

Comune
di
San Severo



Regione
Puglia



Provincia
di
Foggia



Proponente:



Sede Legale:
San Severo (FG) via F. Turati n.32

P.IVA 04300750710

Tel./Fax: 0882.603948

pec: progenergy-solar-plant3@pecaruba.it



Titolo del Progetto:

PROGETTO DI UN IMPIANTO DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA NOMINALE DI 13,019 MWp DENOMINATO "CLEMENTE" INTEGRATO CON PIANTE DI MELOGRANO

Documento:

PROGETTO DEFINITIVO

Cod. Pratica:

3SYBM15

N° Tavola:

DOC.33

Elaborato:

RELAZIONE SULLA SIEPE PERIMETRALE

SCALA:

n.d.

FOGLIO:

1 di 75

FORMATO:

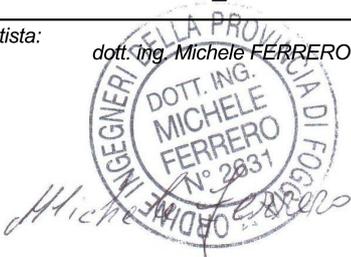
A4

Nome File:

3SYBM15_RelazioneSiepe

Progettista:

dott. Ing. Michele FERRERO



Consulente:

TECNOVA S.r.l. Dott. For. Fabio Palmeri
Direttore tecnico



TECNOVA S.r.l.
Piazza Fiera, 1 - Messeplatz, 1
I - 39100 Bolzano Bozen - BZ
Dott. For. Fabio Palmeri
Partita IVA 01541200216

Estensori:
Dott. For. Fabio Palmeri
Dott. Amb. Chiara Zanoni



Rev.	Data	Descrizione Modifiche	Redatto	Controllato	Approvato
00	Marzo 2023	Integrazione volontaria ad istanza V.I.A. al Ministero dell'Ambiente e Sicurezza Energetica	TECNOVA	TECNOVA	M. Ferrero

Il contenuto del presente documento comprensivo di informazioni, dati, grafici, segni distintivi, testi, conoscenze tecniche, know-how e in genere qualsiasi materiale ivi presente è di proprietà della soc. Tecnovia S.r.l. ed è protetto dalla vigente normativa in materia di diritto d'autore e di proprietà intellettuale ed industriale. Pertanto, non può essere copiato, modificato, riprodotto, trasferito o comunque essere in alcun modo utilizzato, in tutto o in parte, senza il preventivo consenso scritto di Tecnovia s.r.l. fatta salva la possibilità dell'uso espressamente autorizzato in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto.

Sommario

1	PREMESSA	1-4
2	OBIETTIVI DELLA PROGETTAZIONE.....	2-4
2.1	Interventi possibili di riduzione del deficit di trasformazione e di riduzione delle interferenze	2-5
2.2	Interventi perimetrali (<i>buffer zone</i>) – interventi di mascheramento – criteri generali di progettazione.....	2-7
3	CARATTERISTICHE DELL'AREA D'INTERVENTO.....	3-8
3.1	Inquadramento climatico.....	3-11
3.1.1	Bilancio Idrologico.....	3-13
3.2	Inquadramento paesaggistico e agro-forestale	3-15
3.3	Uso del suolo.....	18
3.4	Inquadramento vegetazionale.....	20
4	CRITERI GENERALI PER LA SCELTA DEGLI INTERVENTI	21
4.1.1	Tipologie e metodologie d'esecuzione	22
4.1.2	Aspetti botanici dell'Ingegneria naturalistica.....	23
4.1.3	Caratteristiche biotecniche	25
4.1.4	Progetto botanico.....	29
5	GLI INTERVENTI PREVISTI	30
5.1	Descrizione generale dell'intervento previsto.....	30
5.2	Caratteristiche degli interventi previsti	30
5.3	Criteri generali per la scelta delle specie.....	31
5.3.1	Specie impiegabili	32
5.4	Tecniche di intervento.....	34
5.4.1	Idrosemina potenziata a spessore.....	34
5.4.2	Messa a dimora di arbusti	38
5.5	Interventi previsti	42
5.5.1	Prato stabile	42
5.5.2	Interventi perimetrali (<i>buffer zone</i>) - Siepi perimetrali di mascheramento con piantagione arbusti e altoarbusti.....	42
6	NORME PARTICOLARI D'ESECUZIONE	49
6.1	Valorizzazione della flora esistente e contenimento della vegetazione infestante	49
6.2	Esigenze idriche e Gestione Irrigua	49

6.3	Prescrizioni per le opere a verde	50
6.4	Criteri di accettazione del materiale vegetale.....	51
6.5	Cure colturali previste per i primi cinque anni dall'impianto.....	54
6.5.1	Monitoraggio e programma degli interventi	54
6.5.2	Sfalci periodici.....	56
6.5.3	Sostituzione fallanze	56
6.5.4	Potature	57
6.5.5	Diradamenti e sfolli	57
6.5.6	Risemina delle superfici	57
6.6	Manutenzione indiretta	58
6.6.1	Sarchiatura	58
6.6.2	Trattamenti antiparassitari e fungicidi.....	58
6.6.3	Criteri generali per l'ammendamento del terreno e la sua fertilizzazione.....	58
6.6.4	Tecniche di protezione da danni da fauna.....	60
6.7	Schede botaniche.....	61
7	ALLEGATI	70
8	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI:.....	71

Indice delle tabelle

Tabella 4-1. Tecniche di ingegneria naturalistica	22
Tabella 5-1. Miscuglio per idrosemina potenziata a spessore	32
Tabella 5-2. Specie impiegabili di altoarbusti e arbusti.....	33
Tabella 5-3 - sesto generale d'impianto – siepe perimetrale	44
Tabella 5-4 Siepi perimetrali – sesto d'impianto di dettaglio	45
Tabella 5-5 – interventi irrigui.....	48

Indice delle figure

Figura 3-1. Localizzazione dell'area di intervento dell'impianto fotovoltaico	3-9
Figura 3-2 – Vista dell'area da sud.....	3-9
Figura 3-3 – Vista dell'area da ovest.....	3-10
Figura 3-4– Precipitazioni medie mensili.....	3-11
Figura 3-5– Precipitazioni, ripartizione semestrale	3-11
Figura 3-6– Temperature medie mensili.....	3-11
Figura 3-7– Diagramma termopluviometrico.	3-12
Figura 3-8– Climogramma di Peguy.....	3-12
Figura 3-9– Diagramma di Walter e Liegth.....	3-13
Figura 3-10–Grafico di Thornthwaite	3-14
Figura 3-11– vista (da nord est) con SP 20 che confina a est con l'area di intervento.....	3-16
Figura 3-12. Stralcio della Tav. D7.1 "Carta sintetica di uso del suolo – Territorio extraurbano".	3-17
Figura 3-13. Uso del suolo – estratto da PPTR Puglia (fonte: sit.puglia.it) e estratto legenda	19
Figura 3-14. Vista dell'area di intervento – uso del suolo – seminativi irrigui e oliveti	19

Figura 3-15. uso del suolo – oliveti e alberi da frutto	20
Figura 4-1. Legge del minimo	23
Figura 4-2. Juniperus communis ssp. Communis (da Kutschera - Sobotik, 1997).....	27
Figura 4-3. Carpinus betulus (da Kutschera – Sobotik, 1997)	27
Figura 4-4. Genista radiata (da Kutschera – Sobotik, 1997).....	27
Figura 4-5. Quercus robur (da Kutschera – Sobotik, 1997)	27
Figura 4-6. Strati interessati dall'irradicamento in funzione della tipologia di terreno	28
Figura 5-1. Idrosemina	36
Figura 5-2. Messa a dimora di alberi e arbusti – Schema tipo	38
Figura 5-3. Messa a dimora di alberi e arbusti	38
Figura 5-4. Piantagione di arbusti	41
Figura 5-5. Piantagione di arbusti	41
Figura 5-6 sezione tipo e sesto d'impianto della siepe perimetrale.....	43
Figura 5-7 schema tecnico	44

1 PREMESSA

Il progetto di massima di mascheramento con siepi perimetrali realizzate con tecniche di ingegneria naturalistica delle aree interessate dalle opere del "Progetto di realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica di e delle relative opere di connessione alla Rete Elettrica Nazionale, sito in agro di San Severo (FG) in C.da Ratino con potenza nominale di 13,0186 MW" rientra tra le tipologie di mitigazioni volte a ridurre le interferenze indesiderate degli impianti fotovoltaici.

Per la progettazione degli interventi di mitigazione oggetto della presente relazione si è fatto riferimento anche a:

- Regione Puglia, 2011 – Linee guida e criteri per la progettazione delle opere di ingegneria naturalistica – redatte da A.I.P.I.N sezione Puglia;
- Linee guida per la progettazione e realizzazione degli imboscamenti e dei sistemi agroforestali (Determinazione dell'Autorità di gestione n. 162 del 02 08 2017) Sottomisura 8.1 "Sostegno alla forestazione/all'imboschimento" e Sottomisura 8.2 "Sostegno per l'allestimento e la manutenzione di sistemi agroforestali". PSR Puglia, 2014-2020 DETERMINAZIONE DELL'AUTORITA' DI GESTIONE PSR PUGLIA 16 ottobre 2017, n. 207;

Il progetto di mitigazione e mascheramento con tecniche di ingegneria naturalistica delle aree interessate dalle opere di progetto è caratterizzato dai seguenti interventi per la cui trattazione completa si rimanda ai capitoli seguenti:

A. Interventi perimetrali (*buffer zone*)

- Siepi perimetrali di mascheramento con piantagione di specie autoctone di arbusti e altoarbusti con presenza di specie sempreverdi.

2 OBIETTIVI DELLA PROGETTAZIONE

La ricchezza del patrimonio e dei paesaggi culturali di un territorio, rappresentano l'espressione della sua identità e rivestono un'importanza fondamentale.

Gli impianti fotovoltaici, possono diventare degli strumenti in grado di invertire la tendenza all'abbandono e al degrado di talune aree territoriali attraverso una serie di interventi che, oltre a consentire di moderare, compensare od annullare le interferenze cagionate dalla realizzazione dell'impianto stesso, possono dare luogo ad un processo di miglioramento del contesto tale, da supportare lo sviluppo del patrimonio ambientale, culturale e paesaggistico in favore di uno sviluppo sostenibile non solo nel senso generale, ma anche dell'area su cui insiste l'impianto

In un tale prospettiva, diventa di fondamentale importanza ripristinare la connettività attraverso il paesaggio, garantendo la possibilità, per gli organismi, di spostarsi tra porzioni di habitat idoneo e garantendo allo stesso tempo i flussi di materia ed energia.

La connettività di un paesaggio dipende non solo dalla distribuzione dei diversi habitat (o macchie o patch che dir si voglia), ma anche dalle caratteristiche intrinseche a ciascuna specie sia vegetale che animale e dai corridoi ed apparati funzionali nei quali avvengono i trasporti di energia e materia (corridoi di vegetazione ma anche corsi d'acqua per esempio).

Ed ancora la connettività dipende dalle caratteristiche ecologiche e comportamentali delle singole specie che confluiscono nella struttura e funzione del sistema di ecosistemi ossia nel Paesaggio inteso come *Gestalt* della *Landschaft*.

Senza dimenticare le scale spaziali con le quali possiamo leggere le trasformazioni del paesaggio.

Tale obiettivo di connettività è raggiungibile tramite un aumento generalizzato della permeabilità del paesaggio ai movimenti ed attraverso l'implementazione di una rete ecologica.

La tutela e, per quanto possibile, la valorizzazione del paesaggio e del patrimonio naturale presente nelle aree di riferimento e, ovviamente, nella *buffer zone* di prossimità sono quindi le leve con cui raggiungere gli obiettivi sopra descritti.

La scelta degli interventi tiene conto, quindi, del contesto ecologico di riferimento e, nel dettaglio, mira alla definizione di un habitat integrato ed in equilibrio con le esigenze di più specie per formare un tutt'uno di struttura e funzione che evolva nel tempo.

Nell'ambito degli impianti fotovoltaici tali opere dovrebbero interagire con il sistema territoriale di riferimento, nel rispetto delle caratteristiche dettate dal paesaggio, dagli aspetti vegetazionali e faunistici, nonché dal tessuto rurale.

Non bisogna, inoltre, dimenticare che così, come le attività umane come l'agricoltura intensiva, la sottrazione di suolo, la produzione di energia, la mobilità, l'utilizzo eccessivo delle risorse e l'inquinamento hanno un impatto negativo sugli ecosistemi, anche i cambiamenti climatici hanno un impatto sugli ecosistemi.

Poiché i sistemi naturali e i loro servizi ecosistemici sono sempre più compromessi gli esseri viventi sono esposti a crescenti minacce. Ecosistemi intatti e robusti forniscono la migliore stabilità e resilienza possibili per l'adattamento ai cambiamenti climatici il cui successo è direttamente legato allo stato delle risorse naturali: più sono efficienti più aumentano le possibilità di successo.

Ne consegue che la protezione e il rafforzamento degli ecosistemi e la riduzione del loro deterioramento sono prioritari nell'adattamento ai cambiamenti climatici.

Infine, la vegetazione necessita di CO₂ per poter svolgere la fotosintesi, pertanto le piante durante la crescita immagazzinano nella biomassa grandi quantità di carbonio, funzionando da "pozzi di carbonio" (*carbon sink*). L'assorbimento della CO₂ varia sia al variare delle condizioni ambientali (temperatura, disponibilità di luce, etc.) che in funzione delle caratteristiche della specie (superficie fogliare, tassi di crescita, etc.) e dell'individuo (età, stato di salute, etc.). Questa capacità di immagazzinare la CO₂ atmosferica sotto forma di biomassa vegetale o di sostanza organica del suolo è fondamentale nella lotta ai cambiamenti climatici.

2.1 Interventi possibili di riduzione del deficit di trasformazione e di riduzione delle interferenze

Gli interventi, in termini operativi mirano quindi alla costituzione di una rete ecologica in grado di migliorare la connettività ecologica nell'ambito degli habitat rilevabili in ambito territoriale, ad aumentare l'eterogeneità che in genere è stata assai semplificata, a migliorare le funzioni ed i servizi ecosistemici di un dato territorio.

Dal punto di vista ecosistemico dovrebbero essere capaci di determinare la formazione di una rete di zone vegetate atte a rendere:

- biopermeabile o percolabile l'areale, nei confronti degli spostamenti della fauna selvatica e dei flussi di energia;
- capaci di permettere la formazione di habitat diversificati in modo da aumentare la biodiversità e l'eterogeneità;
- atte a creare la connettività tra diversi spazi del sistema di ecosistemi;
- capaci di creare zone *source* e *sink* per la fauna.

Riguardo agli aspetti vegetazionali appare necessario puntualizzare che, l'introduzione di specie vegetali autoctone, tipiche del paesaggio agrario ed in linea con la vegetazione reale e potenziale esprimibile dal territorio, a margine degli ecosistemi agricoli intensivi, di fatto, consente di migliorare e potenziare la diversità floristica territoriale e, al contempo, di valorizzare gli aspetti paesaggistici caratterizzanti e la biodiversità.

In tal senso ed in via del tutto generale, gli interventi, così finalizzati, dovrebbero prevedere:

- la presenza di una o più aree principali (*core areas*); in genere si tratta di interventi di tipo interno o perimetrali;
- fasce tampone (*buffer areas*) che circondano tali aree principali;
- nuclei di insediamento e di diffusione (*stepping zone*) aventi la funzione ecologica di connessione interattiva tra le diverse aree.

INTERVENTI INTERNI (*core areas*)

Si tratta di opere localizzate negli spazi interni dell'impianto.

- Aree localizzate di specie arbustive;
- Aree arbustive lineari di connessione;
- Aree di naturalizzazione destinate alla flora spontanea erbacea.

INTERVENTI PERIMETRALI (*buffer zone*)

Si tratta di opere localizzate lungo la fascia perimetrale dell'impianto e/o in porzioni limitrofe a quest'ultimo:

- Siepe perimetrale;
- In alternativa alla semplice siepe perimetrale: fascia di mitigazione perimetrale con piantagione di arbusti e/o alti arbusti e/o alberi;
- Aree perimetrali prato-pascolive destinate all'insediamento di specie vegetali autoctone.

INTERVENTI DI PROSSIMITÀ (*stepping zone*)

Si tratta di opere localizzate in aree in diretta prossimità dell'impianto anche non collegate allo stesso. Tra queste rientrano:

- aree di mitigazione speciale (per esempio realizzazione di frutteti, di nuclei di vegetazione mellifera con presenza di arnie, ecc.);
- fasce arboree boschive di contenimento delle interferenze;
- area di rinaturalizzazione con vegetazione arbustiva, alto arbustiva ed arborea diffusa, realizzata mediante la messa in atto di interventi volti a favorire la formazione e/o l'introduzione di:
 - aree di naturalizzazione destinate alla flora spontanea;
 - nuclei di insediamento di specie arbustive ed alto arbustive;
 - nuclei di insediamento di specie arboree;
 - aree di rinaturalizzazione con presenza di arbusti, alto arbusti ed alberi in adeguata mescolanza.

2.2 Interventi perimetrali (*buffer zone*) – interventi di mascheramento – criteri generali di progettazione

La progettazione e realizzazione di impianti fotovoltaici deve prendere in considerazione i possibili interventi a verde necessari al perseguimento di alcune imprescindibili finalità quali il contenimento dell'erosione, la stabilizzazione delle superfici messe a nudo durante i lavori, il possibile parziale mascheramento visivo degli impianti.

Gli interventi a verde e di Ingegneria Naturalistica andrebbero sempre condotti in un'ottica di coerenza con le potenzialità floristico-vegetazionali dell'area, al fine di ridurre gli impatti complessivi dell'opera. È cioè necessario conciliare una serie di esigenze tecnologiche (costruttive e gestionali) con quelle naturalistiche e paesaggistiche, tenendo presente i principi orientati alla tutela della biodiversità e alla ricostruzione di unità ecosistemi che di valore ecologico.

Nelle tecniche di Ingegneria Naturalistica sono inclusi anche gli interventi di sole semine e piantagioni di arbusti ed alberi.

In generale, gli interventi a verde non sempre possono perseguire l'obiettivo di ricostituire la vegetazione preesistente e tagliata durante la costruzione delle opere per una serie di motivi legati al corretto funzionamento degli impianti, alla loro gestione e alla sicurezza, come la possibile interferenza degli alberi con l'impianto.

Laddove, ad esempio, si renda necessario il taglio a raso di soprassuoli vegetazionali, questi potranno essere riformati solo con vegetazione arbustiva o erbacea, sempre in un'ottica di coerenza floristico-vegetazionale con il contesto ambientale di riferimento.

In alcuni casi può presentarsi invece l'opportunità di favorire la naturalità dell'area mediante l'impianto di specie autoctone su superfici sottoposte a taglio, ma precedentemente occupate da formazioni artificiali (ad es. pinete artificiali, robinieti, soprassuoli con prevalenza di specie esotiche, superfici per la produzione di massa legnosa, ecc.).

Una situazione particolare è rappresentata dalle aree su cui insiste l'impianto fotovoltaico. Queste, infatti, non sempre possono essere oggetto di interventi di rivegetazione, per i seguenti motivi:

- I terreni occupati non sono oggetto di esproprio e rimangono quindi di proprietà dei privati ai quali non si possono imporre vincoli nell'uso del suolo (che è in genere agricolo);
- la vegetazione legnosa potrebbe provocare fenomeni non graditi quali l'ombreggiamento, la radicazione invasiva, ecc.;
- la gestione/manutenzione dell'impianto richiede la completa e facile accessibilità all'impianto stesso;
- vi è la necessità di ridurre il pericolo di incendi.

Per gli impianti fotovoltaici sono schematicamente possibili i seguenti interventi di mascheramento mitigazione e rivegetazione:

- riqualificazione delle aree dei cantieri e delle piste d'accesso tramite scotici preventivi e successiva riqualificazione delle aree dei cantieri e piste d'accesso (ricomposizione del suolo, semine, trasemine e piantagioni e ripiantagioni);
- ricomposizione del suolo nell'area dell'impianto attraverso scotici preventivi e ricomposizione del suolo con semine;
- realizzazione di fasce boscate o filari di mascheramento visuale (ove e per quanto possibile);
- ricucitura delle superfici derivanti dagli interventi di demolizione (ricomposizione del suolo, riqualificazione, ricostituzione dell'uso agricolo e/o di cenosi a prato);

- opere di compensazione (da realizzare in accordo con gli Enti Locali, previa disponibilità delle aree).

Le strategie da mettere in atto per limitare le interferenze tra l'impianto fotovoltaico e la vegetazione sono relativi all'effettuazione di interventi periodici di potatura delle specie arbustive ad altezze tali da non interferire con pannelli, ma in modo da mantenere la struttura siepe.

3 CARATTERISTICHE DELL'AREA D'INTERVENTO

L'impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica della potenza complessiva di 13,0186 MW in progetto verrà ubicato nel territorio del comune di San Severo (FG) e precisamente alla C.da "Ratino" su terreno agricolo identificato catastalmente nel N.C.T. del Comune al foglio 109 p.lle 12-13-14-19-31-42-196-199-200-201-202-203-204-228-230-241-338-339-511-513. Il progetto prevede che l'impianto fotovoltaico, denominato "CLEMENTE", sarà realizzato in regime agrovoltico ovvero sarà integrato con un impianto a coltivazione di piante di melograno posizionate tra le file delle strutture fotovoltaiche.

Dei circa 26 ha contrattualizzati con i proprietari le aree occupate dall'impianto (area recintata) sviluppano una superficie complessiva di poco più 23 ha; il terreno, coltivato prevalentemente a cereali, presenta struttura orografica regolare e pianeggiante.

L'area destinata ad ospitare le opere di progetto, costituita da una macro area suddivisa in sei sottocampi fotovoltaici, è delimitata a est dalla strada provinciale SP20, a sud da terreni coltivati a vigneto, mentre ad ovest ci sono altri terreni agricoli coltivati ad uliveto.

All'interno dell'area parco saranno garantiti spazi di manovra e previste strade perimetrali adeguate, per facilitare il transito dei mezzi atti alla futura manutenzione.

La nuova viabilità di servizio, interna alle zone di impianto, data la consistenza del terreno, verrà realizzata con materiale arido stabilizzato senza fondazione, in tal modo risulterà pienamente permeabile. Ai lati saranno realizzate canalette per il corretto deflusso delle acque meteoriche.

Si segnala infine che i terreni dove verranno posizionate le strutture fotovoltaiche è attraversato in maniera marginale trasversale da una linea elettrica aerea di alta tensione (380kV) con i relativi tralicci di sostegno; trattasi dell'elettrodotto di connessione alla stazione elettrica Terna "San Severo" della centrale a ciclo combinato "EnPlus", situata a circa 900 m a nord dall'area parco.

Il progetto delle opere di mitigazione prevede la realizzazione di una siepe perimetrale di altezza pari a circa 2,5 m e larghezza 2,5 m che si sviluppa su una lunghezza di circa 2.360 m interessando una superficie di circa 5.900 m².

Il progetto ha tenuto conto dei seguenti dati di distanza:

- 1,50 m dai confini catastali come previsto dall'art. 892 del Codice civile;
- 3,00 m dalle strade come previsto dal Regolamento Esecutivo del Codice della Strada (art. 26 - comma 8)
- Eventuali altre fasce di rispetto per es. fosso lungo strada provinciale di proprietà del demanio pubblico dello Stato per le opere di bonifica.



Figura 3-1. Localizzazione dell'area di intervento dell'impianto fotovoltaico



Figura 3-2 – Vista dell'area da sud



Figura 3-3 – Vista dell'area da ovest

3.1 Inquadramento climatico

L'area in esame presenta caratteristiche riconducibili a quelle tipiche del clima mediterraneo, caratterizzato da un regime di precipitazioni invernali e primaverili e da aridità estiva, con inverni miti.

Per la caratterizzazione climatica della zona in esame è stato utilizzato il software DIACLI della Tecnovia Srl, ceduto alla Microsoft del gruppo Namirial per la distribuzione commerciale. La valenza statistica delle serie P/T permette di trarre delle conclusioni valide anche per l'area in esame che è riconducibile per caratteristiche climatiche del comune di San Severo (FG) (Lat. 41° 41' 08"; Long. 15° 22' 53" Est; 92 m s.l.m.).

