

REGIONE SICILIA
LIBERO CONSORZIO COMUNALE DI TRAPANI
COMUNE DI MARSALA

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO
DI POTENZA PARI A 33,465 MW, SU TERRENO AGRICOLO
NEL COMUNE DI MARSALA (TP) IN C.DA MESSINELLO
IDENTIFICATO AL N.C.T. AL FG. 137 P.LLA 4, 182, FG. 138 P.LLA 109, 112, 115, 160, 161,
173, 174, 175, 207 E ALTRE AFFERENTI ALLE OPERE DI RETE

Timbro di Tecnovia Srl e
firma dei progettisti

Tecnovia s.r.l.
Dott. For. Fabio Palmeri e
Dott. Amb. Chiara Zanoni



TECNOVIA S.r.l.
Piazza Fiera, 1 - Messeplatz, 1
I - 39100 Bolzano/Bozen - BZ
Partita IVA 01541200216



Fabio Palmeri
Chiara Zanoni

Timbri autorizzativi

OPERE DI INGEGNERIA NATURALISTICA

IDENTIFICAZIONE ELABORATO

Livello prog.	ID Terna	Tipo Elabor.	N.ro Elabor.	Project ID	NOME FILE	DATA	SCALA
PDef	201900883	Relazione	20	MESSINELLO	MESSINELLO Opere di ingegneria naturalistica del 26 04 2022	26.04.2022	-

REVISIONI

VERSIONE	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
Rev.00	14.12.2020	Prima emissione	Tecnovia	AM	VM
Rev.01	26.04.2022	Seconda emissione: Riscontro a note CTVA del 09/07/21 e adeguamento a nuova STMG a 36 kV	Tecnovia	MTM	VM

IL PROPONENTE

Messinello Wind S.r.L.

Messinello Wind S.r.L.
Corso di Porta Vittoria n. 9 - 20122 - Milano
P.IVA: 11426630965
PEC: messinellowind@mailcertificata.net

PROGETTO DI



Tecnovia S.r.l.
Sede legale: Piazza Fiera, 1 - 39100 - Bolzano
e-mail: amministrazione@tecnovia.it

SU INCARICO DI

Coolbine
Grounded Clean Ventures

Coolbine S.r.L.
Sede legale: Via Trinacria, 52 - 90144 - Palermo
e-mail: progettazione@coolbine.it



©Tecnovia® S.r.l

Studio di Impatto Ambientale
Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di
potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"

MESSINELLO Rel.20 Opere di
Ingegneria naturalistica

Sommario

1	DESCRIZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI PREVISTI PER IL PROGETTO IN ESAME.....	3
2	DOCUMENTI NORMATIVI DI RIFERIMENTO	4
2.1.1	Normativa di settore	4
3	OBIETTIVI DELLA PROGETTAZIONE.....	5
3.1	Interventi di ripristino – Criteri generali di progettazione.....	5
4	CRITERI GENERALI PER LA SCELTA DEGLI INTERVENTI	6
4.1.1	Tipologie e metodologie d’esecuzione	7
4.1.2	Aspetti botanici dell’Ingegneria naturalistica	8
4.1.3	Caratteristiche biotecniche	10
5	GLI INTERVENTI DI RIPRISTINO PREVISTI.....	13
5.1	Criteri generali per la scelta delle specie.....	13
5.1.1	Specie impiegabili	14
5.1.2	Progetto botanico.....	18
5.2	Miscugli e Sesti d’impianto	19
5.2.1	Prato stabile – Miscugli per idrosemina	19
5.2.2	Cespuglieto fitto	19
5.3	Tecniche di intervento.....	20
5.3.1	Lavorazioni preliminari	20
5.3.2	Idrosemina potenziata a spessore.....	21
5.3.3	Messa a dimora di arbusti e alti arbusti	24
5.4	Interventi previsti	28
5.4.1	WTG 1	30
5.4.2	WTG 2	33
5.4.3	WTG 3	36
5.4.4	WTG 4	39
5.4.5	WTG 5	42
5.4.6	WTG 6	45
5.4.7	Area cabine di trasformazione utente.....	48
6	NORME PARTICOLARI D’ESECUZIONE	50
6.1	Scavi e trattamento terreno vegetale	50
6.1.1	Scotico ed asportazione del terreno vegetale.....	51
6.1.2	Stoccaggio provvisorio (deposito intermedio).....	53
6.1.3	Ripristini e suolo obiettivo	54
6.1.4	Le caratteristiche dello strato di copertura.....	54




©Tecnovia® S.r.l

Studio di Impatto Ambientale
Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di
potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"

MESSINELLO Rel.20 Opere di
Ingegneria naturalistica

6.1.5	Modalità di messa in posto del terreno	55
6.1.6	Piano di fertilizzazione	57
6.1.7	Monitoraggio e manutenzione del suolo	59
6.2	Prescrizioni per le opere a verde	59
6.3	Criteri di accettazione del materiale vegetale.....	60
6.4	Cure colturali previste per i primi cinque anni dall'impianto	63
6.4.1	Monitoraggio e programma degli interventi	63
6.4.2	Sfalci periodici.....	65
6.4.3	Sostituzione fallanze	66
6.4.4	Potature	66
6.4.5	Diradamenti e sfolli	66
6.4.6	Risemina delle superfici	67
6.5	Manutenzione indiretta	67
6.5.1	Sarchiatura	67
6.5.2	Irrigazione di soccorso	67
6.5.3	Trattamenti antiparassitari e fungicidi.....	67
6.5.4	Ammendamento del terreno.....	67
6.5.5	Tecniche di protezione da danni da fauna.....	69
7	COMPUTO METRICO ESTIMATIVO	70
8	TAVOLE DI PROGETTO.....	76
9	BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO.....	77
10	ALLEGATO 1 – GLI IMPATTI DELLE ATTIVITÀ DI CANTIERE SUL SUOLO: LA SUA TUTELA – GLI ACCORGIMENTI DI CANTIERE – I RIPRISTINI DEL SUOLO	81

	Studio di Impatto Ambientale Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"	MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica
--	--	--

1 DESCRIZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI PREVISTI PER IL PROGETTO IN ESAME

Il progetto di ripristino e mitigazione con tecniche di Ingegneria Naturalistica delle aree interessate dalle opere e dalle attività del "Progetto per la realizzazione di un impianto eolico, di potenza pari a 33,465 MWp", che si trova a circa 20 km a Est del centro abitato di Marsala (Contrada Messinello) in provincia di Trapani, è caratterizzato dai seguenti interventi:


- **WTG 1:** la superficie è interessata dalla coltivazione della vite; gli interventi previsti sono il taglio delle piante dei filari di vite, per creare la pista d'accesso e la piazzola, e la stabilizzazione delle scarpate di risulta, derivanti dalla creazione della piazzola finale e della pista di accesso definitiva, con tecniche di ingegneria naturalistica quali idrosemina potenziata e con messa a dimora di arbusti;
- **WTG 2:** l'area è dominata dalla coltivazione della vite; gli interventi previsti riguardano il taglio delle piante dei filari di vite, per creare la pista d'accesso e la piazzola, e la stabilizzazione delle scarpate di risulta, derivanti dalla creazione della piazzola finale e della pista di accesso definitiva, con tecniche di ingegneria naturalistica quali idrosemina potenziata e messa a dimora di arbusti;
- **WTG 3:** la superficie è interessata da campi agricoli; l'intervento prevede il decespugliamento del cisteto, la stabilizzazione delle scarpate di risulta derivanti dalla creazione della piazzola finale e della pista di accesso definitiva con tecniche di ingegneria naturalistica quali idrosemina potenziata e con messa a dimora di arbusti;
- **WTG 4:** l'intervento prevede la piantagione di arbusti e la stabilizzazione delle scarpate della pista di accesso e della piazzola definitiva con tecniche di ingegneria naturalistica quali idrosemina potenziata e con messa a dimora di arbusti;
- **WTG 5:** la superficie è interessata dalla coltivazione di cereali autunno-vernini; l'intervento previsto riguarda la stabilizzazione delle scarpate di risulta della pista di accesso definitiva e della piazzola finale con tecniche di ingegneria naturalistica quali idrosemina potenziata e messa a dimora di arbusti;
- **WTG 6:** anche per questa area l'intervento di rivegetazione prevede la stabilizzazione delle scarpate della pista di accesso e della piazzola con tecniche di ingegneria naturalistica quali l'idrosemina potenziata e la messa a dimora di arbusti.

Il progetto si pone come obiettivo principale quello di realizzare un sistema di interventi a verde che si integrino 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, basato 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:

- sopralluogo di dettaglio finalizzato all'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.).

	Studio di Impatto Ambientale Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"	MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica
---	---	--

Per quanto riguarda:

- l'inquadramento geografico-amministrativo delle aree (siti WTG 1, WTG 2, WTG 3, WTG 4, WTG 5 e WTG 6) si rimanda al cap. 2 della relazione dello SIA;
- i dati progettuali si rimanda al cap. 4 (quadro di riferimento progettuale) della relazione dello SIA;
- l'inquadramento climatico si rimanda al par. 5.1 della relazione dello SIA;
- l'inquadramento botanico-vegetazionale si rimanda al par. 5.9 della relazione dello SIA.

2 DOCUMENTI NORMATIVI DI RIFERIMENTO

2.1.1 Normativa di settore

A livello nazionale:


- Testo Unico Forestale approvato con D.Lgs. n° 34 del 3/04/2018;

Per la Regione Siciliana:

- Regione Siciliana - Legge Regionale 6 aprile 1996, n. 16 - Riordino della legislazione in materia forestale e di tutela della vegetazione - (G.U.R.S. 11 aprile 1996, n. 17);
- Regione Siciliana - Legge Regionale 14 aprile 2006, n. 14 - Modifiche ed integrazioni alla legge regionale 6 aprile 1996, n. 16 - (G.U.R.S. n. 21 del 21-4-2006, S.O.);
- Regione Siciliana – Legge Regionale 19 agosto 1999, n. 13 - G.U.R.S. 23 agosto 1999, n. 40 - Modifiche alla legge regionale 6 aprile 1996, n. 16;

Piano forestale regionale

- Assessorato Regionale Agricoltura e foreste – Proposta di Piano forestale regionale PFR 2009-2013 – Documento di indirizzo "A" – Priorità di intervento e criteri per la realizzazione ed afforestazione, modelli di arboricoltura da legno per l'ambiente siciliano;
- Assessorato Regionale Agricoltura e foreste – Proposta di Piano forestale regionale PFR 2009-2013 – Documento di indirizzo "B" - Indirizzi per il settore vivaistico forestale ed individuazione dei boschi da seme;
- Assessorato Regionale Agricoltura e foreste – Proposta di Piano forestale regionale PFR 2009-2013 – Documento di indirizzo "E" – Manuale per la corretta realizzazione e manutenzione delle opere di salvaguardia dei versanti.

	<p>Studio di Impatto Ambientale</p> <p>Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"</p>	<p>MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica</p>
---	--	--

3 OBIETTIVI DELLA PROGETTAZIONE

3.1 Interventi di ripristino – Criteri generali di progettazione

La progettazione e realizzazione dei parchi eolici 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 ecosistemiche di valore ecologico.

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 eolico.

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 insistono gli aerogeneratori. Queste, infatti, non sempre possono essere oggetto di interventi di rivegetazione, per i seguenti motivi:

- I terreni occupati dalle pale 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 richiede la completa e facile accessibilità alla base degli aerogeneratori stessi;
- vi è la necessità di ridurre il pericolo di incendi.

Per i nuovi parchi eolici sono schematicamente possibili i seguenti interventi di 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 alla base degli aerogeneratori di nuova realizzazione attraverso scotici preventivi e ricomposizione del suolo con semine (nelle aree interne e immediatamente adiacenti alla base);
- ricucitura delle superfici derivanti dagli interventi di demolizione (ricomposizione del suolo, riqualificazione, ricostituzione dell'uso agricolo e/o di cenosi a prato);

	<p>Studio di Impatto Ambientale</p> <p>Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"</p>	<p>MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica</p>
---	--	--

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

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 di 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 di 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;

	Studio di Impatto Ambientale Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"	MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica
---	---	--

- 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 dei versanti e delle scarpate, 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 alcune delle quali impiegabili nella sistemazione delle scarpate.

Tabella 4-1. Tecniche di I.N. e impiego sulle scarpate

INCLINAZIONE SCARPATA	TIPO DI INTERVENTO
10°<x<15°	Semine e piantagioni
15°<x<25°/27°	Semine: <ul style="list-style-type: none"> • manuali • potenziate • a spessore Idrosemina: <ul style="list-style-type: none"> • 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

INCLINAZIONE SCARPATA	TIPO DI INTERVENTO
55° < x < 65°	Gabbionata rinverdità 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.

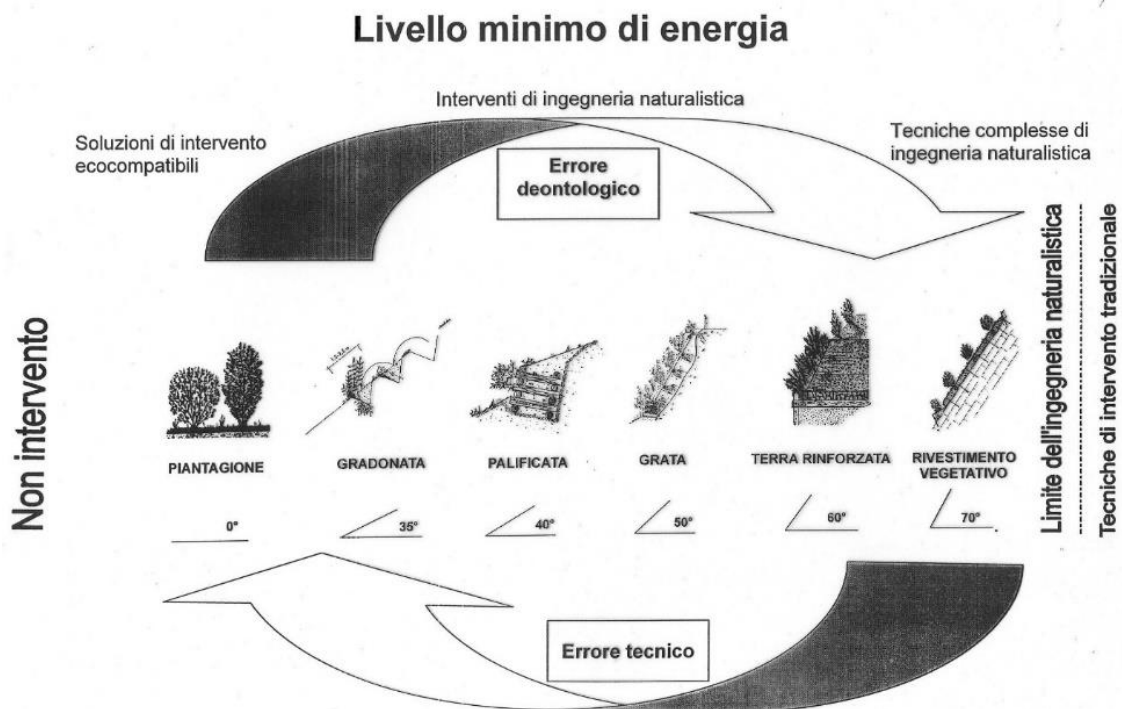



Figura 4-1. Schema illustrante la Legge del Minimo

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:

	Studio di Impatto Ambientale Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"	MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica
---	---	---

- 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÷ 30 N/m² (Borkenstein), quella degli arbusti è di 100÷ 140 N/m² e quella della copertura diffusa di salici è di 150 ÷ 300 N/m² anche se tali valori possono essere in alcuni casi superati (fino a 450 N/m²);
- 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, nel contempo, 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.).

 <p>©Tecnovia® S.r.l</p>	<p>Studio di Impatto Ambientale</p> <p>Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"</p>	<p>MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica</p>
---	--	--

- 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 e 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

¹F. Florineth – Studienblatte zur Vorlesung Ingenieurbiologie

	Studio di Impatto Ambientale Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"	MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica
---	---	--

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);
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.

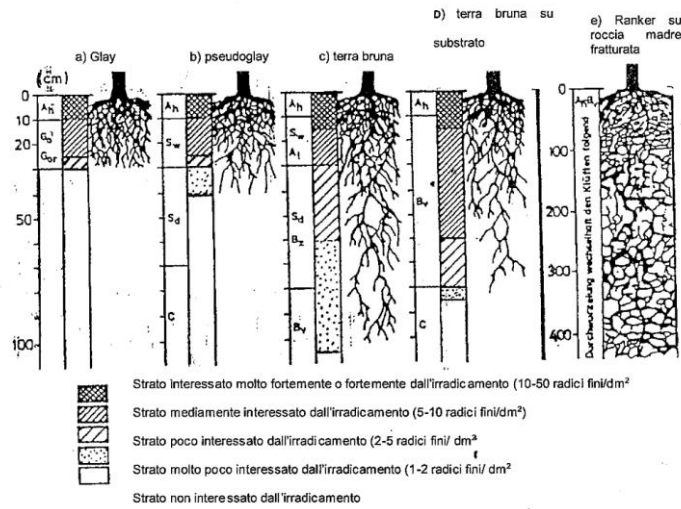


Figura 4-2. Diversi tipi di orizzonti pedologici interessati dalla stessa specie

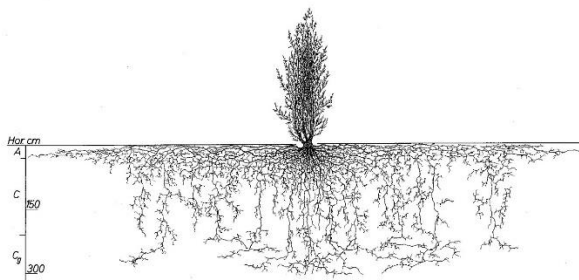


Figura 4-3. *Juniperus communis ssp. communis* (da Kutschera - Sobotik, 1997)

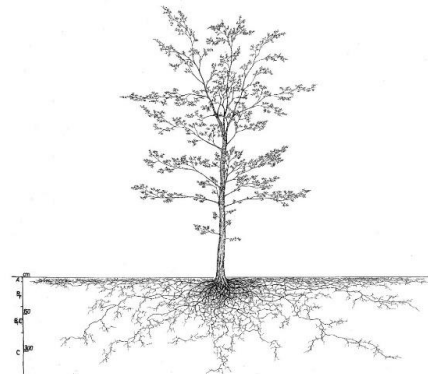


Figura 4-4. *Carpinus betulus* (da Kutschera – Sobotik, 1997)

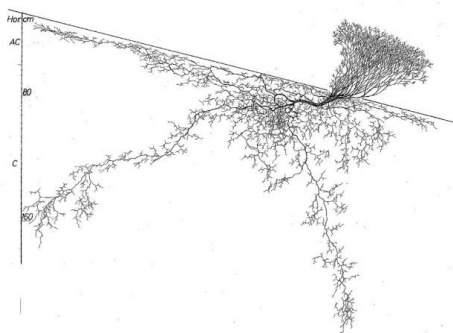


Figura 4-5. *Genista radiata* (da Kutschera – Sobotik, 1997)

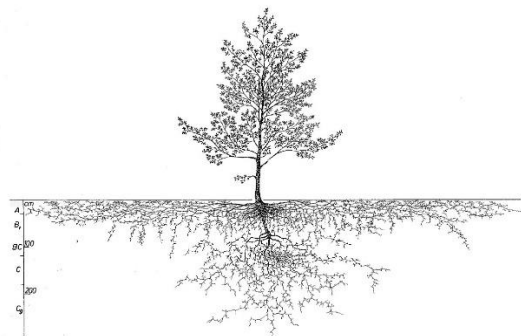


Figura 4-6. *Quercus robur* (da Kutschera – Sobotik, 1997)

5 GLI INTERVENTI DI RIPRISTINO PREVISTI

5.1 Criteri generali per la scelta delle specie

Per la scelta delle specie di arbusti, alti arbusti e alberi da utilizzare nelle opere di Ingegneria Naturalistica previste dal progetto in oggetto, si è fatto riferimento a quanto indicato nella "Proposta di Piano forestale regionale PFR 2009-2013 – Documento di indirizzo "A" – Priorità di intervento e criteri per la realizzazione ed afforestazione, modelli di arboricoltura da legno per l'ambiente siciliano" dell'Assessorato Regionale Agricoltura e Foreste della Regione Siciliana.

Ai fini di una corretta scelta delle specie da impiegare nelle attività d'imboschimento, la Regione Siciliana ha predisposto un sistema informativo territoriale (SIF) utilizzato per la caratterizzazione e individuazione nel territorio regionale di aree ecologicamente omogenee per le quali indicare le tipologie d'impianto possibili (arboricoltura e/o rimboschimento) e le specie forestali utilizzabili in relazione alle diverse finalità e di aree a priorità d'intervento individuate in base a specifici criteri.

In particolare, per area ecologicamente omogenea si intende una porzione di territorio cartografabile caratterizzata da una elevata omogeneità pedo-climatica cui associare le diverse specie forestali, considerando la maggiore o minore potenzialità dei suoli ad ospitarle, utilizzabili per impianti di rimboschimento, imboschimento e/o arboricoltura da legno.

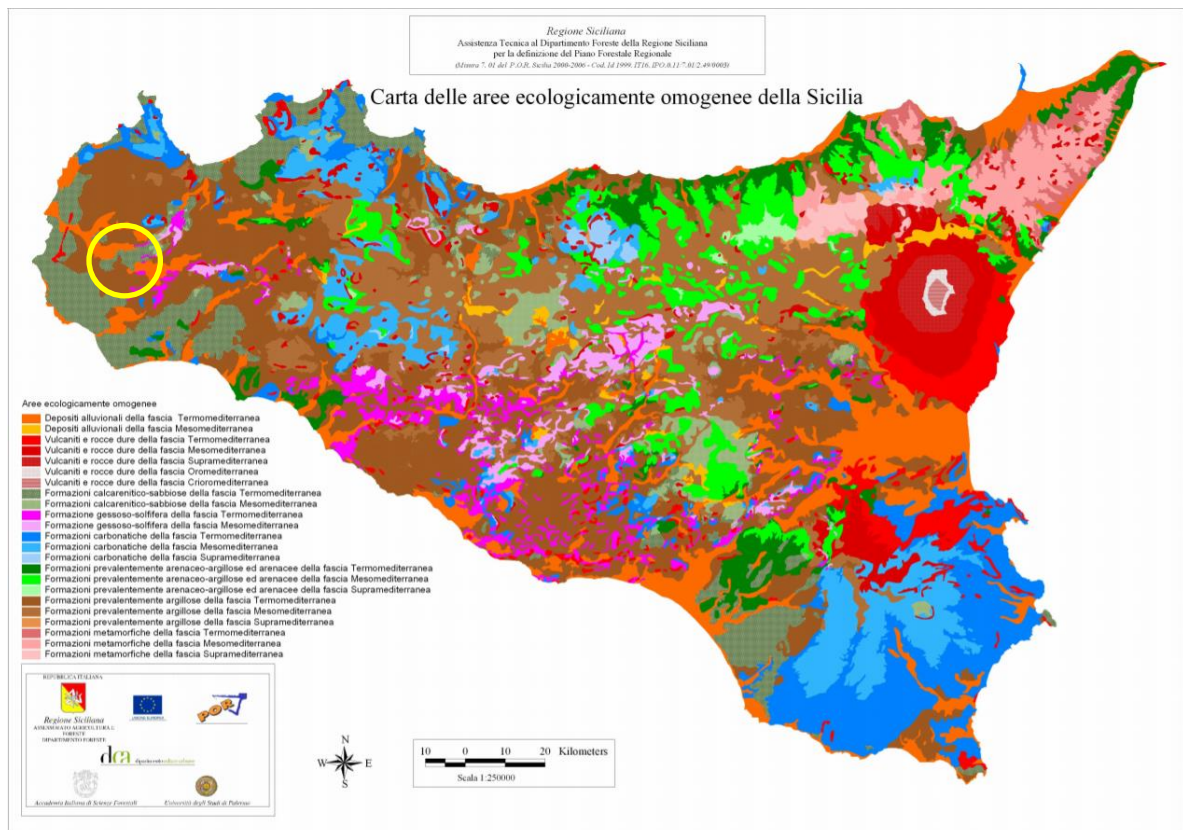



Figura 5-1. Carta delle aree ecologicamente omogenee della Sicilia con individuazione della zona di interesse per gli interventi

	Studio di Impatto Ambientale Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"	MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica
---	---	---

Partendo dalla ricca diversità di specie arboree forestali della Sicilia, sono state distinte in funzione dei possibili impieghi (rimboschimento e/o arboricoltura da legno) per ciascuna delle aree ecologicamente omogenee individuate. Sostanzialmente la scelta delle specie è ricaduta fra quelle appartenenti alla vegetazione autoctona rinvenibile in tali aree. Le specie più rappresentate di cui si propone l'utilizzo all'interno delle aree ecologicamente omogenee sono quelle più plastiche e con maggiore adattabilità ai diversi ambienti siciliani.

Per l'elenco delle specie si vedano i par. 5.1.1.1 e 5.1.1.2.

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.

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.


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).

5.1.1 Specie impiegabili

Le aree ecologicamente omogenee di interesse per il progetto di ripristino, compensazione e mitigazione con tecniche di Ingegneria Naturalistica nell'ambito dello Studio di Impatto Ambientale del parco eolico di Marsala sono quelle dei "Depositi alluvionali della fascia Termomediterranea" (1) e quelle delle "Formazioni calcarenitico-sabbiose della fascia Termomediterranea" (8).



Figura 5-2. Carta delle aree ecologicamente omogenee della Sicilia – estratto dell'area interessata dagli interventi.

 <p>©Tecnovia® S.r.l</p>	<p style="text-align: center;">Studio di Impatto Ambientale</p> <p>Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"</p>	<p>MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica</p>
---	--	--


5.1.1.1 Arbusti

Le specie di arbusti impiegabili sono quelle riportate in Tabella 5-2: Elenco delle specie di arbusti (c) idonee in interventi di rimboscimento e imboscimento (R), arboricoltura da legno (A) o in entrambi (A/R) per le aree ecologicamente omogenee individuate (fonte: Proposta di Piano Forestale Regionale PFR 2009-2013 – Documento di indirizzo "A").

Tabella 5-1. Elenco delle specie impiegabili – Arbusti

(specie impiegabili per le aree ecologicamente omogenee 1 Depositi alluvionali della fascia Termomediterranea e 8 Formazioni calcarenitico-sabbiose della fascia Termomediterranea)

	Aree ecologicamente omogenee																						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
<i>Alnus glutinosa</i>														R		R	R			R		R	R
<i>Betula aetnensis</i>					R																		
<i>Celtis australis</i>	R	R	R	R								R	R										
<i>Chamaerops humilis</i>							R		R	R	R	R											
<i>Crataegus azarolus</i>												R	R		R	R		R	R		R	R	
<i>Crataegus laciniata</i>												R	R				R			R			R
<i>Crataegus monogyna</i>			R	R	R		R			R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
<i>Genista aethnensis</i>				R	R																		
<i>Genista aspalathoides</i>			R																				
<i>Genista thyrrena</i>			R																				
<i>Juniperus communis</i>					R	R							R				R						
<i>Juniperus macrocarpa</i>	R																						
<i>Juniperus phoenicea</i>	R																						
<i>Laurus nobilis</i>	R	R					R	R			R	R				R					R	R	
<i>Malus sylvestris</i>				R	R							R	R			R	R					R	R
<i>Myrtus communis</i>			R	R			R	R							R	R					R		
<i>Morus alba</i>	R	R	R				R		R		R	R	R	R	R			R			R		
<i>Morus nigra</i>	R	R	R				R		R		R	R	R	R	R			R			R		
<i>Nerium oleander</i>	R	R	R				R		R	R	R	R	R					R					
<i>Olea europea var. sylvestris</i>	R	R	R	R			R	R	R	R	R	R	R	R	R			R	R				
<i>Pistacia lentiscus</i>	R		R				R		R	R	R	R			R				R				
<i>Pistacia terebinthus</i>	R	R	R	R			R	R		R	R	R	R	R	R			R	R				
<i>Prunus spinosa</i>							R	R		R	R	R	R	R		R	R		R			R	R
<i>Pyrus amygdaliformis</i>		R					R	R		R	R	R			R	R		R	R	R	R	R	R
<i>Pyrus pyraster</i>		R	R	R			R	R					R				R			R			R
<i>Rhamnus alaternus</i>							R	R			R	R		R	R		R	R	R	R			
<i>Rosa canina e altre specie autoctone</i>			R	R	R		R					R	R		R	R		R	R		R		
<i>Sorbus domestica</i>								R				R				R	R		R			R	R
<i>Sorbus torminalis</i>												R	R										
<i>Spartium junceum</i>	R	R	R	R			R		R	R	R	R		R	R			R	R				
<i>Tamarix africana</i>	R	R					R	R	R	R								R	R				
<i>Tamarix gallica</i>	R	R					R	R										R	R				
<i>Ulmus minor</i>		R											R			R			R				

	Studio di Impatto Ambientale Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"	MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica
---	---	--

5.1.1.2 Arbusti melliferi

In funzione di sostegno alla critica situazione degli insetti impollinatori si indica anche, di seguito, una lista ragionata di arbusti che, pur non essendo tra quelli consigliati da parte dei Servizi della Regione Sicilia, possono essere sicuramente di ausilio agli insetti.

Tali specie potranno essere eventualmente prese in considerazione in aggiunta a quelle indicate in seguito in percentuali da definire con la DL.

Tabella 5-2. Specie arbustive mellifere

Specie arbustive mellifere	
<i>Arbutus unedo</i>	<i>Teucrium chamaedrys</i>
<i>Cistus sp.varie</i>	<i>Teucrium fruticans</i>
<i>Crataegus monogina</i>	<i>Thymus capitatus</i>
<i>Laurus nobilis</i>	<i>Thymus pulegioides</i>
<i>Lavandula spica</i>	<i>Thymus vulgaris</i>
<i>Myrtus communis</i>	<i>Viburnum tinus</i>
<i>Rosmarinus officinalis</i>	<i>Vitex agnus-castus</i>
<i>Salvia officinalis</i>	

5.1.1.3 Miscuglio per idrosemina

Le specie erbacee suggerite nel miscuglio sono sempre da considerare come un innesco funzionale ad un primo rinverdimento che si palesa anche con qualche fioritura, specie nella primavera.

