano	(0-100%)	Punteggio	
		Min	Max
Sicurezza, Salute, Economia, Fruizione		0	5
Microclima e clima		0	5
Insedimenti abitativi e produttivi		0	5
Infrastrutture lineari e/o allacci		0	5
Percezione, gradevolezza, unicità, valore artistico		0	5
Sommano	Sommano		25
MAX	Max		20

Nel caso di **corridoi ecologici**, è inoltre possibile attribuire un *plus valore* sino al doppio per l'analisi del microclima e clima e le infrastrutture lineari e/o allacci purchè l'intero parametro "habitat umano" non superi comunque il 20%.

5.

Il parametro che fa più riferimento alla ricerca della coerenza con il contesto paesaggistico complessivo e comporta l'attribuzione di punteggi a seguito dell'osservazione di elementi rappresentativi di analisi paesaggistici nelle sue singole componenti. Da quelle più legate all'uomo a quelle più naturali.

Alcune di queste componenti sono abbastanza significative (il paesaggio naturale, quello storico-culturale spesso legato al naturale, persino quello agricolo se si tratta di *agro-ambiente*) per la sostenibilità e la natura, ed è per tale ragione che è possibile una sovrastima purchè il totale non superi il 50%:

PAESAGGIO	Punteggio	
	Min	Max
Paesaggio artigianale – industriale	0	5
Paesaggio urbano	0	10
Paesaggio agricolo	0	15
Paesaggio storico-culturale	0	15
Paesaggio naturale	0	25
SOMMANO		70
MAX		50

fS – FUNZIONALITA' SOCIO – ECONOMICA

Rappresentativo del valore socio economico, diretto ed indiretto, derivante dalla realizzazione ed utilizzo dell'opera. A partire dall'induzione di economia locale (correlabile all'incidenza della mano d'opera necessaria per la costruzione dell'opera ed all'approccio progettuale (più o meno interdisciplinare). Vengono però considerati anche indicatori di rischi per la salute pubblica e la sicurezza dei lavoratori e di consumi energetici (produzione di CO2 correlati ai materiali ed ai mezzi), oltre a parametri necessari per il mantenimento di una buona funzionalità tecnica dell'opera.

Vanno stimati cinque parametri (sulla base di risposte a domande specifiche) ad ognuno dei quali viene attribuito un punteggio tale che la somma possa dare un risultato complessivo tra lo 0 ed il 100%.

Ognuno dei parametri di funzionalità socio - economica è rappresentativo dell'incidenza della mano d'opera, dell'approccio progettuale, dell'ammortamento /vita utile dell'opera, della manutenzione prevista e/o necessaria, di produzione economica, comunicazione, educazione, etc..

FUNZIONALITA' SOCIO ECONOMICA	Punteggio	
	Min	Max
PARAMETRI:		
Incidenza mano d'opera	0	60
Approccio progettuale	0	10
Ammortamento / Vita utile	0	10
Manutenzione prevista e/o necessaria	0	10
Altro (produzione economica, comunicazione, educazione, etc.)	0	10
MAX		100

PARAMETRI

1.

Il parametro che fa più riferimento all'incidenza della mano d'opera comporta l'attribuzione di punteggi direttamente riscontrabili dall'analisi dei prezzi. Le cinque classi di incidenza determinano quindi cinque classi di punteggio, con la massima che può arrivare al 60%:

Incidenza mano d'opera	Punteggio	
	Min	Max
0-20%	0	20
20-40%	20	30
40-60%	30	40
60-80%	40	50
80-100%	50	60
MAX		60

2.

Il parametro misura l'attenzione progettuale che può esser monotematica (cui corrisponde un punteggio da 0 a 2, nel caso di progettista con documentata competenza in altre discipline e relazioni tematiche non proprie del professionista titolare), con consulenze esterne (punteggio minimo se obbligatorie), sino alla progettazione multidisciplinari, progettazione partecipata, confronto con stakeholders (sia richiesto spontaneamente che richiesto da procedure tipo VIA: in quest'ultimo caso si assegna

punteggio minimo), e programmazione concertata (Patti Territoriali, GAL, PIT, Agenda 21, etc..).

Approccio progettuale	Punteggio	
	Min	Max
Monotematico	0	2
Monotematico con consulenze esterne	2	5
Multidisciplinare	5	8
Progettazione "partecipata" e Confronto con stakeholders	8	9
Confronto con stakeholder e programmazione concertata	9	10
MAX		10

3.

Il parametro valuta il grado di necessità d'ammortamento dell'opera in funzione di una vita utile presunta per l'opera medesima. La valutazione sarà maggiore per le opere più durature.