Le precipitazioni totali sono pari solo a 497 mm e la media è di 41,4 mm mentre quelle medie mensili sono riportate nella seguente tabella.

G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
42	41	43	36	37	36	26	27	46	53	53	57

Figura 3-4– Precipitazioni medie mensili.

La maggior parte delle precipitazioni, che sono a carattere di pioggia, cadono nel semestre autunno-inverno:

Periodo	mm	% annua
Apr-Set	208	41
Ott-Mar	289	58

Figura 3-5– Precipitazioni, ripartizione semestrale

Relativamente alle precipitazioni, si può specificare quanto segue: tutta l'area è interessata da scarsa piovosità; il regime pluviometrico può essere incluso in quello di tipo mediterraneo proprio di tutta l'area.

I valori più alti di temperatura si registrano nei mesi di Luglio-Agosto ed i più bassi in quello di Gennaio. Nel complesso, l'escursione termica fra estate e inverno risulta di media entità, passando da massimi estivi intorno ai 25 °C ai minimi non inferiori ai 7°C.

G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
7,43	8,33	10,73	13,93	18,63	23,03	25,93	25,73	22,33	17,23	12,43	8,73

Figura 3-6– Temperature medie mensili

Vengono di seguito rappresentati tre diagrammi climatici risultanti dall'elaborazione dei dati di San Severo e precisamente: il diagramma termopluviometrico, il climogramma di Peguy e il digramma di Walter e Lieth. La rappresentazione grafica risulta essere efficace e consente un'immediata lettura e comprensione dei fenomeni climatici.

Dal climogramma di Peguy si può constatare che i mesi da gennaio a maggio e da settembre a dicembre sono "temperati", mentre giugno, luglio e agosto sono mesi "arido". Nessun mese ricade tra i "gelidi", i "freddi" e "umidi".

Il diagramma di Walter e Lieth mette in relazione le temperature e la piovosità medie mensili legando le rispettive scale in modo da evidenziare graficamente i periodi di carenza idrica o di eccesso di piovosità in relazione alle temperature. Il diagramma consente il confronto grafico fra il

regime termico e quello pluviometrico annuale. Tale diagramma riporta sull'ascissa i mesi dell'anno e sull'ordinata le precipitazioni e le temperature relative. Come si evince dal diagramma, quando la curva delle precipitazioni scende sotto quella delle temperature ($P < 2t$) il periodo interessato, (giugno, luglio e agosto) viene considerato secco. Nel caso specifico non vi è presenza di gelate in quanto la temperatura media mensile non scende al di sotto di 0°C .

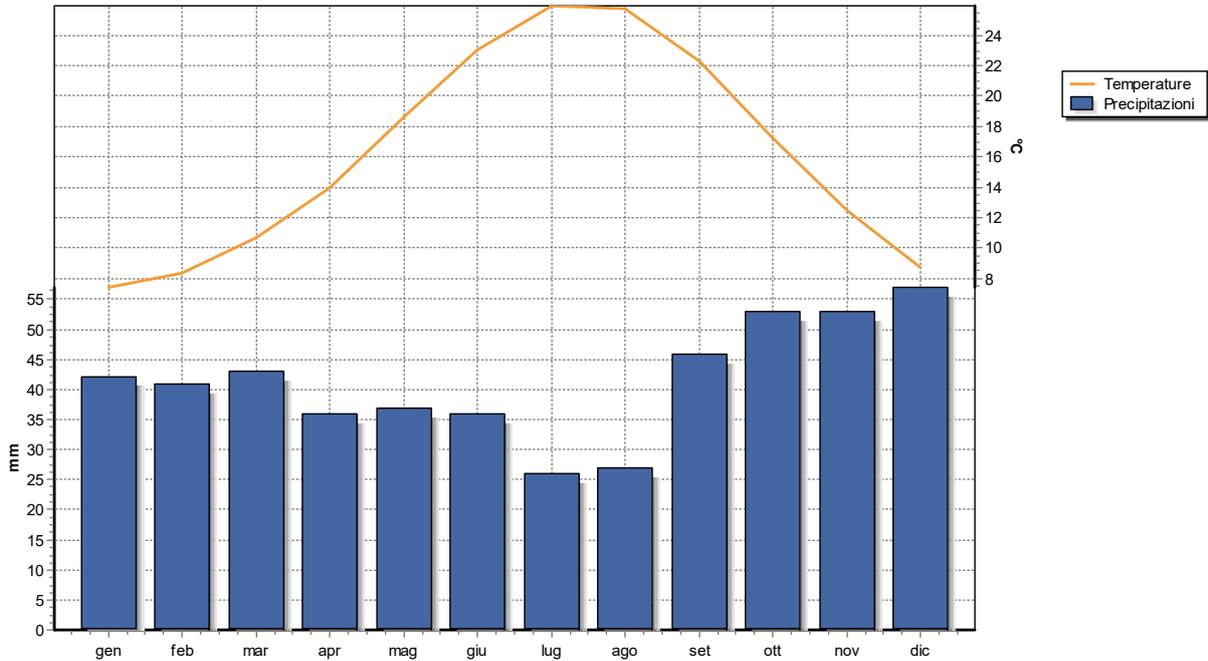


Figura 3-7– Diagramma termopluviometrico.

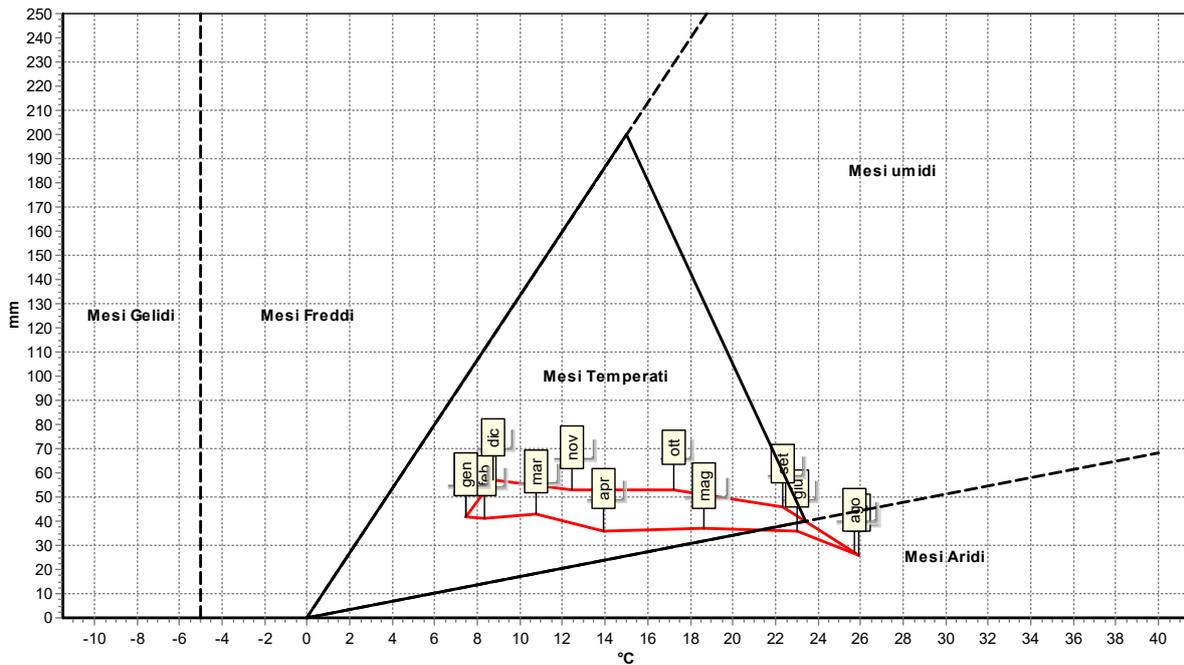


Figura 3-8– Climogramma di Peguy

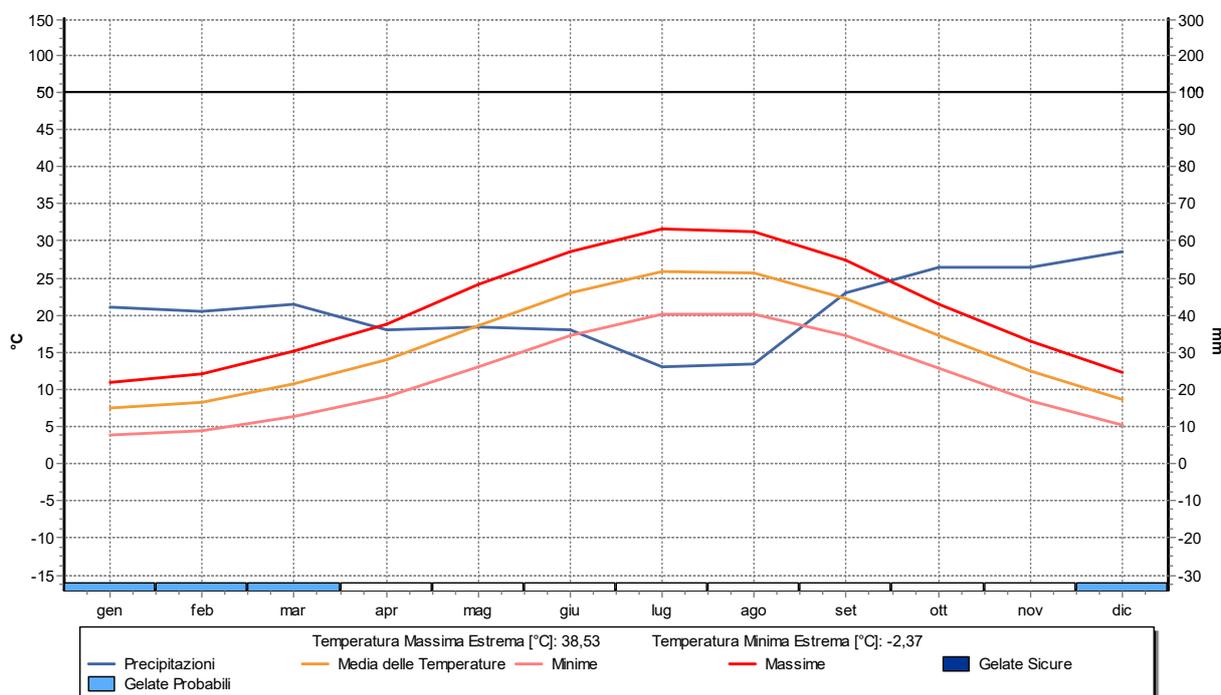


Figura 3-9– Diagramma di Walter e Lieth

3.1.1 Bilancio Idrologico

Per una valutazione quantitativa delle acque si è proceduto ad effettuare il Bilancio Idrologico secondo Thornthwaite, elaborato statisticamente nell'arco dei 12 mesi. Dall'analisi dei dati si evidenzia che, a fronte di 497 mm/anno di Precipitazioni, si registra un'evapotraspirazione potenziale (Etp) di ben 981,7 mm/anno. Ciò evidenzia una situazione di aridità alquanto marcata nel periodo estivo; infatti, il deficit idrico (D) è di 484,7 mm/anno e si concentra nel periodo da giugno a settembre.

Anche i dati relativi all'acqua a disposizione delle piante nella zona radicale (PAW) sono d'interesse. Infatti, il quantitativo totale, che potrebbe apparire significativo con i suoi 463 mm/anno, è concentrato nei mesi da novembre a maggio, in netta contrapposizione con il marcato deficit.

Modello di Thornthwaite													
z =	1,8	m	Profondità apparato radicale										
FC =	0,3	m ³ /m ³	Capacità di ritenzione idrica										
PWP =	0,18	m ³ /m ³	Punto appassimento										
Mx PAW=(FC-PWP)*z	216	mm	Acqua massima utilizzata da piante										
	TOTAL I	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Precipitazioni	497,0	42	41	43	36	37	36	26	27	46	53	53	57
Etp	981,7	15,5	18,7	35,8	59,4	105,9	149,1	182,3	167,4	118,2	72,4	36,9	19,8
dS		26,5	22,3	7,2	23,4	-68,9	-16,8	0,0	0,0	0,0	0,0	16,1	37,2
PAW	463,0	79,8	102,0	109,2	85,8	16,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,1	53,3
AET		15,5	18,7	35,8	59,4	105,9	52,8	26,0	27,0	46,0	53,0	36,9	19,8
R	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
D	484,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	96,3	156,3	140,4	72,2	19,4	0,0	0,0

Legenda:

dS= Ritenuta idrica del suolo (mm)
PAW = Acqua a disposizione delle piante nella zona radicale (mm)
AET = Evapotraspirazione reale (mm)
R= Surplus, ruscellamento, drenaggio (mm)
D= Deficit idrico (mm)

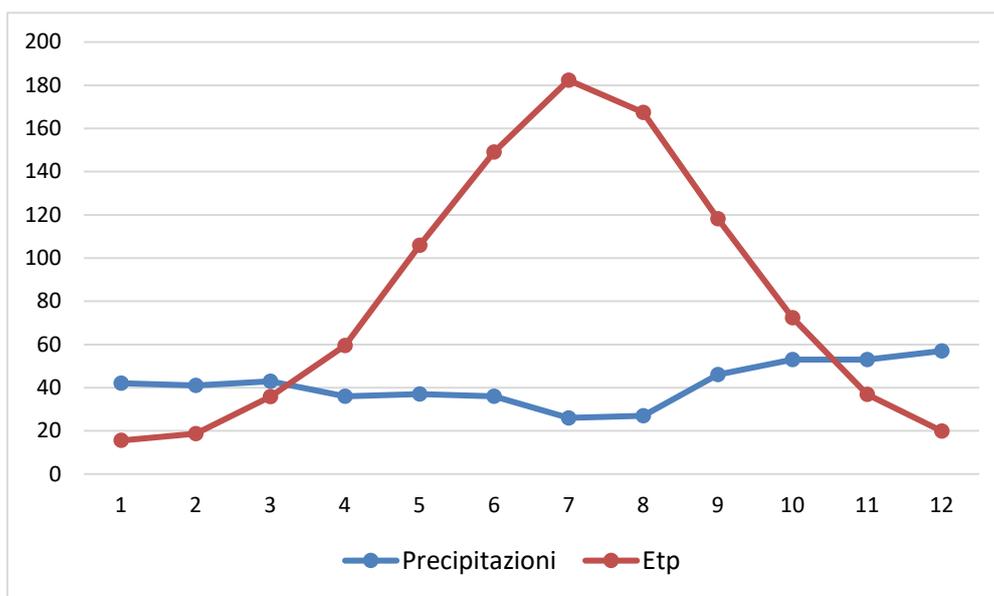


Figura 3-10–Grafico di Thornthwaite

3.2 Inquadramento paesaggistico e agro-forestale

Le aree oggetto di studio ricadono nell'**Ambito paesaggistico 3** del Piano Paesaggistico Territoriale Regionale (PPTR), denominato "**Tavoliere**", in parte nella figura territoriale del "*mosaico di San Severo*", in parte in quella della "*piana foggiana della Riforma*".

Il **Tavoliere** si presenta come un'ampia zona sub-pianeggiante a seminativo e pascolo caratterizzata da visuali aperte, con lo sfondo della corona dei Monti Dauni, che l'abbraccia a ovest e quello del gradone dell'altopiano garganico che si impone ad est.

L'area, delimitata dal fiume Ofanto, dal fiume Fortore, dal torrente Candelaro, dai rialti dell'Appennino e dal Golfo di Manfredonia, è contraddistinta da una serie di terrazzi di depositi marini che degradano dalle basse colline appenniniche verso il mare, conferendo alla pianura un andamento poco deciso, con pendenze leggere e lievi contro pendenze. Queste vaste spianate debolmente inclinate sono solcate da tre importanti torrenti: il Candelaro, il Cervaro e il Carapelle e da tutta una rete di tributari, che hanno spesso un deflusso esclusivamente stagionale.

Il sistema fluviale si sviluppa in direzione ovest-est con valli inizialmente strette e incassate che si allargano verso la foce, e presentano ampie e piane zone interfluviali.

Nei pressi della costa, dove la pianura fluviale e la pianura costiera si fondono, le zone interfluviali sono sempre più basse finché non sono più distinguibili dal fondovalle, se non come tenui alture o basse collinette. I fiumi che si impantanavano nei laghi costieri sono stati rettificati e regimentati e scorrono in torrenti e canali artificiali

Si tratta di un ambiente in gran parte costruito attraverso opere di bonifica, di appoderamento e di lottizzazione, con la costituzione di trame stradali e poderali evidenti.

Poche sono le aree naturali sopravvissute all'agricoltura intensiva, ormai ridotte a isole, tra cui il Bosco dell'Incoronata e i rarefatti lembi di boschi ripariali dei corsi d'acqua (torrente Cervaro).

La struttura insediativa caratterizzante è quella della pentapoli, costituita da una raggiera di strade principali che si sviluppano a partire da Foggia, lungo il tracciato dei vecchi tratturi, a collegamento del capoluogo con i principali centri del Tavoliere (Lucera e Troia, San Severo, Manfredonia e Cerignola).

Seppure il paesaggio dominante sia quello di un "deserto cerealicolo-pascolativo" aperto, caratterizzato da pochi segni e da "orizzonti estesi", è possibile riscontrare al suo interno paesaggi differenti:

- l'**alto Tavoliere**, leggermente collinare, con esili contrafforti che dal Subappennino scivolano verso il basso, con la coltivazione dei cereali che risale il versante;
- il **Tavoliere profondo**, caratterizzato da una pianura piatta, bassa, dominata dal centro di Foggia e dalla raggiera infrastrutturale che da essa si diparte (il Tavoliere meridionale), e il Tavoliere settentrionale, che ruota attorno a Cerignola e San Severo con un'una superficie più ondulata e ricco di colture legnose (vite, olivo, alberi da frutto);
- il **Tavoliere costiero** con paesaggi d'acqua, terra e sale.

La **Piana foggiana** è costituita da un paesaggio in gran parte costruito attraverso la messa a coltura delle terre salde e il passaggio dal pascolo al grano, attraverso opere di bonifica, di appoderamento e di colonizzazione, con la costituzione di trame stradali e poderali evidenti.

L'armatura insediativa storica è costituita dai tracciati degli antichi tratturi legati alla pratica della transumanza, lungo i quali si snodano le poste e le masserie pastorali, e sui quali, a seguito delle bonifiche e dello smembramento dei latifondi, si è andata articolando la nuova rete stradale. Il territorio è organizzato intorno a Foggia e alla raggiera di strade principali che da essa si dipartono.

All'interno della dispersione insediativa generata dal capoluogo lungo questi assi, è possibile rintracciare l'organizzazione dei borghi rurali sorti a corona (Segezia, Incoronata, Borgo Giardinetto, ecc...). Strade, canali, filari di eucalipto, poderi costituiscono elementi importanti e riconoscibili del paesaggio agrario circostante.

Il **paesaggio del mosaico agrario del tavoliere settentrionale a corona del centro abitato di San Severo** è caratterizzato da ordinati oliveti, ampi vigneti, vasti seminativi a frumento e sporadici frutteti.

Numerosi sono anche i campi coltivati a ortaggi, soprattutto in prossimità del centro urbano. Il territorio, prevalentemente pianeggiante, segue un andamento altimetrico decrescente da ovest a est, mutando progressivamente dalle lievi cresse collinose occidentali (propaggini del subappennino) alla più regolare piana orientale, in corrispondenza del bacino del Candelaro.

Il sistema insediativo si sviluppa sulla raggiera di strade che si dipartono da San Severo verso il territorio rurale ed è caratterizzato principalmente da masserie e poderi.

Per quanto riguarda il Sistema delle Tutele presente nel Piano Paesaggistico della Regione Puglia (PPTR) si evidenzia che l'area di progetto:

- LAMBISCE, ad est, una componente del paesaggio con valore percettivo, ovvero una strada a valenza paesaggistica (SP 20) -ai sensi dell'art. 143 co.1 lett. e) del d.lgs. 42/2004 Codice dei beni culturali e del paesaggio;
- E' PROSSIMA, a nord, ad una componente del paesaggio con valore percettivo, ovvero un'altra strada a valenza paesaggistica (SP 13) – ai sensi dell'art. 143 co.1 lett. e) del d.lgs. 42/2004 Codice dei beni culturali e del paesaggio.

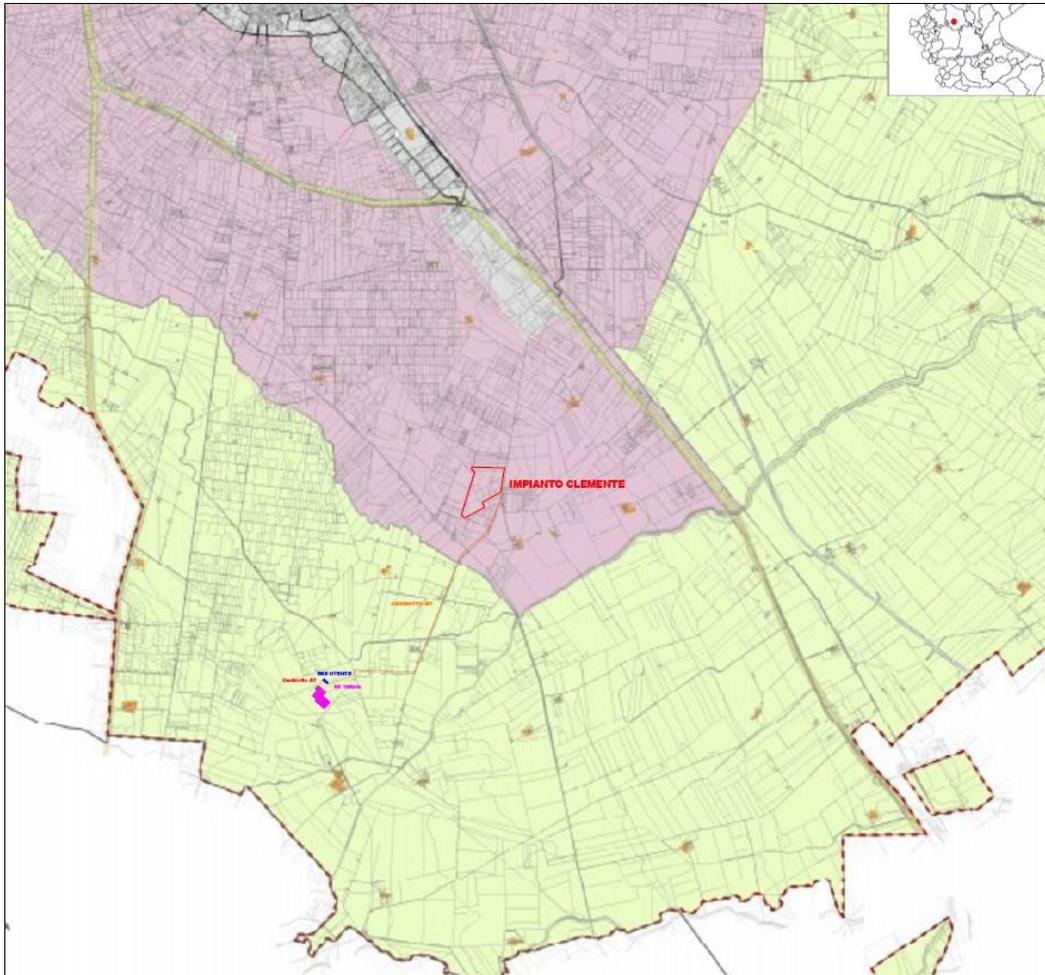
motivo per il quale si è voluto procedere a un efficace mascheramento dell'impianto Agro FV con una siepe perimetrale.



Figura 3-11– vista (da nord est) con SP 20 che confina a est con l'area di intervento

Il sito interessato dalla realizzazione del Parco fotovoltaico, secondo le previsioni del PUG del Comune di San Severo ricade nelle aree destinate alle attività agricole **Es - Zona agricola pregiata (di alto valore agronomico a produzione specializzata)**, nella quale, in base all'art. s23.2 delle N. T.A co. 4, «gli interventi edilizii e non - devono garantire il rispetto e/o il ripristino della compagine

vegetale che caratterizza questi luoghi [...]».