Lo schema di miscuglio di seguito riportato ha una base di graminacee discretamente rustiche con aggiunta di altre famiglie idonee in quanto sono comunque di interesse per favorire gli insetti pronubi e particolarmente le api che sono attualmente in sofferenza.

Nel pensare al miscuglio si è partiti da ciò che i fornitori di sementi propongono per areali asciutti e che abbiamo ritenuto adattabili alla zona, nella consapevolezza che, con il tempo, vi sarà un **inselvaticamento** e si insedieranno anche specie nettariifere locali come certamente è la Sulla, specie nettariifera meridionale, la cui sottospecie selvatica non si trova purtroppo in commercio da aggiungere al miscuglio.

Da tenere presente, inoltre, sempre in funzione della creazione di un *pabulum* il più adatto possibile agli insetti impollinatori e quindi alle api, si è proceduto ad arricchire il miscuglio con l'aggiunta di una percentuale, più o meno abbondante, di altre specie per gli insetti pronubi.

I miscugli proposti sono un elenco ragionato delle specie impiegabili, sulla base anche dei seguenti criteri:

- presenza di specie graminacee, leguminose e di altre famiglie adattabili;
- predilezione per le specie a pronto effetto;
- esigenze di luminosità ed umidità.


	Studio di Impatto Ambientale Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"	MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica
---	---	---

Tabella 5-3. Miscuglio per idrosemina potenziata a spessore

Specie	Percentuale %
<i>Festuca rubra com.</i>	15
<i>Festuca trychophylla</i>	6
<i>Festuca arundinacea</i>	12
<i>Lilium perenne</i>	6
<i>Lotus corniculatus</i>	2
<i>Phacelia tanacetifolia</i>	4
<i>Fagopyron esculentum</i>	4
<i>Trifolium resupinatum</i>	4
<i>Trifolium alexandrinum</i>	4
<i>Sinapis alba</i>	4
<i>Onobrychis sativa</i>	15
<i>Vicia sativa</i>	14
<i>Mellilotus officinalis</i>	4
<i>Trifolium incarnatum</i>	4
TOTALE	100

5.1.2 Progetto botanico

Il prato stabile

L'intervento d'inerbimento sulle aree interessate e al 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 alberi e 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.

5.2 Miscugli e Sesti d'impianto

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 stata 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 delle specie consente di evitare il formarsi di una struttura monoplana, di chiaro aspetto artificiale, per ottenere un soprassuolo vegetale il più naturaliforme possibile.

5.2.1 Prato stabile – Miscugli per idrosemina

Il prato stabile verrà realizzato sia sulle scapate sia sulle superfici piane con l'idrosemina a spessore potenziata impiegando un miscuglio standard le cui caratteristiche sono riportate nella tabella 5-4.

5.2.2 Cespuglieto fitto

La Proposta di Piano Forestale Regionale PFR 2009-2013 – Documento di indirizzo "A" prevede quanto segue per le specie arbustive " *semenzali di 1 o 2 anni allevati preferibilmente in pane di terra, effettuata nel periodo di riposo vegetativo, con densità comprese tra 1.000 e 5.000 piante ad ettaro secondo un sesto d'impianto irregolare e/o con specie diverse disposte a mosaico, a siepe o per gruppi monospecifici, previa formazione di buche di dimensioni doppie rispetto al volume radicale dei pani di terra con mezzi manuali o meccanici.*"

Trattandosi di interventi "definiti" che non prevedono pertanto diradamenti, ma semplicemente sostituzione delle fallanze nei primi anni, il cespuglieto che viene proposto è una tipologia che viene impiegata tramite l'utilizzo di bassi arbusti con un impianto comunque fitto. Di seguito si riporta la schematizzazione dell'intervento ipotizzando una superficie di 10 m x 10 m (100 m²), tenendo presente che i sesti d'impianto previsti, trattandosi di arbusti, saranno 1,25 x 2,0 in riferimento a superfici prive di vegetazione.

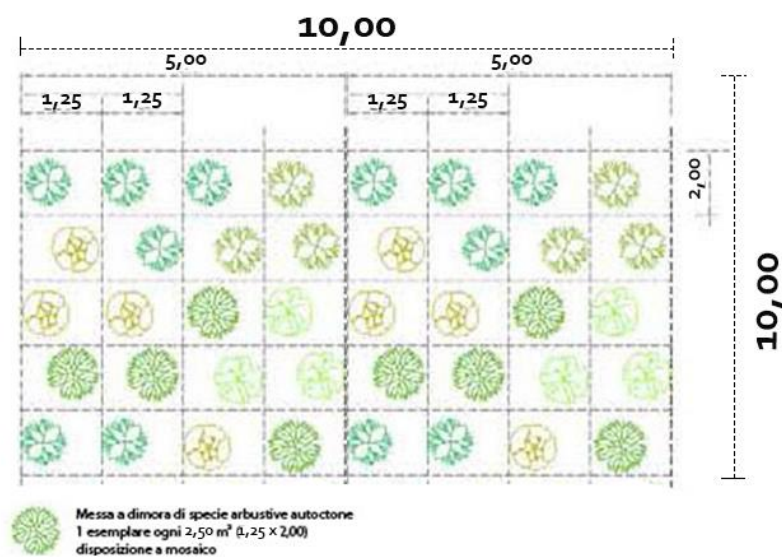



Figura 5-3. Schema di sesto d'impianto per cespuglieto – esempio con sesto di 2,5 x 2,0 m (Linee guida ISPRA n. 78.2/2012 – Modificato).

	Studio di Impatto Ambientale Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"	MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica
---	---	--

5.3 Tecniche di intervento

5.3.1 Lavorazioni preliminari

Vengono di seguito riportate alcune operazioni che si potrebbero rendere necessarie prima dell'intervento per facilitare l'attecchimento della vegetazione arbustiva messa a dimora.

(da Proposta Piano Forestale Regionale PFR 2009-2013 – Documento di indirizzo "A" – Priorità di intervento e criteri per la realizzazione ed afforestazione, modelli di arboricoltura da legno per l'ambiente siciliano Assessorato Regionale Agricoltura e Foreste).

5.3.1.1 Decespugliamento della vegetazione arbustiva esistente

Decespugliamento andante: attuato su tutta la superficie, contestualmente alla lavorazione principale del terreno, su terreni pianeggianti o lievemente in pendenza, comunque <30%, compatti, poco profondi, non molto sciolti, ove siano presenti fasi dinamiche di vegetazione in successione regressiva (garighe e praterie) che possano competere per la luce e per l'acqua con le specie arboree e/o arbustive da mettere a dimora (valgono comunque le prescrizioni di cautela e eccezionalità dell'intervento già più volte citate);

Decespugliamento localizzato:

a strisce (su terreni con pendenza <40%):

- su terreni ove siano presenti fasi dinamiche di vegetazione in successione evolutiva, cercando di rispettare le aree a maggiore grado di copertura, rilasciando fasce salde di vegetazione per evitare possibili fenomeni erosivi indotti e/o lo scivolamento del terreno in occasione di eventi meteorici particolarmente intensi;

a buche:

- intorno alla piantina, ove siano presenti fasi dinamiche di vegetazione in successione evolutiva che possano competere per la luce e per l'acqua con le specie arboree e/o arbustive da mettere a dimora e/o si temano fenomeni di dissesto idrogeologico su versanti con pendenza <60%;

5.3.1.2 Spietramento


- su terreni pietrosi o con materiale litoide portato in superficie attraverso le operazioni di decespugliamento o anche attraverso le successive lavorazioni del terreno.

5.3.1.3 Rippatura

(da preferire all'aratura in quanto non rovescia la zolla e lascia inalterata la stratificazione del suolo).

Lavorazione andante del terreno (su terreni con pendenza <30%, ove si ritenga che determini un miglioramento dello stato fisico del terreno preponderante sugli effetti biologici e nutrizionali procurati dall'humus della vegetazione spontanea):

- su terreni poveri in elementi nutritivi, poco profondi che poggiano direttamente sulla roccia madre compatta o su conglomerati piuttosto cementati o su crostoni o rocce madri friabili o poco cementate;
- su terreni fortemente argillosi, con problemi di ristagno e/o di emersione di falde acquifere superficiali;
- su terreni argillosi e aridi, fino ad una profondità di 10-15 cm, smuovendo appena il terreno in modo da evitare crepacciature estive e/o il disseccamento in profondità;
- sui gradoni o terrazzamenti, eventualmente seguita da lavorazioni secondarie, attraverso uno o più passaggi con ripper a seconda del numero di file di piantine da mettere a dimora;

	Studio di Impatto Ambientale Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"	MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica
---	---	---

- su terreni di natura non prevalentemente argillosa (limoso-argillosi, arenaci) che comunque si presentino compatti;
- su terreni scistosi, ove il materiale è stratificato in blocchi compatti, o in presenza di scheletro.

5.3.2 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°).

 <p>©Tecnovia® S.r.l.</p>	<p>Studio di Impatto Ambientale</p> <p>Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"</p>	<p>MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica</p>
--	--	--

Modalità d'esecuzione:

- Preparazione del letto di semina con eventuale eliminazione dei ciottoli presenti tramite rastrellatura;
- Distribuzione del miscuglio di sementi (con idrosemina) di $10 \div 50 \text{ g/m}^2$;
- 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 $3\div 4 \text{ cm}$. 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/m^2 . 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/m^2);
- 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.

 <p>©Tecnovia® S.r.l.</p>	<p>Studio di Impatto Ambientale Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"</p>	<p>MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica</p>
--	---	--

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;
- 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 5-4. Idrosemina

5.3.3 Messa a dimora di arbusti e alti 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.

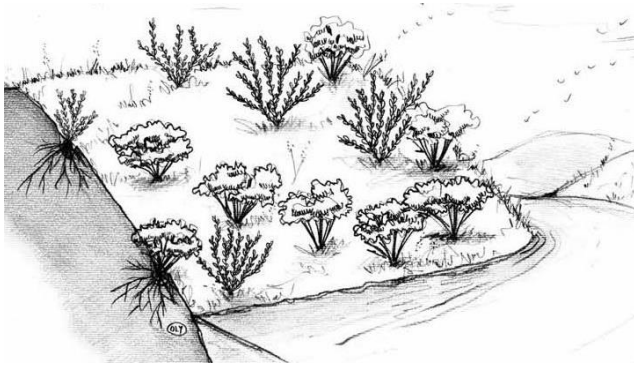


Figura 5-5. Messa a dimora di alberi e arbusti – Schema tipo



Figura 5-6. 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

	Studio di Impatto Ambientale Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"	MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica
---	---	--

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:

 <p>©Tecnovia® S.r.l.</p>	<p>Studio di Impatto Ambientale</p> <p>Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"</p>	<p>MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica</p>
--	--	--

- 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 stagionali 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 vivaisti. 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.

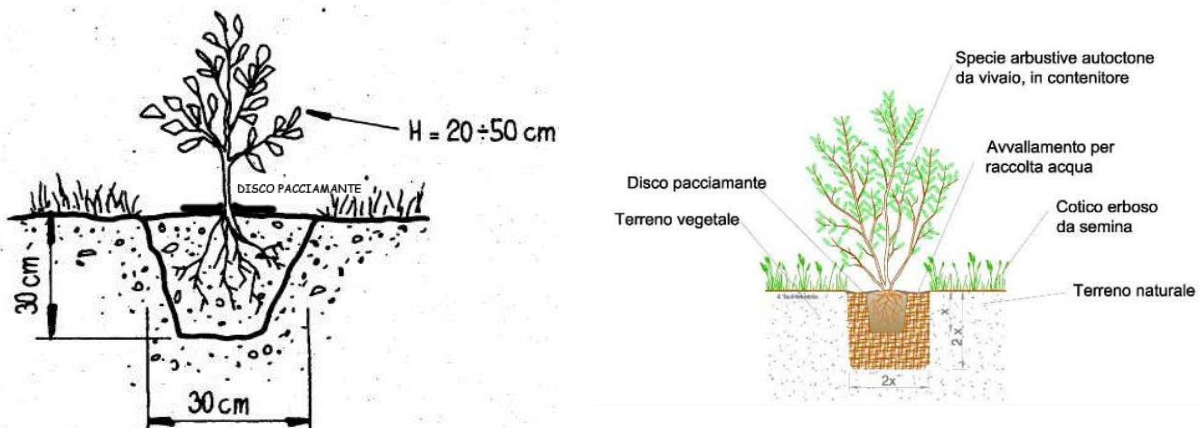


Figura 5-7. Piantazione di arbusti

5.4 Interventi previsti

Il progetto di ripristino e mitigazione con tecniche di Ingegneria Naturalistica delle aree interessate dalle opere e dalle attività del "Progetto per la realizzazione di un impianto eolico, di potenza pari a 33,465 MWp" che si trova a circa 20 km a Est del centro abitato di Marsala (Contrada Messinello) in provincia di Trapani è caratterizzato dagli interventi descritti di seguito:

L'impianto è costituito da n. 6 aerogeneratori di cui, n. 5 aerogeneratori aventi ciascuno una potenza nominale pari a 6 MW e n. 1 aerogeneratore avente potenza nominale pari a 3,465 MW, per una potenza complessiva dell'impianto pari dunque a 33,465 MW, dalle sue opere di connessione quali il cavidotto interrato in MT 30 kV e il cavidotto interrato 36 kV, dalla cabina di trasformazione utente 30 kV/36 kV e dalla nuova Stazione Elettrica (SE) 220 kV "Partanna 2" di Terna S.p.A.

La localizzazione delle aree interessate dall'intervento è riportata nelle figure seguenti:

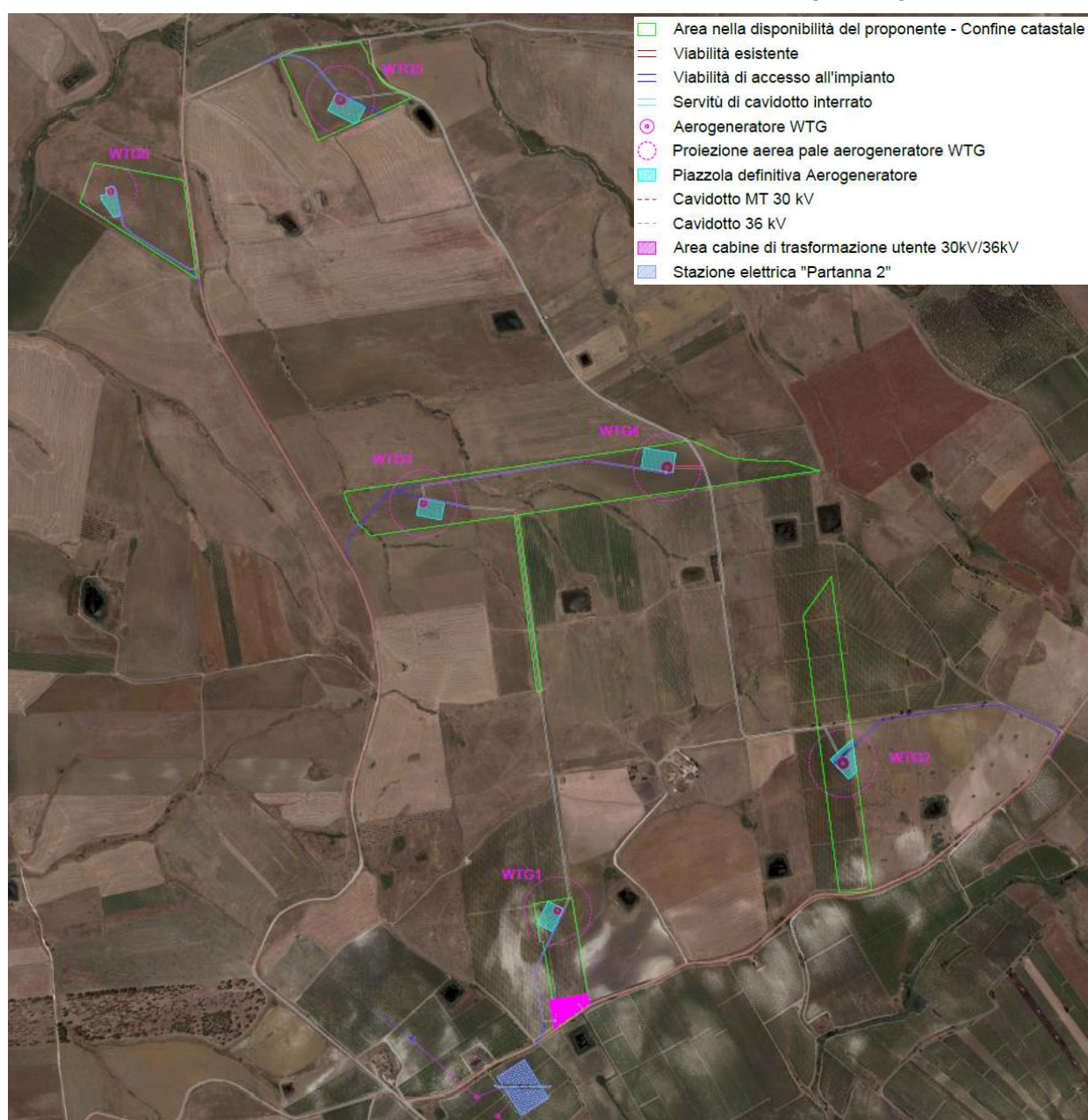


Figura 5-8. Localizzazione degli interventi previsti – inquadramento su Ortofoto

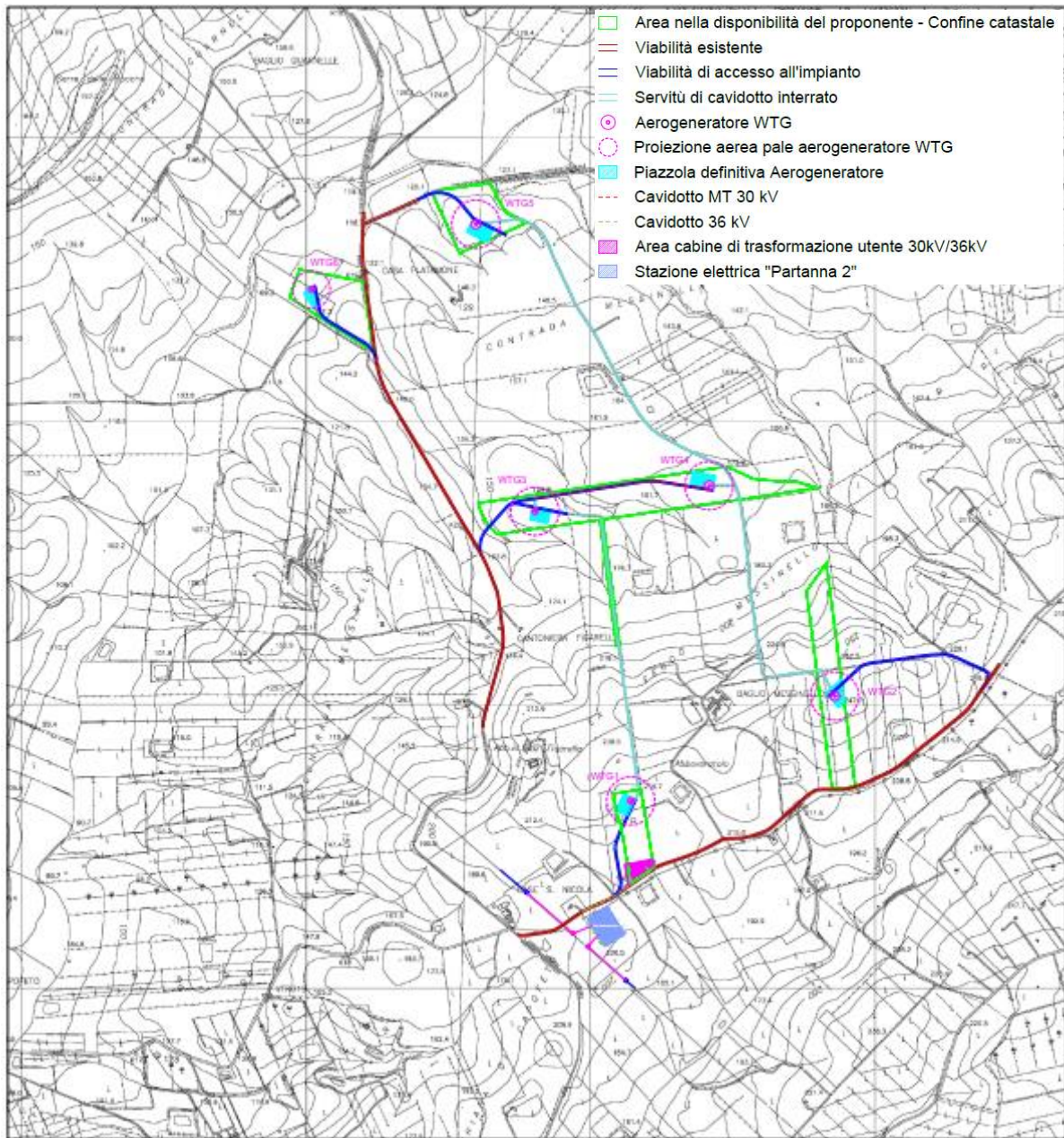


Figura 5-9 – Localizzazione degli interventi previsti – inquadramento su CTR

5.4.1 WTG 1

La zona in cui sorgerà l'aerogeneratore WTG 1 è situata in un'area pianeggiante con pendenze molto contenute, a circa 215 m s.l.m., dominata dalla coltivazione della vite, da vegetazione erbacea spontanea con presenza di prati e/o pascoli e da qualche esemplare arboreo isolato ai margini lungo la viabilità di servizio al sistema agricolo.

In prossimità dell'area vi è la presenza di un piccolo invaso artificiale, le cui acque vengono prevalentemente impiegate per l'irrigazione della vite e in cui dominano specie elofite tipiche dell'ambiente lacustre quali cannuccia di palude (*Phragmites australis*) e lisca maggiore (*Typha latifolia*), ma anche la tamerice comune (*Tamarix gallica*) e la canna comune (*Arundo donax*).




Figura 5-10. Inquadramento dell'area dell'aerogeneratore WTG 1



Figura 5-11. Panoramica dell'area e indicazione del punto dove sorgerà l'aerogeneratore WTG 1

Per quanto riguarda l'inquadramento vegetazionale e pedologico si vedano i relativi capitoli dello Studio di Impatto Ambientale.

	Studio di Impatto Ambientale Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"	MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica
---	---	--

5.4.1.1 Descrizione dell'intervento

5.4.1.1.1 Interventi previsti dal progetto

- taglio della vegetazione esistente (vigneto);
- realizzazione *ex novo* di un tratto di circa 350 m della pista di accesso all'aerogeneratore;
- realizzazione della piazzola di cantiere;
- riduzione da piazzola di cantiere a piazzola di esercizio.

5.4.1.1.2 Descrizione degli interventi di ripristino

Nella zona dove sorgerà l'aerogeneratore WTG 1 è prevista l'eliminazione di alcuni filari del vigneto e la stabilizzazione delle scarpate della pista di accesso e della piazzola con tecniche di ingegneria naturalistica. Per i dettagli degli interventi si vedano le tavole in allegato.

Gli interventi previsti sono i seguenti:

Per la superficie a vite

- Eliminazione del vigneto ed eventuale ripiantagione/rinfittimento ove necessario.

Sulle scarpate di risulta della pista di accesso e della piazzola:

- messa a dimora di arbusti autoctoni;
- idrosemina potenziata a spessore con miscuglio di specie erbacee autoctone su tutte le scarpate finali.

La messa a dimora e l'idrosemina andranno effettuate su tutte le superfici che risulteranno degradate a fine cantiere.

Il sesto di impianto e la disposizione delle varie specie saranno realizzate a mosaico per creare varietà ecotonale e visuale.

Sesti d'impianto

Nella tabella di seguito riportata viene indicato il sesto d'impianto, le specie impiegabili e il numero di piante da utilizzare complessivamente.

Le specie di arbusti riportate in tabella possono essere parzialmente sostituite con le specie mellifere di arbusti riportati nella specifica tabella non superando il 5% di copertura per singola specie.


 <p>©Tecnovia® S.r.l</p>	Studio di Impatto Ambientale Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"	MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica
---	---	---

Tabella 5-4. Cespuglieto fitto – WTG 1

N	ARBUSTI	%	m ²	sesti in m (1,25*2,0)	m ² copertura	n° piante	Arrotondamento	totale m ² intervento
1	<i>Juniperus macrocarpa</i>	5	79,15	1,25	2,5	31,66	32	1583
2	<i>Juniperus phoenicea</i>	5	79,15	1,25	2,5	31,66	32	
3	<i>Laurus nobilis</i>	10	158,30	1,25	2,5	63,32	63	
4	<i>Nerium oleander</i>	15	237,45	1,25	2,5	94,98	95	
5	<i>Olea europea var. Sylvestris</i>	10	158,30	1,25	2,5	63,32	63	
6	<i>Pistacia lentiscus</i>	15	237,45	1,25	2,5	94,98	95	
7	<i>Pistacia terebinthus</i>	15	237,45	1,25	2,5	94,98	95	
8	<i>Spartium junceum</i>	15	237,45	1,25	2,5	94,98	95	
9	<i>Tamarix africana</i>	5	79,15	1,25	2,5	31,66	32	
10	<i>Tamarix gallica</i>	5	79,15	1,25	2,5	31,66	32	
	totale	100	1583,00			633,20	634	

5.4.1.1.3 Descrizione degli interventi previsti in fase di dismissione dell'opera

Nella fase di dismissione, le superfici impiegate per i basamenti e per le piste di accesso vengono ricondotte all'uso del suolo circostante (agricolo, prato). In genere va effettuato il riporto di terreno vegetale ed eseguite delle semine di protezione.

In questo caso l'ipotesi di rivegetare con specie arbustive non è percorribile per il fatto che tali superfici devono essere riportate all'uso del suolo previsto dai proprietari, nel caso in esame campi coltivati.

Pertanto, i basamenti andranno demoliti e i materiali di risulta portati in discarica.

Per quanto riguarda la pista di accesso e la piazzola di esercizio, il misto granulometrico e *tout-venant* andranno asportati e, ove possibile, eventualmente rimescolati con il terreno vegetale.

Il geotessuto sottostante, dopo essere stato asportato, verrà conferito in discarica.

Si dovrà prevedere, ove possibile e in quanto necessario, il riporto di adeguato terreno vegetale restituendo a tutta la superficie la quota campagna circostante.

5.4.2 WTG 2

L'area in cui sorgerà l'aerogeneratore WTG 2 è caratterizzata da una superficie a moderata pendenza, situata a circa 244 m s.l.m., in una zona dominata da impianti a vigneto, da vegetazione erbacea spontanea con presenza di prati e/o pascoli e dalla presenza di qualche esemplare arboreo e arbustivo a distribuzione puntiforme lungo i margini di strade interpoderali.

Nelle immediate vicinanze, si riscontra la presenza di piccoli invasi artificiali, molto frequenti sull'intero territorio, le cui acque vengono prevalentemente impiegate per l'irrigazione della vite e le cui sponde ospitano specie tipiche dell'ambiente lacustre quali cannuccia di palude (*Phragmites australis*) e lisca maggiore (*Typha latifolia*), ma anche la tamerice comune (*Tamarix gallica*) e la canna comune (*Arundo donax*).

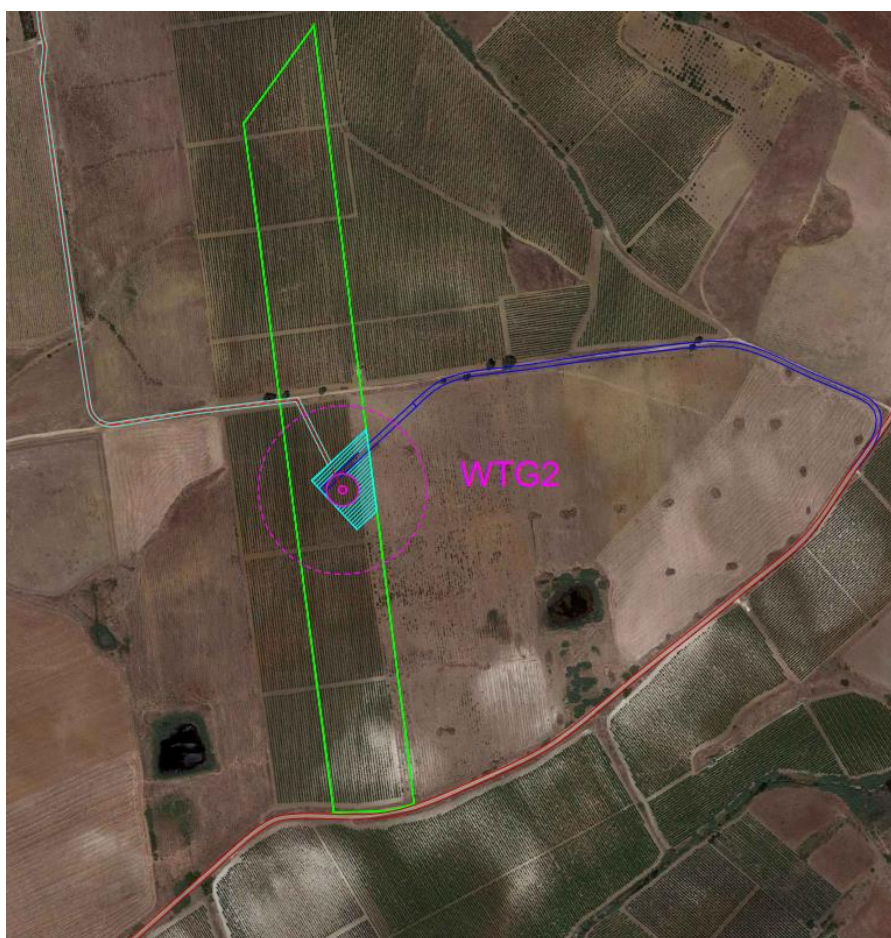


Figura 5-12. Inquadramento dell'area dell'aerogeneratore WTG 2

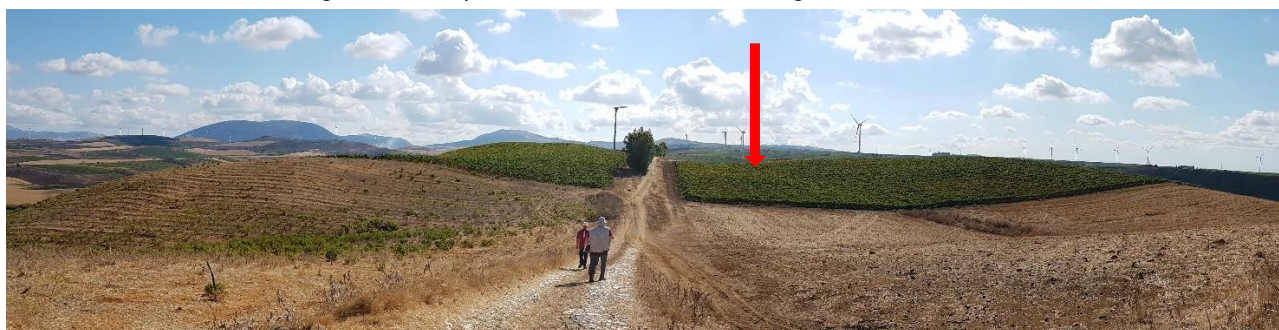



Figura 5-13. Panoramica dell'area e indicazione del punto dove sorgerà l'aerogeneratore WTG 2 (vista da E)

	Studio di Impatto Ambientale Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"	MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica
---	---	--

Per quanto riguarda l'inquadramento vegetazionale e pedologico si vedano i relativi capitoli dello Studio di Impatto Ambientale.