Ammortamento / Vita utile	Punteggio	
	Min	Max
Necessario per vita utile in tempi brevi (meno di 5 anni)	0	2
Necessario per vita utile media (5 - 10 anni)	2	5
Necessario per vita utile medio lunga (10 - 15 anni)	5	8
Necessario per vita utile lunga (15 - 20 anni)	8	9
Non necessaria (oltre 20 anni)	9	10
MAX		10

4.

Il parametro valuta il grado di necessità, per l'opera, di manutenzione per il mantenimento di una buona "funzionalità tecnica". La valutazione sarà maggiore quanto minore è la frequenza richiesta.

Manutenzione prevista	Punteggio	
	Min	Max
Almeno 1 intervento all'anno	0	2
Almeno 1 intervento ogni 2 -3 anni	2	5
Almeno 1 intervento ogni 3 - 5 anni	5	8
Almeno 1 intervento ogni 5 - 10 anni	8	9
Nessun intervento necessario	9	10
MAX		10

5.

Il parametro valuta una serie di altri fattori utili per la funzionalità socio-economica quali: la produzione diretta/indiretta di economia e/o di risparmio significativo grazie alla realizzazione dell'opera; se l'intervento è dimostrativo e/o divulgativo e/o educativo; se è collegato ad azioni di comunicazione significative; se è direttamente correlabile ad azioni di produzione/contenimento energetico.

Alcuni di questi sono abbastanza significativi, ed è per tale ragione che è possibile una sovrastima purchè il totale non superi il 10%:

Altro	(0-100%)	Punteggio	
		Min	Max
Produzione diretta/indiretta economica/risparmio significativo		0	4
Intervento dimostrativo - educativo - divulgativo		0	4
Azioni di comunicazione collegate		0	4
Azioni di produzione/contenimento energetico direttamente collegate		0	4
	Sommano	0	16
	Max		10

6. INDICE DI FUNZIONALITA' RAGGUAGLIATA DELL'OPERA

Il valore di funzionalità sostenibile, ottenuto al paragrafo precedente come media di quattro funzionalità di settore, non tiene conto della "naturalità" della tipologia applicata. Occorre cioè, a parità di punteggio ragguagliare quest'ultimo alla scelta di una tecnica più o meno impattante. Ad esempio, un rivestimento in pietrame di una sponda, pur ottenendo lo stesso punteggio di un rivestimento con un rivestimento vegetativo in rete, pietrame e terra non può avere la stessa valenza.

Basterà pertanto moltiplicare la funzionalità sostenibile per un indice percentuale di naturalità della tipologia applicata, INT, che praticamente è inversamente proporzionale all'"*impronta ecologica*" dell'opera, essendo funzione diretta, ad esempio, dei materiali naturali e della biodegradabilità.

INDICE DI FUNZIONALITA' RAGGUAGLIATA DELL'OPERA (alla naturalità della tipologia) = F*INT

L'INT = INDICE % DI NATURALITA' DELLA TIPOLOGIA APPLICATA, varia da dal 100% di naturalità per l'"opzione zero", cioè quando il non intervento è sufficiente, allo 0 per l'opera in grigio più impattante ed è così tabellato in 10 classi di naturalità:

INDICE DI NATURALITA' DELLA TIPOLOGIA APPLICATA		%		
		Min	Max	
1	Opzione zero		100	Minor impatto
	Semine e Messe a dimora talee, cespi e rizomi (germoplasma del sito); Opere per il wild life management;			
2	Ecosistemi filtro e Depurazione naturale in alveo	90	99	
	Messe a dimora arbusti ed alberi; Semine e Messe a dimora talee, cespi e rizomi (germoplasma fuori dal sito);			
3	Verde tecnico; Coperture diffuse; Fasce tampone	80	90	
4	Viminate, Cordonate, etc..	60	80	
5	Stuoie organiche	50	60	
6	Grate, Palificate, etc.	30	50	
	Stuoie inorganiche, Manufatti in legno e/o pietra, Strade bianche, Cannucciati			
7		20	30	
	Gabbionate, terre verdi, Pavimentazioni drenanti, Impianti ingegnerizzati di Fitodepurazione			
8		10	20	
	Muri cellulari, tetti verdi, bioedilizia, edilizia energetica ed impianti di recupero acque, reflui e rifiuti			
9		5	10	Maggior impatto
10	Cartellonistica, Opere in grigio tradizionali	1	5	

7. BIBLIOGRAFIA

1. Gianluigi Pirrera: “*Opere di ingegneria naturalistica in Sicilia*” – Fabio Orlando Editore, 2003;
2. Regione Lazio: “Manuale di Ingegneria Naturalistica applicabile al settore idraulico”, 2002

Appendice: Caso studio di funzionalità sostenibile delle opere dell'Oasi Fluviale Valle del Morello