LEGENDA	
COMPLESSI EDILIZI ISOLATI IN TERRITORIO EXTRA-URBANO - TRATTURI	
art. p11	 A1 - Edifici rurali
art. p12	 Tratturi (Area di competenza del Piano Comunale dei Tratturi)
AREE DESTINATE ALLE ATTIVITA' AGRICOLE	
art. s23.1	 Ea - Zona agricola del Triolo (di alto valore agronomico)
art. s23.2	 Es - Zona agricola pregiata (di alto valore agronomico a produzione specializzata)
art. s23.3	 Ep - Zona agricola del Radicoso (di alto valore agronomico, di pregio ambientale e paesaggistico)
AREE DESTINATE A SERVIZI	
art. p49	 F3 - Parchi pubblici unitari e comprensoriali
Limiti generici	
	Limite comunale San Severo
	Limiti comunali

Figura 3-12. Stralcio della Tav. D7.1 "Carta sintetica di uso del suolo – Territorio extraurbano"

2 Superfici agricole utilizzate	2.1 Seminativi	
	2.1.1 Seminativi in aree non irrigue	2.1.1.1 Seminativi semplici in aree non irrigue
		2.1.1.2 Colture orticole in pieno campo, in serra e sotto plastica in aree non irrigue
	2.1.2 Seminativi in aree irrigue	2.1.2.1 Seminativi semplici in aree irrigue
		2.1.2.3 Colture orticole in pieno campo, in serra e sotto plastica in aree irrigue
	2.2 Colture permanenti	
	2.2.1 Vigneti	
	2.2.2 Frutteti e frutti minori	
	2.2.3 Oliveti	
	2.2.4 Altre colture permanenti	
	2.3 Prati stabili (foraggiere permanenti)	
	2.3.1 Superfici a copertura erbacea densa	
	2.4 Zone agricole eterogenee	
	2.4.1 Colture temporanee associate a colture permanenti	
	2.4.2 Sistemi colturali e particellari complessi	
	2.4.3 Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali	
2.4.4 Aree agroforestali		

Figura 3-13. Uso del suolo – estratto da PPTR Puglia (fonte: sit.puglia.it) e estratto legenda



Figura 3-14. Vista dell'area di intervento – uso del suolo – seminativi irrigui e oliveti



Figura 3-15. uso del suolo – oliveti e alberi da frutto

3.4 Inquadramento vegetazionale

L'area - intesa Area vasta raggio 3 km - è prettamente occupata da superfici a seminativo. La presenza di alberi e i cespugli è poco frequente. Mentre tra le specie erbacee quelle maggiormente presenti sono: Malva (*Malva campestris*), Cicoria (*Cichorium intybus*), Verbena (*Verbena officinalis*), Farfaro (*Tussilago farfara*), Gramigne (*Cynodon dactylon*, *Agropyron repens*), Piantaggine (*Plantago major*), Orzo selvatico (*Hordeum murinus*), Artemisie (*Artemisia vulgaris*, *A. campestris*), Millefoglio (*Achillea millefolium*), Ortica (*Urtica dioica*), Papavero comune (*Papaver rhoeas*), Tarassaco comune (*Taraxacum officinalis*), Fiordalisco scuro (*Centaurea nigra*), Margherita dei prati (*Chrysanthemum leucanthemum*), Erba marzolina comune (*Dactylis glomerata*), Coda di topo comune (*Alopecurus pratensis*), Fienarola comune (*Poa trivialis*), Avena altissima (*Arrhenatherum elatius*), Loglio comune (*Lolium perenne*), tra le leguminose spiccano: Meliloto comune (*Melilotus officinalis*), Cicerchia dei prati (*Lathyrus pratensis*), Lupinella comune (*Onobrychis viciifolia*), Erba medica lupulina (*Medicago lupulina*), Ginestrino (*Lotus corniculata*), Assenzio selvatico (*Artemisia vulgaris*), altre specie presenti sono: Cardo campestre (*Cirsium arvense*), Cardo asinino (*Cirsium vulgare*), Senecio comune (*Senecio vulgaris*).

4 CRITERI GENERALI PER LA SCELTA DEGLI INTERVENTI

Con il termine Ingegneria Naturalistica si intende una **tecnica ingegneristico-costruttiva orientata alla biologia** che si avvale di nozioni della biologia e dell'ecologia del paesaggio, nelle opere di consolidamento e mantenimento di scarpate, versanti, sponde, golene, argini, discariche, cave e superfici collegate alle infrastrutture lineari (strade, ferrovie, autostrade) alle condotte interrato ed energetiche (gasdotti, oleodotti, elettrodotti, ecc.) e puntuali (insediamenti industriali ed impianti energetici), contro l'erosione. Risulta caratterizzante **l'utilizzo di piante autoctone e di parti di piante quali elementi costruttivi vivi** in modo tale che, nel corso del loro sviluppo, esse, insieme al suolo ed al substrato pedogenetico, diano il contributo principale alla stabilizzazione e raggiungano l'obiettivo della massima biodiversità possibile. **Nella fase iniziale, a volte, si rende necessaria la combinazione con materiali da costruzione morti** che in alcuni casi possono avere funzione strutturale prevalente. In altri casi si può rendere necessario l'impiego di materiali sintetici in abbinamento per garantire la sicurezza dell'intervento stesso, **adottando comunque il criterio del minimo** impiego di tecnologia per la risoluzione del problema e quindi prediligendo, ove ed in quanto possibile, l'impiego di materiali e geotessuti biodegradabili.

Le finalità degli interventi d'Ingegneria Naturalistica sono principalmente quattro:

- tecnico-funzionali, per esempio antierosive e di consolidamento;
- ecologiche, in quanto non di semplice copertura a verde ma ricostruzione o innesco d'ecosistemi paraturali mediante impiego di specie autoctone;
- estetiche e paesaggistiche, di "ricucitura" al paesaggio naturale circostante;
- economiche, in quanto strutture competitive e alternative ad opere tradizionali (ad esempio muri di sostegno sostituiti da palificate vive o terre rinforzate verdi).

Ciò che principalmente contraddistingue l'intervento d'Ingegneria Naturalistica da quello tradizionale è:

- l'esame delle caratteristiche topoclimatiche e microclimatiche delle superfici d'intervento;
- l'analisi del substrato pedologico con riferimento alle caratteristiche chimiche, fisiche ed idrologiche del suolo;
- l'esame delle caratteristiche geomorfologiche e geolitologiche;
- le verifiche idrauliche, geomeccaniche e geotecniche;
- la valutazione delle possibili interferenze reciproche con l'infrastruttura;
- la base conoscitiva, floristica e fitosociologica con particolare riferimento alla serie dinamica delle vegetazioni ed all'efficace sfruttamento delle caratteristiche biotecniche di ogni singola specie;
- l'utilizzo degli inerti tradizionali ma anche di materiali di nuova concezione quali le georeti tridimensionali e i geotessuti sintetici in abbinamento a piante o parti di esse;
- l'accurata selezione delle specie vegetali da impiegare con particolare riferimento a: miscele di sementi di specie erbacee, specie arbustive ed arboree da vivaio, talee, utilizzo di stoloni o rizomi;
- l'abbinamento della funzione antierosiva e di consolidamento con quelle del reinserimento ambientale e naturalistico;
- il miglioramento nel tempo delle due funzioni sopra citate a seguito dello sviluppo delle parti aeree e sotterranee delle piante impiegate, con il mascheramento delle componenti artificiali dell'opera;
- l'imprescindibilità di prevedere un programma di manutenzione del verde e delle opere inerti sia biodegradabili che non.

4.1.1 Tipologie e metodologie d'esecuzione

Nella sistemazione con tecniche di ingegneria naturalistica, la scelta del tipo di opera deriva, oltre che dagli obiettivi di progetto, dalle caratteristiche del sito. In particolare, l'inclinazione della scarpata è il fattore maggiormente condizionante le tipologie. I tipi di substrato, di suolo e il microclima condizionano poi le tecniche di ancoraggio e la scelta delle specie vegetali da impiegare. Lo schema seguente contiene l'elenco delle opere ordinate in funzione dalla pendenza rilevata.

La presenza nel versante, per esempio, di venute d'acqua o di suoli particolari può ridurre, anche drasticamente, l'inclinazione massima consentita per l'applicazione di una tecnica. È per questo motivo che di seguito, nella tabella, sono indicati dei *range* di applicabilità che di volta in volta devono essere studiati e ragionati.

Nella tabella seguente sono riportate le principali e più diffuse tecniche di Ingegneria Naturalistica:

Tabella 4-1. Tecniche di ingegneria naturalistica

INCLINAZIONE SCARPATA	TIPO DI INTERVENTO
10°<x<15°	Semine e piantagioni
15°<x<25°/27°	Semine: manuali potenziate a spessore Idrosemina: potenziate a spessore Semine a paglia e bitume (le semine possono essere di specie erbacee/arbustive/arboree o di 2 o 3 classi)
25°<x<35°/37°	Biostuoie (stuoie, reti, griglie) Stuoie in materiale sintetico (stuoie, reti, griglie)
35°<x<45°	Fascinata vive Palizzata viva Gradonata viva con talee e latifoglie radicate Cordonate vive Ribalta viva Palificata viva di sostegno a parte semplice o doppia Materasso rinverdito con piantagione di piantine radicate o talee Geocelle a nido d'ape
45°<x<55°	Geocelle a nido d'ape Materasso rinverdito Grata viva
55°<x<65°	Gabbionata rinverdita Balze in geotessuto Terra rinforzata Terra armata Rivestimento vegetativo
65°<x<80° (Solo con impianto di irrigazione)	Rivestimento vegetativo Terra rinforzata Terra armata

Gli interventi di rinverdimento e di messa in sicurezza con tecniche d'Ingegneria Naturalistica, si basano su uno dei principi fondamentali dell'Ingegneria Naturalistica, ossia minimo intervento e impegno tecnico a uguale risultato o efficacia.

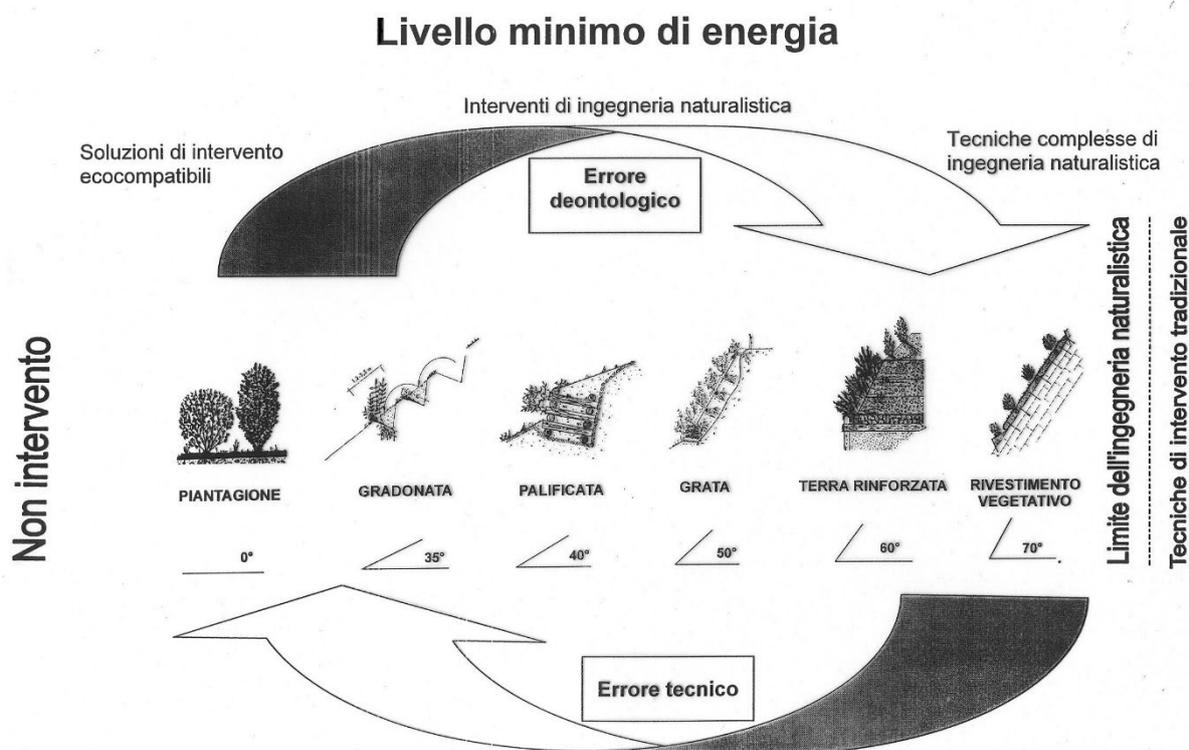


Figura 4-1. Legge del minimo

4.1.2 Aspetti botanici dell'Ingegneria naturalistica

Nell'Ingegneria Naturalistica le piante non sono più considerate solo da un punto di vista estetico, ma funzionale, ovvero come un efficace materiale vivente da costruzione e ciò costituisce la peculiarità maggiore di tale disciplina che si differenzia da quelle che utilizzano solo materiali inerti o impiegano le piante per l'arredo degli spazi urbani; le moderne innovazioni, inoltre, hanno consentito di ampliare le applicazioni di queste tecniche vegetali e di aumentarne l'efficacia.

I principali **vantaggi** offerti dall'uso dei materiali viventi sono i seguenti:

- Svolgono un'importante funzione antierosiva. In particolare, ai fini del consolidamento del terreno, le piante assolvono ad un'importante funzione meccanica trattenendo le particelle del suolo ed evitando il loro dilavamento: è stato calcolato, che la resistenza alla trazione di certe radici di graminacee è di $20 \div 30 \text{ N/m}^2$ (Borkenstein), quella degli arbusti è di $100 \div 140 \text{ N/m}^2$ e quella della copertura diffusa di salici è di $150 \div 300 \text{ N/m}^2$ anche se tali valori possono essere in alcuni casi superati (fino a 450 N/m^2);
- Conferiscono stabilità al terreno in maniera dinamica, in modo direttamente proporzionale al loro sviluppo;

- Costano relativamente poco, in quanto spesso si trovano in loco e/o provengono da operazioni di manutenzione di lavori simili effettuati in precedenza e di conseguenza anche l'onere per il trasporto può essere modesto; si può affermare che, in diversi casi, queste tecniche consentono sostanziali economie (dal 40 al 90%) in rapporto a quelle tradizionali;
- Creano habitat naturaliformi per la fauna selvatica (luoghi d'alimentazione, di rifugio e di riproduzione), zone *source-sink* (concetto utilizzato per spiegare la complessità delle dinamiche delle popolazioni in ambienti eterogenei) (Pulliam, 1988; Lewin, 1989; Harrison, 1991);
- Forniscono un ombreggiamento utile per limitare l'eccessiva crescita di altre compagini vegetali indesiderate nell'alveo fluviale, mantenendo bassa, allo stesso tempo, la temperatura dell'acqua;
- Favoriscono, a livello radicale, la depurazione del corso d'acqua dalle impurità presenti assimilando gli eccessi di sostanza organica ed assorbendo anche metalli pesanti o altre sostanze chimiche (fitodepurazione);
- Contribuiscono ad aumentare la diversità biologica, principale fattore di pregio e di stabilità di ogni ambiente naturale;
- Non sconvolgono le relazioni che intercorrono tra il corso d'acqua e la falda freatica;
- Conservano e migliorano il paesaggio ed il patrimonio naturale e culturale che esso rappresenta.

I principali **svantaggi** di tali tecniche possono essere così riassunti:

- Richiedono, in genere, una regolare manutenzione, scaglionata nel tempo ed eseguita da manodopera professionalmente competente;
- Esistono fattori limitanti nella loro applicazione (altitudine, illuminazione, regime termo – pluviometrico, caratteristiche del suolo, livello d'inquinamento, periodo di intervento, ecc.);
- Non sempre i risultati desiderati sono immediati e spesso richiedono un certo periodo di tempo per poter verificare l'efficacia dell'intervento.

Una considerazione di carattere generale da tenere presente in caso di recupero ambientale è quella relativa agli ecosistemi; questi risultano più stabili se il numero delle specie presenti è elevato comportando il relativo aumento della diversità biologica.

A tale fine, nella fase progettuale, è importante quindi precisare quale ruolo le piante dovranno svolgere in quella precisa situazione e, per fare ciò, sarà opportuno analizzare, come già visto, i seguenti fattori di natura fisica, chimica e biologica:

- Il **clima** (regime termometrico, pluviometrico, anemometrico, ecc.);
- Il suolo (profondità, granulometria, pH, ecc.);
- L'orografia (altitudine, esposizione, pendenza);
- Le caratteristiche biotecniche delle piante (capacità di consolidamento del terreno, di resistenza alle sollecitazioni meccaniche, all'erosione e all'inghiainamento, di miglioramento del suolo, di depurazione delle acque, ecc.);
- I salici e in misura minore anche altre latifoglie, da una talea rigenerano una nuova pianta (riproduzione per via vegetativa): dalla parte interrata della talea emettono radici e, dalla parte aerea germogli e foglie.
- Ontano, salice, pioppo, frassino, nocciolo, acero e ligustro e pochi altri alberi ed arbusti sopportano senza danni ricoprimenti di terreno fino a 1 ÷ 2 m di altezza: nella parte del fusto interrato formano radici avventizie. Esistono poi, piante con forte resistenza alla sommersione.

- Anche la capacità di adattamento di alcune piante è molto alta: alla pressione di vento o neve reagiscono con una maggiore crescita dell'apparato radicale nella direzione opposta. Le radici si sviluppano in direzione dell'acqua e degli elementi nutritivi: terreni fortemente concimati o umidi sono per lo più attraversati da apparati radicali poco profondi;
- Le caratteristiche fisiologiche delle piante: capacità di propagazione e di moltiplicazione, velocità di crescita, resistenza ad attacchi parassitari, rusticità ed adattabilità (specie viventi in un ampio spettro di ambienti hanno spesso minori esigenze edafiche o climatiche);
- Il grado di inserimento ecologico (sono da preferirsi le piante autoctone);
- Il grado di inserimento estetico – paesaggistico (cromatismo, morfologia, contrasto, ecc.);
- L'evoluzione spazio – temporale dell'ecosistema (successioni vegetali – dinamica delle associazioni);
- La provenienza delle sementi e delle piante e la relativa disponibilità sul mercato vivaistico (con particolare attenzione al possibile inquinamento genetico);
- Il periodo d'intervento (periodo vegetativo, di piene fluviali, ecc.);
- La necessità di cure colturali (diradamenti, potature, ecc).

4.1.3 Caratteristiche biotecniche

La giusta scelta delle piante è la premessa per sicuri e duraturi interventi d'Ingegneria Naturalistica. La scelta e l'impiego di specie vegetali inadatte può, infatti, portare al fallimento delle sistemazioni naturalistiche. Le piante con larga amplitudine ecologica sono particolarmente adatte per l'impiego in tali interventi. Spesso nelle aree di progetto (Sauli G., 2002) non sono presenti le associazioni naturali dei luoghi, per cui, in tal caso si fa riferimento alla vegetazione "potenziale" ed in particolare agli stadi delle serie dinamiche attinenti alle diverse condizioni d'intervento.

Nella scelta delle specie ci si riferisce a quelle spontanee presenti o potenziali della stazione; alcuni gruppi sono più importanti di altri, come le specie arbustive, preferite a quelle arboree (Sauli G., 2002), incluse i suffrutici e, nell'ambito delle erbacee, le specie delle famiglie delle graminacee e delle leguminose.

L'uso quasi esclusivo di specie autoctone derivate da materiale di propagazione locale per evitare insuccessi o contaminazioni genetiche o ecologiche, garantisce l'idoneità alle condizioni geopedologiche e fitoclimatiche del luogo, fermo restando i problemi legati al periodo stagionale ed alle condizioni microambientali di messa a dimora.

Le piante possiedono proprietà biotecniche che si possono riassumere qui di seguito.

Per quanto riguarda le proprietà tecniche:

1. difesa dall'erosione – copertura del terreno e riduzione degli impatti provocati dalle precipitazioni: a titolo di esempio¹ si riporta un caso osservato da F. Florineth in Alto Adige ove sono state misurate asportazioni di suolo in solchi di erosione più o meno ripidi, durante un periodo vegetativo, da 300 a 1300 g di terreno/m², mentre in una sola giornata con 60 mm di precipitazioni e in presenza di grandine, è stata rilevata l'asportazione di circa 5 Kg/m²; al contrario superfici rinverdite mostrano dopo il terzo anno, fenomeni erosivi modesti dell'ordine di grandezza di 25 ÷ 140 g/m² e, le associazioni prative naturali alpine, non hanno dato luogo ad alcuna asportazione;
2. regolazione del bilancio idrologico del terreno (evaporazione; formazione e miglioramento del suolo);

¹F. Florineth – Studienblatte zur Vorlesung Ingenieriurbiologie

3. riduzione della velocità di scorrimento superficiale e della forza di trascinamento dell'acqua;
4. formazione di capillizio radicale nel suolo (forma delle radici; rapporto tra radici e parte epigea);
5. aumento della resistenza alla trazione;
6. aumento della resistenza al taglio.

Per quanto riguarda le proprietà biologiche:

1. capacità di rigenerazione;
2. capacità di adattamento all'ambiente;
3. resistenza alla sommersione anche per periodi prolungati: Salici (*Salix spp.*), Pioppo bianco (*Populus alba*), Ontano nero (*Alnus glutinosa*) e Frassini (*Fraxinus excelsior*);
4. capacità di emettere radici avventizie: Ontani, Salici, Pioppi, Frassini, Ciliegio (*Prunus avium*), Ligustro (*Ligustrum sp.*), Acero montano (*Acer pseudoplatanus*) e altre;
5. capacità di riproduzione per via vegetativa, ovvero per talea: Tamerice (*Tamarix gallica*, *T. africana*, *T. articulata*), Salici, Pioppo nero (*populus nigra*), maggiociondolo (*Laburnum anagyroides* e *L. alpinum*), Miricaria (*Myricaria germanica*), Sambuco (*Sambucus sp. nigra*), Canna (*Phragmites australis*); talea radicale: Ontano bianco (*Alnus incana*), Crespino (*Berberis vulgaris*), Nocciolo (*Corylus avellana*), Lampone (*Rubus idaeus*), rizoma.

Con il termine attitudine biotecnica si indica una pianta, che si adegua all'esigenze di una attività che impieghi l'Ingegneria Naturalistica.

Affinché le radici delle piante impiegate per stabilizzare un terreno in movimento, oppongano la giusta resistenza alle sollecitazioni meccaniche del suolo stesso, è necessario conoscere il comportamento che presentano nei confronti:

- delle elevate velocità di deflusso;
- delle forti pressioni della corrente e delle correnti d'acqua turbolente (per quanto riguarda un corso d'acqua);
- delle grandi forze di trascinamento;
- della tolleranza nei riguardi dello sterro e del rinterro temporaneo;
- dell'urto e della forza del trasporto solido.

Le specie vegetali da impiegare devono offrire una grande capacità di resistenza, una crescita rapida, una copertura diffusa, una radicazione forte e un'elevata rusticità, soprattutto per quanto riguarda le esigenze edafiche.