5.4.2.1 Descrizione dell'intervento

5.4.2.1.1 Interventi previsti dal progetto

- taglio della vegetazione esistente (vigneto);
- realizzazione *ex novo* di un tratto di circa 580 m della pista di accesso all'aerogeneratore;
- realizzazione della piazzola di cantiere;
- riduzione da piazzola di cantiere a piazzola di esercizio.

5.4.2.1.2 Descrizione degli interventi di ripristino

Nella zona dove sorgerà l'aerogeneratore WTG 2 è previsto il diradamento dei filari del vigneto e la stabilizzazione delle scarpate di risulta della pista di accesso e della piazzola con tecniche di ingegneria naturalistica. Per i dettagli degli interventi si vedano le tavole in allegato.

Gli interventi previsti sono i seguenti:

Per la coltivazione a vite:

- diradamento ed eventuale ripiantagione/rinfittimento.

Sulle scarpate di risulta della pista di accesso e della piazzola:

- messa a dimora di arbusti autoctoni;
- idrosemina potenziata a spessore con miscuglio di specie erbacee autoctone su tutte le scarpate finali.

La messa a dimora e l'idrosemina andranno effettuate su tutte le superfici che risulteranno degradate a fine cantiere.

Il sesto di impianto e la disposizione delle varie specie saranno realizzate a mosaico per creare varietà ecotonale e visuale.

Sesti d'impianto

Nella tabella di seguito riportata viene indicato il sesto d'impianto, le specie impiegabili e il numero di piante da utilizzare complessivamente.

Le specie di arbusti riportate in tabella possono essere parzialmente sostituite con le specie mellifere di arbusti non superando il 5% di copertura per singola specie.


 ©Tecnovia® S.r.l.	Studio di Impatto Ambientale Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"	MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica
--	---	---

Tabella 5-5. Cespuglieto fitto – WTG 2

N	ARBUSTI	%	m ²	sesti in m (1,25*2,0)	m ² copertura	n° piante	Arrotondamento	totale m ² intervento
1	<i>Juniperus macrocarpa</i>	5	63,20	1,25	2,5	25,28	25	1264
2	<i>Juniperus phoenicea</i>	5	63,20	1,25	2,5	25,28	25	
3	<i>Laurus nobilis</i>	10	126,40	1,25	2,5	50,56	51	
4	<i>Nerium oleander</i>	15	189,60	1,25	2,5	75,84	76	
5	<i>Olea europea var. Sylvestris</i>	10	126,40	1,25	2,5	50,56	51	
6	<i>Pistacia lentiscus</i>	15	189,60	1,25	2,5	75,84	76	
7	<i>Pistacia terebinthus</i>	15	189,60	1,25	2,5	75,84	76	
8	<i>Spartium junceum</i>	15	189,60	1,25	2,5	75,84	76	
9	<i>Tamarix africana</i>	5	63,20	1,25	2,5	25,28	25	
10	<i>Tamarix gallica</i>	5	63,20	1,25	2,5	25,28	25	
	totale	100	1264,00			505,60	506	

5.4.2.1.3 Descrizione degli interventi previsti in fase di dismissione dell'opera

Nella fase di dismissione le superfici impiegate per i basamenti e per le piste di accesso vengono ricondotte all'uso del suolo circostante (agricolo, prato). In genere va effettuato il riporto di terreno vegetale ed eseguite delle semine di protezione.

In questo caso l'ipotesi di rivegetare con specie arbustive non è percorribile per il fatto che tali superfici devono essere riportate all'uso del suolo previsto dai proprietari, nel caso in esame campi coltivati.

Pertanto, i basamenti andranno demoliti e i materiali di risulta portati in discarica.

Per quanto riguarda la pista di accesso e la piazzola di esercizio il misto granulometrico e *tout-venant* andranno asportati e, ove possibile, eventualmente rimescolati con il terreno vegetale.

Il geotessuto sottostante, dopo essere stato asportato, verrà conferito in discarica.

Si dovrà prevedere, ove possibile e in quanto necessario, il riporto di adeguato terreno vegetale restituendo a tutta la superficie la quota campagna circostante.

5.4.3 WTG 3

La zona dove sorgerà l'aerogeneratore WTG 3 è situata in un'area pianeggiante a circa 165 m s.l.m., caratterizzata da coltivazione di cereali autunno-vernini e da vegetazione erbacea spontanea con presenza di prati/pascoli e di esemplari arborei puntiformi soprattutto ad Eucalipto lungo la viabilità di servizio al sistema agricolo.


Nell'area non si rilevano fenomeni erosivi sul suolo in atto, i cui segni invece sono visibili nelle aree limitrofe, sotto forma di incisioni dovute allo scorrimento delle acque superficiali, che si presentano in parte vegetate.



Figura 5-14. Inquadramento dell'area dell'aerogeneratore WTG 3



Figura 5-15 Panoramica dell'area e indicazione del punto dove sorgerà l'aerogeneratore WTG 3

	Studio di Impatto Ambientale Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"	MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica
--	---	--

Per quanto riguarda l'inquadramento vegetazionale e pedologico si vedano i relativi capitoli dello Studio di Impatto ambientale.

5.4.3.1 Descrizione dell'intervento

5.4.3.1.1 Interventi previsti dal progetto

- realizzazione *ex novo* per circa 330m della pista di accesso all'aerogeneratore;
- realizzazione della piazzola di cantiere;
- riduzione da piazzola di cantiere a piazzola di esercizio.

5.4.3.1.2 Descrizione degli interventi di ripristino

Nella zona dove sorgerà l'aerogeneratore WTG 3 è previsto il decespugliamento del cisteto che si sta sviluppando a causa dell'abbandono delle superfici o a causa dell'allungamento del periodo di riposo e la stabilizzazione delle scarpate della pista di accesso e della piazzola con tecniche di ingegneria naturalistica. Per i dettagli degli interventi si vedano le tavole in allegato.

Gli interventi previsti sono i seguenti:

Per il cisteto (sulle superfici interessate dalla piazzola in fase di realizzazione):

- decespugliamento della vegetazione esistente (cisteto);
- rippatura del terreno.

Sulle scarpate di risulta della pista di accesso e della piazzola:

- messa a dimora di arbusti autoctoni;
- idrosemina potenziata a spessore con miscuglio di specie erbacee autoctone su tutte le scarpate finali.

La messa a dimora e l'idrosemina andranno effettuate su tutte le superfici che risulteranno degradate a fine cantiere.

Il sesto di impianto e la disposizione delle varie specie saranno realizzate a mosaico per creare varietà ecotonale e visuale.

Sesti d'impianto

Nella tabella di seguito riportata viene indicato il sesto d'impianto, le specie impiegabili e il numero di piante da utilizzare complessivamente.

Le specie di arbusti riportate in tabella possono essere parzialmente sostituite con le specie mellifere di arbusti non superando il 5% di copertura per singola specie.


	Studio di Impatto Ambientale Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"	MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica
---	---	---

Tabella 5-6. Cespuglieto fitto – WTG 3

N	ARBUSTI	%	m ²	sesti in m (1,25*2,0)	m ² copertura	n° piante	Arrotondamento	totale m ² intervento
1	<i>Crataegus monogyna</i>	10	209,00	1,25	2,5	83,60	84	2090
2	<i>Laurus nobilis</i>	5	104,50	1,25	2,5	41,80	42	
3	<i>Myrtus communis</i>	5	104,50	1,25	2,5	41,80	42	
4	<i>Nerium oleander</i>	10	209,00	1,25	2,5	83,60	84	
5	<i>Olea europea var. Sylvestris</i>	8	167,20	1,25	2,5	66,88	67	
6	<i>Pistacia lentiscus</i>	5	104,50	1,25	2,5	41,80	42	
7	<i>Pistacia terebinthus</i>	5	104,50	1,25	2,5	41,80	42	
8	<i>Prunus spinosa</i>	10	209,00	1,25	2,5	83,60	84	
9	<i>Pyrus amygdaliformis</i>	3	62,70	1,25	2,5	25,08	25	
10	<i>Pyrus pyraister</i>	5	104,50	1,25	2,5	41,80	42	
11	<i>Rhamnus alaternus</i>	9	188,10	1,25	2,5	75,24	75	
12	<i>Rosa canina</i>	5	104,50	1,25	2,5	41,80	42	
13	<i>Spartium junceum</i>	10	209,00	1,25	2,5	83,60	84	
14	<i>Tamarx africana</i>	5	104,50	1,25	2,5	41,80	42	
15	<i>Tamarix gallica</i>	5	104,50	1,25	2,5	41,80	42	
	totale	100	2090,00			752,40	755	

5.4.3.1.3 Descrizione degli interventi previsti in fase di dismissione dell'opera

Nella fase di dismissione le superfici impiegate per i basamenti e per le piste di accesso vengono ricondotte all'uso del suolo circostante (agricolo, prato). In genere va effettuato il riporto di terreno vegetale ed eseguite delle semine di protezione.

In questo caso l'ipotesi di rivegetare con specie arbustive non è percorribile per il fatto che tali superfici devono essere riportate all'uso del suolo previsto dai proprietari, nel caso in esame campi coltivati.

Pertanto, per i basamenti andranno demoliti e i materiali di risulta portati in discarica.

Per quanto riguarda la pista di accesso e la piazzola di esercizio il misto granulometrico e *tout-venant* andranno asportati e, ove possibile, eventualmente rimescolati con il terreno vegetale.

Il geotessuto sottostante, dopo essere stato asportato, verrà conferito in discarica.

Si dovrà prevedere, ove e in quanto necessario, il riporto di adeguato terreno vegetale riportando tutta la superficie alla quota campagna circostante.

5.4.4 WTG 4

L'area che ospiterà l'aerogeneratore WTG 4 è pressoché pianeggiante e situata a circa 176 m s.l.m. in una zona prevalentemente ad uso agricolo, dominata dalla coltivazione di cereali autunno-vernini e da vigneti nelle zone contermini. L'area limitrofa è caratterizzata dalla presenza di un lembo di bosco ad Eucalipto e da qualche esemplare arboreo isolato, soprattutto di *Eucalyptus globulus*. Si riscontra, inoltre, la presenza di prati e/o pascoli nelle vicinanze


Nell'area non si rilevano fenomeni erosivi sul suolo in atto, i cui segni invece sono visibili nelle aree limitrofe, sotto forma di incisioni dovute allo scorrimento delle acque superficiali, che si presentano in parte vegetate.



Figura 5-16. Inquadramento dell'area dell'aerogeneratore WTG 4



Figura 5-17 Panoramica dell'area e indicazione del punto dove sorgerà l'aerogeneratore WTG 4

	Studio di Impatto Ambientale Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"	MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica
---	---	--

Per quanto riguarda l'inquadramento vegetazionale e pedologico si vedano i relativi capitoli dello Studio di Impatto ambientale.

5.4.4.1 Descrizione dell'intervento

5.4.4.1.1 Interventi previsti dal progetto

- Realizzazione *ex novo* per circa 700 m della pista di accesso all'aerogeneratore escluso il primo tratto di pista che porta al WTG 3;
- realizzazione della piazzola di cantiere;
- riduzione da piazzola di cantiere a piazzola di esercizio.

5.4.4.1.2 Descrizione degli interventi di ripristino

Nella zona dove sorgerà l'aerogeneratore WTG 4 è prevista la stabilizzazione delle scarpate della pista di accesso e della piazzola con tecniche di ingegneria naturalistica con piantagione di arbusti. Per i dettagli degli interventi si vedano le tavole in allegato.

Gli interventi previsti sono i seguenti:

Sulle scarpate di risulta della pista di accesso e della piazzola:

- messa a dimora di arbusti autoctoni;
- idrosemina potenziata a spessore con miscuglio di specie erbacee autoctone su tutte le scarpate finali.

La messa a dimora e l'idrosemina andranno effettuate su tutte le superfici che risulteranno degradate a fine cantiere.

Il sesto di impianto e la disposizione delle varie specie saranno realizzate a mosaico per creare varietà ecotonale e visuale.

Sesti d'impianto

Nella tabella di seguito riportata viene indicato il sesto d'impianto, le specie impiegabili e il numero di piante da utilizzare complessivamente.

Le specie di arbusti riportate in tabella possono essere parzialmente sostituite con le specie mellifere di arbusti non superando il 5% di copertura per singola specie.


	Studio di Impatto Ambientale Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"	MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica
---	---	---

Tabella 5-7. Cespuglieto fitto – WTG 4

N	ARBUSTI	%	m ²	sesti in m (1,25*2,0)	m ² copertura	n° piante	Arrotondamento	totale m ² intervento
1	<i>Crataegus monogyna</i>	10	221,70	1,25	2,5	88,68	89	2217
2	<i>Laurus nobilis</i>	5	110,85	1,25	2,5	44,34	44	
3	<i>Myrtus communis</i>	5	110,85	1,25	2,5	44,34	44	
4	<i>Nerium oleander</i>	10	221,70	1,25	2,5	88,68	89	
5	<i>Olea europea var. Sylvestris</i>	8	177,36	1,25	2,5	70,94	71	
6	<i>Pistacia lentiscus</i>	5	110,85	1,25	2,5	44,34	44	
7	<i>Pistacia terebinthus</i>	5	110,85	1,25	2,5	44,34	44	
8	<i>Prunus spinosa</i>	10	221,70	1,25	2,5	88,68	89	
9	<i>Pyrus amygdaliformis</i>	3	66,51	1,25	2,5	26,60	27	
10	<i>Pyrus pyraister</i>	5	110,85	1,25	2,5	44,34	44	
11	<i>Rhamnus alaternus</i>	9	199,53	1,25	2,5	79,81	80	
12	<i>Rosa canina</i>	5	110,85	1,25	2,5	44,34	44	
13	<i>Spartium junceum</i>	10	221,70	1,25	2,5	88,68	89	
14	<i>Tamarx africana</i>	5	110,85	1,25	2,5	44,34	44	
15	<i>Tamarix gallica</i>	5	110,85	1,25	2,5	44,34	44	
	totale	100	2217,00			798,12	798	

5.4.4.1.3 Descrizione degli interventi previsti in fase di dismissione dell'opera

Nella fase di dismissione le superfici impiegate per i basamenti e per le piste di accesso vengono ricondotte all'uso del suolo circostante (agricolo, prato). In genere va effettuato il riporto di terreno vegetale ed eseguite delle semine di protezione.

In questo caso l'ipotesi di rivegetare con specie arbustive non è percorribile per il fatto che tali superfici devono essere riportate all'uso del suolo previsto dai proprietari, nel caso in esame campi coltivati.

Pertanto, per i basamenti andranno demoliti e i materiali di risulta portati in discarica.

Per quanto riguarda la pista di accesso e la piazzola di esercizio il misto granulometrico e *tout-venant* andranno asportati e, ove possibile, eventualmente rimescolati con il terreno vegetale.

Il geotessuto sottostante, dopo essere stato asportato, verrà conferito in discarica.

Si dovrà prevedere, ove e in quanto necessario, il riporto di adeguato terreno vegetale riportando tutta la superficie alla quota campagna circostante.

5.4.5 WTG 5

Il sito in cui è prevista l'installazione dell'aerogeneratore WTG 5 è situato a circa 135 m s.l.m., presenta una superficie a debole pendenza, uniforme ed omogenea sotto il profilo geomorfologico, soggetta a continue lavorazioni e pratiche agricole, in cui viene praticata prevalentemente la coltivazione di cereali autunno-vernini.


Nella parte sommitale si rinviene un piccolo invaso artificiale, elemento caratterizzante del paesaggio, utilizzato in ambito agricolo, per scopo irriguo, le cui sponde sono dominate dalla tamerice comune (*Tamarix gallica*) e la canna comune (*Arundo donax*).



Figura 5-18. Inquadramento dell'area dell'aerogeneratore WTG 5



Figura 5-19. Panoramica dell'area e indicazione del punto dove sorgerà l'aerogeneratore WTG 5

	Studio di Impatto Ambientale Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"	MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica
---	---	--

Per quanto riguarda l'inquadramento vegetazionale e pedologico si vedano i relativi capitoli dello Studio di Impatto ambientale.

5.4.5.1 Descrizione dell'intervento

5.4.5.1.1 Interventi previsti dal progetto

- realizzazione *ex novo* per circa 300 m della pista di accesso all'aerogeneratore;
- realizzazione della piazzola di cantiere;
- riduzione da piazzola di cantiere a piazzola di esercizio.

5.4.5.1.2 Descrizione degli interventi di ripristino

Nella zona dove sorgerà l'aerogeneratore WTG 5 è prevista la stabilizzazione delle scarpate di risulta della pista di accesso e della piazzola con tecniche di ingegneria naturalistica. Per i dettagli degli interventi si vedano le tavole in allegato.

Gli interventi previsti sono i seguenti:

Sulle scarpate di risulta della pista di accesso e della piazzola:

- messa a dimora di arbusti autoctoni;
- idrosemina potenziata a spessore con miscuglio di specie erbacee autoctone su tutte le scarpate finali.

La messa a dimora e l'idrosemina andranno effettuate su tutte le superfici che risulteranno degradate a fine cantiere.

Il sesto di impianto e la disposizione delle varie specie saranno realizzate a mosaico per creare varietà ecotonale e visuale.

Sesti d'impianto

Nella tabella di seguito riportata viene indicato il sesto d'impianto, le specie impiegabili e il numero di piante da utilizzare complessivamente.

Le specie di arbusti riportate in tabella possono essere parzialmente sostituite con le specie mellifere di arbusti non superando il 5% di copertura per singola specie.


	Studio di Impatto Ambientale Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"	MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica
---	---	---

Tabella 5-8. Cespuglieto fitto – WTG 5

N	ARBUSTI	%	m ²	sesti in m (1,25*2,0)	m ² copertura	n° piante	Arrotondamento	totale m ² intervento
1	<i>Crataegus monogyna</i>	10	85,10	1,25	2,5	34,04	34	851
2	<i>Laurus nobilis</i>	5	42,55	1,25	2,5	17,02	17	
3	<i>Myrtus communis</i>	5	42,55	1,25	2,5	17,02	17	
4	<i>Nerium oleander</i>	10	85,10	1,25	2,5	34,04	34	
5	<i>Olea europea var. Sylvestris</i>	8	68,08	1,25	2,5	27,23	27	
6	<i>Pistacia lentiscus</i>	5	42,55	1,25	2,5	17,02	17	
7	<i>Pistacia terebinthus</i>	5	42,55	1,25	2,5	17,02	17	
8	<i>Prunus spinosa</i>	10	85,10	1,25	2,5	34,04	34	
9	<i>Pyrus amygdaliformis</i>	3	25,53	1,25	2,5	10,21	10	
10	<i>Pyrus pyraster</i>	5	42,55	1,25	2,5	17,02	17	
11	<i>Rhamnus alaternus</i>	9	76,59	1,25	2,5	30,64	31	
12	<i>Rosa canina</i>	5	42,55	1,25	2,5	17,02	17	
13	<i>Spartium junceum</i>	10	85,10	1,25	2,5	34,04	34	
14	<i>Tamarix africana</i>	5	42,55	1,25	2,5	17,02	17	
15	<i>Tamarix gallica</i>	5	42,55	1,25	2,5	17,02	17	
totale		100	851,00			306,36	306	

5.4.5.1.3 Descrizione degli interventi previsti in fase di dismissione dell'opera

Nella fase di dismissione le superfici impiegate per i basamenti e per le piste di accesso vengono ricondotte all'uso del suolo circostante (agricolo, prato). In genere va effettuato il riporto di terreno vegetale ed eseguite delle semine di protezione.

In questo caso l'ipotesi di rivegetare con specie arbustive non è percorribile per il fatto che tali superfici devono essere riportate all'uso del suolo previsto dai proprietari, nel caso in esame campi coltivati.

Pertanto, per i basamenti andranno demoliti e i materiali di risulta portati in discarica.

Per quanto riguarda la pista di accesso e la piazzola di esercizio il misto granulometrico e *tout-venant* andranno asportati e, ove possibile, eventualmente rimescolati con il terreno vegetale.

Il geotessuto sottostante, dopo essere stato asportato, verrà conferito in discarica.

Si dovrà prevedere, ove e in quanto necessario, il riporto di adeguato terreno vegetale riportando tutta la superficie alla quota campagna circostante.

5.4.6 WTG 6


L'area che ospiterà l'aerogeneratore WTG 6 è pressoché pianeggiante, situata a circa 118 m s.l.m., in una zona dominata dalla coltivazione di cereali autunno-vernini, avvicendati a colture ortive di pieno campo, da superfici a vigneti e da vegetazione erbacea spontanea con presenza di prati e/o pascoli nelle vicinanze.



Figura 5-20. Inquadramento dell'area dell'aerogeneratore WTG 6



Figura 5-21. Panoramica dell'area e indicazione del punto dove sorgerà l'aerogeneratore WTG 6

	Studio di Impatto Ambientale Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"	MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica
---	---	--

Per quanto riguarda l'inquadramento vegetazionale e pedologico si vedano i relativi capitoli dello Studio di Impatto ambientale.

5.4.6.1 Descrizione dell'intervento

5.4.6.1.1 Interventi previsti dal progetto

- realizzazione *ex novo* per circa 350 m della pista di accesso all'aerogeneratore;
- realizzazione della piazzola di cantiere;
- riduzione da piazzola di cantiere a piazzola di esercizio.

5.4.6.1.2 Descrizione degli interventi di ripristino

Nella zona dove sorgerà l'aerogeneratore WTG 6 è prevista la stabilizzazione delle scarpate di risulta della pista di accesso definitiva e della piazzola finale con tecniche di ingegneria naturalistica. Per i dettagli degli interventi si vedano le tavole in allegato.

Gli interventi previsti sono i seguenti:

Sulle scarpate di risulta della pista di accesso e della piazzola:

- messa a dimora di arbusti autoctoni;
- idrosemina potenziata a spessore con miscuglio di specie erbacee autoctone su tutte le scarpate finali.

La messa a dimora e l'idrosemina andranno effettuate su tutte le superfici che risulteranno degradate a fine cantiere.

Il sesto di impianto e la disposizione delle varie specie saranno realizzate a mosaico per creare varietà ecotonale e visuale.

Sesti d'impianto

Nella tabella di seguito riportata viene indicato il sesto d'impianto, le specie impiegabili e il numero di piante da utilizzare complessivamente.

Le specie di arbusti riportate in tabella possono essere parzialmente sostituite con le specie mellifere di arbusti non superando il 5% di copertura per singola specie.



©Tecnovia® S.r.l

Studio di Impatto Ambientale
Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di
potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"

MESSINELLO Rel.20 Opere di
Ingegneria naturalistica

Tabella 5-9. Cespuglieto fitto – WTG 6

N	ARBUSTI	%	m ²	sesti in m (1,25*2,0)	m ² copertura	n° piante	Arrotondamento	totale m ² intervento
1	<i>Crataegus monogyna</i>	10	229,90	1,25	2,5	91,96	92	2299
2	<i>Laurus nobilis</i>	5	114,95	1,25	2,5	45,98	46	
3	<i>Myrtus communis</i>	5	114,95	1,25	2,5	45,98	46	
4	<i>Nerium oleander</i>	10	229,90	1,25	2,5	91,96	92	
5	<i>Olea europea var. Sylvestris</i>	8	183,92	1,25	2,5	73,57	74	
6	<i>Pistacia lentiscus</i>	5	114,95	1,25	2,5	45,98	46	
7	<i>Pistacia terebinthus</i>	5	114,95	1,25	2,5	45,98	46	
8	<i>Prunus spinosa</i>	10	229,90	1,25	2,5	91,96	92	
9	<i>Pyrus amygdaliformis</i>	3	68,97	1,25	2,5	27,59	28	
10	<i>Pyrus pyraister</i>	5	114,95	1,25	2,5	45,98	46	
11	<i>Rhamnus alaternus</i>	9	206,91	1,25	2,5	82,76	83	
12	<i>Rosa canina</i>	5	114,95	1,25	2,5	45,98	46	
13	<i>Spartium junceum</i>	10	229,90	1,25	2,5	91,96	92	
14	<i>Tamarx africana</i>	5	114,95	1,25	2,5	45,98	46	
15	<i>Tamarix gallica</i>	5	114,95	1,25	2,5	45,98	46	
	totale	100	2299,00			827,64	829	

5.4.6.1.3 Descrizione degli interventi previsti in fase di dismissione dell'opera

Nella fase di dismissione le superfici impiegate per i basamenti e per le piste di accesso vengono ricondotte all'uso del suolo circostante (agricolo, prato). In genere va effettuato il riporto di terreno vegetale ed eseguite delle semine di protezione.

In questo caso l'ipotesi di rivegetare con specie arbustive non è percorribile per il fatto che tali superfici devono essere riportate all'uso del suolo previsto dai proprietari, nel caso in esame campi coltivati.

Pertanto, per i basamenti andranno demoliti e i materiali di risulta portati in discarica.

Per quanto riguarda la pista di accesso e la piazzola di esercizio il misto granulometrico e *tout-venant* andranno asportati e, ove possibile, eventualmente rimescolati con il terreno vegetale.

Il geotessuto sottostante, dopo essere stato asportato, verrà conferito in discarica.

Si dovrà prevedere, ove e in quanto necessario, il riporto di adeguato terreno vegetale riportando tutta la superficie alla quota campagna circostante.

5.4.7 Area cabine di trasformazione utente

L'area cabine di trasformazione utente 30 kV/36 kV si trova quasi interamente all'interno della particella dell'aerogeneratore WTG 1 in un'area pianeggiante a coltivazione a vite.

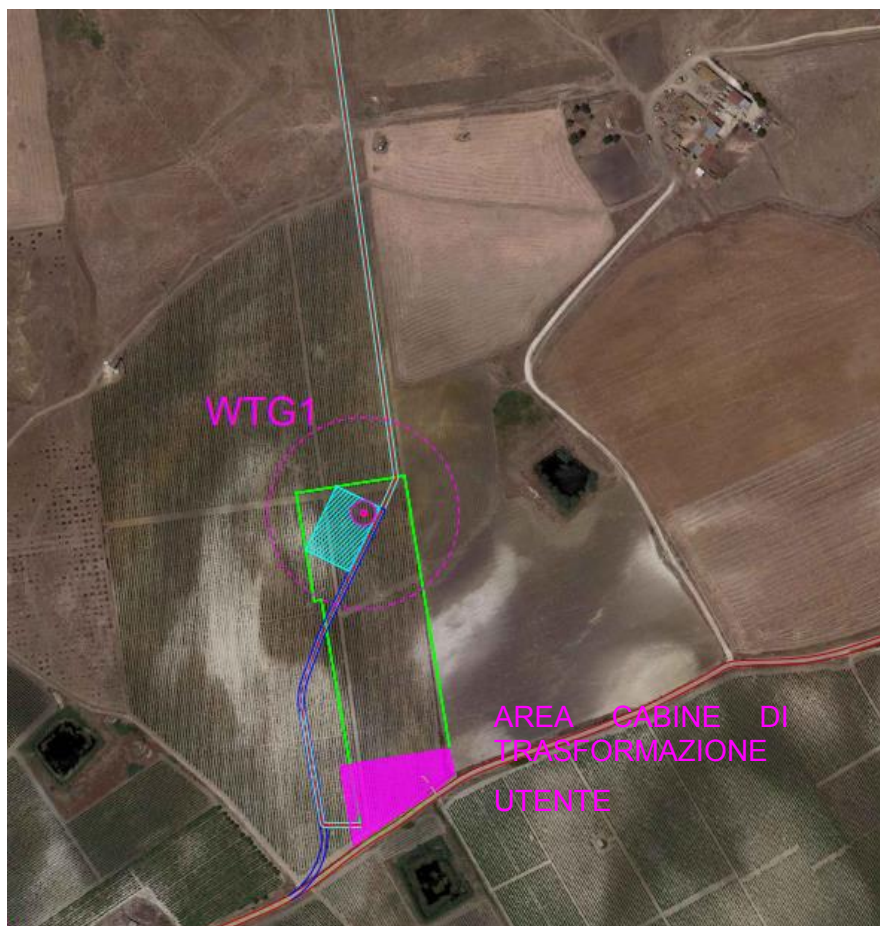


Figura 5-22. Inquadramento dell'area cabine di trasformazione utente




Figura 5-23. Panoramica dell'area e indicazione del punto dove sorgerà l'area cabine di trasformazione utente

Per quanto riguarda l'inquadramento vegetazionale e pedologico si vedano i relativi capitoli dello Studio di Impatto Ambientale.

5.4.7.1 Descrizione dell'intervento

5.4.7.1.1 Interventi previsti dal progetto

- taglio della vegetazione esistente (vigneto);
- realizzazione della stazione elettrica;

 <p>©Tecnovia® S.r.l.</p>	<p>Studio di Impatto Ambientale</p> <p>Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"</p>	<p>MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica</p>
--	--	--

- realizzazione del piazzale antistante

5.4.7.1.2 *Descrizione degli interventi di ripristino*

Nella zona dove sorgerà l'area cabine di trasformazione utente 30 kV/36 kV è prevista l'eliminazione di alcuni filari del vigneto.

Gli interventi previsti sono i seguenti:

Per la superficie a vite

- Eliminazione del vigneto ed eventuale ripiantagione/rinfittimento ove necessario.