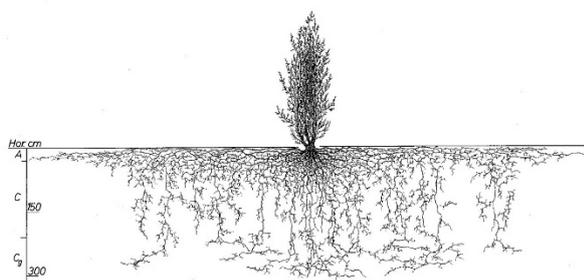


Figura 4-2. *Juniperus communis* ssp. *Communis* (da Kutschera - Sobotik, 1997)

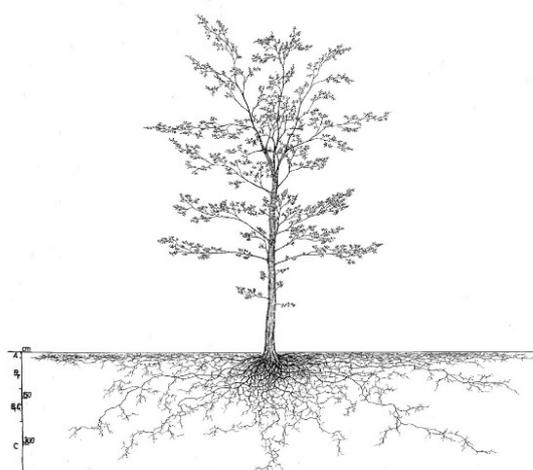


Figura 4-3. *Carpinus betulus* (da Kutschera – Sobotik, 1997)

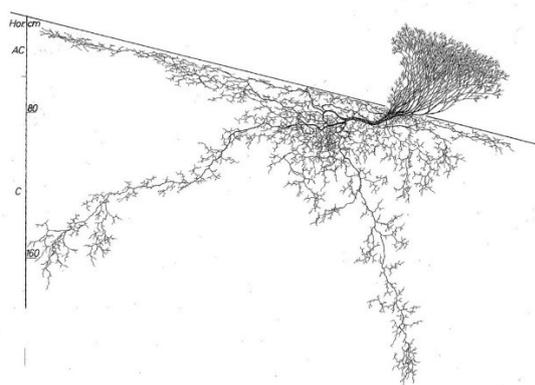


Figura 4-4. *Genista radiata* (da Kutschera – Sobotik, 1997)

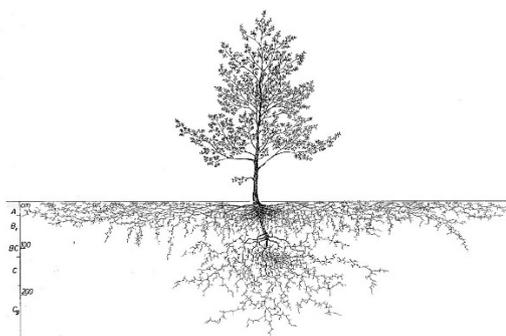


Figura 4-5. *Quercus robur* (da Kutschera – Sobotik, 1997)

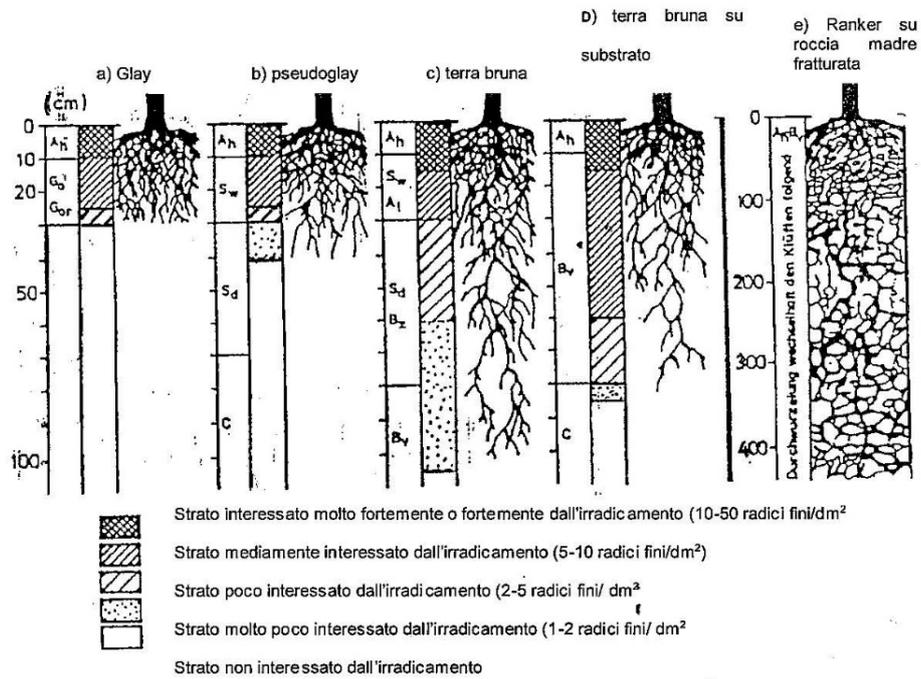


Figura 4-6. Strati interessati dall'irradicamento in funzione della tipologia di terreno

4.1.4 Progetto botanico

Il prato stabile

L'intervento d'inerbimento sulle aree a termine dei lavori svolgerà le seguenti funzioni:

- ambientale, impedendo la crescita e lo sviluppo di specie invadenti sinantropiche, che ne abbasserebbero la qualità;
- biotecnica, proteggendo il terreno dalle erosioni superficiali e stabilizzandolo con l'azione degli apparati radicali;
- faunistica, favorendo la creazione di habitat adatti allo sviluppo della microfauna;
- estetica e paesaggistica.

La miscela delle sementi è stata definita, in base, oltre ai criteri generali già enunciati, alla capacità colonizzatrice di formare un rivestimento rapido e continuo e di migliorare il terreno, dando garanzie di longevità e stabilità nel tempo.

Si propone l'uso di più specie, per motivi ecologici di maggior diversità delle componenti dell'ecosistema, che ha così più possibilità di svilupparsi rispetto ad una situazione paucispecifica. L'intervento di inerbimento sarà eseguito su tutte le superfici interessate dai lavori, dopo la messa a dimora degli arbusti, con il miscuglio e le quantità descritti in seguito.

Le formazioni arbustive

Rappresentano uno stadio dinamico più evoluto del prato, in linea con le formazioni arboree di riferimento e vanno realizzate come intervento di rivegetazione. Va considerato che la realizzazione di un arbusteto di specie autoctone, eleverà la qualità ambientale del territorio, oltre a svolgere la funzione di consolidamento del suolo con le radici delle piante.

Il ruolo degli arbusteti negli ambienti agricoli è poi essenziale per la possibilità di realizzare dei corridoi ecologici per la fauna e per la loro funzione di valorizzazione del paesaggio agrario.

5 GLI INTERVENTI PREVISTI

5.1 Descrizione generale dell'intervento previsto

Il progetto di mascheramento con tecniche di ingegneria naturalistica delle aree interessate dalle opere e dalle attività di progetto è caratterizzato dai seguenti interventi:

- siepi perimetrali con piantagioni di specie autoctone arbustive e altoarbustive con presenza di specie sempreverdi.

Il progetto si pone come obiettivo principale quello di realizzare un intervento a verde che si integri con il paesaggio naturale presente, che porti a ridurre le interferenze delle opere sulle condizioni ambientali attuali; si tratta non solo di una semplice riqualificazione estetico-percettiva, ma anche di aumentare la funzionalità strutturale ed ecologica del sistema rete ecologica.

Il lavoro è stato affrontato tramite l'analisi e la valutazione delle caratteristiche del paesaggio e dell'ambiente naturale, basata sullo studio degli aspetti naturali presenti in loco e delle potenzialità proprie del sistema. Questo approccio ha permesso di ottenere informazioni di tipo predittivo e di formulare dei possibili scenari proprio sulla base della reale vocazione del territorio.

La redazione del progetto è stata preceduta dalle seguenti attività propedeutiche:

- individuazione delle tipologie vegetazionali con particolare riferimento alle specie autoctone presenti e dei caratteri paesaggistici, presenti nell'area di studio e nel territorio di riferimento (area vasta);
- acquisizione di informazioni bibliografiche e degli elementi che caratterizzano dal punto di vista ecologico il territorio (aspetti morfologici, geografici, climatici, botanici, pedologici, ecc.).

5.2 Caratteristiche degli interventi previsti

Nella selezione delle tecniche di rivegetazione sono stati adottati, come detto, principi e metodi dell'Ingegneria Naturalistica. Tutte le specie da utilizzare sono state scelte in coerenza con le condizioni ecologiche dei siti, evitando l'impianto monospecifico e garantendo la massima diversità.

La scelta delle specie si è basata non solo sull'effettiva presenza delle piante nelle aree circostanti, effettuata mediante sopralluogo, ma anche su studi pregressi sia di vegetazione reale che potenziale; viene dunque proposto l'impiego di specie che riguardano gli stadi delle serie vegetazionali che insistono o che potenzialmente insisterebbero nelle aree indagate e che sono state eliminate dalle attività antropiche.

Pertanto, per la scelta delle specie, sono state usate come riferimento le associazioni "mantello", cioè stadi successionali meno maturi e precedenti a quelli climax, anteclimax o paraclimax e si è cercato di riprodurre formazioni che tengano conto anche di altre condizioni stazionali quali esposizione, inclinazione e substrato.

Per tutte le tipologie di intervento previste che prevedono piantagioni di specie arboree e arbustive, il sesto di impianto e la disposizione delle varie specie è previsto a mosaico, per creare varietà ecotonale e visuale, tenendo conto delle caratteristiche biotecniche delle specie per la formazione delle aree a verde a cui è stato data particolare importanza.

Verranno evitati interventi con impiego di specie monospecifiche e realizzati, invece, interventi polispecifici con specie arbustive autoctone disposte in modo alternato.

L'accorgimento di dosare nel modo più appropriato la mescolanza di arbusti e specie arboree consente di evitare il formarsi di una struttura monoplana, di chiaro aspetto artificiale, per ottenere un soprassuolo vegetale il più naturaliforme possibile.

5.3 Criteri generali per la scelta delle specie

Le specie arbustive e arboree sono state selezionate sempre tra le specie autoctone della flora locale e al fine di riproporre fitocenosi coerenti con la vegetazione naturale potenziale, anche in grado di contrastare l'insinuazione di specie esotiche.

La scelta delle specie da impiantare non può prescindere dall'analisi delle caratteristiche climatiche ed edafiche del sito. È importante precisare che, nella scelta delle specie da utilizzare, tra quelle autoctone coerenti con l'ambiente ecologico circostante e appartenenti alle serie di vegetazione potenziale, sono state selezionate quelle con le migliori caratteristiche biotecniche.

La conoscenza delle singole specie vegetali è necessaria ad individuare quelle più idonee ad essere utilizzate per le diverse tipologie di intervento previsto nel progetto.

In ultima analisi, la scelta viene operata quindi in base alle forme biologiche e ai corotipi delle specie, poiché solamente dall'integrazione tra queste componenti (caratteristiche biotecniche, forme biologiche, corotipi) la scelta delle specie può essere indirizzata verso una equilibrata proporzione tra le specie erbacee, arboree e arbustive.

L'impianto di specie autoctone, oltre a rispondere ad una necessità di carattere pratico, dovuta alla facilità di attecchimento e di sviluppo, risponde alla volontà di evitare di introdurre specie esotiche che modifichino ulteriormente l'ecosistema già intaccato nei suoi equilibri dall'attività antropica.

Il progetto prevede un'attenta distribuzione dei volumi degli elementi vegetali da utilizzare, al fine di realizzare un'elevata presenza di biomassa vegetale che, oltre ad esercitare effetti significativi sul microclima e sull'abbattimento di polveri ed inquinanti, porterà ad aumentare la biodiversità, con la formazione di strutture adatte ad essere luogo di rifugio, nutrizione e riproduzione per numerose specie di piccoli animali (uccelli, piccoli mammiferi, anfibi, insetti).

Le piante dovranno provenire da vivai specializzati per la fornitura di grandi quantitativi di materiale vegetale; particolare attenzione andrà posta alla verifica di questo materiale all'atto dell'accettazione in cantiere.

Le piante dovranno essere ben conformate verificando accuratamente la provenienza; andranno adottate tutte le tecniche atte a fare in modo che le piante soffrano il meno possibile l'espianto ed il conseguente reimpianto.

5.3.1 Specie impiegabili

5.3.1.1 Miscugli per idrosemina

Il prato stabile verrà realizzato impiegando un miscuglio standard le cui caratteristiche sono riportate nella tabella seguente:

Tabella 5-1. Miscuglio per idrosemina potenziata a spessore

Specie	%
<i>Festuca rubra rubra</i>	27
<i>Festuca trychophylla</i>	8
<i>Festuca arundinacea</i>	17
<i>Festuca pratensis</i>	5
<i>Lolium perenne</i>	10
<i>Lolium multiflorum</i>	3
<i>Dactylis glomerata</i>	8
<i>Bromus erectus</i>	2
<i>Lotus corniculatus</i>	2
<i>Medicago lupulina</i>	1
<i>Medicago sativa</i>	4
<i>Trifolium repens</i>	2
<i>Trifolium pratense</i>	2
<i>Trifolium resupinatum</i>	2
<i>Trifolium incarnatum</i>	2
<i>Melilotus officinalis</i>	3
<i>Cynodon dactylon</i>	2
TOTALE	100

5.3.1.2 Arbusti e altoarbusti

Per la scelta delle specie arbustive e altoarbustive per il progetto della siepe perimetrale oggetto della presente relazione si è fatto riferimento anche a quanto riportato nelle Linee guida per la progettazione e realizzazione degli imboschimenti e dei sistemi agro-forestali (Determinazione dell'Autorità di gestione n. 162 del 02 08 2017) Sottomisura 8.1 "Sostegno alla forestazione/all'imboschimento" e Sottomisura 8.2 "Sostegno per l'allestimento e la manutenzione di sistemi agroforestali". PSR Puglia, 2014-2020 - tabella 5: Indicazione delle specie impiegabili negli ambiti regionali individuati, all'interno del bando PSR Puglia con riferimento all'area regionale "Tavoliere" in cui è compreso il comune di San Severo (FG).

Per gli interventi mitigazione qui presentati si sono individuate le seguenti consociazioni di specie arbustive, scelte in base a requisiti di:

- coerenza con la vegetazione locale autoctona e con le caratteristiche fitoclimatiche dell'area;
- appartenenza agli stadi dinamici delle serie vegetazionali autoctone presenti;
- caratteristiche biotecniche;
- miglioramento ambientale delle aree agricole;
- facilità di attecchimento;
- facilità di reperimento sul mercato;

458_TECNOVIA_SIEPE_230302.docx

- minima manutenzione;
- valore estetico e paesaggistico.

Di seguito si riportano tabelle riassuntive delle valutazioni effettuate:

Tabella 5-2. Specie impiegabili di altoarbusti e arbusti

Specie		Specie caducifolia	Specie sempreverde	Specie con frutti interessanti per l'avifauna
<i>Carpinus orientalis</i> Mill.	Carpino orientale	●		
<i>Cornus mas</i> L.	Corniolo	●		●
<i>Corylus avellana</i> L.	Nocciolo	●		●
<i>Crataegus monogina</i>	Biancospino comune	●		●
<i>Euonymus europaeus</i> L.	Berretta del prete	●		●
<i>Ilex aquifolium</i> L.	Agrifoglio		●	●
<i>Ligustrum vulgare</i> L.	Ligustro comune		●	
<i>Phillirea latifolia</i> L.	Ilatro comune		●	
<i>Pistacia lentiscus</i> L.	Lentisco		●	
<i>Pistacia terebinthus</i> L.	Terebinto		●	
<i>Prunus mahaleb</i>	Ciliegio canino	●		●
<i>Prunus spinosa</i> L.	Prugnolo selvatico	●		●
<i>Rosa canina</i> L.	Rosa canina	●		●

Nella scelta delle specie per la siepe si è voluto tenere in considerazione alcuni fattori importanti:

- specie sempreverdi per garantire l'effetto barriera in tutte le stagioni;
- specie adatte a crescere a siepe;
- specie prevalentemente basso arbustive con alcune specie altoarbustive;
- introduzione di singoli esemplari di specie arboree per evitare al massimo l'interferenza con l'impianto;
- impiego di specie che garantiscano variazioni cromatiche e che rappresentino una fonte di alimentazione per alcune specie di avifauna.

Con questa soluzione si crea, durante il corso dell'anno, una variabilità cromatica sia per il colore delle foglie in autunno che per la maturazione dei frutti. Bisogna evidenziare infine la necessità di una manutenzione annuale con potature di contenimento ed allevo.

5.4 Tecniche di intervento

5.4.1 Idrosemina potenziata a spessore

Descrizione sintetica:

Realizzazione di un inerbimento su di una superficie piana o inclinata mediante la semina di un miscuglio di sementi di specie erbacee selezionate e idonee al sito e distribuzione di una miscela composta di fieno o paglia, concime e ammendanti ed inoculi atti a stimolare la radicazione delle sementi e lo sviluppo della microflora del suolo, mediante l'uso d'irroratrici, esclusa la preparazione del piano di semina.

Voce di Capitolato (da "Linee guida per i capitolati speciali per interventi d'ingegneria Naturalistica e lavori di opere a verde" del Ministero Ambiente, 1997):

Rivestimento di superfici mediante spargimento meccanico di uno o due strati di idrosemina a spessore (*mulch*) da eseguire a mezzo di idroseminatrice a pressione atta a garantire l'irrorazione a distanza e con diametro degli ugelli tali e tipo di pompa da non lesionare i semi e consentire lo spargimento omogeneo dei materiali.

L'idrosemina a spessore contiene:

- miscela di sementi idonea alle condizioni locali in quantità minima di 30 g/m²;
- *mulch*, ovvero fibra organica (paglia, torba bionda, torba scura, cellulosa, sfarinati, ecc.) in quantità opportune (in genere 200 ÷ 500 g/m²) da suddividersi in due o più passate;
- collante in qualità e quantità idonea al fissaggio dei semi e del *mulch*, senza inibire la crescita e favorendo il trattenimento dell'acqua nelle fasi iniziali di sviluppo;
- concime organico e/o inorganico;
- acqua in quantità idonea alle diluizioni richieste;
- altri ammendanti ed inoculi atti a stimolare la radicazione delle sementi e lo sviluppo della microflora del suolo.

La composizione del *mulch* come quella della miscela e la quantità per m² sono stabilite in funzione del contesto ambientale ovvero delle condizioni edafiche, microclimatiche e dello stadio vegetazionale di riferimento (in genere si prevedono 30÷40 g/m²), delle caratteristiche geolitologiche e geomorfologiche, pedologiche, microclimatiche floristiche e vegetazionali. La provenienza e germinabilità delle sementi e la loro miscelazione con le altre componenti dovranno essere certificate; la miscelazione dovrà avvenire in loco onde evitare fenomeni di stratificazione gravitativa dei semi all'interno della cisterna.

Campi d'applicazione:

Adatta per quasi tutte le situazioni. Potendo variare a piacere i componenti della miscela, questa tecnica è idonea a coprire grandi e medie superfici, anche a forte pendenza, terreni grezzi e scarpate con limitata copertura sciolta.

Le ripetute irrorazioni di miscela al fine di formare strati sovrapposti, permette di garantire un'omogenea copertura dell'area da rinverdire, in condizioni di forte pendenza (50° ÷ 60°).

Modalità d'esecuzione:

- Preparazione del letto di semina con eventuale eliminazione dei ciottoli presenti tramite rastrellatura;
- Distribuzione del miscuglio di sementi (con idrosemina) di 10 ÷ 50 g/m²;

- Distribuzione, mediante l'impiego di motopompe montate su di un mezzo mobile, di una miscela composta da più elementi (vedere voce successiva), effettuata in due o più passate fino a realizzare un rivestimento a spessore pari a 3 ÷ 4 cm. Prima di passare alle successive irrorazioni, sarà opportuno aspettare che lo strato sottostante sia asciutto.
- Nella seconda passata si spruzzerà solo *mulch* e collante.

Materiali impiegati:

La miscela è costituita dai seguenti elementi:

- Elemento di base costituito da sostanze organiche naturali (torba bionda e torba scura), con aggiunta di *mulch* in fibre di legno in ragione di almeno 250 g/m². Almeno il 20% delle fibre avrà lunghezza di 10 mm;
- Stabilizzante per legare le sostanze di base al terreno stesso;
- Fertilizzante organico biologico ed ecologico a lenta cessione (150 g/m²);
- Concime minerale naturale a veloce e lenta cessione;
- Fibra biologica a base di pasta di cellulosa neutra atta a formare uno strato fibroso che trattiene il seme ed in grado di aumentare la capacità di assorbimento dell'acqua regolandone la termoevaporazione;
- Collante composto da colloidali argillosi di montmorillonite e poliuronidi derivanti da alghe marine in grado di sciogliersi in acqua e diventare, a contatto con il suolo, gel fisso e quindi resistente all'erosione superficiale; inoltre aumenta l'attività biologica favorendo l'attecchimento delle piantine con anticipo formando un apparato radicale sano e robusto;
- Composto di fibre naturali di piantine frantumate con l'aggiunta di cascami di cotone finemente macinati formante una coltre organica protettiva. Questa funge da ammortizzatore termico in caso di forti escursioni di temperatura e crea un microclima particolarmente favorevole alla germinazione precoce delle piantine; favorisce inoltre lo sviluppo in terreni sterili in microrganismi e quindi la formazione di humus;
- Acqua in quantità idonea alle diluizioni richieste;
- Altri ammendanti ed inoculi atti a stimolare la radicazione delle sementi e lo sviluppo della microflora del suolo.

Fattibilità:

E' un'idrosemina ricca di materiale organico e *mulch* di fibra di legno, per cui risulta adatta alle situazioni in cui il substrato è particolarmente povero di materiale organico, sassoso, roccioso o costituito da rocce tenere alterate. In condizione di forte pendenza o sulle terre rinforzate, si miscela della paglia triturrata da aggiungere all'ultimo passaggio per la formazione di una copertura che dovrà avere uno spessore variabile da 2 a 4 cm a seconda della quantità di materiale organico.

Vantaggi:

Questo sistema ha il vantaggio che può essere applicato durante l'intero periodo vegetativo, benché i migliori risultati si ottengano nelle stagioni umide.

Inoltre, offre il vantaggio di poter distribuire contemporaneamente sul terreno numerose sostanze essenziali per il successo dell'intervento.

Interventi collegati:

Tutti gli interventi d'Ingegneria Naturalistica, sia per il consolidamento dei versanti, che per le difese spondali, recupero di aree degradate e manufatti per infrastrutture, in particolare:

- Protezione dall'erosione di sponda;

458_TECNOVIA_SIEPE_230302.docx

- Protezioni di superfici soggette a movimenti di terra a causa di lavori per la costruzione di opere, di sistemazioni superficiali e riprofilature di scarpate in scavo e in rilevato;
- Sistemazione di scarpate e di conoidi;
- Recupero ambientale e ripristino naturale di cave e discariche;
- Inerbimenti di piste da sci.

Periodo d'intervento:

Si opera nel periodo vegetativo che varia in funzione delle caratteristiche climatiche locali.

Manutenzione e durata dell'opera:

Irrigazione, concimazione e sfalcio, se ritenuti essenziali.

Note:

In terreni molto argillosi si potranno aggiungere 100 g/m² di compost. In terreni molto sassosi si potrà arrivare a quantità di *mulch* di torba pari a 350 g/m² rispettivamente.



Figura 5-1. Idrosemina



5.4.2 Messa a dimora di arbusti

Si tratta della messa a dimora di giovani arbusti autoctoni in zolla o in vasetto, di produzione vivaistica. La messa a dimora avviene in buche appositamente predisposte e di dimensioni opportune ad accogliere l'intera zolla o tutto il volume radicale della pianta. La piantagione deve avvenire secondo un sesto d'impianto irregolare e con specie diverse disposte a mosaico. Per i primi anni le piante devono essere dotate di palo tutore, pacciamatura alla base per ridurre la concorrenza con le specie erbacee e cilindro in rete per protezione dalla fauna o da animali al pascolo. Il trapianto a radice nuda, molto usato nell'Europa centrale ed anche nelle zone alpine italiane è poco proponibile nelle regioni centro-meridionali.

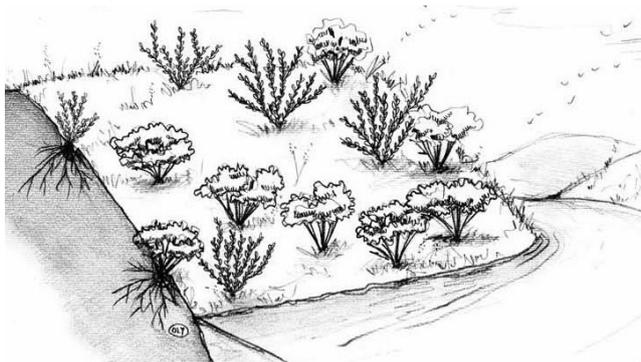


Figura 5-2. Messa a dimora di alberi e arbusti – Schema tipo



Figura 5-3. Messa a dimora di alberi e arbusti

Funzioni:

Stabilizzazione e completamento su versante.

Descrizione:

Questa tecnica si usa per incrementare lo sviluppo della vegetazione in aree in erosione o prive di copertura arbustiva e arborea e negli interventi di consolidamento del dissesto superficiale.

Descrizione da voce di capitolato:

Piantagione di arbusti: in zolla

L'azione di rinforzo della vegetazione arbustiva si esercita a profondità variabili da qualche decimetro fino a circa 1,5 m. Su superfici di bassa pendenza tale tecnica può essere applicata anche da sola; su superfici più ripide può essere abbinata ad altri tipi di intervento per integrarne gli effetti stabilizzanti. In quest'ultimo caso gli arbusti sono messi a dimora insieme all'impiego di talee, stuoie, rivestimenti vari, grate, palificate, terre rinforzate, ecc. Si tratta della fornitura e messa a dimora di arbusti autoctoni da vivaio, con certificazione di origine del seme, in ragione di 1 esemplare ogni 2-10 m² aventi altezza minima compresa tra 0,30 e 1,20 m, previa formazione di buca con mezzi manuali o meccanici di dimensioni prossime al volume radicale per la radice nuda o dimensioni doppie nel caso di fitocelle, vasetti o pani di terra. Il terreno deve riempire la buca fino al colletto della pianta e deve essere compattato in modo che la pianta opponga resistenza all'estrazione. Successivamente, viene formata una piccola concavità intorno all'arbusto per una migliore captazione dell'acqua o un invito per l'allontanamento della stessa a seconda delle condizioni pedoclimatiche. Nella disposizione a siepe la quantità dovrà essere stimata al metro lineare, normalmente da 3 a 10 arbusti per metro.

Si intendono inclusi:

- l'allontanamento dei materiali di risulta dello scavo se non idonei;
- il riporto di fibre organiche quali paglia, torba, cellulosa, ecc. nella parte superiore del ricoprimento, non a contatto con le radici della pianta;
- il rinalzo con terreno vegetale con eventuale invito per la raccolta d'acqua o l'opposto a seconda delle condizioni pedoclimatiche della stazione;
- la pacciamatura in genere con dischi o biofeltri ad elevata compattezza o strato di corteccia di resinose per evitare il soffocamento e la concorrenza derivanti dalle specie erbacee.

Le piante a radice nuda potranno essere trapiantate solo durante il periodo di riposo vegetativo, mentre per quelle in zolla, contenitore o fitocella il trapianto potrà essere effettuato anche in altri periodi tenendo conto delle stagionalità locali e con esclusione dei periodi di estrema aridità estiva o gelo invernale. Nei primi anni potrebbero essere necessari un'irrigazione di soccorso e dei risarcimenti per fallanze, maggiori se sono stati utilizzati arbusti a radice nuda o reperiti in loco. Nell'arco di 3-7 anni sono da prevedere interventi ordinari di potatura sulle sponde per mantenere flessibili i rami e non creare ingombro nell'alveo. Nelle zone soggette a siccità estiva prolungata, va valutata la possibilità di impiegare ritenitori idrici a base di polimeri, il cui impiego però presenta le note controindicazioni legate alla pressione osmotica (il polimero estrae acqua dalle radici) se non viene ripristinata l'irrigazione nel momento giusto.

Effetto:

Il ripristino della vegetazione costituisce un consolidamento del substrato e un miglioramento ambientale dal punto di vista ecosistemico.

Campi d'applicazione:

Superfici a bassa pendenza con presenza di suolo organico.

Nei terreni privi di tale sostanza è opportuno preparare delle buche nel substrato minerale e riempirle con una certa quantità di terreno vegetale, fibra organica e fertilizzanti atte a garantire l'attecchimento delle piante; in tali terreni sarà comunque da preferire la scelta di piante a comportamento pioniero degli stadi corrispondenti della serie dinamica potenziale naturale del sito.

Gli arbusti sono anche da abbinare con le stuoie, rivestimenti vari, grate e palificate, terre rinforzate ecc.

Nelle opere dove si utilizzano talee, per incrementare la vegetazione; quando non è possibile utilizzare le talee; quando si vogliono consolidare zone e sponde con problemi di dissesto non troppo grave; nei dintorni di un'opera complessa per aumentare l'efficacia; nei corsi d'acqua dove è necessario rallentare la velocità della corrente; nelle aree ad elevato valore vegetazionale per il ripristino di ecosistemi; nelle scarpate in scavo e in riporto e nella stabilizzazione superficiale di rilevati e accumuli di materiale sciolto.

Modalità di dimensionamento e limiti d'applicabilità:

Si prevedono le seguenti verifiche principali, basate sulla quantificazione delle grandezze necessarie:

- Stabilità strutturale e globale dell'opera;
- Stabilità del pendio (in diverse condizioni di carico e di drenaggio);
- Protezione dall'erosione superficiale e/o incanalata;

Gli alberi possono migliorare la resistenza del terreno fino ad una profondità di 3 m o più in funzione della morfologia dell'apparato radicale della specie, possono però provocare effetti negativi sull'opera a causa delle dimensioni, dei pesi e delle masse notevoli rispetto a quelle degli arbusti.

Nel caso di vegetazione arbustiva l'azione di rinforzo si estende in genere a qualche decimetro fino ad una profondità di circa 1.5 m.

Impossibilità di applicare la tecnica in luoghi rocciosi o privi di suolo.

Materiali impiegati:

- Materiali da vivaio:
 - arbusti: in generale un esemplare di altezza compresa fra 30÷120 cm ogni 3 m² (secondo la specie e le condizioni stazionali del sito);
 - Dischi pacciamanti, o strato di corteccia di pino, al fine di limitare la concorrenza con le specie erbacee
 - Pali tutori
 - Reti di protezione antifauna
 - Materiale reperito in loco con le dovute autorizzazioni:
 - trapianti di specie arbustive.
- Ammendanti e fertilizzanti naturali.

Modalità d'esecuzione:

- Allontanamento dei materiali non idonei
- Formazione di buche di dimensioni prossime a quelle dell'apparato radicale o della zolla
- Eventuale apporto di terreno vegetale, fibra organica, fertilizzanti ed ammendanti
- Posizionamento dell'arbusto nella buca
- Copertura della buca con il terreno
- Rincalzo e formazione di invito per la raccolta d'acqua o per l'allontanamento della stessa a seconda delle condizioni pedo-climatiche
- Pacciamatura con biofeltri, dischi pacciamanti, corteccia di resinose, ecc.

Accorgimenti:

Nel caso di terreni poveri si possono eseguire riporti di paglia, torba, cellulosa, mentre in zone soggette a siccità estiva prolungata si consiglia l'uso di ritentori idrici (di solito polimeri). Inoltre, per evitare il soffocamento dovuto a specie erbacee, si esegue una pacciamatura con biofeltri o strato di corteccia di resinose.

Vantaggi:

Applicabile in molte opere sia come supporto sia come completamento, inoltre è fondamentale per la rinaturalizzazione delle aree di sponda e su versante.

Svantaggi:

Interventi che richiedono molto materiale vegetale e molto lavoro per la realizzazione, sono quindi possibili in aree limitate. Difficoltà di reperimento delle specie scelte presso i vivai. Limiti dovuti alla stagionalità e alle esigenze fitoclimatiche delle specie. La stabilizzazione del terreno è limitata sino allo sviluppo di un adeguato apparato radicale e quindi tale condizione deve inizialmente essere garantita da altro materiale o tecnica. Nei primi anni necessitano di cure colturali.

Periodo d'intervento:

Le piante a radice nuda devono essere trapiantate durante il riposo vegetativo, le altre anche in altri periodi secondo la situazione climatica del luogo escludendo sempre i periodi estivi aridi e invernali freddi.

Manutenzione:

Potature, risarcimenti e annaffiature, se necessario. Controllo fitosanitario.

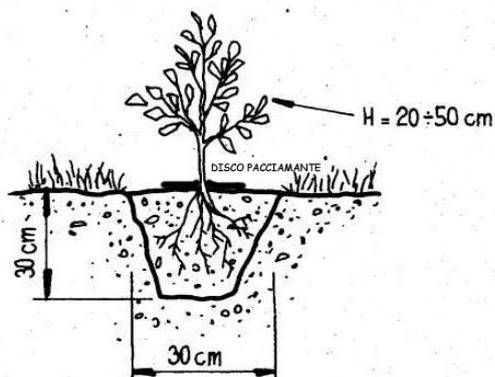


Figura 5-4. Piantaggio di arbusti

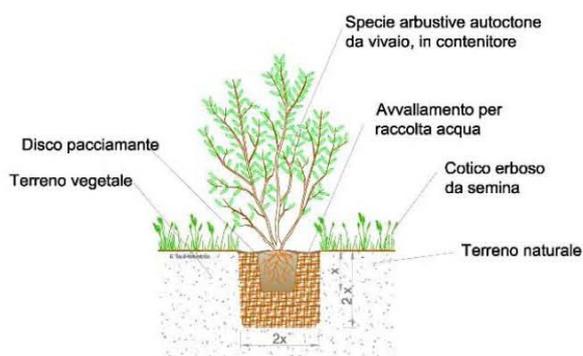


Figura 5-5. Piantaggio di arbusti

5.5 Interventi previsti

Gli interventi previsti dal progetto della siepe perimetrale di mascheramento del "Progetto di realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica di e delle relative opere di connessione alla Rete Elettrica Nazionale, sito in agro di San Severo (FG) in C.da Ratino con potenza nominale di 13,0186 MW rientrano tra gli interventi perimetrali (*buffer zone*):

5.5.1 Prato stabile

Il prato stabile verrà realizzato sulle superfici piane con l'idrosemina a spessore potenziata impiegando un miscuglio standard le cui caratteristiche sono riportate nella tabella del par. 5.3.1.

5.5.2 Interventi perimetrali (*buffer zone*) - Siepi perimetrali di mascheramento con piantagione arbusti e altoarbusti

5.5.2.1 Caratteristiche generali

La siepe perimetrale è costituita da una semplice siepe perimetrale plurifilare sfalsata formata dalla piantagione di un insieme composito di più specie sia arbustive che alto arbustive con sesto di impianto e disposizione delle varie specie a mosaico per creare varietà ecotonale e visuale. Va tenuto conto anche delle caratteristiche biotecniche delle specie per la formazione di sieponi.

Nel progetto sono state previste specie sempreverdi e caducifoglie; alcune di queste potranno essere potate per contenerne lo sviluppo. Le specie segnalate sono tutte resistenti a potature di contenimento; tale operazione deve essere fatta tenendo conto che la potatura può interferire con la produzione di fiori e frutti.

Nel progetto di dettaglio dovranno essere tenute in considerazione le reciproche interferenze (ombra della vegetazione sui pannelli, interferenza della vegetazione con i pannelli, ombra dei pannelli sulla vegetazione), inoltre, dovranno essere tenute in considerazioni le distanze dai confini di proprietà o dalle infrastrutture viarie.

5.5.2.2 Sesto d'impianto

Tecnicamente saranno poste a dimora piante di 1+2 anni o più ovvero giovani piantine di specie arbustive, nel pieno rispetto delle buone tecniche agronomiche ed in conformità delle buone pratiche agricole previste per l'impianto.

Riguardo alle distanze di interfila, le piante arboree o alto arbustive saranno poste a dimora ad una distanza di 1,25 metri l'una dall'altra.

Di seguito sono riportati la sezione tipo e lo schema del sesto di impianto per l'intervento sopra descritto:

SEZIONE TIPO E SESTO D'IMPIANTO DELLA SIEPE PERIMETRALE

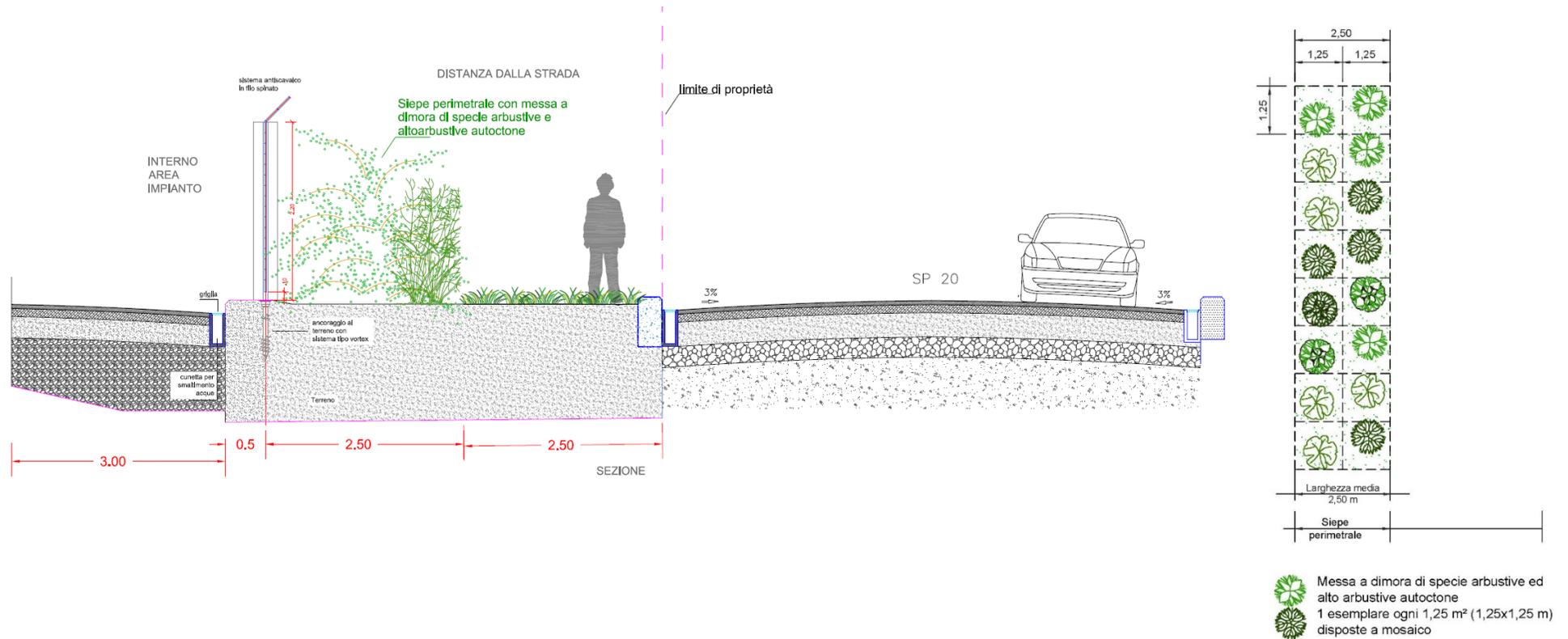


Figura 5-6 sezione tipo e sesto d'impianto della siepe perimetrale

Nella tabella seguente si riporta il sesto generale d'impianto la cui struttura della vegetazione sarà la seguente:

Tabella 5-3 - sesto generale d'impianto – siepe perimetrale

PARAMETRI DI RIFERIMENTO	DESCRIZIONE																										
<p>Schema generale (valore di interfila x fila)</p> <p>Bifilare (2 filari)</p> <p>A. Interfila Primario. Distanza tra la 1 a la 2a fila.</p> <p>B. Distanza delle piante sulla fila</p> <p>D. Sfasamento tra la 1 a fila e la 2a fila</p> <p>E. Ingombro esterno delle piante. Aree di rispetto - piante di specie diverse caratterizzate da sviluppi e crescite differenziate</p> <p>F. Ampiezza stimata dello sviluppo delle specie vegetali</p> <p>Bifilare – interdistanze ammissibili (m)</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> <th>E</th> <th>F</th> <th>G</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1,25</td> <td>1,25</td> <td></td> <td>0,65</td> <td>0,40</td> <td>1,60</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	A	B	C	D	E	F	G	1,25	1,25		0,65	0,40	1,60		<p>Sesto generale di impianto (m)</p> <p>Bifilare schema base</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> <th>E</th> <th>F</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1,25</td> <td>1,25</td> <td></td> <td>0,60</td> <td>0,40</td> <td>1,60</td> </tr> </tbody> </table> <p>Nella realizzazione delle linee di connessione, non si esclude la possibilità di variare il sesto generale d'impianto delle diverse file in modo ricreare le interpolazioni dei diversi livelli d'impianto e di crescita che caratterizzano un sistema naturale.</p> <p>I valori indicati, in ogni caso, possono essere modificati in funzione della specie utilizzate e della natura del terreno</p> <p>Spazio occupato da ogni singola pianta</p> <p>Bifilare: 1,60 ÷ 2,00 m²</p>	A	B	C	D	E	F	1,25	1,25		0,60	0,40	1,60
A	B	C	D	E	F	G																					
1,25	1,25		0,65	0,40	1,60																						
A	B	C	D	E	F																						
1,25	1,25		0,60	0,40	1,60																						

Di seguito lo schema per il sesto bifilare:

Bifilare: con linee arbustive di connessione realizzate mediante la messa a dimora di piante su due file tra di loro sfalsate. Le piante risulteranno appartenere a specie diverse così da favorire di moderati fenomeni di competizione tra le diverse specie; in relazione alle diverse fertilità delle superfici, si potranno realizzare le linee arbustive in modo discontinuo e/differenziato;

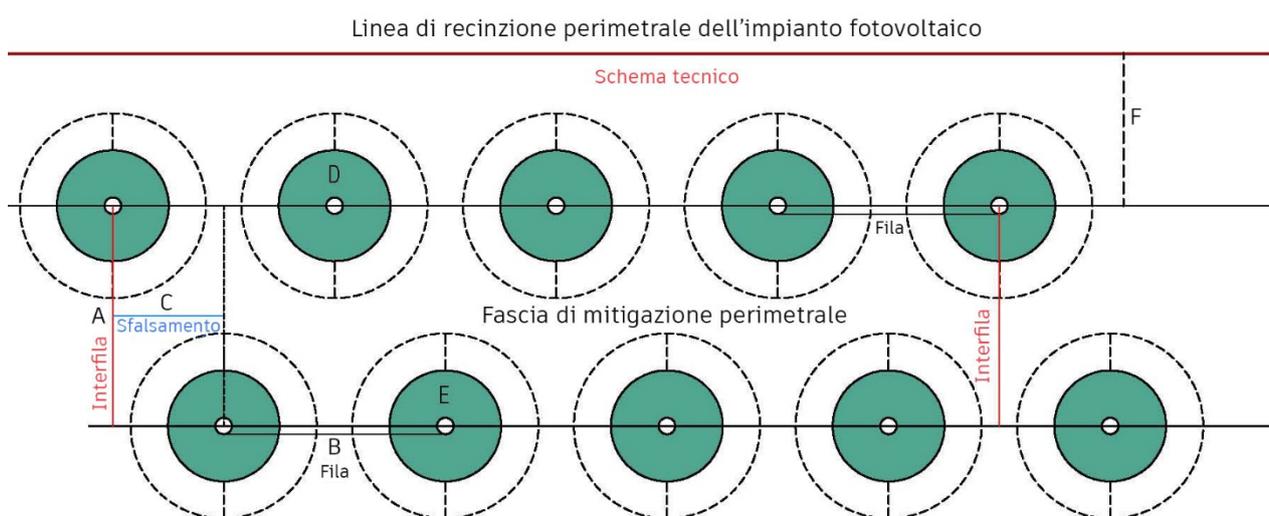


Figura 5-7 schema tecnico

5.5.2.3 Sesto d'impianto di dettaglio

La tabella seguente indica per ogni specie la percentuale di copertura scelta per il sesto d'impianto, il numero di piante per specie e il numero totale di piante da mettere a dimora:

Tabella 5-4 Siepi perimetrali – sesto d'impianto di dettaglio

N	ARBUSTI	%	m ²	m ² copertura – sesto in m (1,25 – 1,25)	n° piante	Arrotondamento	totale m ² intervento
1	<i>Carpinus orientalis Mill.</i>	5	295	1,56	188,80	189	5.900
2	<i>Cornus mas L.</i>	10	590	1,56	377,60	378	
3	<i>Corylus avellana L.</i>	5	295	1,56	188,80	189	
4	<i>Crataegus monogina</i>	10	590	1,56	377,60	378	
5	<i>Euonymus europaeus</i>	10	590	1,56	377,60	378	
6	<i>Ilex aquifolium L.</i>	5	295	1,56	188,80	189	
7	<i>Ligustrum vulgare L.</i>	10	590	1,56	377,60	378	
8	<i>Phyllirea latifolia L.</i>	5	29	1,56	188,80	189	
9	<i>Pistacia lentiscus L.</i>	10	590	1,56	377,60	378	
10	<i>Pistacia terebinthus L.</i>	10	590	1,56	377,60	378	
11	<i>Prunus mahaleb L.</i>	5	295	1,56	188,80	189	
12	<i>Prunus spinosa L.</i>	5	295	1,56	188,80	189	
13	<i>Rosa canina L.</i>	10	590	1,56	377,60	378	
	totali	100	5.900		3.776,00	3.780	

5.5.2.4 Aspetti tecnici e di gestione

Gestione delle superfici

Sono previsti degli interventi di aratura di media profondità durante le fasi d'impianto e, successivamente, delle erpicature da effettuarsi al bisogno, aventi lo scopo di ridurre la pressione della flora spontanea a salvaguardia delle piante arboree poste a dimora.

Non sono previsti ulteriori interventi agromeccanici ordinari di aratura, erpicatura e/o di qualsivoglia tipologia di movimentazione del terreno.

Modalità d'impianto

Trapianto piantine su fitocella od in vaso.

Gestione delle piante

Riguardo alle piante arboree, gli interventi agronomici saranno indirizzati al contenimento delle strutture epigee per le quali potranno essere previste azioni di potature.

Per quanto concerne le specie arbustive, non si prevede la messa in atto di interventi di regimazione delle strutture epigee delle piante.

Fatte salve le operazioni di taglio/sfalcio da effettuarsi durante il periodo di raccolta o di secco al fine di contenere lo sviluppo in altezza delle piante, non sono previsti ulteriori azioni.

Nel caso delle piante arbustive le azioni di taglio risultano paragonabili agli interventi di topping meccanizzati messi in atto nell' ambito dei sistemi arborei intensivi e superintensivi.

Non sono previsti ulteriori interventi.

Irrigazione

Dal punto di vista agronomico visto che gli interventi hanno lo scopo di favorire un processo di naturalizzazione degli agro ecosistemi attraverso le opere di mitigazione, la gestione irrigua delle diverse specie verrà effettuata mediante la messa in atto di un programma definibile come ausiliario e di soccorso.

Nel dettaglio:

- gli interventi irrigui umettanti ausiliari avranno lo scopo di agevolare il regolare sviluppo delle specie, soprattutto nella fase giovanile delle piante in modo da consentire, per quanto possibile, la formazione delle diverse strutture vegetali facente parte dei diversi interventi;
- gli interventi irrigui umettanti di soccorso, invece, verranno effettuati al verificarsi di particolari fasi critiche conseguenti a specifici eventi calamitosi dovuti al perdurare della siccità e/o al verificarsi di eccessi termici.

Riguardo gli aspetti riguardanti gli aspetti tecnici degli impianti irrigui ed i relativi volumi di adacquamento, si rimanda a quanto indicato nella sezione "Aspetti Tecnico-Agronomici degli impianti irrigui, Tecnologie Irrigue e relativi volumi di adacquamento. "

Gli interventi irrigui correlati con gli interventi di impianto e/o di semina prevedono degli interventi irrigui localizzati che verranno effettuati a mezzo sommersione, attraverso l'utilizzazione di conche appositamente realizzate perimetralmente all'asse delle piante.

Fertilizzazione

Non sono previsti concimazioni ordinarie di tipo annuale.

Fatti salvi gli apporti di concime organico e/o di ammendante durante le fasi di impianto e/o di semina, non sono previsti ulteriori azioni aventi carattere di fertilizzazione.