Sul piazzale antistante la cabina di trasformazione utente:


- messa a dimora di arbusti autoctoni su una superficie di circa 1250 m²;

La messa a dimora e l'idrosemina andranno effettuate su tutte le superfici che risulteranno degradate a fine cantiere.

Il sesto di impianto e la disposizione delle varie specie saranno realizzate a mosaico per creare varietà ecotonale e visuale.

Sesti d'impianto

Si è considerato un sesto d'impianto per la piantagione di arbusti di 1,25 m x 2,0 m.

	Studio di Impatto Ambientale Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato “Messinello”	MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica
---	--	--

6 NORME PARTICOLARI D'ESECUZIONE

6.1 Scavi e trattamento terreno vegetale

In sede progettuale è necessario prevedere gli impatti sui suoli in fase di realizzazione dell'opera e quali funzioni saranno chiamati a svolgere i suoli alla luce del tipo di ripristino previsto (sempre, comunque, nell'accezione della multifunzionalità dei suoli).

Dovrà essere definito se, per quanto possibile, il ripristino sarà conservativo, oppure se e quanto ci saranno trasformazioni rispetto alla situazione *ante operam*. Ad esempio può succedere che possano essere modificate le morfologie originarie creando dei versanti in un'area pianeggiante ed in questo caso per i suoli diventa sensibile il tema del rischio di erosione. In ogni caso la progettazione deve tenere conto delle relazioni suolo-pianta.

Nel progetto, cioè, si dovrà tenere conto delle caratteristiche e qualità che il suolo dovrà avere e quindi di tutte le attività che si dovranno svolgere in relazione anche ai diversi impatti cui saranno soggetti i suoli. La casistica che verrà trattata con maggiore dettaglio è quella che prevede l'asportazione ed il successivo ripristino.

È importante sottolineare come un'adeguata tecnica di ripristino ambientale possa consentire l'instaurarsi di condizioni pedologiche accettabili in tempi brevi, che sono la premessa per il successo degli interventi di rivegetazione.

Il suolo in natura è frutto di una lunga e complessa azione dei fattori (fattori della pedogenesi), e se vogliamo in seguito “riprodurre” un suolo il più possibile simile a quello presente *ante operam* dovrà essere posta la massima cura ed attenzione alle fasi di: asportazione, deposito temporaneo e messa in posto del materiale terroso.


Un suolo di buona qualità sarà in linea generale più capace di rispondere, sia nell'immediato sia nel corso del tempo, alle esigenze del progetto di ripristino, ossia occorreranno minori spese di manutenzione e/o minore necessità di ricorrere ad input esterni.

Il **materiale terroso** può essere prelevato in loco dello stesso cantiere oppure da altri siti. Evidentemente nel secondo caso si dovrà valutare con maggiore accuratezza l'idoneità del materiale. È evidente, che se si vuole ricostituire in un ambiente una copertura vegetale coerente con la vegetazione potenziale dell'area, i suoli debbono essere coerenti con quelli naturalmente presenti nell'area. A tale scopo, per esempio, le cartografie dei suoli a piccola scala possono essere molto utili, in prima approssimazione, ai fini di questa valutazione poiché permettono di verificare se l'area di provenienza delle terre da scavo ricade in un'area con caratteristiche simili a quella dell'intervento di ripristino. Per effettuare questa valutazione è necessaria una buona esperienza nel settore e comunque occorrerà sempre una valutazione diretta sul materiale. La normativa che regola attualmente le terre da scavo è quella del **Decreto legislativo del 3-4-2006 n. 152** ed il successivo **Decreto Legislativo 16 gennaio 2008, n. 4** (*Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale*) tratta delle terre da scavo nell'art. 186.

Esiste a livello regionale, di province autonome ma anche comunale una complessa serie di norme, linee guida e regolamenti che regolano la materia alle quali si rimanda.

Ogni cantiere dovrà per quanto possibile limitare il degrado del suolo, cercando di preservarne la qualità, evitando ogni inutile costipamento o alterazione degli orizzonti naturali del suolo. A tal fine si raccomanda di:

- circolare solo su suolo asciutto e con sufficiente portanza;

	Studio di Impatto Ambientale Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"	MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica
---	---	--

- impiegare solo macchine e procedimenti adatti. Sono adatte le macchine possibilmente leggere e con buona ripartizione del peso, vale a dire con basso carico sul terreno. I telai larghi e lunghi riducono la pressione sul suolo;
- evitare tragitti inutili;
- ridurre al minimo la superficie dell'intervento;
- evitare ogni spostamento inutile di suolo, segnatamente la scarificazione dell'humus e non lasciare mai il suolo senza copertura vegetale, ossia incolto e non protetto.

6.1.1 Scotico ed asportazione del terreno vegetale

L'asportazione è l'impatto di livello massimo che può essere condotto su un suolo. Quando tale pratica viene eseguita si producono, in linea generale, terre da scavo che, per quanto possibile, saranno riutilizzate nelle opere di ripristino ambientale legato all'infrastruttura in oggetto.

Come prima indicazione ricordiamo di separare gli strati superficiali da quelli profondi. Si raccomanda di agire in condizioni di umidità idonee' ossia con "suoli non bagnati". L'umidità di suolo tollerabile dipende da vari fattori, quali: tessitura, stabilità strutturale, tipo di macchine impiegate ecc.

Come grandezza di misurazione dell'umidità può essere utilizzato il potenziale dell'acqua nel suolo (parametro differenziale che misura l'energia potenziale che ha l'acqua presente nel suolo, generalmente questo parametro è impiegato per quantificare il lavoro che le piante devono spendere per l'assorbimento radicale). Per le misurazioni possono essere utilizzati tensiometri. Le misure forniscono le indicazioni circa le classi dei pori ancora piene di acqua.

In termini generali a $pF < 1,8 - 2$ non si dovrebbe intervenire sui suoli (pF unità di unità di misura che corrisponde al logaritmo in base 10 della tensione espressa in cm d'acqua), per non correre il rischio di degradare la struttura del suolo e quindi alterarne, in senso negativo, il comportamento idrologico (infiltrazione, permeabilità) e altre caratteristiche fisiche con la creazione di strati induriti e compatti inidonei allo sviluppo degli apparati radicali.


Una raccomandazione generale è che, quando si operano scavi partendo dalla superficie di un suolo naturale, devono essere separati lo strato superficiale (relativo agli orizzonti più ricchi in sostanza organica ed attività biologica) e gli strati profondi.

In generale vengono presi in considerazione i seguenti strati:

- dalla superficie fino a 10-20 centimetri di profondità;
- dallo strato precedente fino ai 50 (100) centimetri, o comunque sino al raggiungere il materiale inerte non pedogenizzato;
- materiale non pedogenizzato che deriva dal disfacimento del substrato.

Gli strati fertili sull'area del cantiere devono essere preservati e mantenuti secondo quanto stabilito nei punti seguenti:

- il riconoscimento dello spessore del terreno vegetale va effettuato zona per zona prima dello scotico con scavi di assaggio;
- tutte le operazioni relative ai movimenti di terreno vegetale devono avvenire con tempo non piovoso e saranno eseguite nei periodi idonei, con il terreno in tempera, evitando di danneggiare la struttura del terreno e di formare suole di lavorazione;
- lo scotico deve essere effettuato in modo tale che le macchine non circolino mai sul terreno vegetale e quindi in marcia avanti con deposito e accumulo laterale;

	Studio di Impatto Ambientale Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"	MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica
---	---	--

- il terreno vegetale deve essere accumulato separatamente dal sottostante terreno minerale e questo, a sua volta, separatamente dagli altri materiali inerti. Per depositi di breve durata (al massimo un periodo di vegetazione) il deposito può avere un'altezza massima di 2,50 m con scarpate e pendenza naturale; per depositi di lunga durata (più di un periodo di vegetazione) il deposito può avere un'altezza massima di 2,50 m e inclinazione massima di 27-32 °;
- in previsione di accumuli più prolungati si dovrà effettuare semine protettive periodiche con miscele di specie adeguate (*Lolium perenne* 20%, *Medicago lupulina* 10%, *Trifolium repens* 30%, *Trifolium pratense* 40%; 20÷30 g/m²) onde evitare la dispersione del terreno e l'invasione di specie ruderali infestanti;
- Avvenuta l'eventuale messa in posto del terreno e il suo consolidamento con le parti strutturali, le opere di idrosemina devono seguire il più rapidamente possibile per evitare i noti fenomeni di deterioramento e ruscellamento che possono annullare in breve tempo le precauzioni adottate in precedenza. In tal senso è buona norma che le Ditte incaricate delle opere in verde procedano all'idrosemina delle singole tratte, a mano a mano che le superfici di scarpata vengono abbandonate dall'impresa dei movimenti terra;
- la messa in posto del terreno e il ripristino delle aree di cantiere avverrà a mano a mano che le superfici di cantiere verranno abbandonate dall'impresa e dai movimenti di terra;
- è necessario tenere conto, per i lavori da effettuarsi, del **fermo biologico** dei lavori disposto dalla D.L.

Per quanto riguarda lo scotico del terreno questo dovrà essere effettuato rispettando le seguenti condizioni:

- il terreno deve essere asciutto e l'operazione deve essere effettuata con escavatore adatto, con cucchiaio a lama;
- L'escavatore non deve mai passare sopra il cotico erboso da scoticare; va posta la massima attenzione a questo fatto. Pertanto lo stesso dovrà sempre procedere a marcia avanti, per una determinata fascia, per poi tornare indietro e ricominciare su un tratto attiguo;
- Le zolle così ricavate vanno trasportate, coperte per ripararle dall'essiccazione, depositate su idonee superfici di mantenimento eventualmente irrigate;
- Se lo stoccaggio avviene per poche settimane, le zolle si possono accatastare (max 5-6 settimane). Se il cantiere dovesse durare di più, è necessario che le zolle non vengano accatastate una sull'altra e che vengano regolarmente innaffiate e concimate soprattutto se il deposito supera l'anno;
- All'atto del ritrasporto in cantiere, si dovrà verificare lo stato del terreno su cui vanno poggiate e picchettate, verificandone le caratteristiche tramite analisi pedologica.



Figura 6-1. Scotico erboso – manuale

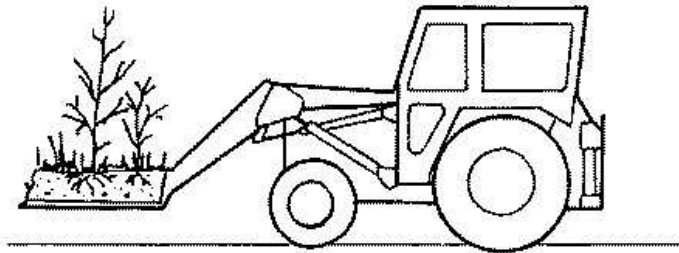


Figura 6-2. Scotico erboso di zolle di grandi dimensioni con trattore

6.1.2 Stoccaggio provvisorio (deposito intermedio)


Il suolo asportato deve essere temporaneamente stoccato in un apposito deposito seguendo alcune modalità di carattere generale, quali:

- asportare e depositare lo strato superiore e lo strato inferiore del suolo sempre separatamente;
- il deposito intermedio deve essere effettuato su una superficie con buona permeabilità non sensibile al costipamento;
- non asportare la parte più ricca di sostanza organica (humus) dalla superficie di deposito;
- la formazione del deposito deve essere compiuta a ritroso, ossia senza ripassare sullo strato depositato;
- non circolare mai con veicoli edili ed evitare il pascolo sui depositi intermedi;
- rinverdire con piante a radici profonde (preferenzialmente leguminose).

In caso di interventi molto brevi (posa di condotte), può essere evitato il rinverdimento del deposito.

Il deposito temporaneo di materiale terroso, almeno per lo strato superiore del suolo, non dovrebbe di regola superare 1,5 ÷ 2,5 m, d'altezza in relazione alla granulometria del suolo ed al suo rischio di compattamento e con pendenza in grado di garantire la loro stabilità.

Lo strato di suolo superficiale ben aerato si è formato in seguito a un'intensa attività biologica. Il metabolismo chimico di questo strato del suolo avviene in condizioni aerobiche. La porosità, il tenore di humus e l'attività biologica diminuiscono nettamente con l'aumento della profondità.

	Studio di Impatto Ambientale Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"	MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica
---	---	--

A causa al peso proprio, gli strati inferiori del deposito vengono compressi. Ciò comporta prima di tutto il degrado delle caratteristiche fisico idrologiche del suolo.

Mediante il deposito intermedio in mucchi a forma trapezoidale e limitandone l'altezza, si cerca di ridurre al minimo o evitare la formazione di un nucleo centrale anaerobico del deposito.

Con l'instaurarsi di fenomeni di asfissia si può produrre una colorazione grigiastrea legata agli ossidi di ferro accompagnata, per i depositi ricchi di sostanza organica, da odori di putrescenza.

Si cerca quindi di evitare di avere sia fenomeni di ristagno sia di erosione (pendenze troppo accentuate).

6.1.3 Ripristini e suolo obiettivo

In questa parte si descrivono le modalità di trattamento successivamente ad operazioni di asportazione e deposito temporaneo del suolo per poi operare la ricostituzione della copertura pedologica.

In natura il suolo è frutto di una lunga e complessa evoluzione, che vede l'interazione di diversi fattori (clima, substrato, morfologia, vegetazione, uomo e tempo), nel caso di ripristino l'obiettivo è quello di predisporre un suolo in una sua fase iniziale, ma che abbia poi i presupposti per evolvere mantenendo caratteristiche ritenute idonee.

Devono essere definite quindi le caratteristiche e qualità di un "suolo obiettivo" che risponde alle esigenze progettuale.

Il suolo obiettivo, ad esempio, in un'ottica conservativa dovrebbe riprodurre il suolo originario se conosciuto, o comunque essere adeguato alla destinazione d'uso dell'area.

Possiamo indicare tre strati corrispondenti agli orizzonti principali A, B e C che assolvono funzioni diverse, semplificando:

- **A** con funzione prevalente di nutrizione;
- **B** con funzione prevalente di serbatoio idrico;
- **C** con funzione prevalente di drenaggio e ancoraggio.


Questa indicazione è di carattere generale e deve essere adattata in relazione alla situazione specifica ed alle necessità di cantiere.

In molti casi l'orizzonte C si viene a formare direttamente per alterazione fisica del substrato in loco o a ripartire dagli orizzonti profondi residui dopo l'asportazione.

6.1.4 Le caratteristiche dello strato di copertura

Le caratteristiche e qualità del suolo più importanti da considerare sono:

- profondità del suolo e profondità utile alle radici;
- tessitura e contenuto in frammenti grossolani;
- contenuto in sostanza organica;
- reazione;
- contenuto in calcare totale ed attivo;
- caratteristiche del complesso di scambio;
- salinità;
- densità apparente;

	Studio di Impatto Ambientale Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"	MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica
---	---	---

- caratteristiche idrologiche (infiltrazione, permeabilità, capacità di acqua disponibile);
- struttura (caratteristiche e stabilità);
- porosità.

Alcune caratteristiche e qualità del suolo obiettivo fanno riferimento a tutto lo spessore della copertura in quanto sono la risultante dell'interazione dei diversi strati.

Così, ad esempio, la capacità di trattenere l'acqua, ossia la capacità di immagazzinare acqua nel suolo per poi renderla disponibile alle piante, è la somma della capacità dei diversi strati. La conducibilità idraulica, viceversa, è condizionata dallo strato meno permeabile.

Il contenuto in sostanza organica ha generalmente un gradiente e diminuisce sensibilmente con la profondità.

L'elenco ha solo carattere indicativo, alcune qualità ed alcune caratteristiche indicate sono tra di loro collegate ed alcune sono evidentemente più semplici di altre da stimare o misurare.

In un suolo ricostruito non si può pensare di riprodurre la complicazione degli strati che generalmente accompagnano un suolo in natura e si deve quindi pensare ad uno schema semplificato a due od anche tre strati nel caso di suoli profondi.

Il primo strato ha una profondità di circa 20÷30 cm e corrisponde agli orizzonti più importanti per lo sviluppo degli apparati radicali e generalmente con un'attività biologica più elevata.

Per un suolo profondo un metro possiamo considerare, ad esempio, due strati: uno che va dalla superficie fino a 30 cm ed uno da 30 fino a 100 cm.

Le caratteristiche del suolo vengono definite per classi o valori soglia, a seconda dei parametri che vanno stabiliti in relazione al progetto di ripristino.

Comunque sia, le caratteristiche del suolo obiettivo, debbono essere stabilite e quantificate per classi, indicando il *range* di variabilità ammesso.

Se si vuole **ricreare un suolo simile alla tipologia di suolo presente nell'intorno dell'area**, ma sono disponibili solo materiali inerti si può mettere in atto la concimazione, ma il contenuto in carbonio organico all'atto del ripristino, non può ovviamente essere troppo elevato, poiché c'è un limite alla concimazione organica apportabile.

6.1.5 Modalità di messa in posto del terreno


Un'adeguata tecnica di ripristino ambientale e delle adeguate attenzioni, possono consentire l'instaurarsi di condizioni pedologiche accettabili in tempi non molto lunghi. L'intento è, come già ripetuto, quello di mettere in posto un suolo ad uno stato assolutamente iniziale che nel tempo possa poi raggiungere un suo equilibrio essere colonizzato dagli apparati radicali e dai microrganismi che si assesti in un rapporto equilibrato tra le particelle solide del suolo solida ed i differenti tipi di pori, che abbia una sua resilienza ai fenomeni degradativi e che mantenga la capacità di svolgere le sue funzioni.

Prima di procedere al ripristino dei suoli occorre aver predisposto la morfologia dei luoghi cui dovrà accompagnarsi il suolo e verificare la necessità di un adeguato drenaggio dell'area.

All'atto della messa in posto i diversi strati, che sono stati accantonati, devono essere messi in posto senza essere mescolati e rispettandone l'ordine.

I principali accorgimenti e precauzioni da mettere in atto sono i seguenti:

- Il ripristino deve essere effettuato con macchine adatte e in condizioni asciutte;


	Studio di Impatto Ambientale Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"	MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica
---	---	---

- nella messa in posto del materiale terroso deve essere evitato l'eccessivo passaggio con macchine pesanti o comunque non adatte e che siano prese tutte le accortezze tecniche per evitare compattamenti o comunque introdurre limitazioni fisiche all'approfondimento radicale o alle caratteristiche idrologiche del suolo;
- le macchine più adatte sono quelle leggere e con buona ripartizione del peso;
- in termini generali a $pF < di 1,8 - 2$ non si dovrebbe intervenire sui suoli (pF unità di misura spesso ancora in uso che corrisponde al logaritmo in base 10 della tensione espressa in cm d'acqua), per non correre il rischio di degradare la struttura del suolo e quindi alterarne, in senso negativo, il comportamento idrologico (infiltrazione, permeabilità) e altre caratteristiche fisiche con la creazione di strati induriti e compatti inidonei allo sviluppo degli apparati radicali;
- soprattutto nei casi in cui il materiale che viene ricollocato è di limitato spessore (meno di un metro), lo strato "di contatto", sul quale il nuovo suolo viene disposto, deve essere adeguatamente preparato. Spesso succede che si presenta estremamente compattato dalle attività di cantiere: se lasciato inalterato, potrebbe costituire uno strato impermeabile e peggiorare il drenaggio del nuovo suolo, oltre che costituire un impedimento all'approfondimento radicale;
- la miscelazione di diversi materiali terrosi e l'incorporazione di ammendanti e concimazione di fondo avverrà prima della messa in posto del materiale;
- anche se l'apporto di sostanza organica ha la funzione di migliorare la "fertilità fisica del terreno", si deve evitare un amminutamento troppo spinto del suolo ed un eccesso di passaggi delle macchine;
- per suoli profondi, se lo strato inferiore del suolo è stato depositato transitoriamente per lunghi periodi (> 1 anno), può essere utile effettuare un inerbimento intermedio per lo strato profondo e successivamente inserire lo strato superficiale;
- l'utilizzo di materiale non pedogenizzato, ossia ricavato solo per disgregazione fisica, può essere utilizzato per la parte inferiore di suoli molto profondi, ma anche per altre situazioni nelle quali il suolo obiettivo da progetto abbia profondità poco elevate;
- Nel caso, le morfologie prevedano dei versanti, in relazione alle pendenze, alla lunghezza dei versanti stessi ed alle caratteristiche di erodibilità del suolo, si dovranno mettere in atto azioni ed accorgimenti antierosivi; un suolo di buona qualità, dotato di struttura adeguata e di buona stabilità strutturale, ha di per se la capacità di far infiltrare le acque e quindi di diminuire lo scorrimento superficiale e di limitare l'erosione; queste qualità vanno però accompagnate da una copertura protettiva sul terreno, al fine di ridurre l'azione battente della pioggia, trattenere parte dell'acqua in eccesso, rallentare la velocità di scorrimento superficiale, trattenere le particelle di suolo, migliorare la struttura, la capacità di infiltrazione e la fertilità del suolo; può essere necessario inserire anche sistemazioni idrauliche per rallentare i deflussi superficiali.

Per garantire il successo degli interventi a verde e di tutela del suolo e per evitare l'esplosione di infestanti non gradite, debbono essere applicate alcune tecniche quali: pacciamature, semine con miscele ricche in leguminose, irrigazione e sistemazioni idraulico-agrarie in genere.

Per gli interventi di rivegetazione, vale in genere il principio di riutilizzare, ove possibile, i suoli autoctoni del sito che vengono comunque scoticati per la realizzazione delle infrastrutture (il cosiddetto "terreno vegetale"). Ciò per una serie di motivi evidenti:

- migliori caratteristiche fisico – chimiche, organiche e di vitalità in genere;
- coerenza con le condizioni climatiche e vegetazionali;
- minori costi di approvvigionamento e trasporto e quindi minore emissione di inquinanti.

	Studio di Impatto Ambientale Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"	MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica
---	---	--

Non è invece sempre vero l'assunto secondo cui l'uso di suoli autoctoni eviterebbe l'esplosione di specie invasive, la cui presenza è legata piuttosto all'uso precedente del suolo utilizzato. Ad esempio suoli provenienti da terreni agricoli hanno in genere buone caratteristiche ma si portano dietro semi e rizomi di infestanti tipici delle colture. La progettazione e realizzazione degli interventi di rivegetazione dovrà tener conto di maggiori oneri gestionali di sfalci periodici di pulizia nei primi anni, sino ad affrancamento di arbusti ed alberi.

Avvenuta la messa in posto del terreno e il suo eventuale consolidamento con le parti strutturali, le opere di idrosemina e piantagione devono seguire il più rapidamente possibile per evitare i noti fenomeni di deterioramento e ruscellamento che possono annullare in breve tempo le precauzioni adottate in precedenza. In tal senso, come già detto, è buona norma procedere all'idrosemina e piantagione delle singole tratte a mano a mano che le superfici soprattutto di scarpata vengono abbandonate dai movimenti di terra.

6.1.6 Piano di fertilizzazione

La pianificazione di **interventi di concimazione e/o ammendamento e correzione** può essere ritenuta necessaria alla luce delle caratteristiche del materiale terroso e dei materiali disponibili per la concimazione organica di fondo.

In questa fase è necessario monitorare le caratteristiche degli strati di materiale terroso per verificarne le caratteristiche e potere predisporre correzioni, correttivi ed ammendamenti necessari.

Il contenuto di sostanza organica nel suolo è un indicatore della qualità ambientale. "La sostanza organica esplica infatti la propria azione sulle proprietà nutrizionali del terreno, sia perché costituisce una riserva di elementi nutritivi ed energetici per i microrganismi del suolo e di elementi nutritivi per le piante, sia perché attraverso i meccanismi di scambio, adsorbimento, complessazione e chelazione, modula la disponibilità degli elementi medesimi" (Benedetti, 2008).

In termini generali, si indica come normali prassi di tipo agronomico l'effettuazione di una concimazione organica. In questo caso, può essere considerato utile l'utilizzo di **compost di qualità**.

Il compost è un ammendante, ossia ha la capacità di migliorare le caratteristiche fisico meccaniche del suolo, con un discreto effetto concimante ed è quindi in grado di sostituire la letamazione ed in parte la fertilizzazione minerale.

Sono ormai abbondanti le prove sperimentali e dimostrative condotte in Italia. Varie sono anche le utilizzazioni aziendali del compost come ammendante sia nei suoli destinati a coltivazioni arboree quanto per quelli ove vi siano seminativi.

Attualmente il miglioramento della qualità dei prodotti disponibili ha accentuato la surrogazione di letami o fertilizzanti di sintesi, anche per la riduzione della disponibilità dei primi e dei costi dei secondi.


Per l'uso del compost occorrono alcuni accorgimenti:

- monitoraggio della qualità del prodotto utilizzato;
- attenzione nell'utilizzo, in considerazione dei risultati d'analisi;
- dar peso alla certificazione del prodotto.

Ricordiamo inoltre il beneficio che ha l'incremento del contenuto di carbonio organico nel suolo nelle strategie ambientali relative ai cambiamenti climatici.

Il calcolo della quantità necessaria di compost si basa sul bilancio umico, tenendo conto di diversi fattori quali:

- quantità di suolo (T) calcolata tramite:
- spessore considerato;

	Studio di Impatto Ambientale Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"	MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica
---	---	--

- densità apparente del suolo (val generali min-max da 0,8 a 1,7 kg/dm³);
- quantità di sostanza organica da apportare, che dipende da:
- contenuto di partenza del materiale terroso;
- contenuto in sostanza organica del compost (mediamente 35-55% ss);
- contenuto di umidità del compost (35-55% s.t.q.);

L'utilizzo di Compost in agricoltura è regolato dal D.Lgs. 75 del 29 aprile 2010 (Riordino e revisione della disciplina in materia di fertilizzanti), che abroga e sostituisce il precedente D.Lgs. 217 del 29 04 2006.

Ai materiali definiti da tale norma si fa riferimento con il termine **compost di qualità**.

Vedi a tal proposito il Decreto Legislativo 16 gennaio 2008, n. 4 (art. 183 definizioni), di modifica del D.Lgs. 152/2006, che definisce i compost come segue:

t) **compost da rifiuti**: prodotto ottenuto dal compostaggio della frazione organica dei rifiuti urbani nel rispetto di apposite norme tecniche finalizzate a definirne contenuti e usi compatibili con la tutela ambientale e sanitaria e, in particolare, a definirne i gradi di qualità;

u) **compost di qualità**: prodotto, ottenuto dal compostaggio di rifiuti organici raccolti separatamente, che rispetti i requisiti e le caratteristiche stabilite dall'allegato 2 del decreto legislativo n. 217 del 2006 e successive modifiche e integrazioni;

Nel D.Lgs. 75 del 29 04 2010 gli ammendanti sono definiti come "i materiali da aggiungere al suolo in situ, principalmente per conservarne o migliorarne le caratteristiche fisiche o chimiche o l'attività biologica, disgiuntamente o unitamente tra loro, i cui tipi e caratteristiche sono riportati nell'allegato 2".


I diversi tipi di compost sono, quindi, definiti come segue:

- ammendante Compostato Verde (**ACV**). Prodotto ottenuto attraverso un processo controllato di trasformazione e stabilizzazione controllato di rifiuti organici che possono essere costituiti da scarti della manutenzione del verde ornamentale, altri materiali vegetali come sanse vergini (disoleate o meno) od esauste, residui delle colture ed altri rifiuti di origine vegetale;
- ammendante Compostato Misto (**ACM**). Prodotto ottenuto attraverso un processo controllato di trasformazione e stabilizzazione controllato di rifiuti organici che possono derivare da frazione organica degli RSU proveniente da raccolta differenziata, da rifiuti di origine animale compresi liquami zootecnici, da rifiuti di attività agro-industriali e da lavorazione del legno o dal tessile naturale non trattati, da reflui e fanghi nonché dalle matrici previste per **ACV**;
- ammendante Torboso Composto (**ATC**). Prodotto ottenuto per miscela di torba con ammendante compostato verde e/o misto.

Il compost da rifiuti (vedi anche i termini biostabilizzato o FOS) può essere utilizzato per i recuperi ambientali, quale ad esempio la copertura delle discariche, con riferimento al DCI 27/7/1984. (**Delibera Comitato Interministeriale del 27/07/1984**), che definisce: caratteristiche agronomiche del compost, limiti di accettabilità per il compost ai fini della tutela ambientale tabella e le concentrazioni limite di metalli nei terreni ed i limiti di quantità di metalli addizionabili annualmente con la somministrazione del compost.

La normativa di settore è comunque complessa ed articolata ed in rapida evoluzione.

Si dovrà in ogni caso conoscere le caratteristiche esatte del compost, tenendo conto che gli ACM (ammendanti compostati misti), possono presentare un elevato contenuto in sali solubili. Si raccomanda l'utilizzo di compost con un grado di maturità elevato. L'azoto apportato con gli ammendanti compostati è sotto forma organica e quindi a lenta cessione.

	Studio di Impatto Ambientale Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"	MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica
---	---	--

Il quantitativo esatto deve essere stimato conoscendo l'analisi del prodotto e del materiale terroso disponibile, al fine di evitare comunque eccessi di azoto e la perdita di lisciviazione dello stesso.

L'eventuale utilizzo di concimazione minerale, a questo punto dovrà essere dosata tenendo conto delle dotazioni del terreno e dell'apporto del compost.

Si può presumere che comunque non siano necessari apporti di potassio, ma unicamente delle miscele con funzione di starter all'atto della semina (es. fosfato biammonico 18:46), ma ciò varia in considerazione del tipo di suolo, del soprassuolo vegetale e dalla tecnica di semina e piantagione che viene adottata.

Un caso che va considerato è quello di dover miscelare il materiale minerale per variare la tessitura. In questi casi bisogna valutare con attenzione le caratteristiche dei materiali da utilizzare, sia dal punto di vista fisico che da quello chimico.

Come già detto, la miscelazione di diversi materiali terrosi e l'incorporazione di ammendanti e concimazione di fondo deve avvenire prima della messa in posto del materiale.

6.1.7 Monitoraggio e manutenzione del suolo

Il suolo è una matrice complessa, caratterizzata da una elevata variabilità orizzontale, cioè tra suoli diversi, e verticale, cioè tra i diversi orizzonti di uno stesso suolo, a fronte invece di una variabilità temporale nettamente meno marcata rispetto ad altre matrici, quali l'acqua e l'aria.

Tutto ciò rende sicuramente difficile la creazione di una rete di monitoraggio che, per sua stessa definizione, dovrebbe permettere di seguire nel tempo l'evoluzione qualitativa della matrice monitorata.