Interventi Fitosanitari

Salvo casi eccezionali tali da compromettere la vita delle piante e, in conseguenza, la loro funzionalità di mitigazione, non sono previsti interventi fitosanitari di tipo convenzionale.

Vista la natura delle specie vegetali prese in considerazione, la difesa della coltura verrà effettuata nel pieno rispetto dei sistemi di coltivazione ecocompatibili.

Contenimento della vegetazione

Per l'eliminazione dei residui vegetali sono da escludere azioni di abbruciamento dei residui di potatura in sito.

Saranno invece prese in considerazione azioni e/o interventi aventi lo scopo di effettuarne la trinciatura direttamente in campo, azione avente lo scopo di migliorare il contenuto di sostanza organica nel terreno e per determinare la formazione di uno strato pacciamante naturale in sito, in grado di consentire una parziale riduzione del potenziale 'infestante della flora spontanea.

In termini floristici, gli interventi, prevedono la messa a dimora di specie autoctone, tipiche del territorio di riferimento e conformi agli aspetti vegetazionali caratterizzanti.

Saranno privilegiate specie non invadenti e facilmente gestibili in termini agronomici.

L'eventuale utilizzo, se presenti e disponibili e sfruttabili, di piante presenti in situ soddisfa il criterio generale di base di impiego di specie autoctone.

Il posizionamento delle piante arboree ed arbustive lungo la fila, considerata la distanza dalla linea di recinzione, consentirà la realizzazione di interventi agromeccanici di erpicatura e di scerbatura tra le piante onde contenere lo sviluppo di vegetazione erbacea eccessiva e pericolosa per quanto attiene gli incendi.

5.5.2.5 Esigenze idriche e Gestione Irrigua

Gli interventi di mitigazione ambientale nella loro interezza costituiscono un sistema organico ed integrato, capace di interagire attivamente con il territorio di riferimento.

Un agroecosistema stabile in grado di compensare le interferenze cagionate dall'impianto fotovoltaico e, al contempo, caratterizzato da un dinamismo ecologico che, alla luce degli interventi previsti, risulta in grado di dare luogo ad un generale processo di naturalizzazione.

La gestione irrigua delle superfici verrà effettuato in modo equilibrato e, nel rispetto, delle caratteristiche biologiche delle essenze poste a dimora nell'ambito dei diversi interventi previsti.

Fatta eccezione le attività e le operazioni di impianto e/o di semina per le quali, nel dettaglio, sono previsti degli interventi irrigui localizzati da realizzarsi a mezzo sommersione, attraverso l'utilizzazione di conche appositamente realizzate perimetralmente all'asse delle piante, la gestione irrigua delle aree d'intervento prevede:

Core Areas e Buffer Zone (Aree Interne e Zone Perimetrali)

interventi irrigui umettanti ausiliari

Avranno lo scopo di agevolare il regolare sviluppo delle specie nella fase "giovane" delle piante in modo da consentire la formazione delle diverse strutture vegetali ricomprese nell'ambito degli interventi di mitigazione;

Interventi irrigui umettanti di soccorso

In relazione alle diverse tipologie di specie presenti, verranno effettuati in funzione di particolari fasi critiche, conseguenti a specifici eventi calamitosi dovuti al perdurare della siccità e/o al verificarsi di eccessi termici.

Fabbisogni idrici delle specie vegetali

I sistemi di gestione irrigua delle superfici, dal punto di vista agronomico, saranno finalizzati al soddisfacimento delle specifiche fisiologiche delle specie poste in coltura e al superamento di eventi calamitosi causati dal verificarsi di fenomeni di siccità e/o di eccessi di temperatura.

In tali termini gli interventi assumono una duplice valenza. Da un lato rappresentano degli integratori dei fabbisogni fisiologici in ragione di una migliore e superiore sviluppo delle specie e dall'altro, elemento in grado consentire la ripresa dei processi biologici a seguito del verificarsi di particolari stress in grado di determinare il loro decadimento sino a cagionarne la morte.

I volumi di adacquamento annuali, ovviamente, risultano differenziati e parametrizzati in funzione degli interventi previsti, delle zone/aree di riferimento ricomprese nella rete ecologica che si intende implementare nell'ambito delle opere di mitigazione ambientale previste.

In termini ponderali, il quantitativo medio previsto riferito all'unità di superficie è stato determinato tenendo in considerazione i fabbisogni idrici medi delle principali specie mediterranee, differenziandone il valore in relazione alla tipologia di gestione irrigua.

I valori indicati, in metri cubi per ettaro, risultano altresì indicati in millimetri in modo da equiparare l'adacquamento ad una precipitazione meteorica.

I valori, infine, risultano parametrizzati in relazione alle diverse superfici di riferimento interessate dagli interventi previsti di rivegetazione.

Tabella 5-5 – interventi irrigui

buffer zone	
intervento ausiliario (m ³ /ha)	intervento di soccorso (m ³ /ha)
20	10
Si consideri che 20 m ³ /ha corrispondono a 2 mm di pioggia al m ²	

6 NORME PARTICOLARI D'ESECUZIONE

6.1 Valorizzazione della flora esistente e contenimento della vegetazione infestante

Dal punto di vista tecnico, sarà posto in atto attraverso l'utilizzazione delle piante presenti nell'ambito delle superfici interessate dagli interventi di costruzione dell'impianto fotovoltaico.

Tenuto conto del loro status fisio-nutrizionale e fitosanitario non tutti gli individui potranno utilizzati nell'ambito degli interventi di mitigazione ambientale previsti.

In termini operativi, si tratta di un riutilizzo parziale della vegetazione presente in loco tenendo presente le necessarie correlazioni con gli schemi progettuali dell'impianto

Si dovrà tenere conto anche degli aspetti inerenti lo sviluppo epigeo, della loro distribuzione e del loro effettivo posizionamento.

In termini generali è necessaria una precisa selezione. Un controllo accurato ed un programma operativo che tenga conto dei principi di difesa e di tutela previsti dalla buona prassi agronomica.

Le piante dovranno essere indenne da infezioni di funginee, batteriche e virali e sarà necessario agire con mirati interventi di potatura straordinaria.

La potatura dovrà tenere conto della condizione di equilibrio delle strutture vegetali e procedere con l'espianto ed il contestuale trapianto di taluni esemplari

Nei casi in cui le piante presenti risultassero sensibili agli effetti delle crisi di trapianto risulta necessario intervenire con potature straordinarie che consentano di effettuare un ridimensionamento delle piante in relazione agli standard progettuali previsti.

Appare utile puntualizzare che i residui delle piante infette dovranno essere bruciate.

6.2 Esigenze idriche e Gestione Irrigua

Gli interventi di mitigazione ambientale nella loro interezza costituiscono un sistema organico ed integrato, capace di interagire attivamente con il territorio di riferimento.

Un agroecosistema stabile in grado di compensare le interferenze cagionate dall'impianto fotovoltaico e, al contempo, caratterizzato da un dinamismo ecologico che, alla luce degli interventi previsti, risulta in grado di dare luogo ad un generale processo di naturalizzazione.

La gestione irrigua delle superfici verrà effettuato in modo equilibrato e, nel rispetto, delle caratteristiche biologiche delle essenze poste a dimora nell'ambito dei diversi interventi previsti.

Fatta eccezione le attività e le operazioni di impianto e/o di semina per le quali, nel dettaglio, sono previsti degli interventi irrigui localizzati da realizzarsi a mezzo sommersione, attraverso l'utilizzazione di conche appositamente realizzate perimetralmente all'asse delle piante, la gestione irrigua delle aree d'intervento prevede:

Core Areas e Buffer Zone (Aree Interne e Zone Perimetrali)

interventi irrigui umettanti ausiliari

Avranno lo scopo di agevolare il regolare sviluppo delle specie nella fase "giovanile" delle piante in modo da consentire la formazione delle diverse strutture vegetali ricomprese nell'ambito degli interventi di mitigazione;

Interventi irrigui umettanti di soccorso

In relazione alle diverse tipologie di specie presenti, verranno effettuati in funzione di particolari fasi critiche, conseguenti a specifici eventi calamitosi dovuti al perdurare della siccità e/o al verificarsi di eccessi termici.

Stepping Zone (Aree di prossimità, nuclei di insediamento e microaree d'habitat)

Si tratta di interventi irrigui umettanti di soccorso che, in relazione alle diverse tipologie di specie presenti, verranno effettuati in funzione di particolari fasi critiche, conseguenti a specifici eventi calamitosi dovuti al perdurare della siccità e/o al verificarsi di eccessi termici.

Fabbisogni idrici delle essenze

I sistemi di gestione irrigua delle superfici, dal punto di vista agronomico, saranno finalizzati al soddisfacimento delle specifiche fisiologiche delle specie poste in coltura e al superamento di eventi calamitosi causati dal verificarsi di fenomeni di siccità e/o di eccessi di temperatura.

In tali termini gli interventi assumono una duplice valenza. Da un lato rappresentano degli integratori dei fabbisogni fisiologici in ragione di una migliore e superiore sviluppo delle specie e dall'altro, elemento in grado consentire la ripresa dei processi biologici a seguito del verificarsi di particolari stress in grado di determinare il loro decadimento sino a cagionarne la morte.

I volumi di adacquamento annuali, ovviamente, risultano differenziati e parametrizzati in funzione degli interventi previsti, delle zone/aree di riferimento ricomprese nella rete ecologica che si intende implementare nell'ambito delle opere di mitigazione ambientale previste.

In termini ponderali, il quantitativo medio previsto riferito all'unità di superficie è stato determinato tenendo in considerazione i fabbisogni idrici medi delle principali specie mediterranee, differenziandone il valore in relazione alla tipologia di gestione irrigua.

I valori indicati, in metri cubi per ettaro, risultano altresì indicati in millimetri in modo da equiparare l'adacquamento ad una precipitazione meteorica.

I valori, infine, risultano parametrizzati in relazione alle diverse superfici di riferimento interessate dagli interventi previsti di rivegetazione.

Interventi irrigui umettanti				
core areas		buffer zone		stepping zone
intervento ausiliario (m ³ /ha)	intervento di soccorso (m ³ /ha)	intervento ausiliario (m ³ /ha)	intervento di soccorso (m ³ /ha)	intervento di soccorso (m ³ /ha)
20	10	20	10	15

Si consideri che 20 m³/ha corrispondono a 2 mm di pioggia al m²

6.3 Prescrizioni per le opere a verde

1) Idrosemia

Valgono le seguenti verifiche e prescrizioni per le miscele di sementi:

- la certificazione d'origine e l'anno di produzione del seme; l'identificazione della specie; il grado di germinabilità; le quantità di seme per ogni specie. Sarà cura della D.L. raccogliere e conservare un campione per ogni specie ed eseguire le prove di germinazione su ogni specie. Le sementi dovranno essere portate a piè d'opera in sacchi separati uno per ogni specie. La miscelazione verrà effettuata previa autorizzazione della D.L.;
- le semine potranno essere eseguite di preferenza in autunno o, in subordine, in primavera previa autorizzazione della D.L.;
- Le superfici da rivestire mediante semina, secondo le previsioni di progetto, dovrà essere effettuata in due tempi: all'atto della semina dovranno essere somministrati i concimi fosfatici e potassici; i concimi azotati dovranno essere somministrati a germinazione avvenuta;
- Lo spandimento del seme dovrà effettuarsi sempre in giornate senza vento;
- La ricopertura del seme sparso a mano dovrà essere fatta mediante rastrelli a mano con erpice a sacco;
- Nelle zone a semina manuale il terreno dovrà essere rullato e l'operazione dovrà essere ripetuta a germinazione avvenuta;

- La composizione della miscela e la quantità di sementi per metro quadro sono stabilite in funzione del contesto ambientale ovvero delle condizioni edafiche, microclimatiche e dello stadio vegetazionale di riferimento, delle caratteristiche geolitologiche e geomorfologiche, pedologiche, microclimatiche floristiche e vegetazionali (in genere si prevedono 30-40 g/m²). La provenienza e germinabilità delle sementi dovranno essere certificate e la loro miscelazione con le altre componenti dell'idrosemina dovrà avvenire in loco, onde evitare fenomeni di stratificazione gravitativa dei semi all'interno della cisterna. Per ulteriori prescrizioni si veda il capitolo riguardante le modalità particolari d'esecuzione.

2) Piantagione di arbusti

- in zolla;

Fornitura e messa a dimora di arbusti autoctoni da vivaio, con certificazione di origine del seme, in misura prevista dal C.M.E. aventi altezza prevista dal C.M.E., previa formazione di buca con mezzi manuali o meccanici di dimensioni prossime al volume radicale per la radice nuda o dimensioni doppie nel caso di fitocelle, vasetti o pani di terra.

Si intendono inclusi:

- l'allontanamento dei materiali di risulta dello scavo se non idonei;
- la concimazione;
- il riporto di fibre organiche quali paglia, torba, cellulosa, ecc. nella parte superiore del ricoprimento, non a contatto con le radici della pianta;
- il rinalzo con terreno vegetale con eventuale invito per la raccolta d'acqua o l'opposto a seconda delle condizioni pedo-climatiche della stazione;
- la pacciamatura in genere con dischi o biofeltri ad elevata compattezza o strato di corteccia di resinose per evitare il soffocamento e la concorrenza derivanti dalle specie erbacee.

Le piante a radice nuda potranno essere trapiantate solo durante il periodo di riposo vegetativo, mentre per quelle in zolla, contenitore o fitocella il trapianto potrà essere effettuato anche in altri periodi tenendo conto delle stagionalità locali e con esclusione dei periodi di estrema aridità estiva o gelo invernale.

La lista delle specie impiegabili è evidenziata nel progetto.

6.4 Criteri di accettazione del materiale vegetale

Il criterio di utilizzare specie autoctone, tipiche della vegetazione potenziale e reale delle aree interessate dal progetto, è ormai ampiamente adottato nelle opere di ripristino e mitigazione ambientale. Si ritiene opportuno sottolineare la necessità di assicurarsi, in fase di realizzazione, sull'idonea provenienza delle piante di vivaio, per evitare l'uso di specie che abbiano nel proprio patrimonio genetico caratteri di alloctonia che potrebbero renderle più vulnerabili a malattie e virus. Il rifornimento del materiale vegetale avverrà preferibilmente presso vivai autorizzati dalla Regione in cui si opera l'intervento.

Sarà compito dell'Appaltatore di dare comunicazione alla Direzione dei Lavori, della data in cui il materiale vivaistico viene consegnato al cantiere. Il materiale dovrà provenire da uno o più vivai indicati dall'Appaltatore ed accettati dalla Direzione dei Lavori che si riserva la facoltà di effettuare sia i sopralluoghi nei vivai per la scelta delle piante di migliore aspetto e portamento e sia di scartare quelle non conformi per morfologia, portamento fisiologia e comunque inadatte alle esigenze progettuali. Le strutture vivaistiche dovranno altresì essere geograficamente dislocate in zone limitrofe o comunque assimilabili da un punto di vista fitoclimatico a quelle di impianto, al fine di garantire la piena adattabilità del materiale vivaistico prodotto alle caratteristiche pedoclimatiche della stazione di progetto.

Le specie destinate alle piantagione, dovranno avere la parte aerea a portamento e forma regolari, il tronco nudo, dritto, senza ramificazioni, uno sviluppo robusto e non filato, devono avere un chioma ramificata, equilibrata e uniforme. La coltivazione in vivaio di tali piante deve avere compreso un minimo di due trapianti per ogni individuo, l'ultimo dei quali deve essere stato eseguito non più di tre periodi vegetativi.

Gli arbusti devono essere ramificati a partire dal terreno, con un minimo di tre ramificazioni ed avere l'altezza proporzionata al diametro della chioma.

L'apparato radicale deve presentarsi sempre ben accestito, ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari fresche e sane, racchiuso in contenitore denominato *Air-plant* con relativa terra di coltura o in caso di mancanza sul mercato nazionale in zolla rivestita (juta, *plant-plast*, ecc.). Per gli arbusti, inoltre, possono eventualmente essere fornite a radice nuda soltanto le specie a foglia caduca, mentre quelle sempreverdi devono essere consegnate in contenitore o con pane.

Le zolle devono essere di dimensioni adeguate alla grandezza della pianta (in particolare la circonferenza del fusto) imballate con apposito involucro (juta, *plant-plast*, ecc.) rinforzato; nel caso in cui le piante superano i 3 ÷ 4 metri di altezza, alla zolla dovrà essere applicata una rete metallica ossidabile di protezione. L'altezza delle piante dovranno essere proporzionata al diametro sia della chioma che del fusto a secondo della caratteristica della specie ed indicativamente non essere inferiori alle suddette grandezze espresse in cm:

Circonferenza fusto (cm)	Diametro chioma (cm)	Altezza zolla (cm)
8 - 10	35	35 - 40
10 - 12	40	35 - 40
12 - 14	45	35 - 40
14 - 16	50	40 - 45
16 - 18	55	45 - 50
18 - 20	60	50 - 55
20 - 22	65	55 - 60
22 - 25	70	60 - 65
25 - 28	75	65 - 70
28 - 32	80	70 - 75
32 - 37	90	80 - 85
37 - 42	100	90 - 95

Nella fornitura verrà compreso lo scavo delle buche di dimensioni rapportate alla dimensione della pianta, sufficienti alle esigenze della specie ed a garantire un adeguato sviluppo radicale; la messa a dimora delle essenze; il reinterro; l'allontanamento dei materiali di risulta; la concimazione organica o minerale; la tutorazione con pali di castagno, picchetti di ancoraggio ecc.; la pacciamatura; la garanzia di attecchimento e di buona ripresa vegetativa con relativa manutenzione per mesi 24 (ventiquattro) comprensiva delle sostituzione delle piante devitalizzate.

Le piante fornite dovranno essere esenti da malattie crittogamiche, virus ed altri patogeni, attacchi parassitari (in corso o passati), deformazioni ed alterazioni di qualsiasi natura, ferite, cicatrici o segni conseguenti ad urti, grandine, scorticamenti, legature o ustioni al sole che possano compromettere il regolare sviluppo vegetativo ed il portamento tipico della specie, varietà o cultivar; dovranno inoltre essere etichettate con cartellini in materiale plastico, ove sia riportato in modo leggibile e indelebile il nome botanico (genere, specie, cultivar) e località di provenienza (dovranno essere collocati a regola d'arte affinché non pregiudichino lo sviluppo della pianta).

Prima della messa a dimora lo stato di salute e la conformazione delle piante devono essere verificate in cantiere e, le piante scartate, dovranno essere immediatamente allontanate. Quindi, se devono essere trapiantate piante provenienti dal cantiere o dalla campagna circostante, si deve innanzitutto verificare che siano immuni da malattie e parassiti.

La verifica della conformità della specie e della varietà della pianta messa a dimora, con quella prevista in progetto, sarà effettuata al più tardi, nel corso del primo periodo di vegetazione che segue la stessa.

L'estrazione delle piante dal vivaio deve essere effettuata con tutte le precauzioni necessarie per non danneggiare le radici principali e secondo le tecniche appropriate per conservare l'apparato radicale capillare ed evitare di spaccare, scortecciare o danneggiare la pianta. L'estrazione non deve essere effettuata con vento che possa disseccare le piante o in tempo di gelata. L'estrazione si effettua a mano nuda o meccanicamente; le piante potranno essere fornite a radice nuda o collocate in contenitori o in zolle. Le piante più giovani devono essere estratte senza pane, avendo cura di salvaguardare le radici, potate e trapiantate subito nella posizione definitiva. Le piante adulte devono essere estratte con il pane, di dimensioni pari al triplo del diametro del tronco, misurato 100 cm sopra il suolo. Il pane deve essere assicurato con apposito tessuto. Le zolle dovranno essere imballate opportunamente con involucro di juta, paglia, teli di plastica o altro.

Per ciascuna fornitura un'etichetta attaccata deve dare, attraverso una iscrizione chiara ed indelebile, tutte le indicazioni atte al riconoscimento delle piante (genere, specie, varietà e numero, nel caso la pianta faccia parte di un lotto di piante identiche).

La pacciamatura avrà lo scopo di controllare le infestanti, di limitare l'evapotraspirazione e gli sbalzi termici. I materiali per la pacciamatura comprendono prodotti di sintesi di spessore cm 0,18, picchetti di contenimento e dovranno essere forniti, in accordo con la Direzione di Lavori, in contenitori originali con dichiarazione della quantità, del contenuto e dei componenti.

L'impresa sarà tenuta al ripristino della funzione degli ancoraggi delle piante qualora se ne riconoscesse la necessità.

Le piante dovranno rispondere alle specifiche indicate nell'elenco dei prezzi per quanto riguarda le seguenti voci (da utilizzare tutte o in parte, conformemente alle caratteristiche proprie delle diverse specie):

- circonferenza del fusto, misurata ad un metro dal colletto;
- altezza totale;
- altezza di impalcatura, dal colletto al ramo più basso;
- diametro della chioma in corrispondenza delle prime ramificazioni per le conifere, a due terzi dell'altezza per tutti gli alberi, in corrispondenza alla proiezione della chioma per i cespugli;
- densità della chioma, numero medio di ramificazioni laterali su cm di tronco.
- Le piante dovranno essere trapiantate un numero di volte sufficienti secondo le buone regole vivaistiche con l'ultima lavorazione alle radici, risalente a non più di tre anni secondo la seguente tabella.

Foglia caduca	fino a circonf. cm 12-15 fino a circonf. cm 20-25 fino a circonf. cm 30-35	almeno 1 trapianto almeno 2 trapianti almeno 3 trapianti
	fino ad alt. di m 2-2,5	almeno 1 trapianto e circonferenza proporzionata all'altezza
	fino ad alt. di m 2,5-4	almeno 1 trapianto e circonferenza proporzionata all'altezza
Sempre verdi	fino ad alt. di m 2,5-4	almeno 2 trapianti e circonferenza proporzionata all'altezza
	fino ad alt. di m 5-6	almeno 3 trapianti e circonferenza proporzionata all'altezza

In linea di massima, le piante devono essere fornite in contenitori o con zolla (pane); secondo le esigenze locali la Direzione dei Lavori potrà ammettere la fornitura a radice nuda degli alberi a foglia decidua. I contenitori (vasi, mastelli di legno o di plastica, reti ecc.) devono essere proporzionati alle dimensioni delle piante che contengono. Le zolle devono essere ben imballate con un apposito involucro (juta, paglia, teli di plastica ecc.) rinforzato, se le piante superano i 3-4 m di altezza, con rete metallica, oppure realizzato con pellicola plastica porosa o altro metodo equivalente. Qualora le piante vengano fornite in contenitore, le radici devono risultare completamente penetrate in questo, senza fuoriuscirne. L'apparato radicale deve comunque presentarsi sempre ben accestito, ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari fresche e sane. Le piante devono aver subito i necessari trapianti in vivaio, di cui l'ultimo da non più di due anni.

6.5 Cure colturali previste per i primi cinque anni dall'impianto

Di seguito vengono riportate delle indicazioni per le cure colturali da mettere in atto nei primi anni al di là di quanto strettamente previsto dal progetto.

6.5.1 Monitoraggio e programma degli interventi

Il monitoraggio delle opere a verde di rivegetazione eseguite, prevede numerose analisi (botaniche, biometriche, naturalistiche) finalizzate a verificare sia agli aspetti strutturali e di attecchimento delle piante, sia quelli di integrazione nel contesto floristico, vegetazionale e paesaggistico.

I principali parametri e le principali azioni da svolgere sono le seguenti:

1. verifica della percentuale di attecchimento;
2. verifica della funzionalità e dell'efficacia dei presidi antifauna, dischi pacciamanti, pali tutori;
3. monitoraggio degli eventuali danni da fauna selvatica/domestica;
4. grado di copertura del suolo;
5. rilievi floristici per determinare lo stato di ripresa della vegetazione spontanea del piano dominato (arbustivo);
6. rilievi floristici per determinare lo stato di ripresa della vegetazione spontanea delle specie di sottobosco;
7. verifica della presenza di specie infestanti e ruderali;
8. analisi della composizione floristica dello strato arbustivo in riferimento ai sestri di impianto iniziali previsti;
9. analisi della composizione floristica dello strato arboreo e rilievo dendrologico in riferimento ai sestri di impianto iniziali;
10. calcolo del numero di fallanze per specie di arbusti ed alberi;
11. verifica della necessità/opportunità di effettuare delle potature di irrobustimento;
12. verifica degli effetti degli eventuali sfollamenti/diradamenti programmati;
13. analisi percettiva dell'effettivo livello schermante dovuto alla vegetazione di progetto da eseguirsi tramite rilievo fotografico.

Pur ribadendo l'importanza che assume il piano delle cure colturali, soprattutto nei primi due anni, spesso è opportuno prolungare gli interventi significativi nel corso dei primi 4+5 anni dall'ultimazione dei lavori.

La tipologia e l'intensità degli interventi colturali dipendono dalle caratteristiche fisiche e naturali della zona, nonché dall'andamento climatico-vegetazionale stagionale. Più le condizioni stagionali ostacolano o tentano di ostacolare una corretta crescita ed un sano sviluppo della vegetazione d'impianto, maggiori possono essere le cure richieste, anche perché, oltre a facilitarne la crescita permettono la sopravvivenza di un numero di piante adeguato alla funzionalità delle opere.

Il programma degli interventi di manutenzione sull'impianto di vegetazione riguarderà tutte le opere eseguite e potrà prevedere, in linea di massima, i seguenti interventi:

- sfalci periodici;
- sostituzione delle fallanze;
- interventi di potatura;
- irrigazioni di soccorso per almeno le prime 2 stagioni vegetative;
- eventuali risemine/trasemine manuali di ricalzo;
- concimazioni sotto copertura;
- risistemazione/sostituzione/eliminazione dei presidi antifauna, dei pali tutori, dei dischi pacciamanti e sostituzione delle specie deperienti;
- eliminazione delle specie legnose non pertinenti con gli habitat target;
- eventuale infittimento delle aree ripristinate a verde tramite ulteriore piantagione di specie legnose autoctone;
- eradicazione delle specie erbacee infestanti e ruderali;
- eventuale piantagione/riassetto dei presidi di mascheramento visuale al fine di ottenere l'effetto "cortina verde" desiderato.

Gli interventi di manutenzione seguono una periodicità e vengono pertanto effettuati generalmente nel I, nel II e nel V anno dopo l'impianto.

Per ciascun anno sono previste le seguenti attività:

I anno:

- sfalci periodici (min. 2 x anno);
- sostituzione delle fallanze;
- irrigazioni di soccorso;
- concimazioni;
- eradicazione delle specie erbacee infestanti e ruderali;
- risistemazione/sostituzione dei presidi antifauna, dei pali tutori, dei dischi pacciamanti e sostituzione delle specie deperienti;
- eliminazione delle specie legnose non pertinenti con gli habitat target.

II anno:

- sfalci periodici (min. 2 x anno);
- sostituzione delle fallanze residue;
- irrigazioni di soccorso;
- concimazioni;

- eradicazione delle specie erbacee infestanti e ruderali;
- eventuale risistemazione/sostituzione dei presidi antifauna, dei pali tutori e dei dischi pacciamanti;
- eventuali potature di irrobustimento;
- eventuali infoltimenti per determinate specie;
- allontanamento a discarica di tutto il materiale vegetale derivante dagli sfalci e potature.

V anno:

- eventuali sfalci periodici;
- eventuale infittimento delle aree ripristinate a verde tramite ulteriore piantagione di specie legnose autoctone;
- eventuale piantagione/riassetto dei presidi di mascheramento visuale al fine di ottenere l'effetto "cortina verde" desiderato;
- interventi di potatura;
- rimozione delle recinzioni di protezione;
- allontanamento a discarica di tutto il materiale vegetale derivante dagli sfalci e potature.

Per quanto riguarda la manutenzione della parte a verde delle opere, è consigliato eseguire le cure colturali specifiche necessarie ad ogni associazione vegetale (sia arboree che erbacee/arbustive) per favorire un più rapido sviluppo degli apparati radicali, una rapida affermazione nel suolo e, di conseguenza, il suo consolidamento.

Le cure primarie e ricorrenti sono:

6.5.2 Sfalci periodici

All'interno delle opere di ingegneria naturalistica è necessario prevedere un periodico sfalcio della componente erbacea, con cadenza annuale nel breve periodo, e poi biennale nel medio; questo favorisce un maggior sviluppo degli apparati radicali, una maggiore diversificazione floristica (limitando le specie dominanti e l'insediamento delle specie autoctone limitrofe).

Gli sfalci saranno eseguiti mediante l'impiego di decespugliatori a filo o a disco, rilasciando il materiale di risulta sul terreno, con lo scopo di mantenere una maggiore umidità, creando nel contempo uno strato di sostanza organica che tenderà a migliorare le caratteristiche del terreno (operazione necessaria soprattutto nei terreni vegetali aridi o poveri di sostanza organica); solo in presenza di grandi masse vegetali è preferibile un asporto, almeno parziale, per evitare aduggiamento e "soffocamento" delle piante presenti.

6.5.3 Sostituzione fallanze

La sostituzione delle fallanze sarà da effettuare nel primo anno successivo all'impianto, con la sostituzione delle piantine, delle talee o l'esecuzione di nuove semine. Questi interventi dovranno essere attuati preferibilmente nel periodo primaverile o autunnale; se per altri motivi ciò non fosse possibile, sarà essenziale prendere tutti gli accorgimenti necessari per garantire in qualunque caso la riuscita dell'intervento (ad esempio, innaffiature, messa a dimora di nuove piantine in vaso, ecc.);

Anche dopo il periodo di manutenzione (1-3 anni, a seconda delle condizioni) è necessario controllare l'entità dell'attecchimento, sia delle talee che delle piantine. Molto spesso, infatti, il periodo di adattamento alle condizioni stagionali (molto spesso difficili) risulta essere più lungo del periodo di manutenzione. E' perciò necessario intervenire, nel medio periodo, per integrare le fallanze: nelle opere di ingegneria naturalistica la presenza della vegetazione ha anche un significato statico; è perciò necessario mantenerne una presenza costante.

6.5.4 Potature

Per alberi e arbusti a servizio di opere di ingegneria naturalistica è necessario un periodico intervento di potatura della chioma, sia per favorire un maggior sviluppo dell'apparato radicale nei primi anni dall'impianto, sia per dare loro una forma adeguata alle esigenze di protezione, sia, infine, per evitare che sviluppi epigei eccessivi possano trasmettere sollecitazioni meccaniche (peso delle piante stesse, azione del vento, ecc.) alle strutture di sostegno. Queste esigenze sono massime nel breve e nel medio periodo, quando tutto il soprassuolo è in fase di affermazione e sviluppo.

Trattandosi di opere a verde che già configurano l'associazione vegetazionale definitiva o semi-definitiva, l'intervento in questione dovrà essere attuato non prima della seconda stagione vegetativa - a seconda delle condizioni stagionali, con un possibile posticipo fino a quattro-cinque anni e ripetuto anche nella quarta stagione vegetativa - il secondo intervento sarà richiesto solo quando le condizioni locali lo impongano.

In caso di intervento, la potatura dovrà essere effettuata nella stagione primaverile o autunnale, quando le piante sono ancora in riposo vegetativo.

Si prescrive l'impiego del seghetto da potatura in modo che il taglio sia netto, escludendo l'uso di motoseghe, decespugliatori e quanto altro possa provocare sfibrature nelle talee e compromettere la vita della pianta. Il materiale di risulta che proviene dalle potature eseguite può essere riutilizzato per il recupero delle fallanze.

6.5.5 Diradamenti e sfolli

In tutti gli interventi è in genere prevista la messa a dimora di un numero molto elevato di talee e piantine nella fase di impianto, in modo tale da limitare i problemi dovuti alle fallanze e, nel contempo, accelerare l'azione di sostegno della vegetazione. Nel medio periodo per ridurre i problemi di densità eccessiva, favorire l'affermazione di specie più lente, limitare problemi di invasione da parte di specie esotiche ruderali (robinia, ailanto, amorfa, ecc.), e contenere problemi di sicurezza e di stabilità per le opere è necessario predisporre degli interventi di diradamento mirati: questi interventi dovranno essere attuati dopo non meno di cinque stagioni vegetative e, in ogni caso, con l'assoluta certezza che il taglio completo della pianta non pregiudichi la stabilità del terreno.

I diradamenti vengono effettuati anche per incentivare la biodiversità e, nella pratica, sono realizzati mediante l'ausilio di motoseghe ed altri attrezzi da taglio, recidendo alla base le piante che tendono a prevalere e rinnovando l'intervento finché le specie autoctone semi-definitive non si affermano.

6.5.6 Risemina delle superfici

A seguito di condizioni locali inidonee o a danneggiamenti dovuti alla selvaggina, può emergere la necessità di risemina del cotico erboso, al fine di ricostituire una sua continuità, necessaria per limitare l'erosione superficiale. Quest'operazione può essere molto importante in condizioni di forte pendenza. E' necessario perciò prevedere nel progetto, nel medio periodo, degli interventi di controllo e di risemina del cotico. Qui si fa riferimento ad interventi su superfici limitate e non ad eventuali rilavorazioni generali, causate dal mancato attecchimento legato ad errori nella progettazione o nell'esecuzione. Si dovrà provvedere rapidamente alla:

- risemina: distribuendo un miscuglio di specie simile a quello in precedenza seminato o un miscuglio meglio selezionato, in funzione delle particolari condizioni locali, eventualmente accompagnato da una concimazione;
- interrimento della semente distribuita;
- pacciamatura: utilizzando il materiale più consono alla situazione: paglia, rete di juta, ecc..

6.6 Manutenzione indiretta

Si riportano, infine, gli interventi di manutenzione indiretta da effettuarsi a carico delle parti vegetali vive:

6.6.1 Sarchiatura

Questa operazione serve a contenere lo sviluppo delle specie infestanti, per favorire la circolazione dell'aria e ridurre l'evapotraspirazione. Può essere previsto l'impiego di prodotti pacciamanti, che assolvono in modo soddisfacente alle esigenze. In caso di opere già realizzate, è consigliabile intervenire con una sarchiatura almeno per le prime tre stagioni vegetative, fino a quando la piantina utilizzata riuscirà a vincere la concorrenza con le specie infestanti, che rischierebbero di soffocarla.

6.6.2 Trattamenti antiparassitari e fungicidi

Poiché gli interventi di sistemazione idraulico-forestale con tecniche di ingegneria naturalistica sono spesso eseguiti in condizioni limite, cioè in condizioni sfavorevoli all'insediamento della vegetazione naturale, il materiale vegetale impiegato è spesso sottoposto a notevoli stress vegetativi e, quindi, è a rischio di attacco da parte di parassiti e funghi. Durante le normali visite di monitoraggio sarà necessario effettuare una valutazione di questo rischio, in base al quale decidere se intervenire o meno con i trattamenti necessari. Anche questa operazione risulta piuttosto onerosa, sia per il costo delle sostanze da utilizzare che per le condizioni operative disagiate.

6.6.3 Criteri generali per l'ammendamento del terreno e la sua fertilizzazione

Le concimazioni sono interventi preventivi e, di norma, esclusi dalle manutenzioni. Questo permette la vita della vegetazione impiantata. Anche le concimazioni sono interventi manutentivi da effettuare solamente nel corso delle prime stagioni vegetative, dal momento che, se l'intervento è riuscito, le piante sono in grado di riprodurre un proprio substrato vegetativo.

Le tecniche di ammendamento del terreno vengono stabilite in base alle caratteristiche dei terreni che delle aree di intervento.

L'ammendamento viene effettuato, a seconda del prodotto utilizzato, con due modalità sostanziali:

- mediante mescola in fase di movimentazione del terreno;
- con applicazione dopo la stesura mediante aspersione superficiale.

Si possono effettuare anche le seguenti operazioni di inoculo:

- mediante piccole quantità di terreno prelevate in loco per innesco del processo micro-organico con ceppi autoctoni e selezionati;
- mediante batteri e micorrize, di provenienza dal mercato, addizionati alle miscele di sementi per l'idrosemina.

Tra i materiali impiegabili per l'ammendamento e concimazione dei terreni vengono segnalati provvisoriamente i seguenti:

- lapillo e/o pomice;

458_TECNOVIA_SIEPE_230302.docx

- bentonite di tipo agricolo;
- corteccia;
- compost di corteccia;
- paglia;
- flocculanti (compresi acidi umici);
- polimeri flocculanti;
- sabbia;
- argilla;
- sostanza organica (fertilizzante organico);
- ammendanti chimici;
- concimi chimici;
- micorrize.

Il miscelamento del terreno non potrà avvenire con terreno bagnato o con componenti aggiuntive ammendanti e/o correttive umide. Per quanto concerne la corteccia questa deve essere matura (con giusto grado di umidità e non fresca per evitare l'inibizione della crescita delle piante soprattutto erbacee) ed a scaglie non troppo grandi.

Per la sostanza organica va privilegiato l'impiego di letame bovino maturo; è possibile l'impiego di letame equino ed ovino nella misura del 30% sul totale. La percentuale di sostanza organica aggiunta non dovrà comunque mai eccedere il 5% a meno di dati basati su analisi del terreno. Qualora il terreno risultasse particolarmente povero di sostanza organica, parte dei concimi derivanti da terricciati o da letame ben maturo potrà essere sostituita da concimi minerali, da spandersi in modo uniforme sul terreno.

L'Impresa, a sua cura e spese, dovrà effettuare le analisi chimiche dei terreni per poter definire la **concimazione di fondo**, che di norma è costituita da concimi minerali somministrati nei seguenti quantitativi:

TIPO DI CONCIME	TITOLO	%	t/ha
concimi fosfatici	titolo medio	18	0,80
concimi azotati	titolo medio	16	0,40
concimi potassici	titolo medio	40	0,30

E' facoltà della Direzione Lavori, in relazione ai risultati delle analisi dei terreni ed, inoltre, per esigenze particolari, variare le proporzioni di cui sopra senza che l'Impresa possa chiedere alcun compenso.

L'uso dei concimi fisiologicamente alcalini, o fisiologicamente acidi, sarà consentito in terreni a reazione anomala, e ciò in relazione al pH risultante dalle analisi chimiche.

Oltre alla concimazione di fondo, l'impresa dovrà effettuare anche le opportune concimazioni in copertura, impiegando concimi complessi e tenendo comunque presente che lo sviluppo della vegetazione dovrà avvenire in modo uniforme.

Le modalità delle concimazioni di copertura non vengono precisate, lasciandone l'iniziativa all'Impresa, la quale è anche interessata all'ottenimento della completa copertura del terreno nel più breve tempo possibile ed al conseguente risparmio dei lavori di risarcimento, diserbo, sarchiatura, ripresa di smottamenti ed erosioni, che risulterebbero certamente più onerosi in presenza di non perfetta vegetazione, come pure ad ottenere uno sviluppo uniforme e regolare degli impianti a verde.

I concimi usati per le concimazioni di fondo e di copertura, dovranno essere forniti nelle confezioni originali di fabbrica, risultare a titolo ben definito e, nel caso di concimi complessi, a rapporto azoto-fosforo-potassio precisato.

Da parte della Direzione Lavori sarà consegnato all'Impresa un ordine di servizio nel quale saranno indicate le composizioni delle concimazioni di fondo, in rapporto al pH dei terreni.

Prima di effettuare le concimazioni di fondo, l'impresa è tenuta a darne tempestivo avviso alla Direzione Lavori affinché questa possa disporre eventuali controlli.

6.6.4 Tecniche di protezione da danni da fauna

Operando spesso in ambienti naturaliformi con forte presenza di fauna selvatica, è opportuno prevedere la realizzazione di difese per le singole piante impiegate e/o per l'intera zona sottoposta ad intervento. Tra le possibili opere di difesa, la più economica risulta essere la costruzione di chiudende con rete metallica e pali di legno lungo il limite esterno all'area di intervento. Tale protezione deve persistere almeno per il tempo necessario all'affermarsi della vegetazione arborea ed arbustiva (in genere non meno di 4-5 anni). Questo tipo di difesa è particolarmente efficace per evitare i danni prodotti dagli ungulati - soprattutto cervidi - che consistono nella brucatura dei giovani germogli. Tali chiudende devono essere realizzate in modo da non provocare il ferimento degli animali e dovrà esserne previsto lo smontaggio, non appena risulti evidente dal sopralluogo che la fase di sviluppo della vegetazione è ormai affermata e non più danneggiabile dalla fauna selvatica attraverso il loro morso. Le considerazioni di cui sopra dovranno essere fatte anche in presenza di zone con pascolo vacante di specie bovine, equine, caprine e ovine.

6.7 Schede botaniche

Si riportano di seguito le schede botaniche di alcune delle specie di arbusti che verranno messi a dimora:

Nome Scientifico: *Carpinus orientalis*

Nome Comune: Carpino orientale

Famiglia: Betulaceae

Descrizione: Arbusto o piccolo albero, alto 1-5 (15) m

Habitat: Boschi bassi, boscaglie, siepi, insieme a leccio, roverella, orniello, terebinto, alloro, scotano e altre specie arbustive mediterranee e submediterranee. Specie di temperamento termo-xerofilo, molto frugale, predilige i suoli calcarei, anche primitivi, a quote medio-basse; dal livello del mare può salire, in zone meridionali, fino a 1100 m.



Fusto: irregolarmente costoluto; corteccia, mai screpolata, grigiasta ± chiara, raramente provvista di lenticelle longitudinali ellittiche; rametti dell'anno rossastri inizialmente pubescenti, quindi glabri.

Foglie: brevemente picciolate (5-8 mm), a lamina dura ovato-ellittica sparsamente pubescente (soprattutto di sotto e sui nervi), bollosa superiormente e con nervi in rilievo ben evidenti inferiormente, lar. 1,5-3 x 2,5-4(6) cm, bordo doppiamente seghettato, base arrotondata ed apice acuto;

Frutti: con numerose **nucule** di 3-4 mm ricoperte ciascuna da **brattee** fogliacee (lunghe 10-20 mm), ravvicinate e ricoprentesi tra loro, dentate o irregolarmente lacinate, ma non trilobate alla base.



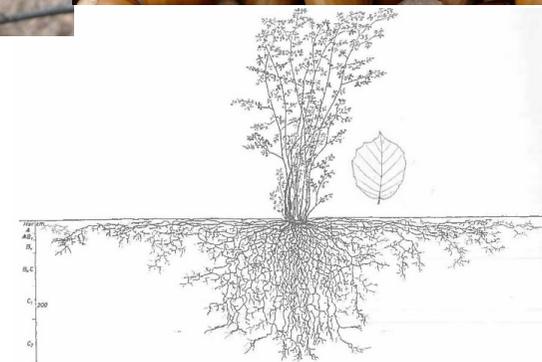
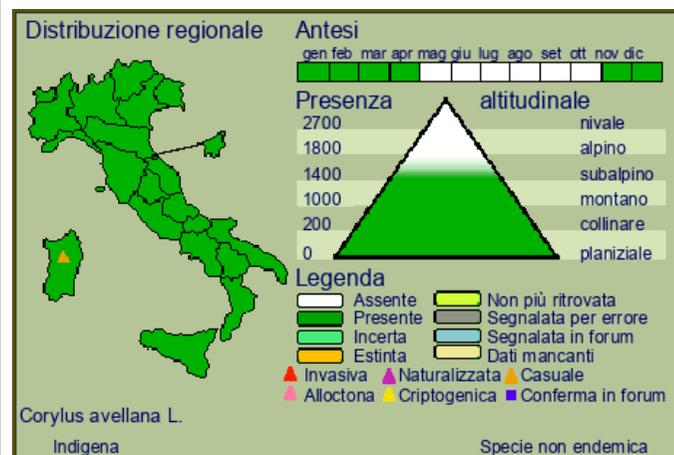
Nome Scientifico: *Corylus avellana*

Nome Comune: Nocciolo

Famiglia: Betulaceae

Descrizione: Ha portamento a cespuglio o ad albero, se coltivata è alta in genere dai 2 ai 4 m ma se lasciata in forma libera può raggiungere anche l'altezza di 7-8 m.

Habitat: Il suo areale geografico naturale è europeo-caucasico; la distribuzione altitudinale è da collinare a medio-montana. Rifugge le aree mediterranee più calde ed aride. Preferisce terreni calcarei, ben drenati, fertili e profondi e luoghi semi-ombreggiati. L'habitat naturale è costituito da boschi di latifoglie.



Fusto: Eretto, ramificato dalla base, pollonante, con corteccia grigio-bruna con lunghe fratture longitudinali.

Foglie: Ha foglie semplici, cuoriforme a margine dentato.

Fiori: I fiori sono grandi, di color rosa o biancastro, odorosi, carnicini, solitari o a paia. Hanno una coppetta floreale a forma di anfora, molto consistente, 5 sepali pennati, divisi e rivolti in giù, 5 petali.

Frutti: Il frutto (chiamato nocciola) è avvolto da brattee da cui si libera a maturazione e cade. Esso è commestibile.

Propagazione: Per pollone radicato, per propaggine e per talea.

Apparato radicale: si sviluppa tra 0 e 4 m di profondità

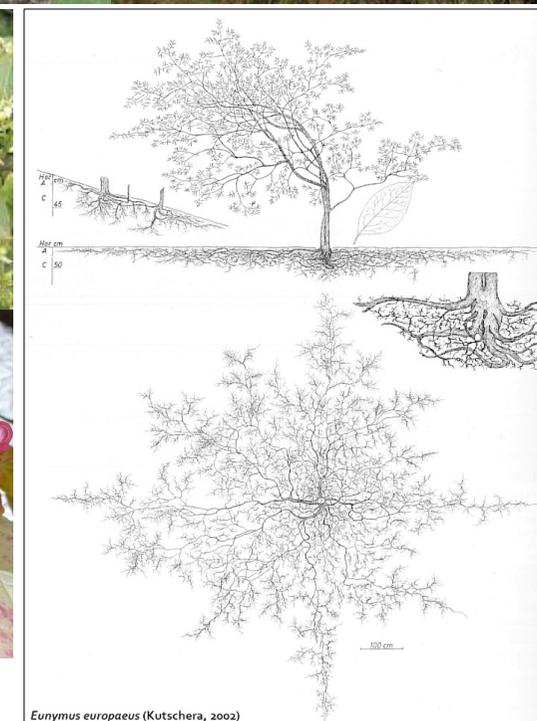
Nome Scientifico: ***Euonymus europaeus***

Nome Comune: Berretta di prete

Famiglia: Celastraceae

Descrizione: arbusto che di norma non supera i 2,5 m di altezza, raramente assume dimensioni di alberello e in questi casi può raggiungere i 5 m, deciduo, spontaneo.

Habitat: boschi di latifoglie e nelle siepi in esposizione luminosa. Non ha particolari esigenze in fatto di terreno, ma preferisce ambienti fresco-umidi.



Fusto a forma arbustiva di color verde-grigio, spesso in ambiente inidoneo viene attaccato da parassiti (cocciniglie)

Foglie: caduche, opposte, acuto-lanceolate, a margine finemente dentato, sono glabre.

Fiori ermafroditi, tetrametri, riuniti in cime ascellari.

Frutti sono capsule, di colore rosaceo, che a maturazione evidenziano i semi di uno spiccato colore giallo, con l'arillo che li ricopre di un evidente colore rosa-fuxia

Apparato radicale: si sviluppa tra 0 e 50 cm di profondità, fittonante

Altre caratteristiche: è utilizzato per molteplici impieghi, lavori al tornio, manici di utensili, cannelli per pipe, sculture:

Nome Scientifico: *Ligustrum vulgare*

Nome Comune: Ligustro, Olivella

Famiglia: Oleaceae

Habitat in Italia è diffuso in tutte le regioni, spingendosi fino a 1200 m di quota. E' diffuso spontaneamente nelle fasce esterne boschive, in quanto ama le posizioni soleggiate; è facile trovarlo in boschi termofili associato a Roverella, Orniello, Carpino nero. Per la sua attività rizomatica è considerato e la sua rusticità è considerato una essenza colonizzatrice di terreni aridi e ricchi di calcare.