In ogni caso per cantieri complessi e lunghi verifiche e controlli debbono essere effettuati già in corso d'opera e quindi successivamente.

Per il collaudo ed il monitoraggio il riferimento è quello della tabella del suolo obiettivo.


La tecnica da adottarsi consiste nello scavo di *minipit* con integrazione di una trivella manuale per verificare le condizioni al di sotto della soglia di scavo. Ricordiamo che un *minipit* può essere agevolmente scavato a mano e si tratta quindi di una tecnica non invasiva e poco costosa.

6.2 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;

 <p>©Tecnovia® S.r.l.</p>	<p>Studio di Impatto Ambientale</p> <p>Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"</p>	<p>MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica</p>
--	--	--

- 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.

6.3 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.



©Tecnovia® S.r.l

Studio di Impatto Ambientale

Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"

MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica

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)
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

	Studio di Impatto Ambientale Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"	MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica
---	---	--

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.

	Studio di Impatto Ambientale Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"	MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica
---	---	---

- 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.


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

6.4.1 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;

 <p>©Tecnovia® S.r.l.</p>	<p>Studio di Impatto Ambientale</p> <p>Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"</p>	<p>MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica</p>
--	--	--

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);

	Studio di Impatto Ambientale Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"	MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica
---	---	--

- 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.

Il 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:

6.4.2 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).

	Studio di Impatto Ambientale Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"	MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica
---	---	--

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.

6.4.3 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.

6.4.4 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.

6.4.5 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.

	Studio di Impatto Ambientale Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"	MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica
---	---	--

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.

6.4.6 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..

6.5 Manutenzione indiretta

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

6.5.1 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.

6.5.2 Irrigazione di soccorso


Irrigazione di soccorso, con acqua trasportata con autobotte e distribuita sulla superficie con lancia ad aspersione "a pioggia". In funzione delle pendenze e delle caratteristiche del terreno, si dovranno evitare i ristagni d'acqua, l'innaffiamento eccessivo di alcune aree, il ruscellamento concentrato.

6.5.3 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 disagiati.

6.5.4 Ammendamento del terreno

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.

	Studio di Impatto Ambientale Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"	MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica
---	---	--

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;
- 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:

	Studio di Impatto Ambientale Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"	MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica
---	---	---

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.

6.5.5 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.



©Tecnovia® S.r.l

Studio di Impatto Ambientale
Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di
potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"

MESSINELLO Rel.20 Opere di
Ingegneria naturalistica

7 COMPUTO METRICO ESTIMATIVO

COMPUTO METRICO ESTIMATIVO							
Messinello: EOL - 33,465 MW - Comune di Marsala (TP) - PROGETTO DI RIPRISTINO 411/20/CON							
WTG 1							
N°	PREZZARIO	CODICE	LAVORI	PREZZO UNITARIO	u.m.	QUANTITA'	TOTALE
1	REGIONE SICILIANA - PREZZARIO REGIONALE PER LE OPERE E/O INVESTIMENTI NELLE AZIENDE AGRICOLE E FORESTALI (Allegato al D.A. n.14/GAB del 25.02.2015)	G.6.1.4	IDROSEMINE E PIANTAGIONI IDROSEMINA A SPESSORE Rivestimento, a passaggio unico, di superfici più o meno acclivi, su terreni molto poveri di sostanza organica a granulometria variabile, mediante spargimento per via idraulica di una apposita miscela formata da acqua, miscuglio di sementi di specie erbacee selezionate ed idonee al sito (40-70 g/mq.), concimi organo-minerali (150 g/mq.), collanti (20 g/mq.), Sostanza organica (fino a 400 g/mq. se a doppio passaggio) e una coltre protettiva (fino a 500 g/mq. se a doppio passaggio) composta per il 70% da fibre lunghe di legno e per il 30% da una miscela di fibre vegetali sminuzzate (paglia, cotone, etc.) per mezzo d'idrosematrice a alta 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 dotata di agitatore meccanico per una miscelazione ottimale. Compresa la ripulitura della superficie da trattare mediante allontanamento di sassi e radici. Compreso ogni altro onere per dare l'opera finita a perfetta regola d'arte.	€ 1,66	m ²	1.583	€ 2.627,78
2	REGIONE SICILIANA - PREZZARIO REGIONALE PER LE OPERE E/O INVESTIMENTI NELLE AZIENDE AGRICOLE E FORESTALI (Allegato al D.A. n.14/GAB del 25.02.2015)	G.6.2.2	MESSA A DIMORA DI ARBUSTI autoctoni da vivaio (a radice nuda, in zolla, in contenitore multiforo, in fitocella), con certificazione di origine del seme, in ragione di 1 esemplare ogni 3 x 20 mq 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. S'intendono inclusi: l'allontanamento dei materiali di risulta dello scavo se non idonei; il riporto di fibre organiche quali paglia, torba, cellulosa, etc. nella parte superiore del ricoprimento, non a contatto con le radici della pianta; il ricalzo 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. Escluso solo la fornitura della pianta e compreso ogni altro onere per dare l'opera finita a perfetta regola d'arte.	€ 4,50	cad	635	€ 2.857,50
							€ 5.485,28

Nota: per le voci di capitolato si è fatto riferimento ai prezziari delle regione di riferimento o delle regioni limitrofe e basandosi sulla necessità di avere voci che corrispondano il più possibile a quanto previsto in progetto. Qualora tali voci non siano presenti nei prezziari regionali di riferimento si deroga utilizzando voci di altri prezziari



©Tecnovia® S.r.l

Studio di Impatto Ambientale

Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"

MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica

COMPUTO METRICO ESTIMATIVO

Messinello: EOL - 33,465 MW - Comune di Marsala (TP) - PROGETTO DI RIPRISTINO 411/20/CON

WTG 2

N°	PREZZARIO	CODICE	LAVORI	PREZZO UNITARIO	u.m.	QUANTITA'	TOTALE
			IDROSEMINE E PIANTAGIONI				
1	REGIONE SICILIANA - PREZZARIO REGIONALE PER LE OPERE E/O INVESTIMENTI NELLE AZIENDE AGRICOLE E FORESTALI (Allegato al D.A. n.14/GAB del 25.02.2015)	G.6.1.4	IDROSEMINA A SPESSORE Rivestimento, a passaggio unico, di superfici più o meno acclivi, su terreni molto poveri di sostanza organica a granulometria variabile, mediante spargimento per via idraulica di una apposita miscela formata da acqua, miscuglio di sementi di specie erbacee selezionate ed idonee al sito (40-70 g/mq.), concimi organo-minerali (150 g/mq.), collanti (20 g/mq.), sostanza organica (fino a 400 g/mq. se a doppio passaggio) e una coltre protettiva (fino a 500 g/mq. se a doppio passaggio) composta per il 70% da fibre lunghe di legno e per il 30% da una miscela di fibre vegetali sminuzzate (paglia, cotone, etc.) per mezzo d'idrosemiatrice a alta 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 dotata di agitatore meccanico per una miscelazione ottimale. Compresa la ripulitura della superficie da trattare mediante allontanamento di sassi e radici. Compreso ogni altro onere per dare l'opera finita a perfetta regola d'arte.	€ 1,66	m ²	1.264	€ 2.098,24
2	REGIONE SICILIANA - PREZZARIO REGIONALE PER LE OPERE E/O INVESTIMENTI NELLE AZIENDE AGRICOLE E FORESTALI (Allegato al D.A. n.14/GAB del 25.02.2015)	G.6.2,2	MESSA A DIMORA DI ARBUSTI autoctoni da vivaio (a radice nuda, in zolla, in contenitore multiformo, in fitocella), con certificazione di origine del seme, in ragione di 1 esemplare ogni 3 ÷ 20 mq 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. S'intendono inclusi: l'allontanamento dei materiali di risulta dello scavo se non idonei; il riporto di fibre organiche quali paglia, torba, cellulosa, etc. nella parte superiore del ricoprimento, non a contatto con le radici della pianta; il ricalzo 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. Escluso solo la fornitura della pianta e compreso ogni altro onere per dare l'opera finita a perfetta regola d'arte.	€ 4,50	cad	510	€ 2.295,00
							€ 4.393,24

Nota: per le voci di capitolato si è fatto riferimento ai prezzi delle regioni di riferimento o delle regioni limitrofe e basandosi sulla necessità di avere voci che corrispondano il più possibile a quanto previsto in progetto. Qualora tali voci non siano presenti nei prezzi regionali di riferimento si deroga utilizzando voci di altri prezziari



©Tecnovia® S.r.l.

Studio di Impatto Ambientale

Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"

MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica

COMPUTO METRICO ESTIMATIVO

Messinello: EOL - 33,465 MW - Comune di Marsala (TP) - PROGETTO DI RIPRISTINO 411/20/CON

WTG 3

N°	PREZZIARIO	CODICE	LAVORI	PREZZO UNITARIO	u.m.	QUANTITA'	TOTALE
DECESPUGLIAMENTO - CISTETO							
1	REGIONE SICILIANA - PREZZARIO REGIONALE PER LE OPERE E/O INVESTIMENTI NELLE AZIENDE AGRICOLE E FORESTALI (Allegato al D.A. n.14/GAB del 25.02.2015)	B.1.1.1	Decespugliamento manuale o con decespugliatore da eseguire in modo localizzato ove non sia possibile l'uso dei mezzi meccanici.	€ 0,27	m ²	7.620	€ 2.057,40
RIPPATURA - CISTETO							
2	REGIONE SICILIANA - PREZZARIO REGIONALE PER LE OPERE E/O INVESTIMENTI NELLE AZIENDE AGRICOLE E FORESTALI (Allegato al D.A. n.14/GAB del 25.02.2015)	B.1.4	Lavorazione del terreno con ripper mediante due passate in croce alla profondità minima di cm.50 -60.	€ 0,13	m ²	7.620	€ 990,60
IDROSEMINI E PIANTAGIONI							
3	REGIONE SICILIANA - PREZZARIO REGIONALE PER LE OPERE E/O INVESTIMENTI NELLE AZIENDE AGRICOLE E FORESTALI (Allegato al D.A. n.14/GAB del 25.02.2015)	G.6.1.4	IDROSEMINA A SPESSORE Rivestimento, a passaggio unico, di superfici più o meno acclivi, su terreni molto poveri di sostanza organica a granulometria variabile, mediante spargimento per via idraulica di una apposita miscela formata da acqua, miscuglio di sementi di specie erbacee selezionate ed idonee al sito (40-70 g/mq.), concimi organo-minerali (150 g/mq.), collanti (20 g/mq.), sostanza organica (fino a 400 g/mq. se a doppio passaggio) e una coltre protettiva (fino a 500 g/mq. se a doppio passaggio) composta per il 70% da fibre lunghe di legno e per il 30% da una miscela di fibre vegetali sminuzzate (paglia, cotone, etc.) per mezzo d'idrosemiatrice a alta 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 dotata di agitatore meccanico per una miscelazione ottimale. Compresa la ripulitura della superficie da trattare mediante allontanamento di sassi e radici. Compreso ogni altro onere per dare l'opera finita a perfetta regola d'arte.	€ 1,66	m ²	2.090	€ 3.469,40
4	REGIONE SICILIANA - PREZZARIO REGIONALE PER LE OPERE E/O INVESTIMENTI NELLE AZIENDE AGRICOLE E FORESTALI (Allegato al D.A. n.14/GAB del 25.02.2015)	G.6.2.2	MESSA A DIMORA DI ARBUSTI autoctoni da vivaio (a radice nuda, in zolla, in contenitore multiforo, in fitocella), con certificazione di origine del seme, in ragione di 1 esemplare ogni 3 ÷ 20 mq 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. S'intendono inclusi: l'allontanamento dei materiali di risulta dello scavo se non idonei; il riporto di fibre organiche quali paglia, torba, cellulosa, etc. 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. Escluso solo la fornitura della pianta e compreso ogni altro onere per dare l'opera finita a perfetta regola d'arte.	€ 4,50	cad	755	€ 3.397,50
							€ 6.866,90

Nota: per le voci di capitolato si è fatto riferimento ai prezziari delle regione di riferimento o delle regioni limitrofe e basandosi sulla necessità di avere voci che corrispondano il più possibile a quanto previsto in progetto. Qualora tali voci non siano presenti nei prezziari regionali di riferimento si deroga utilizzando voci di altri prezziari



©Tecnovia® S.r.l

Studio di Impatto Ambientale

Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"

MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica

COMPUTO METRICO ESTIMATIVO

Messinello: EOL - 33,465 MW - Comune di Marsala (TP) - PROGETTO DI RIPRISTINO 411/20/CON

WTG 4

N°	PREZZARIO	CODICE	LAVORI	PREZZO UNITARIO	u.m.	QUANTITA'	TOTALE
			IDROSEMININE E PIANTAGIONI				
1	REGIONE SICILIANA - PREZZARIO REGIONALE PER LE OPERE E/O INVESTIMENTI NELLE AZIENDE AGRICOLE E FORESTALI (Allegato al D.A. n.14/GAB del 25.02.2015)	G.6.1.4	IDROSEMINE A SPESSORE Rivestimento, a passaggio unico, di superfici più o meno acclivi, su terreni molto poveri di sostanza organica a granulometria variabile, mediante spargimento per via idraulica di una apposita miscela formata da acqua, miscuglio di sementi di specie erbacee selezionate ed idonee al sito (40-70 g/mq.), concimi organo-minerali (150 g/mq.), collanti (20 g/mq.), sostanza organica (fino a 400 g/mq. se a doppio passaggio) e una coltre protettiva (fino a 500 g/mq. se a doppio passaggio) composta per il 70% da fibre lunghe di legno e per il 30% da una miscela di fibre vegetali sminuzzate (paglia, cotone, etc.) per mezzo d'idrosemnatrice a alta 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 dotata di agitatore meccanico per una miscelazione ottimale. Compresa la ripulitura della superficie da trattare mediante allontanamento di sassi e radici. Compreso ogni altro onere per dare l'opera finita a perfetta regola d'arte.	€ 1,66	m ²	2.217	€ 3.680,22
2	REGIONE SICILIANA - PREZZARIO REGIONALE PER LE OPERE E/O INVESTIMENTI NELLE AZIENDE AGRICOLE E FORESTALI (Allegato al D.A. n.14/GAB del 25.02.2015)	G.6.2.2	MESSA A DIMORA DI ARBUSTI autoctoni da vivaio (a radice nuda, in zolla, in contenitore multiforo, in fitocella), con certificazione di origine del seme, in ragione di 1 esemplare ogni 3 ÷ 20 mq 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. S'intendono inclusi: l'allontanamento dei materiali di risulta dello scavo se non idonei; il riporto di fibre organiche quali paglia, torba, cellulosa, etc. nella parte superiore del ricoprimento, non a contatto con le radici della pianta; il riscalzo 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. Escluso solo la fornitura della pianta e compreso ogni altro onere per dare l'opera finita a perfetta regola d'arte.	€ 4,50	cad	800	€ 3.600,00
							€ 7.280,22

Nota: per le voci di capitolato si è fatto riferimento ai prezzi della regione di riferimento o delle regioni limitrofe e basandosi sulla necessità di avere voci che corrispondano il più possibile a quanto previsto in progetto. Qualora tali voci non siano presenti nei prezzi regionali di riferimento si deroga utilizzando voci di altri prezziari



©Tecnovia® S.r.l

Studio di Impatto Ambientale

Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"

MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica

COMPUTO METRICO ESTIMATIVO

Messinello: EOL - 33,465 MW - Comune di Marsala (TP) - PROGETTO DI RIPRISTINO 411/20/CON

WTG 5

N°	PREZZARIO	CODICE	LAVORI	PREZZO UNITARIO	u.m.	QUANTITA'	TOTALE
			IDROSEMINE E PIANTAGIONI				
1	REGIONE SICILIANA - PREZZARIO REGIONALE PER LE OPERE E/O INVESTIMENTI NELLE AZIENDE AGRICOLE E FORESTALI (Allegato al D.A. n.14/GAB del 25.02.2015)	G.6.1.4	IDROSEMINA A SPESSORE Rivestimento, a passaggio unico, di superfici più o meno acclivi, su terreni molto poveri di sostanza organica a granulometria variabile, mediante spargimento per via idraulica di una apposita miscela formata da acqua, miscuglio di sementi di specie erbacee selezionate ed idonee al sito (40-70 g/mq.), concimi organo-minerali (150 g/mq.), collanti (20 g/mq.), sostanza organica (fino a 400 g/mq. se a doppio passaggio) e una coltre protettiva (fino a 500 g/mq. se a doppio passaggio) composta per il 70% da fibre lunghe di legno e per il 30% da una miscela di fibre vegetali sminuzzate (paglia, cotone, etc.) per mezzo d'idrosemnatrice a alta 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 dotata di agitatore meccanico per una miscelazione ottimale. Compresa la ripulitura della superficie da trattare mediante allontanamento di sassi e radici. Compreso ogni altro onere per dare l'opera finita a perfetta regola d'arte.	€ 1,66	m ²	850	€ 1.411,00
2	REGIONE SICILIANA - PREZZARIO REGIONALE PER LE OPERE E/O INVESTIMENTI NELLE AZIENDE AGRICOLE E FORESTALI (Allegato al D.A. n.14/GAB del 25.02.2015)	G.6.2.2	MESSA A DIMORA DI ARBUSTI autoctoni da vivaio (a radice nuda, in zolla, in contenitore multiforme, in fitocella), con certificazione di origine del seme, in ragione di 1 esemplare ogni 3 ÷ 20 mq 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. S'intendono inclusi: l'allontanamento dei materiali di risulta dello scavo se non idonei; il riporto di fibre organiche quali paglia, torba, cellulosa, etc. nella parte superiore del ricoprimento, non a contatto con le radici della pianta; il ricalzo 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. Escluso solo la fornitura della pianta e compreso ogni altro onere per dare l'opera finita a perfetta regola d'arte.	€ 4,50	cad	310	€ 1.395,00
							€ 2.806,00

Nota: per le voci di capitolato si è fatto riferimento ai prezzi delle regioni di riferimento o delle regioni limitrofe e basandosi sulla necessità di avere voci che corrispondano il più possibile a quanto previsto in progetto. Qualora tali voci non siano presenti nei prezzi regionali di riferimento si deroga utilizzando voci di altri prezziari



©Tecnovia® S.r.l

Studio di Impatto Ambientale
Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di
potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"

MESSINELLO Rel.20 Opere di
Ingegneria naturalistica


COMPUTO METRICO ESTIMATIVO

Messinello: EOL - 33,465 MW - Comune di Marsala (TP) - PROGETTO DI RIPRISTINO 411/20/CON

WTG 6

N°	PREZZARIO	CODICE	LAVORI	PREZZO UNITARIO	u.m.	QUANTITA'	TOTALE
			IDROSEMINE E PIANTAGIONI				
1	REGIONE SICILIANA - PREZZARIO REGIONALE PER LE OPERE E/O INVESTIMENTI NELLE AZIENDE AGRICOLE E FORESTALI (Allegato al D.A. n.14/GAB del 25.02.2015)	G.6.1.4	IDROSEMINA A SPESSORE Rivestimento, a passaggio unico, di superfici più o meno acclivi, su terreni molto poveri di sostanza organica a granulometria variabile, mediante spargimento per via idraulica di una apposita miscela formata da acqua, miscuglio di sementi di specie erbacee selezionate ed idonee al sito (40-70 g/mq.), concimi organo-minerali (150 g/mq.), collanti (20 g/mq.), sostanza organica (fino a 400 g/mq. se a doppio passaggio) e una coltre protettiva (fino a 500 g/mq. se a doppio passaggio) composta per il 70% da fibre lunghe di legno e per il 30% da una miscela di fibre vegetali sminuzzate (paglia, cotone, etc.) per mezzo d'idrosemnatrice a alta 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 dotata di agitatore meccanico per una miscelazione ottimale. Compresa la ripulitura della superficie da trattare mediante allontanamento di sassi e radici. Compreso ogni altro onere per dare l'opera finita a perfetta regola d'arte.	€ 1,66	m ²	2.300	€ 3.818,00
2	REGIONE SICILIANA - PREZZARIO REGIONALE PER LE OPERE E/O INVESTIMENTI NELLE AZIENDE AGRICOLE E FORESTALI (Allegato al D.A. n.14/GAB del 25.02.2015)	G.6.2.2	MESSA A DIMORA DI ARBUSTI autoctoni da vivaio (a radice nuda, in zolla, in contenitore multiforo, in fitocella), con certificazione di origine del seme, in ragione di 1 esemplare ogni 3 ÷ 20 mq 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. S'intendono inclusi: l'allontanamento dei materiali di risulta dello scavo se non idonei; il riporto di fibre organiche quali paglia, torba, cellulosa, etc. nella parte superiore del ricoprimento, non a contatto con le radici della pianta; il ricalzo 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. Escluso solo la fornitura della pianta e compreso ogni altro onere per dare l'opera finita a perfetta regola d'arte.	€ 4,50	cad	830	€ 3.735,00
							€ 7.553,00


Nota: per le voci di capitolato si è fatto riferimento ai prezzi delle regioni di riferimento o delle regioni limitrofe e basandosi sulla necessità di avere voci che corrispondano il più possibile a quanto previsto in progetto. Qualora tali voci non siano presenti nei prezzi regionali di riferimento si deroga utilizzando voci di altri prezziari

 <p>©Tecnovia® S.r.l</p>	<p style="text-align: center;">Studio di Impatto Ambientale</p> <p style="text-align: center;">Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"</p>	<p>MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica</p>
---	---	--

8 TAVOLE DI PROGETTO

Per le tavole di progetto si vedano i seguenti elaborati:

Sito	Elaborato
WTG 1	MESSINELLO Tav. 13.1 Interventi di mitigazione ambientale Rev.01 del 19 04 2022
WTG 2	MESSINELLO Tav. 13.2 Interventi di mitigazione ambientale Rev.00 del 30 11 2020
WTG 3	MESSINELLO Tav. 13.3 Interventi di mitigazione ambientale Rev.00 del 30 11 2020
WTG 4	MESSINELLO Tav. 13.4 Interventi di mitigazione ambientale Rev.00 del 30 11 2020
WTG 5	MESSINELLO Tav. 13.5 Interventi di mitigazione ambientale Rev.00 del 30 11 2020
WTG 6	MESSINELLO Tav. 13.6 Interventi di mitigazione ambientale Rev.00 del 30 11 2020

	Studio di Impatto Ambientale Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"	MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica
---	---	--

9 BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

Ingegneria naturalistica

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., Schiechtl 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

Cornelini 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

	Studio di Impatto Ambientale Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"	MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica
---	---	--

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. Oggionni, 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 Dicotyledoncae (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 Dicotyledoncae (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

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

L., Casasole M., Guarnieri L., Canaccini M., (2004) - Lavori di manutenzione idraulico-forestale di Fossi e Torrenti Casentinesi Fiumi Puliti 2004, progetto Ufficio Bonifica Montana e Difesa del Suolo, Comunità Montana del Casentino, Poppi, pp. 1-6; 521

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

 <p>©Tecnovia® S.r.l</p>	<p>Studio di Impatto Ambientale</p> <p>Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"</p>	<p>MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica</p>
---	--	--

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.

	Studio di Impatto Ambientale Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"	MESSINELLO Rel.20 Opere di Ingegneria naturalistica
---	---	--

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 ingenieurbiologische 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.

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 Lawinenverbauung. 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



©Tecnovia® S.r.l

Studio di Impatto Ambientale

Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di
potenza pari a 33,465 MW denominato "Messinello"

MESSINELLO Rel.20 Opere di
Ingegneria naturalistica

10 ALLEGATO 1 – GLI IMPATTI DELLE ATTIVITÀ DI CANTIERE SUL SUOLO: LA SUA TUTELA – GLI ACCORGIMENTI DI CANTIERE – I RIPRISTINI DEL SUOLO

Sommario

1	PREMESSA	2
3	INQUADRAMENTO DELL'AREA	3
3.1	Caratteristiche pedologiche	4
3.2	Caratteristiche geologiche	4
4	IL TRATTAMENTO DEL SUOLO IN CANTIERE	7
4.1	Principi e obiettivi della gestione del suolo nei cantieri.....	12
4.1.1	Strategia di protezione del suolo	13
4.1.2	Descrizione dello stato iniziale e del grado di sensibilità dei suoli	14
4.1.3	Pianificazione dei lavori di terra e formulazione di obiettivi	15
4.1.4	Riduzione delle superfici occupate e asportate	15
4.1.5	Inerbimento preliminare delle superfici occupate.....	16
5	GLI IMPATTI SUL SUOLO IN CANTIERE	17
5.1	Gli impatti delle macchine operatrici	17
5.1.1	Caratteristiche delle macchine e degli pneumatici.....	21
5.1.2	Parametri di utilizzo dei macchinari	24
5.2	Fattori che influenzano la severità degli impatti sul suolo.....	26
5.3	Tempi di recupero del suolo.....	26
6	RIDUZIONE DEGLI IMPATTI	27
6.1	Sistemi di supporto alle decisioni	27
6.2	In relazione alle caratteristiche del suolo	29
6.3	Modifiche ed accorgimenti sulle macchine.....	29

1 PREMESSA

Le attività di cantiere comportano necessariamente “modifiche” all’ambiente e al paesaggio, che normalmente, se ben progettate ed eseguite, sono considerate irrilevanti o limitate nel tempo.

Non esiste, nei cantieri un sistema di lavoro intrinsecamente a basso impatto ambientale, valido indiscriminatamente in tutte le situazioni. Esistono invece diversi sistemi di lavoro che, con le opportune valutazioni caso per caso, permettono di contenere o minimizzare l’impatto ambientale e di ottimizzare quello economico.

Il termine “impatto ambientale” può essere utilizzato per definire tutte quelle modifiche che aumentano i rischi di dissesto e turbano l’evoluzione e l’aspetto dell’ambiente. In tale ottica, si può ritenere che le operazioni di cantiere **a basso impatto ambientale** siano quelli che:

- **non comportano, almeno nel lungo periodo, rischi rilevanti per la stabilità del suolo e del soprassuolo;**
- non alterano in modo irreversibile l’evoluzione naturale della vegetazione presente sia a livello di cotico erboso che a livello di vegetazione arbustiva ed arborea eventualmente presente;
- non comportano modificazioni indesiderate e permanenti all’aspetto del paesaggio.

Gli impatti edafici in fase di cantiere sono dovuti prevalentemente alle caratteristiche dei suoli dell’area, alle caratteristiche delle macchine operatrici e ai parametri di utilizzo dei macchinari.

Un sistema efficace per ridurre l’impatto al suolo è quello di effettuare un’accurata progettazione e pianificazione del lavoro; esistono, inoltre, dei sistemi che aiutano i tecnici e gli operatori nella scelta dei periodi più adatti e dei tracciati migliori per operare, dipendentemente dalle caratteristiche dell’area di intervento (prevalentemente tipo di suolo, pendenza e umidità del terreno) quali ad es. i Sistemi di Supporto alle Decisioni (SSD, in inglese Decision Support Systems – DSS), nati normalmente a livello sperimentale, ma in alcuni casi applicati anche da aziende, per organizzare al meglio i lavori e ridurre gli impatti, o inseriti dai produttori di macchine nei computer di bordo.

Con la presente relazione si descrivono le misure di tutela del suolo, gli accorgimenti da mettere in atto in cantiere e le modalità di ripristino atti a ridurre gli impatti edafici con particolare riferimento alle attività di cantiere relative al “Progetto per la realizzazione di un impianto eolico, di potenza pari a 33,465 MWp” in Contrada Messinello nel comune di Marsala (TP).

A completamento degli argomenti trattati si faccia riferimento anche alle norme particolari di esecuzione al capitolo 6 della Rel. 20 – Opere di Ingegneria Naturalistica.

2 INQUADRAMENTO DELL'AREA

L'impianto relativo al "Progetto per la realizzazione di un impianto eolico, di potenza pari a 33,465 MWp" è costituito da n. 6 aerogeneratori di cui, n. 5 aerogeneratori aventi ciascuno una potenza nominale pari a 6 MW e n. 1 aerogeneratore avente potenza nominale pari a 3,465 MW, per una potenza complessiva dell'impianto pari dunque a 33,465 MW, dalle sue opere di connessione quali il cavidotto interrato in MT 30 kV e il cavidotto interrato 36 kV, dalla cabina di trasformazione utente 30 kV/36 kV e dalla nuova Stazione Elettrica (SE) 220 kV "Partanna 2" di Terna S.p.A.

L'area di interesse che si trova a circa 20 km a Est del centro abitato di Marsala (Contrada Messinello) in provincia di Trapani, si sviluppa su una formazione collinare denominata Messinello. L'area avente un'altitudine media di 180 m s.l.m. interessa due piccoli versanti, uno in direzione nord verso contrada Guarinelle e uno in direzione sud prospiciente contrada Giummarella. La località è caratterizzata da una orografia regolare. Il territorio risulta contrassegnato da ridotti affioramenti rocciosi ed è occupato quasi totalmente a pascolo e vigneto.

La localizzazione delle aree interessate dall'intervento è riportata nella figura seguente:

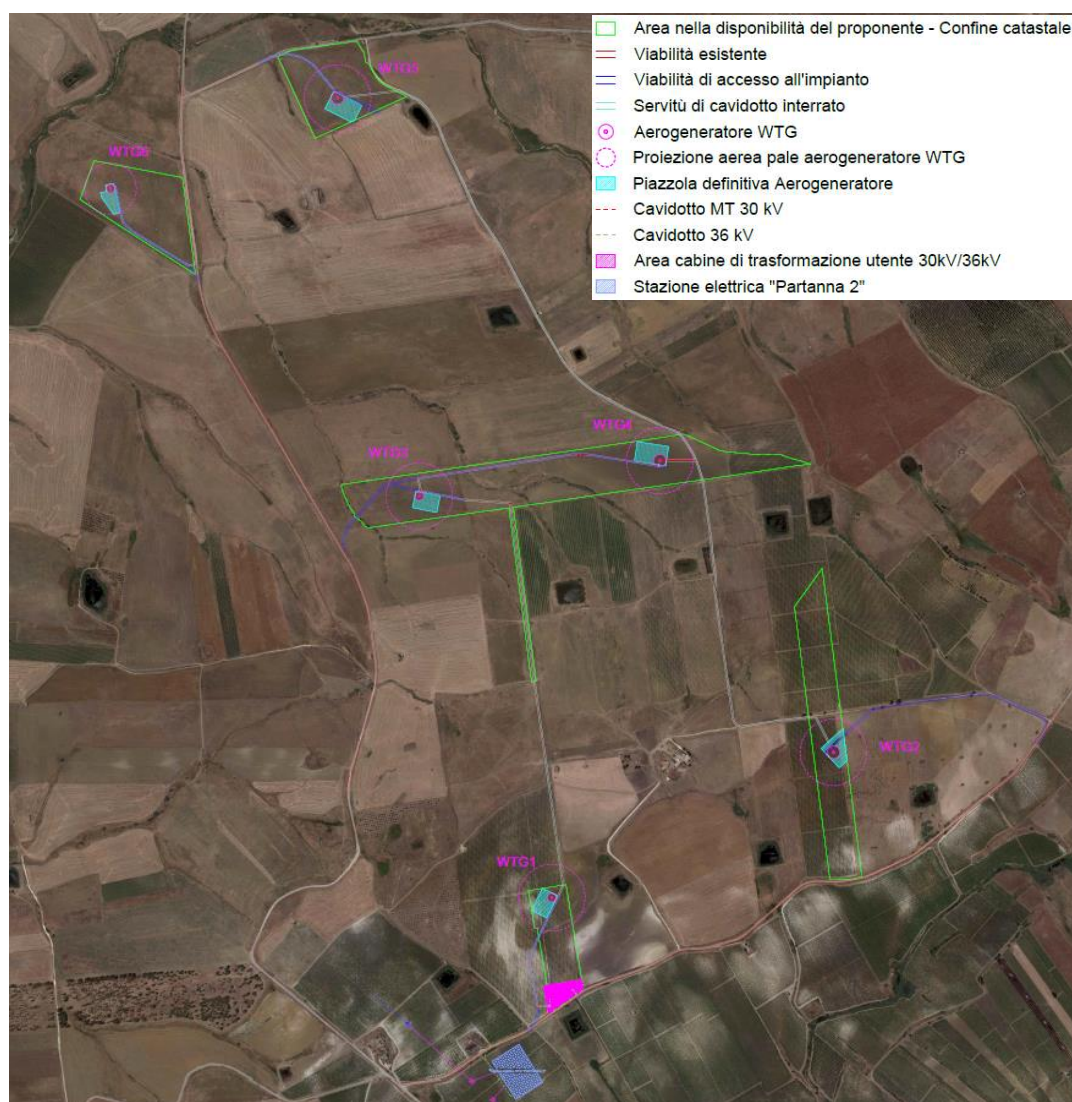


Figura 1: Localizzazione degli interventi previsti – inquadramento su Ortofoto

2.1 Caratteristiche pedologiche

Il rilevamento pedologico, effettuato tramite osservazioni dirette, ha permesso di riscontrare una copertura di terreno di scarsa potenza così come dettagliatamente descritto nel par. 5.3 dello Studio di Impatto Ambientale.

In sintesi, nell'area del territorio di Marsala al confine con Trapani e Salemi è possibile individuare soprattutto 4 sottosistemi pedologici:

- Regosuoli da rocce argillose (vedi cartografia allegata, classe 5)
- Vertisuoli (vedi cartografia allegata, classe 8)
- Soli rossi mediterranei – Litosuoli (vedi cartografia allegata, classe 9)
- Soli rossi mediterranei – Suoli bruni (vedi cartografia allegata, classe 10)

I regosuoli da rocce argillose in affioramento sono poco profondi, con potenza media di 0,5 ÷ 1,0 m; la costituzione è prevalentemente sabbiosa e sabbioso-argillosa e la colorazione è giallastra.

La granulometria dei suoli è prevalentemente sabbiosa (73 ÷ 36%), passante ad argillosa (23 ÷ 52%), con poco limo (4 ÷ 12%). Qui lo scheletro è mediamente presente (15 ÷ 24%).

La granulometria dei suoli in corrispondenza dell'elettrodotta (campioni 3M e 4M) è prevalentemente argillosa (47 ÷ 50%), passante a sabbiosa (41 ÷ 43%), con poco limo (9 ÷ 10%). Qui lo scheletro è poco presente (1,1 ÷ 12%).

Data la scarsa pendenza dei versanti in prossimità dell'ubicazione degli aerogeneratori, non si rende necessario procedere a particolari sistemazioni del terreno (per ridurre l'eccessiva velocità di scorrimento delle acque). Sono stati rilevati nell'areale dei segni di erosione superficiale, di tipo diffusa e concentrata in rivoli, ma non in corrispondenza degli aerogeneratori né lungo il percorso del cavidotto.

Il rilevamento pedologico, effettuato nell'agosto 2020 tramite osservazioni dirette, ha permesso di riscontrare una copertura di terreno alquanto continua nelle aree d'intervento.

2.2 Caratteristiche geologiche

In base agli elementi raccolti e descritti nel dettaglio al cap. 5.5 dello Studio di Impatto Ambientale, è possibile ricostruire la seguente successione-tipo:

- da 0,0 a circa 0,5 ÷ 1,0 m:
 - o Terreno vegetale a matrice limo-sabbiosa, di colore marrone scuro e/o alterazione del substrato sottostante con inclusi litoidi.
- da 0,5 ÷ 1,0 m a 10,0 m:
 - o Orizzonte limo-sabbioso con intercalazioni di conglomerati quarzosi arrotondati, di colorazione beige-nocciola.
- da 10,0 m in poi:
 - o Argille marnose di colore verdastro, asciutte, consolidate, con potenza di svariate decine di metri. Presentano alterazioni nella parte superficiale (badrock).

Data la natura dell'immediato sottosuolo, per gli sbancamenti in progetto non ci sono da fare particolari raccomandazioni per le loro modalità esecutive.

Dal punto di vista geotecnico, per la caratterizzazione del modello previsto per legge, dovranno essere programmate e realizzate dai geologi incaricati una serie di indagini e prove in sito, idonee e sufficienti per:

- valutare la stabilità di insieme della zona, prima ed a seguito della costruzione dell'opera in progetto;
- individuare i problemi che la natura e le caratteristiche geotecniche dei terreni pongono nelle scelte delle soluzioni progettuali e dei corrispondenti procedimenti costruttivi;
- confrontare le soluzioni possibili per la realizzazione di quanto previsto in progetto.

I dati per la caratterizzazione geotecnica qualitativa e quantitativa del sottosuolo, utili per consentire di scegliere la soluzione progettuale più opportuna, di eseguire i calcoli di verifica e di definire i procedimenti costruttivi, saranno i seguenti:

- la stratigrafia dei luoghi,
- le caratteristiche delle falde idriche,
- le proprietà geotecniche dei terreni.

La scelta del numero e dell'ubicazione delle indagini geognostiche sarà fatta tenendo presente il tipo di progetto e l'ampiezza dell'area interessata, le caratteristiche litologiche e strutturali del sottosuolo e lo stato delle conoscenze raccolte sulla zona in esame.

Pertanto, detta caratterizzazione geotecnica dovrà essere effettuata tenendo conto:

- dell'importanza dell'opera e della sua estensione, considerando il "volume significativo", ossia il volume del sottosuolo interagente con l'opera da realizzare;
- delle proprietà geotecniche/geomeccaniche iniziali per i diversi tipi strati di terreno e le diverse zone di omogeneità (sempre in riferimento al volume significativo);
- della necessità di evitare fenomeni di instabilità dell'equilibrio o di collasso strutturale nei terreni oggetto dell'intervento;
- delle conseguenze che gli interventi possono produrre sull'ambiente circostante, in tutte le fasi di realizzazione e ad opera ultimata, con particolare riferimento all'esistente (strutture, infrastrutture o servizi presenti in aree adiacenti).

Pertanto, dall'elaborazione delle prove in sito e in laboratorio sarà possibile ottenere, per ogni unità litologica, una serie di parametri geotecnici utile e sufficiente alla ricostruzione del modello geotecnico dell'immediato sottosuolo.

In linea di massima, in base ai rilevamenti speditivi effettuati e alla ricostruzione della geologia e della stratigrafia dei luoghi, si ritiene che, al di sotto del livello superficiale di terreno, le condizioni geologiche, idrogeologiche, stratigrafiche e geotecniche dei terreni siano idonee per la fattibilità geotecnica degli interventi in progetto, su strutture di fondazione che andranno opportunamente prescelte, progettate e verificate in base ai risultati delle prove, analisi e verifiche geotecniche che andranno eseguite per la redazione della Relazione Geotecnica e delle Fondazioni.

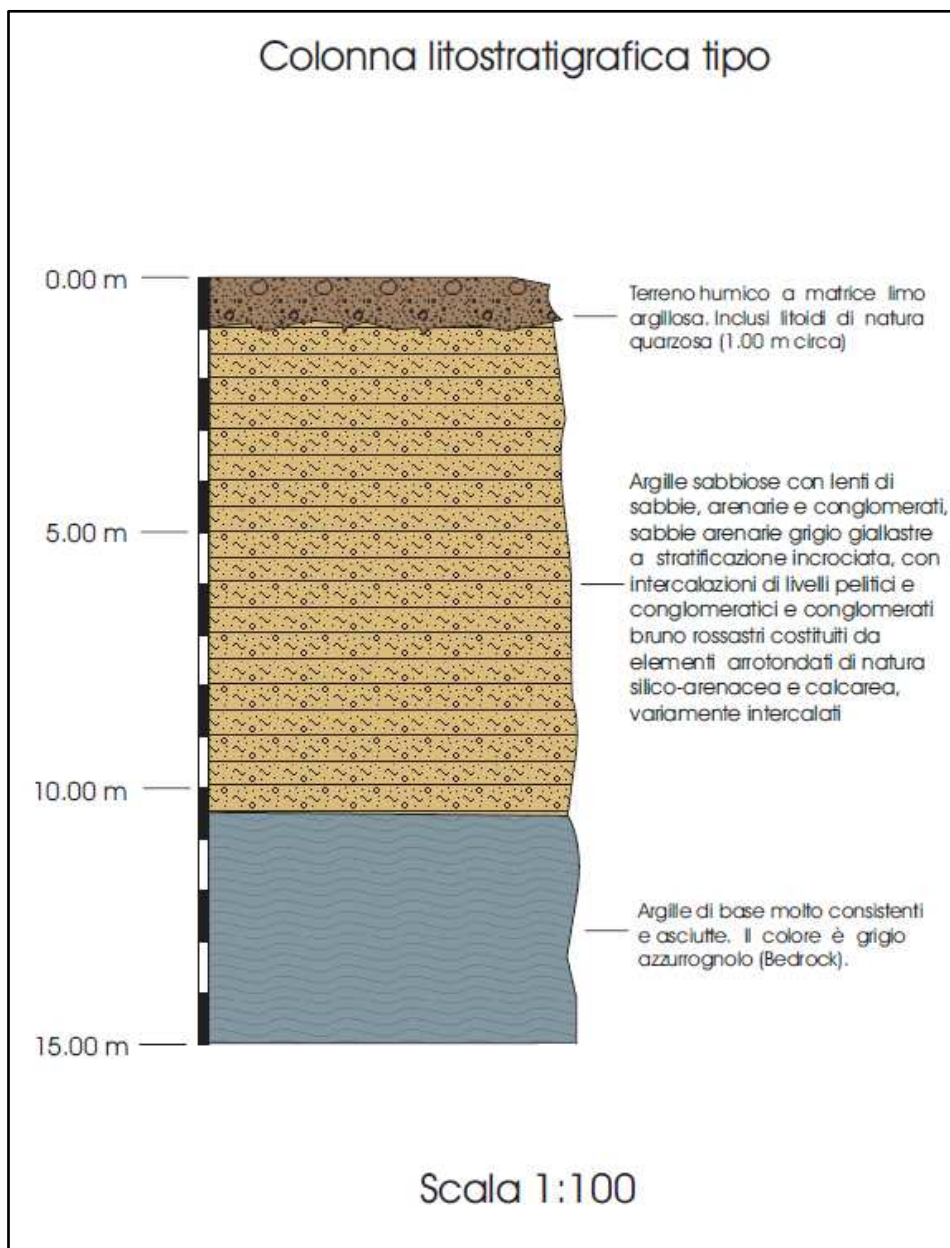


Figura 2: Ricostruzione colonna stratigrafia località Messinello
(Relazione Idrogeomorfologica - Dott. Geol. F. Criscenti)

3 IL TRATTAMENTO DEL SUOLO IN CANTIERE

Il suolo è formato da una componente solida (costituita da minerali e sostanza organica), da gas ed acqua che circolano all'interno degli spazi vuoti.

Il suolo, con tutti gli organismi che lo abitano, può essere considerato a tutti gli effetti un ecosistema vivente, la “pelle viva” della terra.

Un suolo in buona salute assolve a numerose funzioni fondamentali tra cui:

- fornitura di acqua e nutrienti essenziali per la crescita delle piante, determinando la produttività di una foresta;
- habitat per numerosi organismi viventi, come piccoli mammiferi, insetti, lombrichi, funghi e batteri, che condizionano la salute del bosco;
- regolazione del deflusso delle acque di superficie (limitando il rischio d'inondazione, di fenomeni erosivi e franosi) ed influenzando la qualità delle acque superficiali;
- rappresenta un enorme serbatoio di carbonio, sotto forma di sostanza organica del suolo, limitando gli effetti negativi del cambiamento climatico.

Tuttavia, le caratteristiche del suolo e le sue funzioni possono essere influenzate e modificate, oltre che da fenomeni naturali, anche dalle attività umane.

Il tipo e l'intensità di queste attività possono portare ad una diminuzione o addirittura alla perdita irreversibile delle funzioni sopra descritte.

Il suolo deve essere considerato infatti come una risorsa naturale non rinnovabile.

Le operazioni di cantiere possono influire negativamente sull'integrità fisica del suolo, compattandolo e favorendone l'erosione. Possono così instaurarsi ripercussioni negative sulle piante e gli organismi, dovute alla perdita di nutrienti e di carbonio nel suolo ed alla diminuzione della capacità di ritenere l'acqua. Tutto questo comporta un generale peggioramento dello stato di salute del suolo e del bosco nel suo insieme

Prima dell'inizio della fase di cantiere sono pertanto necessarie le analisi dei suoli finalizzate alla caratterizzazione degli stessi in funzione del loro riutilizzo soprattutto (tal quale o dopo ammendamenti). Sono di solito sufficienti analisi semplificate relative ai principali parametri fisico-idrologici, organici e chimici attraverso campionamenti.

Le analisi da effettuarsi dovranno essere almeno quelle di seguito citate: tessitura (USDA), reazione (pH), sostanza organica (%), calcare totale (%), calcare attivo (%), capacità di scambio cationico (meq/100), salinità.

È importante sottolineare che un'adeguata tecnica di ripristino ambientale e delle adeguate attenzioni possono consentire l'instaurarsi di condizioni pedologiche accettabili in tempi brevi, fatto che costituisce la premessa per il successo degli interventi di rivegetazione.

Una raccomandazione generale è che quando si operano scavi partendo dalla superficie di un suolo naturale devono essere separati lo strato superficiale (relativo agli orizzonti più ricchi in sostanza organica ed attività biologica) e gli strati profondi sottostanti (a tal riguardo si vedano le norme particolari di esecuzione al capitolo 6 della Rel. 20 – Opere di Ingegneria Naturalistica).

In termini assolutamente generali si possono riferire le seguenti profondità:

- 1) dalla superficie fino a 30-40 centimetri di profondità (scotico superficiale);
- 2) dallo strato precedente sino al raggiungere il materiale inerte non pedogenizzato (minerale).

All'atto della messa in posto i due strati non devono essere fra loro mescolati. È bene anche che nella messa in posto del materiale terroso siano evitati gli eccessivi passaggi con macchine pesanti e che siano prese tutte le accortezze tecniche per evitare compattamenti o comunque introdurre limitazioni fisiche all'approfondimento radicale o alle caratteristiche idrologiche del suolo.

Lo stoccaggio del suolo deve, in particolare, evitare eccessi di mineralizzazione della sostanza organica; si raccomanda in tal senso che gli accumuli temporanei di terreno vegetale non debbano superare i 2 (3) metri di altezza con pendenza in grado di garantire la loro stabilità (a tal riguardo si vedano le norme particolari di esecuzione al capitolo 6 della Rel. 20 – Opere di Ingegneria Naturalistica).

Per le ricoperture delle scarpate da ripristinare dopo i cantieri la miscelazione di diversi materiali terrosi, l'incorporazione di eventuali ammendanti e concimazione di fondo, devono essere effettuati prima della messa in posto del materiale.

Per garantire il successo degli interventi a verde e di tutela del suolo e per evitare l'esplosione di infestanti non gradite debbono essere applicate alcune tecniche quali le pacciamature, semine con miscele ricche in leguminose, irrigazione e sistemazioni idraulico agrarie (a tal riguardo si veda la Rel. 20 – Opere di ingegneria naturalistica).

Quando il cantiere si sviluppa su substrati a prevalenti litologie affioranti non sono possibili in genere operazioni di scotico. Casi tipici sono i calcari affioranti o i suoli su arenarie e flysch o i suoli su litologie affioranti granitiche o i suoli su rocce conglomeratiche.

I suoli presenti vanno in questi casi inevitabilmente rimescolati con le litologie di scavo, da cui spesso provengono anche sacche di terra intercluse.

L'unico sistema sinora collaudato per ricavare comunque una frazione di inerte terroso fine e separarlo dalla matrice litologica derivante dagli scavi è quello d1 sottoporre al vaglio l'inerte roccioso. Migliorandone tra l'altro le caratteristiche geotecniche e di drenaggio.

Il materiale terroso ricavato può comunque essere di quantità e qualità insufficienti all'utilizzo come copertura di suolo organico delle scarpate e va e va eventualmente ammendato con l'aggiunta di compost di qualità od altri materiali organici disponibili.

Vale in genere il principio di riutilizzare, ove possibile, per gli interventi di rivegetazione i suoli autoctoni del sito che vengono comunque scoticati per la realizzazione delle infrastrutture.

Ciò per una serie di motivi evidenti:

- 1) migliori caratteristiche fisico-chimiche-organiche e di vitalità in genere;
- 2) coerenza con le condizioni climatiche e vegetazionali;
- 3) minori costi di approvvigionamento e trasporto e quindi minore emissione di inquinanti.

Non è invece vera l'ipotesi secondo cui l'uso di suoli autoctoni eviterebbe l'esplosione di specie infestanti la cui presenza è legata piuttosto all'uso del suolo di provenienza e a mancata manutenzione.

Suoli provenienti da terreni agricoli hanno in genere buone caratteristiche, ma si portano dietro semi e rizomi di infestanti tipici delle colture:

- Il contenimento e l'eliminazione nel tempo delle specie invasive è legato:
- alle tempistiche di scotico, accumulo e rimessa in sito dei suoli di scotico limitando i tempi di accumulo e in caso di accumuli prolungati utilizzando semine di copertura o teli pacciamanti sui cumuli di stoccaggio per evitare lo sviluppo delle infestanti;

- alle semine (in genere idrosemine) di miscele commerciali e. ove possibile. di seme derivante da sfalci in prati stabili locali (fiorume):
- ad interventi di manutenzione mediante sfalci periodici. uso e successiva eliminazione di teli pacciamanti. controllo delle infestanti legnose (Robinia, Budleia, Amorpha, ecc..).

La progettazione e realizzazione degli interventi di rivegetazione dovrà tener conto dei maggiori oneri dei citati interventi gestionali nei primi anni. sino ad avvenuta ricostituzione di formazioni a prato o prato-pascolo e/o ad affrancamento degli arbusti ed alberi autoctoni piantati.

Nel caso di totale o parziale non disponibilità di suoli ricavabili dagli scavi locali può essere necessario costruire dei suoli completamente artificiali da matrici di inerti disponibili (limi di lavaggio. inerti minerali a granulometria fine. ecc.) che vanno additivati:

- in funzione del miglioramento delle caratteristiche fisico-idrologiche con substrati artificiali ed altri materiali comunemente usati in vivaistica (lapillo. pomice. torbe. compost. bentonite. ecc.):
- in funzione del miglioramento delle caratteristiche organiche adottando tecniche di ammendamento con uso combinato di fertilizzanti. concimanti. attivatori dell'attività microbiologica a base di batteri e micorrize. fitormoni. ecc..

Nel caso di cantieri si parla in genere di un suolo, detto anche **antroposuolo**, **suolo tecnogenico** o **tecnosuolo**, la cui struttura, i cui orizzonti o la cui profondità sono stati sostanzialmente modificati da interventi umani, per esempio l'asportazione di suolo, il ripristino di strati di suolo, un apporto massiccio di compost, lo spianamento di superfici o la lavorazione profonda del terreno.

La sequenza tipica degli orizzonti pedologici può essere descritta in modo semplificato come segue

- **lo strato superiore**: in genere di colore scuro, ricco di humus e organismi, attraversato da una fitta rete di radici, permeabile e strutturato da aggregati. Nel settore della pedologia è detto «orizzonte A» e nei cantieri «humus» o «terra o terreno vegetale»;
- **lo strato inferiore**: di colore più chiaro, meno ricco di humus e organismi. Di norma la sua struttura è più compatta di quella dello strato superiore. Tra i pedologi è detto «orizzonte B» e nei cantieri «terra minerale»;

gli strati minerali più profondi: composti da roccia o altro materiale non degradati o poco degradati da agenti meteorici. Tra i pedologi sono noti come «roccia madre», «sottosuolo» o «orizzonte C» e nei cantieri come «materiale di scavo».

Siccome nei cantieri la terminologia può variare fortemente, è importante sapere esattamente a cosa ci si riferisce.

Un suolo intatto, se possibile coperto di vegetazione, destinato al transito dei macchinari, al lavoro o al deposito è detto suolo naturale:

- lo strato superiore e lo strato inferiore sono asportati
- il sottosuolo è scavato.

Dopo un asporto di suolo, si parla di materiale proveniente dallo strato superiore per l'orizzonte A e di materiale proveniente dallo strato inferiore per l'orizzonte B.

Dopo lo scavo dell'orizzonte C si utilizza l'espressione «materiale di scavo».

MESSINELLO_Relazione tecnica sulla tutela del suolo in cantiere

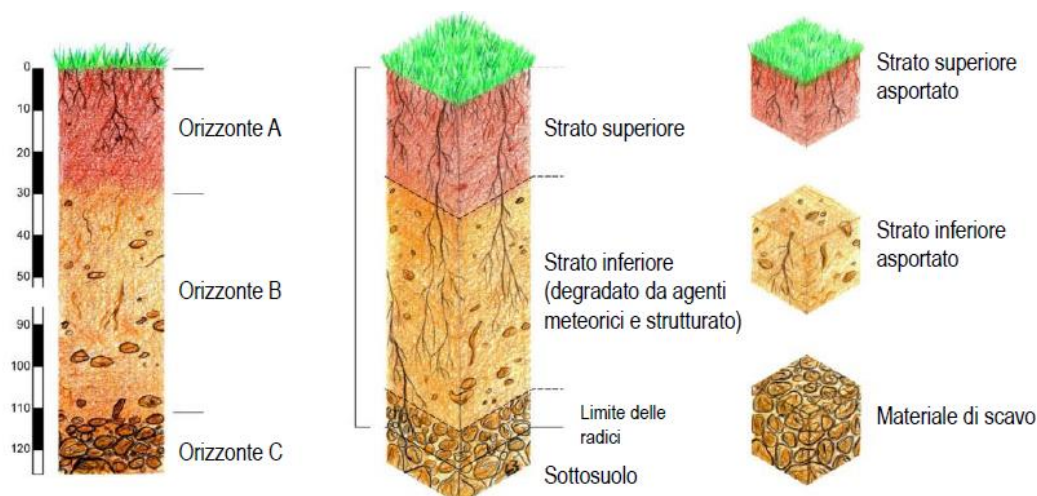


Figura 3: Definizione del suolo

Il deterioramento del suolo può essere di natura chimica, fisica o biologica. La che segue riassume i principali processi di deterioramento del suolo.

Durante i lavori di costruzione occorre prendere misure di prevenzione adeguate per evitare, ad esempio, i deterioramenti causati dal compattamento e dai movimenti di terra.

	Fonti principali	Effetti
Deterioramento chimico <ul style="list-style-type: none"> • Metalli pesanti e fluoro • Sostanze organiche difficilmente degradabili 	Apporto diffuso di inquinanti prodotti: <ul style="list-style-type: none"> • da attività industriali • dai trasporti • dai riscaldamenti • da concimi e prodotti fitosanitari • da siti inquinati e rifiuti 	<ul style="list-style-type: none"> • Riduzione durevole della fertilità del suolo • Arricchimento di inquinanti nella catena alimentare • Perturbazione dell'attività biologica • Inquinamento delle acque superficiali e sotterranee
Deterioramento fisico <ul style="list-style-type: none"> • Erosione • Compattamento del suolo 	<ul style="list-style-type: none"> • Pratiche agricole inadatte • Gestione scorretta del suolo nei cantieri 	<ul style="list-style-type: none"> • Riduzione della fertilità del suolo (riduzione dello spessore) • Declino della resa nell'agricoltura • Danni a colture e infrastrutture agricole (canalizzazioni ecc.) • Apporto di fertilizzanti nelle acque e nei biotopi • Modifica della struttura del suolo • Blocco di importanti funzioni del suolo (p. es. infiltrazione delle acque) • Aumento del pericolo di piene e della gravità delle magre
Deterioramento biologico	<ul style="list-style-type: none"> • Introduzione di organismi alloctoni, p. es. OGM con conseguenze sconosciute, neofite 	<ul style="list-style-type: none"> • Rischio di destabilizzazione dell'ecosistema «suolo» • Declino della biodiversità
Perdita quantitativa di suolo	<ul style="list-style-type: none"> • Sviluppo edilizio • Costruzione di strade ecc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Distruzione del suolo • Perdita di funzioni del suolo • Aumento del rischio di piene

Figura 4: Deterioramento fonti ed effetti

La valutazione del suolo in profondità, la cosiddetta diagnostica del suolo, avviene di regola con una trivella a mano (trivella Edelman di tipo olandese o sonda concava a sezione semicircolare) fino a una profondità di circa un metro se la presenza di sassi non ostacola il lavoro già a profondità minori.

A partire dagli effettivi affioramenti (profilo) viene allestita una descrizione particolareggiata sotto forma di una scheda di profilo.

In caso di sospetto di inquinamento, il materiale di sterro va analizzato.

Progetto	Misure	Cartografia del suolo	Cartografia assiale	Prova delle vanga (confronto)	Analisi del suolo*	Misurazioni fisiche**
Grandi cantieri (strada/ferrovia)						
Luoghi d'estrazione (ghiaia, pietra, argilla)						
Discariche e riempimenti						
Condotte interrato						
Ripristino						
Grandi adattamenti del terreno						
Constatazione di danni precedenti						
Danni di coltivazione						
Apporto di suolo/substrati						
Sgombero di materiale di sterro						

- * Sostanze nocive, granulometria, sostanza organica
** Densità apparente, stabilità meccanica ecc.



Legenda

Il rilevamento dello stato iniziale, ossia dello stato attuale è, di regola, già richiesto nel quadro di un EIA o di una procedura di approvazione dei piani o può essere richiesto per esempio come provvedimento per l'assunzione preventiva dei mezzi di prova.



Queste misure sono raccomandabili a titolo complementare, per una valutazione complessivamente migliore, come metodo peritale usuale o come possibilità di paragone.

Quadro riassuntivo delle procedure per il rilevamento dello stato iniziale (4).

Figura 5: Rilevamento delle caratteristiche del suolo

Per gli interventi di lungo periodo viene prelevato un campione di terreno ottenuto mediante carotaggio in linee (transesti) a distanze di 25÷50 metri, a seconda della configurazione del paesaggio e delle diversità previste nella conformazione del suolo.

Il colore degli orizzonti del suolo offre le prime indicazioni sull'evoluzione, la profondità del terreno vegetale e la permeabilità del suolo.

Mediante il test tattile viene determinata la distribuzione granulometrica (tessitura). Allo stesso tempo possono essere constatate le alterazioni nel regime idrico e dell'aria (imbibimento, macchie ocre, colorazione grigia, odore).

Con l'acido cloridrico (HCl) è possibile stabilire la presenza di carbonato di calcio e con un reagente liquido o barrette di prova può essere misurata approssimativamente l'acidità del suolo (pH) in base a una scala cromatica.

3.1 Principi e obiettivi della gestione del suolo nei cantieri

I principi di base della protezione del suolo mirano a prevenire le perdite di suolo (quantità) e a conservarne la fertilità (qualità). I tre principi della protezione del suolo nei cantieri sono i seguenti:

prevenire: è più facile che risanare a posteriori i suoli non trattati correttamente. Il principio di prevenzione si applica in un'ottica sia quantitativa sia qualitativa: occorre assicurarsi di ridurre al minimo le perdite di suolo e salvaguardare il più possibile la fertilità del suolo.

ridurre le superfici occupate e l'asporto di suolo al minimo indispensabile per la realizzazione del progetto (piste di cantiere, impianti, lavori di asporto su superfici scavate o lavorate): la miglior protezione del suolo consiste sempre nell'evitare qualsiasi passaggio e asporto. Utilizzare i suoli con moderazione significa:

utilizzare suoli già deteriorati, ovvero suoli impermeabilizzati o già fortemente modificati da interventi precedenti;

conservare i suoli importanti per l'agricoltura e la selvicoltura, per la protezione della natura e del paesaggio e per la protezione delle acque sotterranee e superficiali.

Valorizzare lo strato superiore e inferiore asportato. Per valorizzazione si intende una riutilizzazione (o riciclaggio) del materiale asportato in funzione della sua qualità. Essa può avvenire in loco o in un altro sito, ad esempio nell'ambito del ripristino di superfici agricole o del risanamento di suoli danneggiati.

Conservare e risanare i suoli significa:

- conservare la fertilità del suolo rispettando le misure generali di protezione del suolo;
- migliorare i suoli artificiali e risanare le superfici agricole contaminate, prestando attenzione a che i progetti di risanamento dei suoli agricoli siano integrati precocemente nella fase di pianificazione, in modo da poter essere inseriti nel progetto pubblicato.

I principali obiettivi per la protezione del suolo possono essere riassunti come segue:

- mantenere intatti gli aggregati del suolo dopo ogni occupazione del suolo o movimento di terra;
- conservare i pori, sia nella loro diversità sia nella loro continuità (drenaggio e aerazione del suolo, cfr. misurazione della densità apparente come parametro);
- mantenere lo spessore e l'ordine degli strati;
- garantire la valorizzazione del suolo asportato non contaminato con una buona qualità di tessitura anche al di fuori del cantiere.

Dovrà essere definito se, per quanto possibile, il ripristino sarà conservativo, oppure se e quanto ci saranno trasformazioni rispetto alla situazione *ante operam*. Ad esempio, può succedere che possano essere modificate le morfologie originarie creando dei versanti in un'area pianeggiante ed in questo caso per i suoli diventa sensibile il tema del rischio di erosione. In ogni caso la progettazione deve tenere conto delle relazioni suolo pianta.

Nel progetto, cioè, si dovrà tenere conto delle caratteristiche e qualità che il suolo dovrà avere e quindi di tutte le attività che si dovranno svolgere in relazione anche ai diversi impatti cui saranno soggetti i suoli. La casistica che verrà trattata con maggiore dettaglio è quella che prevede l'asportazione ed il successivo ripristino.

È importante sottolineare come un'adeguata tecnica di ripristino ambientale possa consentire l'instaurarsi di condizioni pedologiche accettabili in tempi brevi, che sono la premessa per il successo degli interventi di rivegetazione.

Il suolo in natura è frutto di una lunga e complessa azione dei fattori (fattori della pedogenesi), e se vogliamo in seguito "riprodurre" un suolo il più possibile simile a quello presente ante operam dovrà essere posta la massima cura ed attenzione alle fasi di: asportazione, deposito temporaneo e messa in posto del materiale terroso.

Un suolo di buona qualità sarà in linea generale più capace di rispondere, sia nell'immediato sia nel corso del tempo, alle esigenze del progetto di ripristino, ossia occorreranno minori spese di manutenzione e/o minore necessità di ricorrere ad input esterni.

Il materiale terroso può essere prelevato in loco dello stesso cantiere oppure da altri siti. Evidentemente nel secondo caso si dovrà valutare con maggiore accuratezza l'idoneità del materiale. È evidente, che se si vuole ricostituire in un ambiente una copertura vegetale coerente con la vegetazione potenziale dell'area, i suoli debbono essere coerenti con quelli naturalmente presenti nell'area. A tale scopo, per esempio, le cartografie dei suoli a piccola scala possono essere molto utili, in prima approssimazione, ai fini di questa valutazione poiché permettono di verificare se l'area di provenienza delle terre da scavo ricade in un'area con caratteristiche simili a quella dell'intervento di ripristino. Per effettuare questa valutazione è necessaria una buona esperienza nel settore e comunque occorrerà sempre una valutazione diretta sul materiale. **La normativa che regola attualmente le terre da scavo è quella del Decreto legislativo del 3-4-2006 n. 152 ed il successivo Decreto Legislativo 16 gennaio 2008, n. 4 (Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale) tratta delle terre da scavo nell'art. 186.**

Esiste a livello regionale, di province autonome ma anche comunale una complessa serie di norme, linee guida e regolamenti che regolano la materia alle quali si rimanda.

Ogni cantiere dovrà per quanto possibile limitare il degrado del suolo, cercando di preservarne la qualità, evitando ogni inutile costipamento o alterazione degli orizzonti naturali del suolo. A tal fine si raccomanda di:

- circolare solo su suolo asciutto e con sufficiente portanza;
- impiegare solo macchine e procedimenti adatti. Sono adatte le macchine possibilmente leggere e con buona ripartizione del peso, vale a dire con basso carico sul terreno. I telai larghi e lunghi riducono la pressione sul suolo;
- evitare tragitti inutili;
- ridurre al minimo la superficie dell'intervento;
- evitare ogni spostamento inutile di suolo, segnatamente la scarificazione dell'humus e non lasciare mai il suolo senza copertura vegetale, ossia incolto e non protetto.

3.1.1 Strategia di protezione del suolo

Una strategia di protezione del suolo dovrebbe comprendere i seguenti elementi:

- la descrizione dello stato iniziale;
- il calendario dei lavori e gli obiettivi di ripristino;
- la riduzione al minimo delle superfici occupate e le misure di riduzione dell'asporto di suolo;

MESSINELLO_Relazione tecnica sulla tutela del suolo in cantiere

- l'inerbimento preliminare delle superfici occupate;
- la scelta delle macchine e del metodo di asporto;
- gli accessi, le piste e gli spiazzati per le attrezzature di cantiere provvisori;
- il deposito temporaneo e il bilancio dei materiali asportati (strato superiore e inferiore, inquinato e non inquinato)
- il ripristino dei suoli al termine dei lavori (suoli asportati e non asportati);
- la ricoltivazione e la supervisione dopo il collaudo dell'«opera suolo»;
- il collaudo finale delle superfici occupate temporaneamente.

Le misure sono precisate mediante i seguenti piani e carte:

- il piano di asporto di suolo con gli spessori del suolo;
- i piani con le piste di cantiere, gli impianti provvisori e i depositi temporanei del suolo asportato

3.1.2 Descrizione dello stato iniziale e del grado di sensibilità dei suoli

La descrizione dello stato iniziale consente di determinare la qualità e la sensibilità dei suoli interessati dal progetto. È possibile effettuare una diagnosi di tutti i tipi di deterioramento all'interno del perimetro del progetto, come ad esempio gli inquinamenti del suolo, e rilevare la presenza di drenaggi o di resti archeologici.

In generale, nei cantieri sono rilevati gli spessori e le caratteristiche degli orizzonti (strato superiore e strato inferiore) allo scopo di allestire un piano di asporto di suolo. Per elaborare una carta della sensibilità dei suoli nei confronti dei deterioramenti fisici, bisogna inoltre rilevare i principali parametri pedologici, ossia pietrosità appariscenti, tessitura, pH, tenore di sostanza organica, gruppo di regime idrico e profondità utile alle radici. A seconda della fase di pianificazione, del grado di dettaglio richiesto e delle domande a cui deve rispondere il progettista, sono possibili altri rilevamenti e sondaggi.

L'asportazione di eventuale terreno inquinato da metalli pesanti o inquinanti organici deve essere classificato e differenziato secondo il grado d'inquinamento. Ricordiamo che il suolo asportato è suddiviso in tre categorie:

- suolo non inquinato: può essere riciclato senza restrizioni, a patto che siano rispettati i principi descritti;
- suolo debolmente inquinato: deve essere valorizzato all'interno del perimetro del cantiere (luogo di provenienza), per evitare di diluire l'inquinamento.

Per il deposito temporaneo di questo materiale, la buona prassi prevede la posa di un telo di protezione o un geotessile sotto il deposito, allo scopo di proteggere il suolo non inquinato. Se il materiale non può essere valorizzato in loco, deve essere smaltito con i rifiuti;

- suolo fortemente inquinato: non può essere riciclato e deve essere smaltito con i rifiuti.

Il suolo asportato inquinato da piante indesiderate deve essere riciclato o risanato nel luogo in cui viene prelevato. Se ciò non è possibile, deve essere smaltito in modo tale da escludere l'ulteriore diffusione di tali organismi. Occorre evitare che, in seguito ai movimenti di terra, piante indesiderate vengano liberate o colonizzino nuove nicchie ecologiche. Si distingue tra neofite (piante esotiche giunte in tempi storici) e piante indigene problematiche. Alcune neofite possono essere invasive, provocare problemi di salute (piante allergeniche),

3.1.3 Pianificazione dei lavori di terra e formulazione di obiettivi

In generale, bisogna sfruttare in modo ottimale i periodi vegetativi (mesi estivi) e i periodi secchi ed evitare i mesi autunno-invernali. Le statistiche climatiche permettono di valutare la frequenza delle precipitazioni. Scegliendo i periodi più favorevoli per l'evaporazione e il prosciugamento dei suoli, si riduce il rischio di compattamento dello strato inferiore.

Occorre pertanto prevedere abbastanza tempo per i lavori

di preparazione (p. es. gli accessi e i lavori di asporto), tenendo conto di eventuali interruzioni dei lavori in seguito a forti precipitazioni.

Le analisi dello stato iniziale consentono di precisare il capitolato per gli studi da realizzare e di formulare, al più tardi al momento del progetto esecutivo, gli obiettivi per il ripristino delle superfici occupate temporaneamente. Questi obiettivi devono poter essere misurati e controllati in occasione del collaudo dei lavori.

Agli obiettivi di protezione del suolo stabiliti possono aggiungersi altre restrizioni, ad esempio sulla protezione delle acque o della natura. In tal caso occorre definire in modo più preciso come ricoltivare le superfici occupate temporaneamente.

Nel pianificare la viabilità del cantiere, i lavori di asporto, i movimenti di terra e il transito sui suoli inerbiti, il committente deve sforzarsi di ridurre allo stretto necessario le superfici occupate ed evitare di deteriorare il suolo. L'asporto dello strato superiore e inferiore può distruggere gli aggregati del suolo e la porosità naturale. Per questo motivo occorre limitare il più possibile le superfici asportate e privilegiare metodi rispettosi del suolo. L'asporto dello strato superiore priva il suolo del principale involucro protettivo.

Lo strato inferiore messo a nudo è instabile ed esposto alle intemperie senza alcuna protezione. Se il suolo asportato è portato via dal cantiere, occorre provvedere all'elaborazione di un calendario per la sua riutilizzazione e valorizzazione, tenendo conto degli obiettivi di protezione del suolo³⁶, senza dimenticare di avviare per tempo la necessaria procedura di autorizzazione.

3.1.4 Riduzione delle superfici occupate e asportate

Un cantiere ben organizzato opta per i metodi di costruzione che riducono al minimo le superfici asportate e limitano le superfici occupate temporaneamente. Ciò consente anche di abbassare i costi. La buona prassi prevede che siano asportati suoli solo su superfici oggetto di movimenti di terra e lavori di scavo.

Nel scegliere l'ubicazione di deposito delle attrezzature depositate a lungo termine bisogna prestare particolare attenzione al grado di sensibilità al compattamento dei suoli.

Per il deposito di attrezzature a lungo termine, le raccomandazioni prevedono in genere l'asporto di suolo. Per «a lungo termine» si intende un periodo superiore a un anno. La prassi degli ultimi anni mostra tuttavia che tale periodo può essere aumentato ad almeno tre anni senza compromettere la rigenerazione del suolo.

L'esperto esamina la situazione in dettaglio, considerando ad esempio i seguenti criteri:

- le caratteristiche e la sensibilità dei suoli;
- il grado di sollecitazione dei suoli (macchine, materiali ecc.);
- il tipo di coltura prima degli interventi;
- la topografia e l'ubicazione esatta delle superfici occupate;

MESSINELLO_Relazione tecnica sulla tutela del suolo in cantiere

- gli obiettivi di ripristino;
- lo spazio disponibile per il deposito del materiale.

Per il ripristino, al termine dei lavori, possono rivelarsi necessari metodi di sarchiatura e aereazione dello strato superiore (es. vangatrice) o l'inerbimento.

Le raccomandazioni in sintesi:

far analizzare le superfici temporanee del cantiere e la sensibilità del suolo;

- pianificare un inerbimento preliminare delle superfici occupate;
- non asportare le superfici utilizzate per il cantiere (attrezzature, deposito di materiale ecc.), bensì coprire il suolo naturale con un geotessile e uno strato di sabbia ghiaiosa non trattata (0/45), sempreché il suolo non presenti una particolare sensibilità al compattamento o sia presente unicamente un sottile strato di suolo su un sottosuolo rigido. Una volta posato lo strato protettivo, il suolo può resistere a forti carichi per anni;
- nel localizzare le superfici occupate assicurarsi inoltre di delimitare i suoli naturali non interessati dalle attività del cantiere. È possibile bloccare l'accesso a tali suoli costruendo barriere o segnalarli mediante cartelli, in modo da evitare di attraversare zone non protette e prevenire un inquinamento diretto. I terreni nei pressi del cantiere, in particolare le superfici agricole, possono essere utilizzati per le attrezzature di cantiere o come deposito solo dopo aver ottenuto l'approvazione delle autorità e stipulato una convenzione con gli utenti/gestori.

3.1.5 Inerbimento preliminare delle superfici occupate

L'inerbimento dei suoli prima dei lavori di terra si è rivelato molto efficace. Ciò vale per tutti i suoli e tutte le superfici occupate, sia temporanee che definitive. L'inerbimento delle superfici fa sì che si prosciughino più rapidamente (evapotraspirazione), accelerando la transitabilità su di esse con le macchine destinate all'asporto di suolo.

Viene così prolungata la durata d'impiego delle macchine. I suoli inerbiti costituiscono quindi un vantaggio sia dal punto di vista del rapporto costi-benefici dei lavori sia da quello della protezione del suolo.

Una superficie inerbita dispone di una copertura vegetale ben radicata, che stabilizza il suolo e accelera il prosciugamento. In caso di canicola, l'evaporazione su un prato può raggiungere cinque litri di acqua per metro quadrato al giorno.

Un confronto tra i prati naturali e le superfici arate mostra che i suoli nudi sono più sensibili al compattamento (minor porosità e permeabilità all'acqua). La struttura del suolo dei prati è più stabile e resistente ai deterioramenti fisici.

Le superfici dei prati si asciugano meglio durante l'intero periodo vegetativo ed inoltre, dopo il raccolto, il frumento non ha più alcun effetto di prosciugamento, mentre l'erba, se falciata regolarmente, può ricrescere fino in autunno inoltrato, consentendo così un prosciugamento dei suoli per buona parte dell'anno.

4 GLI IMPATTI SUL SUOLO IN CANTIERE

4.1 Gli impatti delle macchine operatrici

Le attività di cantiere comportano necessariamente “modifiche” all’ambiente e al paesaggio, che normalmente, se ben progettate ed eseguite, sono considerate irrilevanti o limitate nel tempo.

Non esiste, nei cantieri un sistema di lavoro intrinsecamente a basso impatto ambientale, valido indiscriminatamente in tutte le situazioni. Esistono invece diversi sistemi di lavoro che, con le opportune valutazioni caso per caso, permettono di contenere o minimizzare l’impatto ambientale e di ottimizzare quello economico.

Molti dei danni possono essere riconducibili all’utilizzo di mezzi non adatti o ad un errato impiego degli stessi.

Negli ultimi decenni si è assistito spesso all’utilizzo di macchine più produttive e pesanti. I principali effetti negativi di un errato impiego di macchinari pesanti si ripercuotono a livello del suolo, tramite la compattazione, il rimescolamento e l’asportazione degli strati superficiali.

Questi fenomeni portano a profonde modificazioni delle caratteristiche del suolo, in particolare drenaggio e infiltrazione, con conseguenti fenomeni di ristagno idrico ed erosione.



Figura 6: Formazione di solchi causata dal passaggio di macchine da cantiere. In seguito ad eventi meteorici si possono formare importanti ristagni idrici

I principali effetti negativi dei lavori di cantiere si hanno a livello del suolo. Il passaggio dei mezzi meccanici, infatti, agisce sul suolo applicando forze verticali, orizzontali e di taglio. In particolare, si

MESSINELLO_Relazione tecnica sulla tutela del suolo in cantiere

verificano due processi di degradazione del suolo: la compattazione ed il rimescolamento degli strati superficiali. Entrambi i fenomeni si verificano per effetto del passaggio di mezzi meccanici.

La compattazione è il risultato dell'incremento della densità di particelle del suolo causata dalla pressione esercitata da pneumatici o dai cingoli. Ogni suolo ha una certa suscettibilità ad essere compattato che dipende dalla sua portanza (Figura 5), cioè la sua capacità di sopportare una compressione verticale, dovuta ad un carico sovrastante, senza deformarsi irrimediabilmente.

La portanza del suolo è funzione di diversi fattori, di seguito viene riportata una tabella con alcuni valori di portanza di diversi tipi di suolo (Figura 6 e 7). In linea generale, quando la portanza del suolo è minore della pressione esercitata dalla macchina, si verifica un aumento della densità del suolo, ovvero, il suolo si compatta. Un suolo che viene compattato avrà una portanza maggiore ed eviterà che la macchina sprofondi ulteriormente. La pressione e la portanza si esprimono con la stessa unità di misura, in kg/cm², in bar o in Pascal (1 kg/cm² = 1 bar = 100 kPa).



Figura 7: Effetto del passaggio di un mezzo meccanico sul suolo. Nella porzione di suolo impattata dal pneumatico si può osservare l'effetto del compattamento che porta gli strati del suolo ad essere più ravvicinati, implicando quindi un peggioramento della struttura del suolo

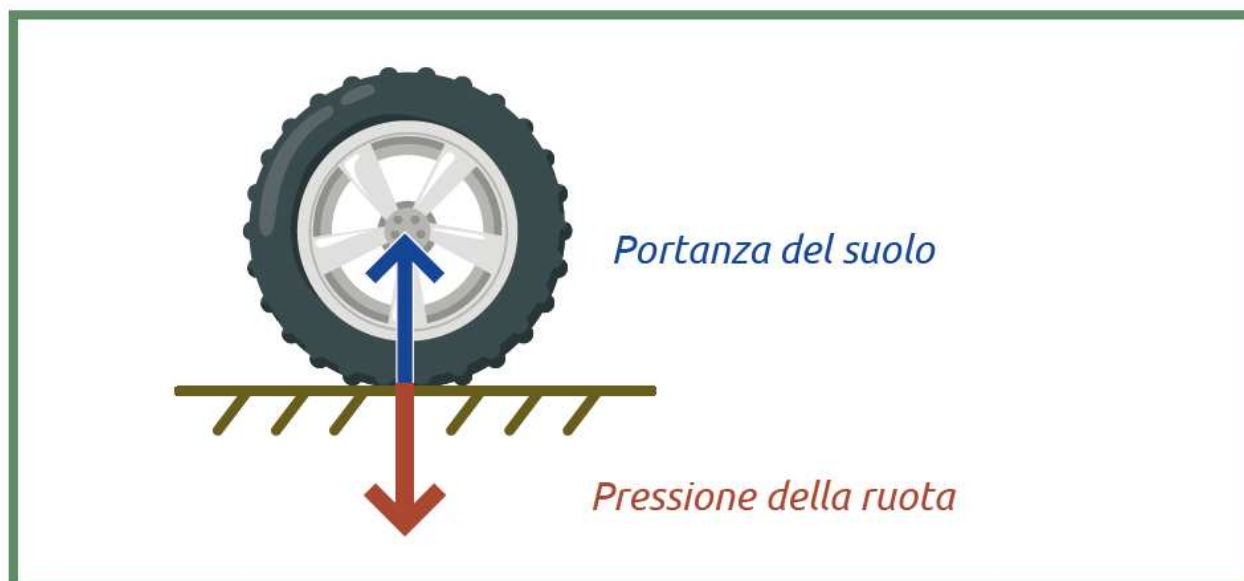


Figura 8: Rappresentazione grafica della portanza del suolo

La compattazione, con il conseguente aumento della densità del suolo, ha numerose ricadute negative sulle caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche del suolo.

Il principale effetto negativo si riscontra sulla struttura del suolo, che può essere fortemente deteriorata. La distruzione della struttura del suolo condiziona in particolare la porosità del suolo, cioè la distribuzione e la dimensione degli spazi vuoti. Un suolo compattato può avere una porosità ridotta anche del 50-60%.

I macro e i micro pori permettono la circolazione di aria ed acqua nel suolo e sono quindi indispensabili a numerosi processi biologici e al buon drenaggio del suolo, cioè ad evitare fenomeni di ristagno idrico ed erosione. La diminuzione della porosità quindi porta ad una riduzione dell'aerazione, dell'assorbimento di nutrienti e della disponibilità d'acqua per microrganismi e radici. Il suolo riesce inoltre a trattenere una minore quantità di acqua e questo, su un pendio, può portare all'aumento del deflusso superficiale delle acque meteoriche e all'erosione del suolo.

Tutto questo ha un effetto anche sulla componente biologica del suolo.

La compattazione tende sia a diminuire la biomassa microbica che a rallentare i processi e le attività biologiche, soprattutto a causa della riduzione della porosità del suolo.

La riduzione della biomassa e dell'attività microbica porta ad un rallentamento del ciclo dei nutrienti, ostacolando così la produttività degli ecosistemi. L'effetto negativo della compattazione sulla crescita delle piante è ben documentato.

Oltre che ad una diminuzione della fertilità, la diminuzione della crescita della biomassa della vegetazione è dovuta alla difficoltà per le radici di svilupparsi in un suolo compattato e alle condizioni anossiche che provocano l'asfissia delle radici. Lo sviluppo delle radici di alberi e plantule può essere ridotto quando la resistenza a penetrazione del suolo supera i 2.5 MPa e il danno maggiore è a carico delle giovani piante, più soggette allo stress connesso alla compattazione.

Un suolo non compattato (o debolmente compattato) è quindi fondamentale per l'instaurarsi di condizioni che permettano lo sviluppo di qualsiasi tipo di vegetazione naturale o coltivata e per mantenere quindi un'elevata biodiversità vegetale.

Tipo di suolo o superficie	Portanza (bar)
Roccia compatta	125
Ghiaia	3-8
Neve fresca	0.1 - 0.3
Neve compatta	4 - 8
Torbiera	0.1 - 0.4
Sabbia compatta	> 3
Sabbia mediamente compatta	1 - 3
Argilla secca	4 - 12
Argilla bagnata	0.5 - 1.5

Figura 9: Valori di portanza di diversi tipi di suolo

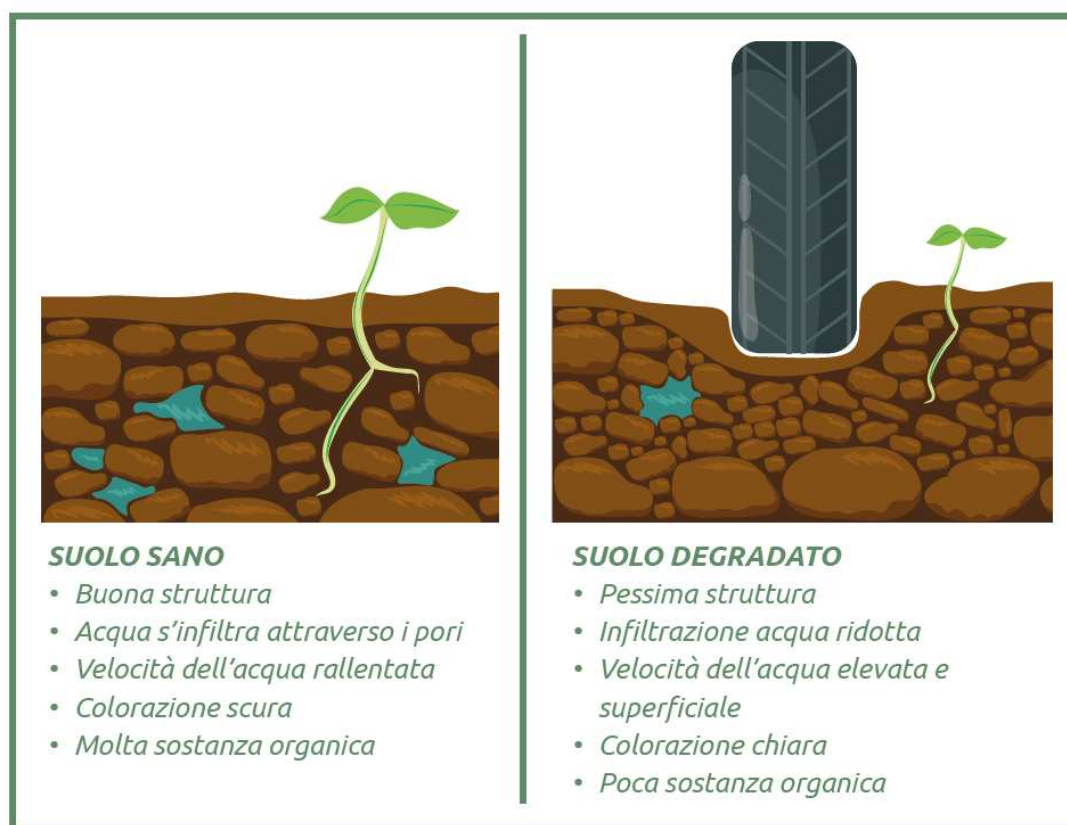


Figura 10: Suolo naturale (a sinistra) con buona struttura, porosità elevata e sviluppo radicale espanso. Il passaggio di macchine operatrici provoca una distruzione della struttura e una diminuzione della porosità (a destra), diminuendo la quantità di acqua che un suolo può trattenere ed impedendo l'espansione delle radici.

Il secondo effetto a carico del suolo che si può verificare al passaggio di un mezzo pesante è il rimescolamento degli strati superficiali del suolo dovuto alla formazione di solchi. Quest'ultimo risponde ad un processo simile a quello del compattamento, dove però le due forze che si bilanciano sono la trazione delle ruote e l'aderenza al suolo (Figura 9). Se quest'ultima è inferiore alla prima, si avrà uno slittamento delle ruote che, spostando lateralmente delle porzioni di suolo superficiale, formeranno così dei solchi.



Figura 11: Rappresentazione grafica della portanza del suolo

I solchi possono diventare dei percorsi preferenziali per il deflusso delle acque meteoriche, implicando una forte perdita di suolo superficiale per erosione.

Il suolo smosso durante il passaggio dei macchinari, infatti, può essere facilmente trasportato dalle acque meteoriche a causa dell'aumento del deflusso superficiale.

I fenomeni erosivi possono essere anche molto evidenti e presentarsi come colate di fango e detriti (se in pendenza). In caso di terreno pianeggiante, nei solchi è favorito l'accumulo di acqua meteorica e, quindi, il ristagno idrico; se il ristagno è prolungato, si instaurano condizioni anossiche nel suolo.

Le principali conseguenze della compattazione e formazione di solchi nel suolo sono quindi:

- diminuzione significativa dei macropori;
- distruzione della struttura del suolo;
- forte aumento della densità del suolo;
- perdita di permeabilità all'acqua;
- perdita della capacità di ritenzione idrica.

4.1.1 Caratteristiche delle macchine e degli pneumatici

Area di contatto pneumatici

La massa dei macchinari può variare molto (tra le 5 e le 40 tonnellate o più). La pressione esercitata dalla massa dei veicoli non è ripartita uniformemente su tutta la superficie del pneumatico, ma su

una superficie minore, cioè la porzione del pneumatico o del cingolo a diretto contatto con il terreno, rappresentata dall'area di contatto.

Questa è difficile da determinare perché dipende da diversi fattori, come la deformazione dei pneumatici, che è a sua volta influenzata dalle caratteristiche del pneumatico, dalla pressione di gonfiaggio e dal carico sulla ruota.

Durante il movimento dei mezzi, inoltre, l'area di contatto varia a seguito di accelerazioni, frenate, cambiamenti di direzione ed è influenzata anche dalla superficie non regolare del terreno sul quale transitano.

Pneumatici a bassa pressione svolgono un effetto di mitigazione degli impatti. Questo è dovuto alla maggiore area di contatto al suolo rispetto ad un pneumatico ad alta pressione di gonfiaggio.

Massa totale macchina e carico

La massa della macchina, in particolare la pressione media di contatto sul terreno, è fondamentale in quanto correlata all'entità della compattazione. Questo parametro, definito come il rapporto tra la massa della macchina e l'area di contatto a terra dei pneumatici o dei cingoli, rappresenta la pressione verticale e quindi la compattazione potenziale.

Pressione gonfiaggio pneumatici

La profondità dei solchi lasciati sul terreno è strettamente correlata alla superficie di contatto del pneumatico, in quanto un'elevata superficie di contatto consente di distribuire la pressione esercitata dal carico su una porzione maggiore di terreno, limitando così la profondità delle incisioni, e di aumentare la motricità del mezzo.

L'approfondimento dei solchi risulta essere sempre maggiore nel caso di pneumatici ad alta pressione (Figura 10) questo a causa della ridotta superficie di contatto rispetto al pneumatico a bassa pressione.

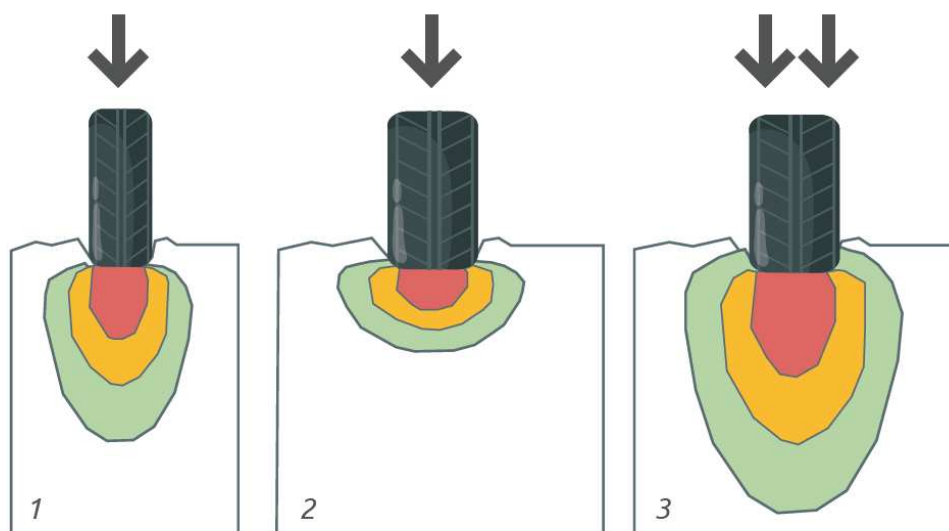


Figura 12: Rappresentazione grafica della pressione al suolo (verde=bassa, arancione=media, rossa=alta) causata da diversi pneumatici e carichi: 1) pneumatico con carcassa stretta (area di contatto piccola), 2) pneumatico con carcassa larga (area di contatto maggiore rispetto a 1), 3) pneumatico con carcassa larga e maggior carico



Figura 13: Pneumatici con alta (pneumatico a sinistra) e bassa (pneumatico a destra) pressione di gonfiaggio

4.1.1.1 Organi di propulsione dei veicoli

Per quanto riguarda l'effetto del tipo di organi di propulsione, ruote o cingoli, dei veicoli sulla compattazione, i dati sono contrastanti. Potrebbe essere infatti ragionevole pensare che i cingoli possano essere sempre migliori delle ruote, perché grazie al loro utilizzo aumenta la superficie di contatto. Per esempio, in un caso studio è stato riscontrato che con soli 6 passaggi un trattore gommato raggiunge lo stesso livello di compattazione riscontrato dopo 8 passaggi di un mezzo cingolato.

Il livello di stress al suolo, tuttavia, può anche essere maggiore per un mezzo cingolato a causa della permanenza più lunga del mezzo sulla stessa porzione di suolo e delle vibrazioni più elevate. Ciononostante, a causa della superficie di contatto inferiore con il terreno, i pneumatici tendono sempre a creare solchi più profondi rispetto ai cingoli.

Riassumendo, la bassa pressione di gonfiaggio, l'alto carico dei pneumatici e le caratteristiche del terreno contribuiscono ad aumentare l'area di contatto e a mitigare l'effetto negativo del passaggio dei mezzi meccanici.

MESSINELLO_Relazione tecnica sulla tutela del suolo in cantiere

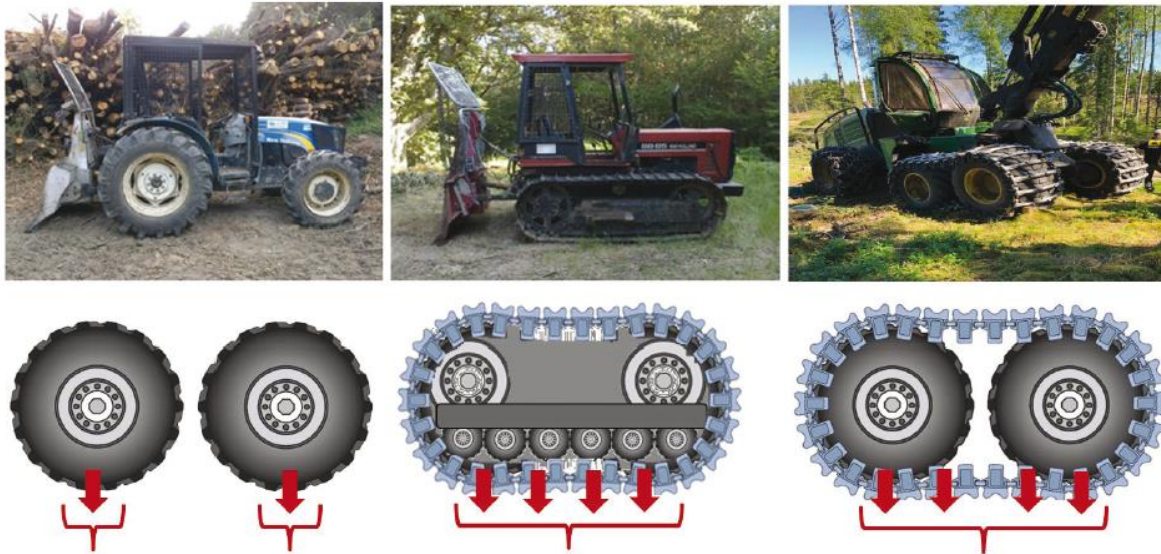


Figura 14: Area di contatto al suolo di trattore gommato (sinistra), trattore cingolato (centrale) e harvester con semi cingoli

4.1.2 Parametri di utilizzo dei macchinari

Numero di passaggi

La maggior parte degli impatti al suolo si verifica dopo i primi passaggi delle macchine, a causa della distruzione immediata della struttura del suolo e della riduzione della porosità.

Nei passaggi successivi al decimo la compattazione continua ad aumentare, ma con incrementi via via meno importanti (Figura 13).

Una volta compattato, infatti, qualsiasi terreno è relativamente resistente ad un'ulteriore compattazione. Questo suggerisce di utilizzare possibilmente sempre gli stessi tracciati per confinare gli impatti: è meglio passare 30 volte sulla stessa pista che 1 volta su 30 piste diverse.

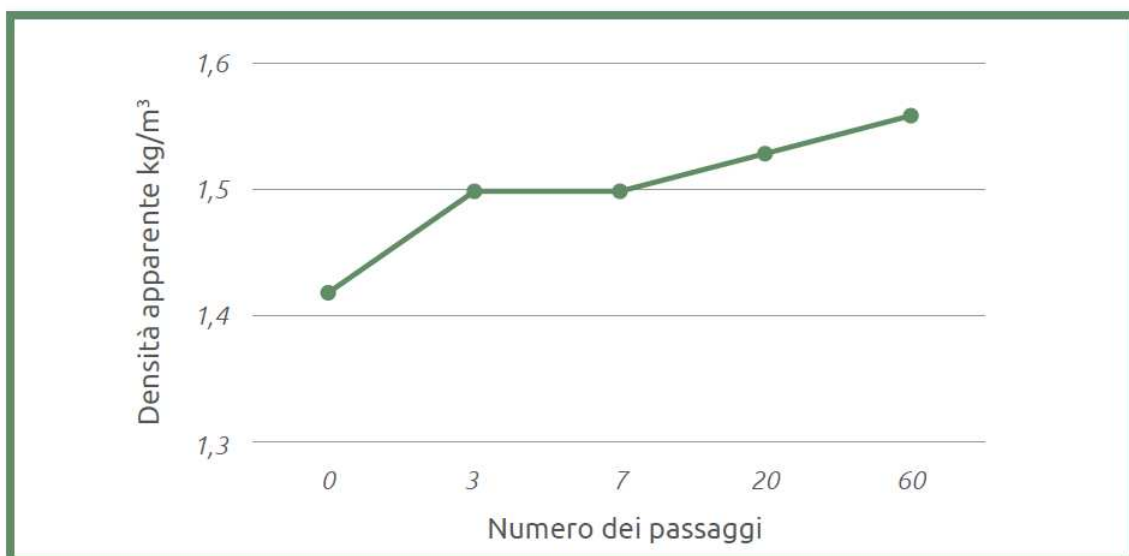


Figura 15: Comportamento della densità apparente all'aumentare del numero di passaggio di un mezzo meccanico

I solchi si formano a causa dello spostamento delle particelle di terreno in varie direzioni in seguito alle sollecitazioni degli pneumatici o dei cingoli al suolo. La profondità del solco e l'altezza del suolo accumulato lateralmente al solco stesso sono i parametri utilizzati per stimare l'impatto della solcatura.

Un numero di passaggi crescenti comporta un aumento della profondità del solco e, in determinate condizioni di umidità del suolo, anche un aumento del suolo accumulato lateralmente al solco (Figura 14).

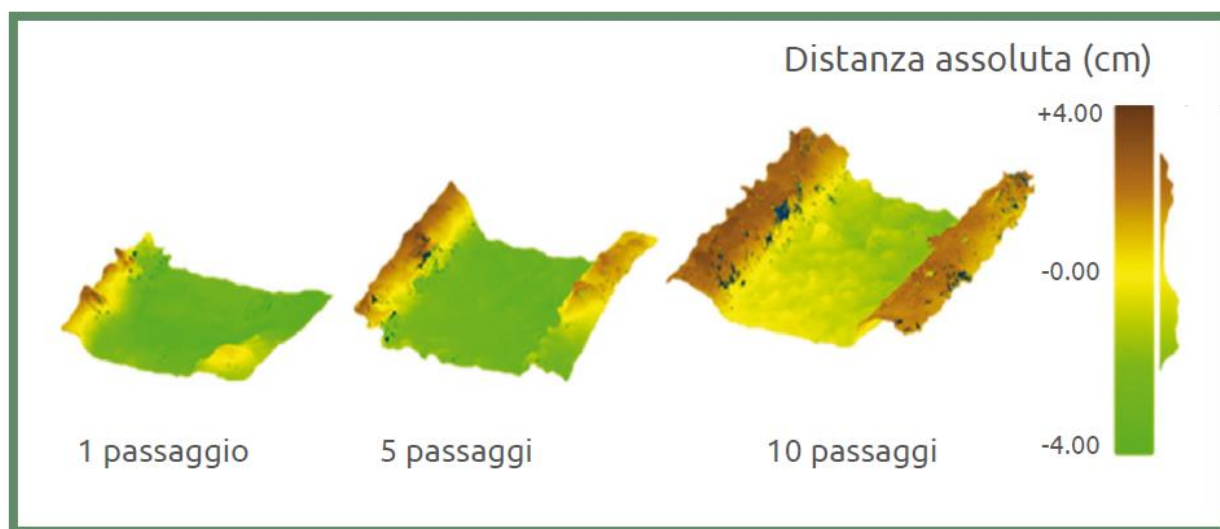


Figura 16: Ricostruzione 3D di solchi causati dal passaggio di un mezzo meccanico. L'aumentare dei passaggi provoca un maggior approfondimento (sezione in verde) ed accumulo di suolo laterale al solco (sezione marrone)

Pendenza del terreno

Anche la morfologia del territorio influisce sugli effetti al suolo causati da mezzi meccanici; per esempio, alcuni studi recenti hanno dimostrato che il compattamento del suolo causato dai mezzi aumenta all'aumentare della pendenza.

Il fattore pendenza è rilevante anche sulla profondità del solco: in particolare, la profondità del solco risulterebbe essere direttamente proporzionale all'aumento della pendenza, molto probabilmente perché la componente verticale della forza di carico verrebbe distribuita su una superficie più piccola.

In condizioni di lavoro su terreni ripidi, i mezzi cingolati sono i macchinari più impiegati. L'area di contatto, ampia e invariabile, consente di avere una buona aderenza, una bassa pressione unitaria al suolo e una buona stabilità sui pendii.

4.2 Fattori che influenzano la severità degli impatti sul suolo

La severità degli impatti al suolo che possono essere causati dal passaggio dei macchinari dipende da diversi fattori, elencati in Tabella 3 e descritti in dettaglio qui di seguito.

Caratteristiche del suolo	Caratteristiche della macchina	Parametri dell'utilizzazione
Scheletro e tessitura	Pressione gonfiaggio pneumatici	Numero di passaggi
Sostanza organica	Massa totale (macchina e carico)	Velocità del veicolo
Umidità	Area di contatto pneumatici	Pendenza del terreno
	Organi di propulsione dei veicoli	

Figura 17: Fattori che influenzano la severità degli impatti al suolo

L'umidità è una proprietà molto variabile nel corso del tempo, in funzione delle precipitazioni atmosferiche e dalla presenza di una falda acquifera più o meno superficiale. Un suolo umido ha una portanza ridotta ed è estremamente suscettibile ad essere compattato e a formare solchi perché, in presenza di acqua, le particelle del suolo subiscono una riduzione delle forze di attrito.

Certamente un suolo che presenta ristagno idrico in superficie non è evidentemente adatto ad essere percorso da un mezzo pesante. Tuttavia, un suolo può mostrarsi asciutto in superficie, ma essere molto umido più in profondità. In questo caso, oltre a non formarsi solchi, si avrà compattazione in profondità e l'effetto potrebbe non essere visibile in superficie.

Una buona presenza di sostanza organica può diminuire la compattabilità aumentando la resistenza alla deformazione: da una parte dona elasticità al suolo, che quindi è parzialmente in grado di tornare allo stato originale dopo essere stato compresso, dall'altra rafforza la resistenza degli aggregati. Per queste ragioni, un buon tenore in sostanza organica può essere anche più importante della tessitura nel rendere il suolo più resistente al compattamento.

4.3 Tempi di recupero del suolo

Il periodo necessario ad un suolo per recuperare le caratteristiche fisico-chimiche e biologiche a seguito dello stress dovuto al passaggio di macchine pesanti è molto variabile.

I danni possono persistere per diversi anni o addirittura decenni. I fattori che influenzano il periodo di ripristino delle condizioni del suolo sono prevalentemente sito-specifici, come la pendenza del terreno, la profondità del suolo, la tessitura, il contenuto di sostanza organica, il pedoclima e l'attività microbica del suolo.

Alterazioni nelle caratteristiche del suolo, nella composizione chimica (pH del suolo e contenuto di azoto, fosforo, potassio) e sulla sua fertilità sono state osservate anche dopo 25 anni su piste di cantiere.

MESSINELLO_Relazione tecnica sulla tutela del suolo in cantiere

La capacità d'infiltrazione dell'acqua nel suolo si ristabilisce in 10-15 anni nelle aree a minore impatto, arrivando fino a 20 anni nelle aree con maggior concentrazione di impatti.

Al fine di limitare gli impatti e la loro durata nel tempo è opportuno calibrare gli interventi in base alla suscettibilità del suolo ad essere compattato.

Le attività di cantiere dovrebbero essere limitate all'utilizzo di piste permanenti per ridurre l'estensione dell'area interessata dall'impatto.



Figura 18: evidenza dei danni dopo 3-5 anni dal cantiere, ben evidente (area in giallo con trasparenza) la pista utilizzata

5 RIDUZIONE DEGLI IMPATTI

Una soluzione per ridurre gli impatti è quella di effettuare i lavori di cantiere nei periodi in cui il terreno è relativamente secco (ma non troppo – se molto secco aumenta la disgregazione delle particelle di terreno) oppure congelato, quindi poco incline alla compattazione.

In ultimo, un sistema efficace per ridurre l'impatto al suolo è quello di effettuare un'accurata progettazione e pianificazione del lavoro.

In particolare, un attento tracciamento di piste da cantiere permanenti per tutta la durata del cantiere o anche dopo, consente di limitare il "disturbo" al suolo su poche aree selezionate.

5.1 Sistemi di supporto alle decisioni

Per ridurre gli impatti al suolo dovuti al passaggio dei mezzi meccanici esistono dei sistemi che aiutano i tecnici e gli operatori nella scelta dei periodi più adatti e dei tracciati migliori per operare, dipendentemente dalle caratteristiche dell'area di intervento (prevalentemente tipo di suolo, pendenza e umidità del terreno).

MESSINELLO_Relazione tecnica sulla tutela del suolo in cantiere

Sono i cosiddetti Sistemi di Supporto alle Decisioni (SSD, in inglese Decision Support Systems – DSS), nati normalmente a livello sperimentale, ma in alcuni casi applicati anche da aziende, per organizzare al meglio i lavori e ridurre gli impatti, o inseriti dai produttori di macchine nei computer di bordo.

Questi sistemi possono essere costruiti per fornire informazioni dinamiche, cioè variabili nel tempo, a seconda delle condizioni meteo e della tipologia di terreno fornendo indicazioni sulla transitabilità e sugli impatti attesi in caso di passaggio di mezzi pesanti.

A titolo di esempio, si indica il portale “Meteoblue® che fornisce un servizio di “soil trafficability” che restituisce un meteogramma dove viene riportata la capacità del suolo attuale e prevista nei giorni successivi, di sopportare il passaggio dei mezzi sulla base delle previsioni meteo e, quindi, dell’umidità prevista del suolo (Figura 17).

In pratica l’equivalente di una previsione meteo ma relativa alla portanza del suolo.

Questa capacità di resistere al passaggio dei mezzi viene restituita in 3 classi (buona transitabilità, transitabilità ridotta, non transitabile) dipendentemente dalla tipologia di suolo e della relativa capacità di trattenere l’acqua, oltre che dalle previsioni meteo dei 7 giorni successivi e le medie stagionali.

L’uso dei SSD è in particolare mirato alla riduzione degli impatti sul suolo, è in rapida espansione. La sempre più elevata quantità di dati e informazioni disponibili, oltre alla crescente capacità di accedervi e di utilizzarli, rende plausibile uno sviluppo e una diffusione di sistemi simili nel breve-medio periodo, con un elevatissimo potenziale di miglioramento in termini di riduzione degli impatti e di aumento dell’efficienza delle lavorazioni.

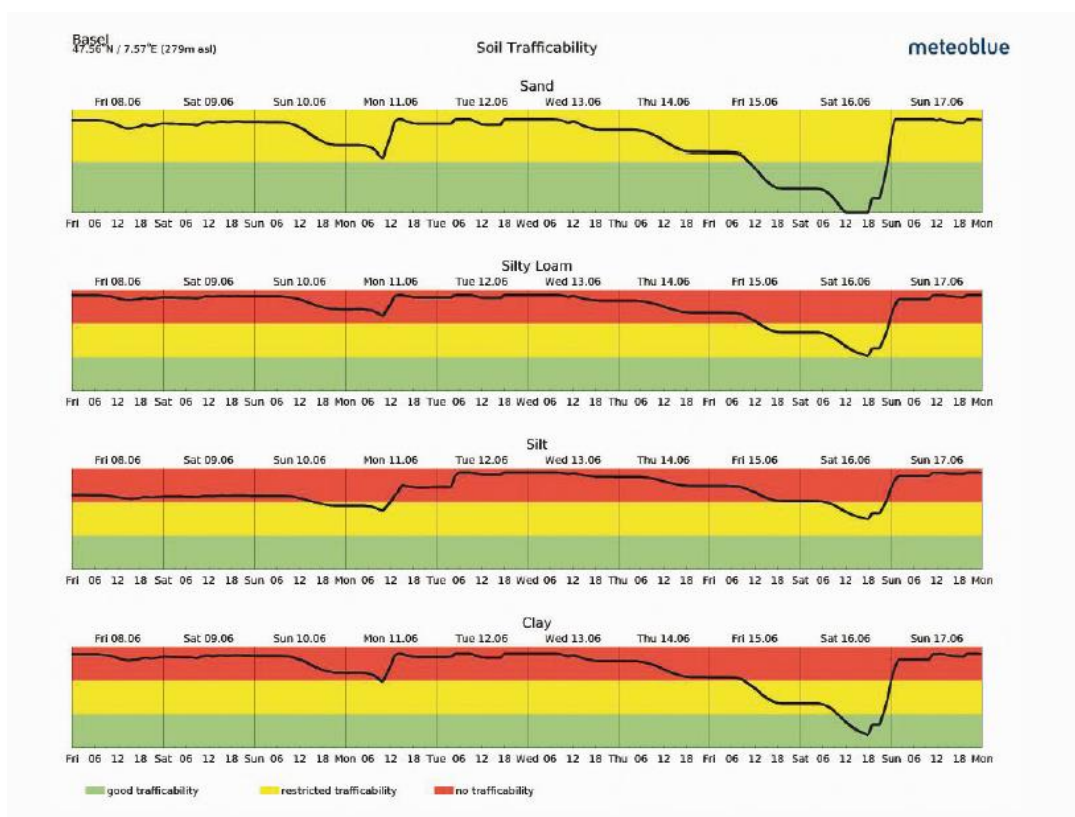


Figura 19: Esempio delle informazioni sulla transitabilità dei suoli fornite dal sistema “Meteoblue®”
www.meteoblue.com/en/blog/article/show/34885_Soil+Trafficability

5.2 In relazione alle caratteristiche del suolo

L'umidità iniziale del suolo è uno dei parametri fondamentali che agisce sulla severità ed estensione dell'impatto. È però un parametro molto variabile, che necessita di un monitoraggio costante ai fini della riduzione degli impatti. Un suolo con bassa umidità iniziale è meno propenso ad essere compattato, di conseguenza sono da evitare le operazioni di esbosco quando il suolo presenta un'alta umidità iniziale.

Risultano quindi fondamentali, ai fini della mitigazione degli impatti, la valutazione delle condizioni meteorologiche nei giorni antecedente le operazioni di cantiere e la misurazione diretta dell'umidità del suolo tramite tensiometro.

Nella tabella che segue (Tabella XX) sono evidenziate le condizioni di percorribilità in relazione alla tessitura del terreno e all'umidità del suolo.

Tessitura	Umidità suolo			
	Molto Secco (≥ 50cm profondità)	Secco	Umido	Molto Umido
Terreno con alto contenuto di scheletro	NON SENSIBILE	NON SENSIBILE	NON SENSIBILE	MOLTO SENSIBILE
Sabbioso (sabbia >70%)	NON SENSIBILE	NON SENSIBILE	SENSIBILE	MOLTO SENSIBILE
Argilloso	NON SENSIBILE	SENSIBILE	SENSIBILE	MOLTO SENSIBILE
Limoso	NON SENSIBILE	SENSIBILE	MOLTO SENSIBILE	MOLTO SENSIBILE




 NON SENSIBILE Transito possibile	 SENSIBILE Transitare con accorgimenti tecnici (come bassa pressione pneumatico)	 MOLTO SENSIBILE Il transito è sconsigliato
--	---	---

Figura 20: Grado di sensibilità del suolo al variare della sua tessitura e umidità

5.3 Modifiche ed accorgimenti sulle macchine

Alcuni accorgimenti tecnici riguardanti l'equipaggiamento di macchine e attrezzature possono essere presi in considerazione per ridurre i fenomeni di compattamento e solcatura. In linea generale, per ridurre l'impatto si deve ridurre la pressione esercitata a terra e questo si concretizza nell'aumentare la superficie di contatto:

- optare per pneumatici quanto possibile grandi e larghi;
- utilizzare ruote gemellate;
- adeguare la pressione dei pneumatici per gli attraversamenti di zone sensibili;
- ridurre il peso delle macchine, rinunciando a dimensioni e meccanizzazione eccessive;
- in terreni sensibili utilizzare cingoli o semi cingoli.

Di seguito sono riportate in dettaglio le raccomandazioni sopra descritte.

Dimensioni dei pneumatici

L'utilizzo di pneumatici più larghi limita la pressione esercitata sul terreno dal passaggio dei mezzi. La minor pressione al suolo influisce sulla formazione dei solchi, riducendo la profondità degli stessi fino al 30%.

Al fine di garantire un utilizzo sostenibile di macchine altamente meccanizzate dal peso considerevole, molti costruttori e produttori di pneumatici hanno ampliato la larghezza della flangia e della carcassa dei pneumatici.

La larghezza dei pneumatici da 400 mm è stata aumentata fino a 600 mm e in alcuni casi si è arrivati fino a 710 mm e 900 mm.

Si parla di pneumatico largo quando il rapporto tra l'altezza e la larghezza del pneumatico è inferiore a 0,8 (Figura 19).

Solitamente, però, questi pneumatici hanno battistrada poco profondi, o "meno aggressivi", e pertanto può essere difficoltoso affrontare in sicurezza tratti di pista ad elevata pendenza.

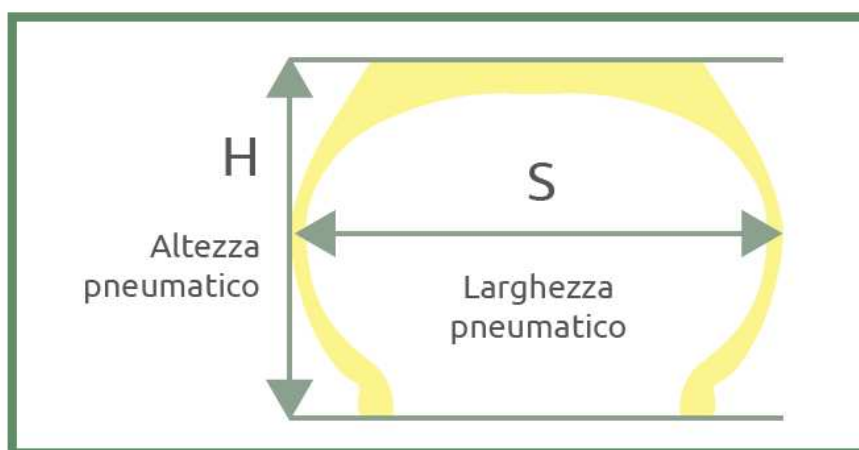


Figura 21: Quando il rapporto tra l'altezza del pneumatico e la sua larghezza è inferiore a 0,8 si parla di pneumatico largo

Numero di pneumatici

Considerato lo stesso peso macchina, i veicoli a 8 ruote, per esempio, esercitano una pressione minore al suolo, fino al 25% meno, rispetto ai veicoli a 6 ruote con conseguente riduzione di eventuali impatti al suolo.

Pressione di gonfiaggio pneumatici

Si notano benefici considerevoli, in termini di minor profondità delle "ruotate" lasciate sul terreno, quando si riduce la pressione dei pneumatici da 3.5 bar a 1 bar. Con una diminuzione sostanziale della pressione di gonfiaggio si ha un aumento considerevole della superficie di contatto del pneumatico con il terreno e, di conseguenza, una maggiore motricità e un minore impatto sul suolo.

Con valori intermedi di pressione, come 2 bar, l'aumento della superficie di contatto non è sufficiente per ottenere i benefici elencati precedentemente.

L'adozione di sistemi di controllo della pressione dei pneumatici (TPCS), che ottimizzano tale pressione in base alle condizioni di lavoro, è da favorire. Questa tecnologia, migliorando la trazione e la mobilità, può essere utile per la riduzione degli impatti, in combinazione con le altre prescrizioni.

Cingoli e catene

L'utilizzo dei mezzi cingolati, rispetto a quelli gommati, provoca una profondità dei solchi generalmente inferiore a causa della diversa superficie di contatto con il terreno.

Nelle aree in cui si hanno valori elevati di umidità del terreno è indispensabile allestire i mezzi con appositi cingoli (band tracks per esempio), in quanto, crescendo la superficie di contatto con il terreno, non s'incorre né in perdite di motricità né si rischia di provocare profonde incisioni.

L'impiego dei cingoli è risultato migliore, in termini di minor formazione di solchi, rispetto alla riduzione della pressione di gonfiaggio.

I semicingoli sono montati attorno ai pneumatici della macchina per fornire una maggiore superficie di contatto con il terreno, il che ne riduce il livello di pressione al suolo. I semi-cingoli aumentano la trazione e diminuiscono il fenomeno della solcatura, ma accrescono anche considerevolmente il peso della macchina e ne aumentano la resistenza all'avanzamento. Ogni elemento può pesare almeno una tonnellata. Tuttavia, l'effetto di aumentare la superficie di appoggio della macchina, e quindi di ridurre la pressione al suolo, finisce spesso per compensare l'aumento di peso.

Esistono diverse tipologie di semicingoli e sono molto impiegati soprattutto in ambito forestale (utilizzazioni forestali) e si differenziano per la conformazione dei vari elementi di collegamento e della superficie metallica che va a contatto con il terreno (Figura 20). Altri caratteri distintivi possono essere la presenza o l'assenza di protuberanze e ramponi di vario genere che hanno lo scopo di migliorare la motricità della macchina e quindi l'azione di "presa" sul terreno.

Alcune tipologie sono appositamente studiate per garantire motricità, e per ridurre gli impatti su suoli molto umidi e scarsamente portanti. In questi casi è possibile notare un'ampia superficie metallica di appoggio a terra che si estende di qualche centimetro anche oltre la sagoma (larghezza) del mezzo. In questi casi i cingoli sono sostanzialmente più larghi del pneumatico, il che aumenta la superficie di contatto sul terreno, fornendo anche supporto durante le svolte e gli spostamenti su pendii laterali, mantenendo i cingoli in posizione corretta se esposti a sollecitazioni.

Alcuni studi hanno evidenziato una differenza di comportamento tra cingoli in acciaio e cingoli in gomma relativamente al fenomeno del compattamento. I cingoli in gomma, essendo più flessibili, hanno sul terreno una distribuzione più irregolare dei pesi e delle sollecitazioni prodotte dalla macchina rispetto a quanto avviene con i cingoli in acciaio, più rigidi, che risultano avere quindi un impatto minore sul suolo.

Di seguito si riportano alcune tipologie di cingoli con le relative specifiche tecniche (Figura 24). In tutte le tipologie sotto descritte, il cingolo garantisce protezione del pneumatico dal contatto con rocce sporgenti o ceppaie e protegge il suolo dal possibile slittamento del pneumatico stesso.

MESSINELLO_Relazione tecnica sulla tutela del suolo in cantiere



Figura 22: Fasi relative al montaggio dei semi-cingoli



Figura 23: Particolari dei semi-cingoli forestali

	Cingolo sviluppato per garantire motricità su terreni ripidi e accidentati o su scarse condizioni di aderenza a causa della presenza di neve o fango
	Cingolo sviluppato per l'impiego forestale universale con piccole macchine e terreni dalla discreta portanza
	Cingolo sviluppato per l'utilizzo su terreni pianeggianti e dalla scarsa portanza
	Cingolo sviluppato per l'utilizzo su terreni pianeggianti molto umidi dalla scarsa portanza. Consentono di non sprofondare nel terreno umido ed evitano la formazione di profonde solcature.
	Cingolo sviluppato per l'utilizzo polivalente su terreni dalle condizioni di umidità molto mutevoli su brevi tratti

Figura 24: Tipologie di cingoli e relative specifiche tecniche (informazioni e immagini reperite dal sito <https://www.pewaqitalia.com>)

L'impiego delle macchine va valutato, predisposto, progettato ed organizzato in modo adeguato e richiede una direzione dei lavori efficiente.

Fissati gli obiettivi e le caratteristiche del cantiere, si deve:

- decidere il sistema di lavoro da adottare;
- scegliere i macchinari da impiegare secondo quanto sopra descritto
- avere cura di verificare sempre il meteo
- indicare le vie di percorrenza da utilizzare (segnate concretamente sul terreno);
- perimetrare eventuali zone sensibili su cui non operare

- avere riguardo alla tutela e salvaguardia del terreno vegetale (asportazione, stoccaggio, reimpiego, ecc.)

Solo alla fine di questo processo si effettuerà l'inizio cantiere discutendo tra DL e operatore della macchina, in modo da poter discutere subito, sul posto, possibili difficoltà per l'esecuzione del lavoro.

La meccanizzazione dei cantieri ha portato a incrementi della produttività rilevanti, anche al contenimento dei costi del lavoro che è stato migliorato qualitativamente. Ma la meccanizzazione richiede agli operatori – a tutti i livelli – maggiori competenze e impegno, per esaltarne gli effetti positivi e contenere quelli negativi; ricorrere a potenti e costose macchine specializzate in condizioni non ottimali, o in stazioni ad esse avverse, senza operatori capaci e una direzione lavori efficiente e competente, può portare a risultati disastrosi.

Le macchine non risolvono tutti i problemi. Possono contribuire alla loro soluzione, purché vi si faccia ricorso con competenza ed in modo appropriato alle circostanze.

La meccanizzazione è un provvedimento di razionalizzazione per lavorare meglio, ma è efficace soltanto se preso a ragion veduta e congiuntamente ad altri provvedimenti, in particolare a quelli relativi alle infrastrutture e alla formazione ed aggiornamento del personale, sia degli operatori delle macchine che, soprattutto, di chi pianifica, organizza e decide.

MESSINELLO_Relazione tecnica sulla tutela del suolo in cantiere

Bibliografia

E. Marra, G. Mastrolonardo, A. Laschi e F. Neri, 2022 – Buone prassi per la riduzione degli impatti durante le operazioni di esbosco – Regione Toscana - DAGRI Università Firenze – Progetto Skiddforw

Bellini E. 2015: Suolo e cantieri. Stato della tecnica e della prassi. Ufficio federale dell'ambiente, Berna. Studi sull'ambiente UFAM (ed.) n. 1508: 114 p.