Fusto possiede fusti eretti con rami ad andamento eretto, orizzontale o prostrato e corteccia grigiastra

Foglie: le foglie sono caduche nelle zone più fredde, mentre in quelle più calde sono persistenti o semi persistenti; sono semplici e ad inserzione opposta

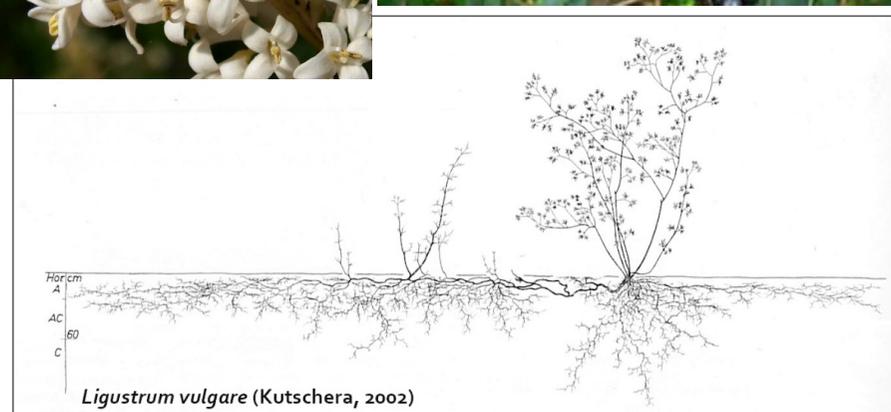
Fiori presenta fiori bianchi e profumati a 4 petali di piccole dimensioni. La fioritura avviene in primavera estate ed è intensamente profumata

Frutti: sono costituiti da bacche, nere a maturità, persistenti sulla pianta con diametro inferiore a 1 cm.

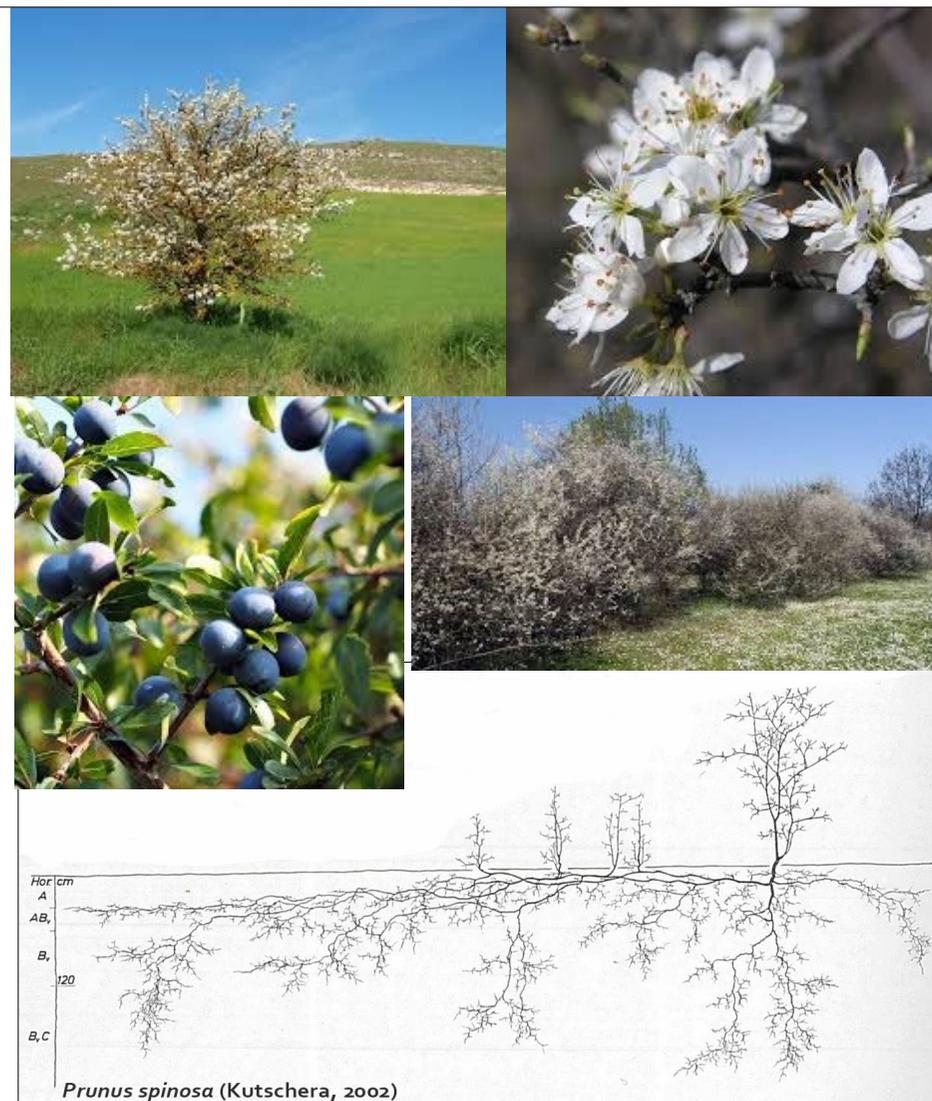
Propagazione: rizomatoso e pollonifero

Apparato radicale: si sviluppa tra 0 e 120 cm di profondità

Altre caratteristiche: è molto utilizzato per la rusticità e l'adattabilità ambientale. Viene impiegato nella costruzione di siepi.



Nome Scientifico: *Prunus spinosa*
 Nome Comune: Prugnolo
 Famiglia: Rosaceae
 Descrizione: arbusto alto da 1 a 3 m, raramente 5, deciduo, spinoso con grande capacità pollonante, forma dense macchie impenetrabili. Adatto a formazione di siepi, specie in quelli di tipologia naturalistica.
 Habitat è comune nei boschi, nelle siepi o ai bordi dei campi, prospera meglio in terreni calcarei.



Fusto contorto e ramificato con corteccia rosso-bruna da giovane, poi più scura.
Foglie: caduche, alterne, di forma varia, in genere obovato-ellittiche, con margine doppiamente seghettato e breve picciolo.
Fiori ermafroditi, per lo più solitari, talora in gruppi di tre; sbocciano precocemente in primavera prima delle foglie, è uno dei primi arbusti a fiorire.
Frutti: drupa, subsferica, nero-bluastro, pruinosa. Commestibile, leggermente dolce dopo i primi geli. Il frutto è molto appetito dagli uccelli. Utilizzate per marmellate e bevande alcoliche
Propagazione: è favorita da una frequentissima emissione di polloni basali
Apparato radicale: si sviluppa tra 0 e 160 cm di profondità

Nome Scientifico: **Rosa canina**

Nome Comune: Rosa canina o selvatica

Famiglia: Rosaceae

Habitat: Dal piano fino ai 1500 metri. Vive nei boschi radi ed ai loro margini, negli arbusteti, nelle radure, nelle siepi nei pascoli sassosi. cresce diffusissima lungo le siepi, nei boschi radi, nei luoghi cespugliosi.



Fusto: Arbusto caducifoglio con ampia ramificazione eretto scandente con spine robuste e arcuate.

Foglie: Alterne, hanno 5-7 foglioline da ellittiche ad ovate, con pelosità e seghettatura variabile. Le foglie, dispari-pennate, hanno da 5 a 7 foglioline ovali, seghettate e sono accompagnate da stipole (espansioni alate del picciolo, perlopiù di aspetto fogliaceo), congiunte al picciolo.

Fiori: I fiori sono grandi, di color rosa o biancastro, odorosi, carnici, solitari o a paia. Hanno una coppetta floreale a forma di anfora, molto consistente, 5 sepali pennati, divisi e rivolti in giù, 5 petali.

Frutti: I frutti sono globosi-ovoidei, di colore rosso scarlatto, eduli

Propagazione: Per seme o talea.

Altre caratteristiche: mellifera, pioniera, resistente alla siccità

7 ALLEGATI

– Computo Metrico Estimativo

COMPUTO METRICO ESTIMATIVO DI MASSIMA - agroFV - CLEMENTE - SAN SEVERO (FG) Progetto delle opere di mitigazione con siepe perimetrale 458/23/CON							
SIEPE PERIMETRALE							
N°	PREZZARIO	CODICE	LAVORI	PREZZO UNITARIO	u.m.	QUANTITA'	TOTALE
IDROSEMINE E PIANTAGIONI							
1	REGIONE PUGLIA DIPARTIMENTO BILANCIO, AFFARI GENERALI ED INFRASTRUTTURE SEZIONE OPERE PUBBLICHE E INFRASTRUTTURE LISTINO PREZZI REGIONALE ANNO 2022	02.11d	Messa a dimora di arbusti in vaso, comprensiva di: apertura e preparazione buca di dimensione idonea, piantagione, eventuale sistemazione radici spiralizzate, reinterro, formazione di conca di compluvio, primo innaffiamento. vaso diam. cm 32-46	€ 20,50	cad.	3.780	€ 77.490
2	Regione Basilicata - Assessorato ai lavori pubblici - Dipartimento Infrastrutture e Mobilità - Tariffa edizione 2022	L.02.004	Idrosemina a spessore. Rivestimento di superfici estese più o meno acclivi mediante spargimento per via idraulica di una apposita miscela per mezzo di idrosemnatrice a pressione atta a garantire l'irrorazione a distanza e con diametro degli ugelli e tipo di pompa tale da non lesionare i semi e consentire lo spargimento omogeneo dei materiali. L'idrosemina con mulch, eseguita in un unico passaggio, contiene: fibre vegetali (mulches) in quantità non inferiore a 200 g/m ² , concime organico e/o inorganico con una dose di impiego di almeno 150 g/m ² ; collante in quantità idonea al fissaggio dei semi e alla creazione di una pellicola antierosiva sulla superficie del terreno, senza inibire la crescita e favorendo il trattenimento dell'acqua nel terreno nelle fasi iniziali di sviluppo (circa 15 g/m ²); acqua in quantità idonea alle diluizioni richieste; humus/torba in quantità non inferiore a 250 g/m ² ; miscela di sementi idonea alle condizioni locali (50 g/m ²).	€ 5,68	m ²	5.900	€ 33.512
TOTALE OPERE PREVISTE							€ 111.002

8 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI:

- AGW - Amt für Gewässerschutz und Wasserbau des Kantons Zürich - Leitfaden für den Gewässerunterhalt
- AA.VV., (1996) - Dictionar of Soil Bioengineering - Verein für Ingenieurbiologie vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich B.G. Teubner Stuttgart
- AA.VV., (1998) - Empfehlungen zur Begrünung von Problemflächen - FLL - Bonn
- ANPA (2001) - Atlante delle opere di sistemazione dei versanti.
- APAT Dipartimento Difesa del suolo - Progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia) - www.sinanet.apat.it/progettoiffi
- ARPAV (2000) - Atti del corso: "Aspetti progettuali ed esecutivi nei cantieri di ingegneria naturalistica" – Vivaio Forestale Regionale di Sospirolo (BL) – settembre/ottobre 1996.
- ARSIA (2000) - Monitoraggio di interventi sperimentali di Ingegneria Naturalistica realizzati in Toscana. Rapporto finale della commissione Tecnica di Coordinamento. ARSIA, Firenze.
- Atti del convegno: "Ingegneria naturalistica: ripristino della vegetazione e materiali vegetali idonei al sito" - 5-9 settembre 2006 - Raumberg - Gumpenstein (A)
- Begemann W., Schiechl H.M. (1986) - Ingenieur Biologie. Handbuch zum ökologischen Wasser - und Erdbau. Bauverlag GMBH. Wiesbaden und Berlin
- Boccalaro F., (2004) - Chiodi d'ancoraggio e radici delle piante per il consolidamento dei versanti in frana, Rivista Geologia dell'Ambiente. Società Italiana di Geologia Ambientale.
- Carbonari A., Mezzanotte M., (1996) - Tecniche naturalistiche nella sistemazione del territorio, Prov. Autonoma di Trento, Servizio ripristino e valorizzazione ambientale, Litotipografia Alcione, Trento.
- Comedini M., (2000) - Verifiche di stabilità di versanti stabilizzati con tecniche di ingegneria naturalistica, Atti Convegno Opere in grigio, opere in verde, Provincia di Teramo
- Cornellini P., Federico C., Pirrera G., (2008) - Arbusti autoctoni mediterranei per l'ingegneria naturalistica - Primo contributo alla morfometria degli apparati radicali - Azienda Regionale Foreste Demaniali Regione Siciliana - Collana Sicilia Foreste, n° 40
- De Antonis L., Molinari V.M, (2007) - Manuale di Ingegneria Naturalistica - Nozioni e tecniche di base - Regione Piemonte - Direzione economia montana e foreste
- Ente Parco nazionale del Vesuvio (2001) - Interventi di Ingegneria Naturalistica nel Parco Nazionale del Vesuvio; Fondo Europeo di Sviluppo Regionale.
- Fani C., (1997) - Manutenzione idraulico-forestale di fossi e torrenti Casentinesi - Fiumi Puliti 1997, progetto Ufficio Bonifica Montana, Comunità Montana del Casentino, Poppi, pp. 1-20.
- Fani C., (2000) - Manutenzione idraulico-forestale di fossi e torrenti Casentinesi Fiumi Puliti 2000, progetto Ufficio Bonifica Montana, Comunità Montana del Casentino, Poppi, pp. 1-5.
- Fani C., Mazzanti L., (2000) - Principi e linee guida per l'Ingegneria Naturalistica volume 1. Processi territoriali e criteri metodologici, Edizioni Regione Toscana, Firenze, pp. 365-378;
- Florineth F., (2007) – Piante al posto del cemento – Manuale di ingegneria naturalistica e verde tecnico – Il Verde Editoriale S.r.l., Milano 520
- Florineth F., Rauch H.P., Studienblätter zur Vorlesung. Studienjahr 2003/2004 – Universität für Bodenkultur - Wien
- Freschi A.L, Nocentini G, Dinardo F. (2003) – Interventi di ingegneria naturalistica in Toscana. Prime esperienze di monitoraggio – ARSIA – Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione nel settore Agricolo-forestale
- Geitz P., (1995) – Naturnaher Wasserbau – Hefte zur Ausbildung 3 – AuGaLa, Bad Honnef
- Gibelli M.G., D. Meucci, F. Oggioni, F. Palmeri, F. Vallone, (1995) - Quaderni di Ingegneria Naturalistica. Sistemazioni in ambito fluviale, Ed. Il Verde Editoriale.

- Hörandl E., Florineth F., Hadacek F., (2002) – Weiden in Österreich und angrenzenden Gebieten – Universität für Bodenkultur - Wien
- Kirmer A., Tischew S., (2006) – Handbuch naturnahe Begrünung von Rohböden – B.G. Teubner Verlag/GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden
- Krautzer B., Peratoner G., Bozzo F., (2004) – Specie erbacee idonee al sito – produzione del seme ed utilizzo per l'inerbimento in ambiente montano – Provincia di Pordenone
- Kutschera L., (1960) - Wurzelatlas mitteleuropäischer Ackerunkräuter und Kulturpflanzen - DLG, Frankfurt am Main.
- Kutschera L., Lichtenegger E., (1982) - Wurzelatlas mitteleuropäischer Grünlandpflanzen. Bd. I: Monocotyledoneae. G. Fischer, Stuttgart, New York.
- Kutschera L., Lichtenegger E., (1992) - Wurzelatlas mitteleuropäischer Grünlandpflanzen - Bd. 2. : Pteridophyta und Dicotyledonae (Magnoliopsida). Teil 1: Morphologie, Anatomie, Ökologie, Verbreitung, Soziologie, Wirtschaft .
- G. Fischer, Stuttgart, Jena, New York. Kutschera L., Lichtenegger E., (1997) - Bewurzelung von Pflanzen in verschiedenen Lebensräumen - Stapfia 49, OÖ. Landesmuseum, Linz.
- Kutschera L., Lichtenegger E., (2002) - Wurzelatlas mitteleuropäischer Waldbäume und Sträucher – 6. Band der Wurzelatlas – Reihe – Leopold Stocker Verlag, Graz, Stuttgart
- Kutschera L., Sobotik M., (1992) - Wurzelatlas mitteleuropäischer Grünlandpflanzen - Bd. 2: Pteridophyta und Dicotyledoneae (Magnoliopsida), Teil 2: Anatomie.
- G. Fischer, Stuttgart, Jena, New York. Kutschera L., Sobotik M., (1992) - Wurzelatlas mitteleuropäischer Grünlandpflanzen - Bd. 2. : Pteridophyta und Dicotyledonae (Magnoliopsida). Teil 2: Anatomie – G. Fischer, Stuttgart, Jena, New York.
- Lacava P. (1914) - La sistemazione idraulica forestale dei monti Somma dal 1° Luglio 1906 al 30 Giugno 1913 – ed. Turi
- Lancellotta R., (2001) - Geotecnica, Zanichelli Mantovani D., (1996) – Costruzione, impiego e durabilità delle briglie in legno - Tesi di laurea in Scienze Forestali – Università degli Studi di Padova – Facoltà di Agraria – a.a. 1995/1996
- Linee guida per la progettazione e realizzazione degli imboscamenti e dei sistemi agro-forestali (Determinazione dell'Autorità di gestione n. 162 del 02 08 2017) Sottomisura 8.1 "Sostegno alla forestazione/all'imboscamento" e Sottomisura 8.2 "Sostegno per l'allestimento e la manutenzione di sistemi agroforestali". PSR Puglia, 2014-2020 DETERMINAZIONE DELL'AUTORITA' DI GESTIONE PSR PUGLIA 16 ottobre 2017, n. 207;
- Mazzanti L., Guarnieri L., (2003) - Programma di manutenzione ordinaria alle opere di Ingegneria Naturalistica nel Comprensorio del Casentino, progetto Ufficio Bonifica Montana e Difesa del Suolo, Comunità Montana del Casentino, Poppi, pp. 1-13; Mazzanti
- Meneghazzi G., Palmeri F. 2013. Il dimensionamento delle opere di ingegneria naturalistica –Regione Lazio – Direzione infrastrutture ambiente e politiche abitative
- Ministero dell'ambiente e della tutela del Territorio – PODIS Progetto Operativo Difesa del Suolo - (2005) - Manuale di indirizzo delle scelte progettuali per interventi di ingegneria naturalistica
- Ministero dell'Ambiente (1997) - Linee guida per capitolati speciali per interventi di ingegneria naturalistica e lavori di opere a verde.
- Muzzi E., Rossi G., (2003) – Il Recupero e la riqualificazione ambientale delle cave in Emilia-Romagna – Manuale teorico-pratico – Regione Emilia-Romagna – Assessorato Difesa del Suolo e della Costa
- Niederschick M.A., (2007) – Erkennen und Beurteilen von Hangbewegungen – Universität für Bodenkultur - Wien
- Paiero P., Semenzato P., Urso T., (1996) - Biologia vegetale applicata alla tutela del territorio, Dipartimento Territorio e sistemi agro-forestali Università di Padova, Edizioni Progetto Padova, pp. 99-103;

- Parco Nazionale del Vesuvio, (2001) - Interventi di Ingegneria Naturalistica nel Parco Nazionale del Vesuvio, a cura di Carlo Bifulco, Studi e Ricerche del Parco Nazionale del Vesuvio
- Pareto R., 1886, Memoria sui torrenti, Provincia di Terni (2003) - Manuale tecnico di Ingegneria Naturalistica della Provincia di Terni. Applicabilità delle tecniche, limiti e soluzioni.
- Puglisi S., (2000) - Il controllo dell'erosione di versante con le tecniche dell'ingegneria naturalistica, L'Acqua, (2000), 3, 11-20.
- Puglisi S., (2002) - L'Ingegneria Naturalistica nella sistemazione dei bacini montani, Quaderni di Idronomia Montana, n. 18, Ed. Bios, Cosenza
- Puglisi S., (2003) - Attualità delle Sistemazioni Idraulico Forestali in un mondo che cambia, L'Italia forestale e montana, Settembre-Ottobre 2003, anno LVIII, n. 5, Firenze, pp. 331+352
- Regione Emilia-Romagna, Regione Veneto (1993) - Manuale tecnico di ingegneria naturalistica - Litografia Amorth, Trento,
- Regione Lazio (2002) - Manuale di Ingegneria Naturalistica Applicabile al settore idraulico - Assessorato per l'Ambiente Dipartimento Ambiente e Protezione Civile.
- Regione Lazio (2003) - Manuale di Ingegneria Naturalistica Applicabile ai settori delle strade, cave, discariche e coste sabbiose - Assessorato per l'Ambiente Dipartimento Ambiente e Protezione Civile.
- Regione Lazio (2006) - Manuale di Ingegneria Naturalistica – sistemazione dei versanti –Assessorato Ambiente e Cooperazione tra i Popoli.
- Regione Liguria (1995) - Opere e tecniche di ingegneria naturalistica e recupero ambientale., Ass. edilizia, Energia e Difesa del suolo.
- Regione Lombardia, (2000) - Quaderno opere tipo di Ingegneria Naturalistica, in: Bollettino ufficiale della Regione Lombardia, 9 maggio 2000
- Regione Piemonte (2003) Interventi di sistemazione del territorio con tecniche di Ingegneria Naturalistica. Direzione tutela e risanamento ambientale.
- Regione Toscana, (2000) - Principi e linee guida per l'Ingegneria Naturalistica. Volume 1 - Processi territoriali e criteri metodologici, Collana Fiumi e Territorio
- Regione Toscana, (2001) - Principi e linee guida per l'Ingegneria Naturalistica - Vol. 2: Sviluppo e applicazioni in Toscana, Collana Fiumi e Territorio.
- Sanna, S., (2003) - Sistemazioni Idraulico Forestali nella difesa del suolo, Approcci metodologici di studio per ottimizzare il rapporto uomo-territorio, Flaccovio 522
- Sauli G., 2012. Interventi di rivegetazione e Ingegneria Naturalistica nel settore delle infrastrutture di trasporto elettrico, Manuali e Linee guida ISPRA n. 78.2/2012.
- Sauli G., Siben S. (a cura di), (1995) - Tecniche di rinaturazione e di Ingegneria Naturalistica - Esperienze europee, Patron Editore.
- Schiechtl H. M. (1991) - Bioingegneria forestale. Basi - Materiali da costruzione vivi - Metodi. Ed Castaldi (Feltre).
- Schiechtl H. M. (1996) - I salici nell'uso pratico. Ed. Arca, Trento
- 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, Ed. Arca, Trento.
- Schiechtl H.M., Stern R. (2002) – Natunaher Wasserbau – Anleitung für ingenieurbioologische Bauweisen – Ernst & Sohn Verlag, Berlin
- Schlüter U., (1991) – Laubgehölze: Eigenschaften, standörtliche und bautechnische Verwendbarkeit von Laubgehölzen – Patzer Verlag, Berlin, Hannover
- Schuppener B., Design of slopes stabilised by plants, Living reinforced earth - Stabilization of slopes by plants.

458_TECNOVIA_SIEPE_230302.docx

Simonetti R. (1912) - La bonifica e la sistemazione idraulica dei torrenti del Somma e Vesuvio - Giornale del Genio Civile anno L, 1912

Tobias F., (1991) - Bautechnisch nutzbare Verbundfestigkeit von Boden und Wurzel. Diss. ETH – Zürich Nr. 9483.

Veltri P., Appunti delle lezioni relative a: Idraulica e sistemazioni fluviali – Corso di costruzioni idrauliche – Università degli studi della Calabria – Dip. di Difesa del suolo "V. Marone".

Weitzer CH., Doppler F., Florineth F., (1999) - Untersuchungen über die Wirksamkeit von Pflanzen in Einzugsgebieten des Forsttechnischen Dienstes der Wildbach- und Lawinverbauung. 2. überarb. Aufl., Arbeitsb. Ingenieurbiologie u. Landschaftsbau, Univ. F. Bodenkultur Wien, Hrsg. BMLF, Gruppe V/C, Wien.

Zeh H., (1997) – Tecniche di Ingegneria Naturalistica – Ed. Il Verde Editoriale

Zeh H., (2004) – Ingenieurbiologische Bauweisen – Studienbericht nr.4, 2. Überarbeitete Auflage – Bundesamtes für Wasser und Geologie (BWG)

Zeh H., (2007) – Ingegneria naturalistica - Quaderno delle opere tipo – vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich