REGIONE: MOLISE

PROVINCIA: CAMPOBASSO

COMUNE: MONTORIO NEI FRENTANI, LARINO

Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte solare in Montorio nei Frentani (CB) denominato "Montorio nei Frentani 21.7"

PIANO DI DISMISSIONE, RIFIUTI E RIPRISTINO DELLO STATO DEI LUOGHI

PROGETTISTI

Coordinamento tecnico di progetto

Ingegner
Michele Di Stefano
mdistefano@nrgplus.global

Firmato digitalmente da: DI STEFANO MICHELE
Data: 12/05/2022 17:10:22

Supporto tecnico di progetto

Ingegner
Cosimo Totaro
(per NRG Plus Italia S.r.l.)
engineering@nrgplus.global

Firmato digitalmente da:
TOTARO COSIMO
Firmato il 12/05/2022 15:58
Seriale Certificato: 104959219249117117639966989398696058023
Valido dal 06/12/2019 al 05/12/2022
ArubaPEC S.p.A. NG CA 3

RESPONSABILE TECNICO NRG+

Ingegner
Maurizio De Donno
(per NRG Plus Italia S.r.l.)
mdedonno@nrgplus.global

MAURIZIO DE DONNO
12.05.2022 12:20:50 GMT+01:00

IL PROPONENTE

GREEN VENTURE MONTORIO S.R.L.
Viale Giorgio Ribotta 21,
Eurosky Tower – interno 0B3
00144 - Roma (RM)
P. IVA 02324050687

MAGGIO 2022

NOTA: È vietata qualsiasi copia, riproduzione o divulgazione, totale o parziale, senza autorizzazione scritta. Tutti i diritti riservati.

INDICE

PREMESSA 3

1. PREMESSA - LCA SISTEMI FOTOVOLTAICI E NORMATIVA DI RIFERIMENTO 4

2. FASI PRINCIPALI DEL PIANO DI DISMISSIONE 4

3. SMONTAGGIO/SMANTELLAMENTO DELLE INFRASTRUTTURE ELETTRICHE E CIVILI 5

3.1 DISMISSIONE DEL CAMPO FOTOVOLTAICO 5

3.2 DISMISSIONE OPERE CONNESSIONE: ELETTRODOTTO E CABINA ELETTRICA AT/MT 7

4. RIPRISTINO DELLO STATO DEI LUOGHI 9

5. INTERVENTI DI RIPRISTINO DELLA FERTILITÀ DEL SUOLO 11

5.1 INTERVENTI SUGLI ASPETTI FISICI DEL SUBSTRATO 12

5.2 INTERVENTI SUGLI ASPETTI CHIMICI DEL SUBSTRATO 17

5.3 INTERVENTI SUGLI ASPETTI BIOLOGICI DEL SUBSTRATO 19

5.4 INTERVENTI PER POTENZIARE LA FERTILITÀ 21

5.5 FASCIA DI MITIGAZIONE 23

6. CLASSIFICAZIONE DEI RIFIUTI 24

6.1 CONFERIMENTO DEL MATERIALE DI RISULTA AGLI IMPIANTI ALL'UOPO DEPUTATI DALLA NORMATIVA DI SETTORE PER LO SMALTIMENTO OVVERO PER IL RECUPERO 24

6.2 DETTAGLI RIGUARDANTI LO SMALTIMENTO DEI COMPONENTI 26

7. COMPUTO METRICO DELLE OPERAZIONI DI DISMISSIONE 28

8. CRONOPROGRAMMA DELLE OPERAZIONI DI DISMISSIONE 29

PREMESSA

La presente relazione è di supporto agli interventi di realizzazione del campo fotovoltaico denominato "Montorio nei Frentani 21.72" e costituisce il piano documento di Dismissione dell'impianto, Gestione dei rifiuti e Rispristino dello stato dei luoghi occupati dalla realizzazione del progetto.

Il Progetto prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza pari a 21.715,20 kWp nel comune di Montorio nei Frentani (CB), con moduli fotovoltaici in silicio monocristallino con una potenza di picco di 600 Wp posizionati su strutture di supporto fisse ed inverter distribuiti con potenza nominale di 215kVA con cabine di trasformazione MT/BT da 3250kVA.
Le varie cabine di trasformazione BT/MT saranno raggruppate in dorsali MT che confluiranno nella cabina di ricezione di campo, per mezzo di linee elettriche in cavo interrato elettrificati a 30 kV che andrà ad innestarsi sulla corrispondente cella di linea del quadro elettrico di distribuzione in media tensione installato all'interno della cabina di ricezione.
Dalla cabina di ricezione, localizzata nell'area 3 dell'impianto fotovoltaico, partirà un cavidotto MT che a collegarsi alla cabina utente posta all'interno del Punto di Raccolta comune a cinque produttori che sarà localizzato nel territorio comunale di Larino (CB) nelle vicinanze della stazione di trasformazione della SE 150 kV Terna di Larino.
L'impianto, quindi, è connesso in media tensione fino al Punto di Raccolta che è destinato a ricevere l'energia prodotta da diversi impianti fotovoltaici e consentirà l'immissione in rete utilizzando uno stallo della SE 150 kV Terna di Larino.
Un cavo AT interrato connetterà poi il punto di raccolta con la Stazione Elettrica RTN di Larino.

1. PREMESSA - LCA SISTEMI FOTOVOLTAICI E NORMATIVA DI RIFERIMENTO

L'impianto fotovoltaico è da considerarsi l'impianto di produzione di energia elettrica che più di ogni altro adotta materiali riciclabili e che durante il suo periodo di funzionamento minimizza l'inquinamento del sito di installazione, sia in termini di inquinamento atmosferico (nullo non generando fumi), di falda (nullo non generando scarichi) o sonoro (praticamente nullo non avendo parti in movimento).
Ogni singola parte dell'impianto fotovoltaico avrà dei componenti riciclabili e degli altri che saranno classificati come rifiuti.

Le celle fotovoltaiche, sebbene garantite 25-30 anni contro la diminuzione dell'efficienza di produzione, essendo costituite da materiale inerte quale il silicio garantiscono cicli di vita ben superiori alla durata ventennale (sono infatti presenti impianti di prova installati negli anni 70 ancora funzionanti). I moduli fotovoltaici risentono solo di un calo di prestazione dovuto alla degradazione dei materiali che compongono la stratigrafia del modulo quali vetro (che ingiallisce) fogli di EVA e Tedlar. Del modulo fotovoltaico potranno essere recuperati almeno il vetro di protezione, le celle al silicio la cornice in alluminio ed il rame dei cavi, quindi circa il 95% del suo peso. L'inverter, altro elemento "ricco" di materiali pregiati (componentistica elettronica) costituisce il secondo elemento di un impianto fotovoltaico che in fase di smaltimento dovrà essere debitamente curato. Tutti i cavi in rame o alluminio, materiali in acciaio e ferrosi delle strutture e recinzioni, così come diversi inerti da costruzione possono essere recuperati.

Negli ultimi anni sono nate procedure analitiche per la valutazione del ciclo di vita (LCA) degli impianti fotovoltaici. Tali procedure sono riportate nelle ISO 14040-41-42-43.

2. FASI PRINCIPALI DEL PIANO DI DISMISSIONE

La dismissione dell'impianto fotovoltaico a fine vita di esercizio prevede lo smontaggio/smantellamento delle infrastrutture elettriche e civili di cui è costituito il progetto nel rispetto delle norme di sicurezza presenti e future, ed il ripristino dello stato dei luoghi alla situazione ante operam.
Le operazioni di rimozione e demolizione, nonché il recupero e smaltimento dei materiali di risulta, verranno eseguite applicando le migliori e le più evolute metodologie di lavoro e tecnologie a disposizione, in osservazione delle norme vigenti in materia di smaltimento rifiuti.
Il piano di dismissione prevede le seguenti fasi:

1) Smontaggio di tutte le apparecchiature e attrezzature elettriche e smantellamento delle infrastrutture civili:
- disconnessione dell'intero impianto dalla rete elettrica
- operazioni di messa in sicurezza (sezionamento lato DC, AC, disconnessione delle serie moduli e dei cavi;
- smontaggio di moduli fotovoltaici, degli inverter e delle strutture di sostegno;
- rimozione dei cavidotti interrati e pozzetti, previa apertura degli scavi;
- rimozione delle cabine e manufatti prefabbricati;
- rimozione del sistema di illuminazione e videosorveglianza;
- demolizione della viabilità interna;
- rimozione della recinzione e del cancello;
- rimozione piantumazioni perimetrali;
- rimozione opere di connessione (elettrodotto e cabina elettrica);

2) Ripristino dello stato dei luoghi alla situazione ante operam.

3. SMONTAGGIO/SMANTELLAMENTO DELLE INFRASTRUTTURE ELETTRICHE E CIVILI

3.1 DISMISSIONE DEL CAMPO FOTOVOLTAICO

<u>Smontaggio dei moduli fotovoltaici, degli inverter e delle strutture di sostegno</u>

Gli inverter, fissati alle strutture di supporto inverter, ed i moduli fotovoltaici saranno dapprima disconnessi dai cablaggi, poi smontati dalle strutture di sostegno, ed infine disposti, mediante mezzi meccanici, sui mezzi di trasporto per essere conferiti, tramite soggetti autorizzati, ad un apposito impianto di trattamento e recupero che risulti iscritto al Centro di Coordinamento RAEE o appartenente al circuito PVCYCLE che raccoglie la maggior parte dei produttori di moduli fotovoltaici, dove al termine della fase di dismissione il soggetto autorizzato rilascia un certificato attestante l'avvenuto recupero.
Non è prevista la separazione in cantiere dei singoli componenti di ogni modulo (vetro, alluminio e polimeri, materiale elettrico e celle fotovoltaiche).
Le operazioni previste per il recupero/smaltimento dei pannelli fotovoltaici consisteranno nello smontaggio dei moduli e trasporto degli stessi a idonea piattaforma che effettuerà le seguenti operazioni di recupero:
- recupero cornice di alluminio;
- recupero vetro;

- recupero integrale della cella di silicio o recupero del solo wafer;
- invio a discarica delle modeste quantità di polimero di rivestimento della cella.

Le strutture di sostegno metalliche, essendo del tipo infisso, saranno smantellate nei singoli profilati che le compongono; i profilati infissi, invece, saranno rimossi dal terreno per estrazione e caricati sui mezzi di trasporto. I materiali ferrosi ricavati verranno inviati ad appositi centri di recupero e riciclaggio istituiti a norma di legge.
Per quanto attiene al ripristino del terreno non sarà necessario procedere a nessuna demolizione di fondazioni in quanto non si utilizzano elementi in calcestruzzo gettati in opera.

Rimozione di cavi e cavidotti interrati e pozzetti

Per la rimozione dei cavidotti interrati si prevede: la riapertura dello scavo fino al raggiungimento dei cavi o corrugati (ove presenti), lo sfilaggio dei cavi ed il successivo recupero dei cavidotti dallo scavo. Il rame e l'alluminio dei cavi elettrici e le parti metalliche con la corda nuda di rame o piattina in acciaio costituente l'impianto di messa a terra verranno inviati ad aziende specializzate nel loro recupero e riciclaggio mentre le guaine verranno recuperate in mescole di gomme e plastiche per smaltimento alla specifica discarica.
I pozzetti elettrici verranno rimossi tramite scavo a sezione obbligata che verrà poi nuovamente riempito con il materiale di risulta. I manufatti estratti verranno trattati come rifiuti ed inviati in discarica in accordo alle vigenti disposizioni normative.

Rimozione delle cabine e manufatti prefabbricati

Preventivamente saranno smontati tutti gli apparati elettrici contenuti nella cabina di smistamento (quadri elettrici, organi di comando e protezione) che saranno smaltiti come RAEE.
Successivamente sarà rimossa la cabina mediante l'ausilio di pale meccaniche e bracci idraulici per il caricamento sui mezzi di trasporto.
Le fondazioni in cemento armato, invece, saranno rimosse mediante idonei escavatori e conferita presso impianti di recupero e riciclaggio inerti da demolizione (rifiuti speciali non pericolosi).

Rimozione del sistema di illuminazione, videosorveglianza ed antintrusione

Gli elementi costituenti i sistemi di illuminazione, videosorveglianza e di antintrusione, quali pali di illuminazione, telecamere e eventuali fotocellule

saranno smontati e separati tra i diversi componenti del sistema (acciaio, cavi, materiali elettrici).

Demolizione della viabilità interna

Tale demolizione sarà eseguita mediante scavo con mezzo meccanico, per la profondità di ca. 20-50 cm, per la larghezza della strada per la viabilità interna e l'area di pertinenza delle cabile elettriche. Il materiale così raccolto sarà caricato su apposito mezzo e conferito a presso impianti di recupero e riciclaggio inerti da demolizione.

Rimozione della recinzione e del cancello

La recinzione sarà smantellata previa rimozione della rete dai profilati di supporto al fine di separare i diversi materiali per tipologia; successivamente i paletti di sostegno ed i profilati saranno estratti dal suolo. Il cancello, invece, essendo realizzato in acciaio, sarà preventivamente smontato dalla struttura di sostegno e infine saranno rimosse le fondazioni in c.a. che verranno demoliti ed inviati presso impianti di recupero e riciclaggio inerti da demolizione (rifiuti speciali non pericolosi).
I materiali così separati saranno inviati a impianti di recupero e riciclaggio.

Piantumazioni perimetrali

Al momento della dismissione, in funzione delle future esigenze e dello stato di vita delle singole piante della siepe perimetrale, si opterà per il mantenimento in situ (salvo eventuale richiesta del proprietario del sito di prevederne la rimozione) in sito oppure espiantate e rivendute ad appositi vivai della zona per il riutilizzo. A seguito della dismissione di tutti gli elementi costituenti l'impianto, le aree verranno preparate per il successivo utilizzo agricolo mediante aratura, fresatura, erpicatura e concimazione, eseguita con l'utilizzo di mezzi agricoli meccanici.

3.2 DISMISSIONE OPERE CONNESSIONE: ELETTRODOTTO E CABINA ELETTRICA AT/MT

Gli elettrodotti e le stazioni elettriche, sia per la tipologia di costruzione che per le continue azioni di manutenzione preventiva, hanno una durata di vita tecnica estremamente superiore rispetto a quella economica, considerata pari a 45 anni per le linee e 33 per le stazioni, nei programmi di ammortamento previsti dal TIT dell'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente - ARERA. Nel caso di demolizione, gli impatti in termini

ambientali risultano estremamente contenuti. Nel caso di demolizione, gli impatti in termini ambientali risultano estremamente contenuti.

In termini di attività, la demolizione la stazione elettrica sarà costituita dalle seguenti fasi:

Recupero dei conduttori

I conduttori aerei in lega di alluminio verranno riutilizzati, ovvero avviati al riciclo del materiale metallico. I cavi di segnale e di potenza verranno avviati al riciclo del metallo conduttore. Qualora ciò non fosse possibile, detti componenti saranno quindi conferiti in discarica secondo la normativa di riferimento. L'unico impatto atteso è anche qui di emissioni sonore ma di bassa intensità.

Smontaggio dei sostegni

Come per i conduttori, la modalità di smontaggio cambia a seconda che I singoli component metallici debbano o meno essere riutilizzati. Nel primo caso le accortezze sono sempre relative ad evitare danneggiamenti dei component mentre nel caso di smaltimento le strutture smontate sono ridotte in pezzi
di dimensioni tali da rendere agevoli le operazioni di carico, trasporto e scarico. Tutte le membrature metalliche dovranno, comunque, essere asportate fino ad una profondità di 1,5 m dal piano di campagna. A tale attività sono associati potenziali impatti sonori.

Demolizione dei plinti di fondazione

L'operazione di demolizione dei plinti comporta una occupazione temporanea della zona interessata pari a circa il doppio della base dei sostegni. Il materiale prodotto verrà conferito a discarica in conformità alla normativa di settore, mentre lo scavo verrà rinterrato con successivi strati di terreno di riporto ben costipati con spessori singoli di circa 30 cm. Gli impatti maggiori di questa fase sono associati all'occupazione temporanea dell'area ed a emissioni sonore e di polveri.

Apparecchiature AT/MT

Grazie alla durata propria delle apparecchiature AT ed MT, si prevede di riutilizzare le stesse in altri impianti. Qualora, invece, le apparecchiature AT saranno avviate alla demolizione, si avrà cura di svuotare olio dielettrico o gas SF6 ivi eventualmente contenuti, prima del loro smontaggio. Olio e gas saranno poi smaltiti secondo la normativa applicabile.

Sistemazioni ambientali

Le area interessate dallo scavo per l'asportazione della stazione elettrica saranno oggetto di reinserimento nel contesto naturalistico e paesaggistico circostante. Il reinserimento di tali piccole aree net contesto vegetazionale circostante avverrà mediante ii naturale processo di ricolonizzazione erbacea e arbustiva spontanea.

4. RIPRISTINO DELLO STATO DEI LUOGHI

Terminate le operazioni di rimozione e smantellamento di tutti gli elementi costituenti l'impianto, si procederà al ripristino dello stato dei luoghi con una serie di attività di riabilitazione eseguite da personale tecnico specializzato.
Le azioni necessarie saranno le seguenti:
- opere di trattamento del suolo: gli scavi derivanti dalla rimozione dei cavidotti interrati, dei pozzetti e delle cabine, e i fori risultanti dall'estrazione delle strutture di sostegno dei moduli e dei profilati di recinzione e cancello, saranno riempiti con terreno vegetale con la preparazione del suolo secondo le tecniche classiche. Il carico e la distribuzione della terra si realizza con pala meccanica e camion da basso carico, che la scaricheranno nelle opportune zone d'uso. È prevista una leggera movimentazione della terra al fine di raccordare il terreno riportato con quello circostante. Qualora le condizioni del terreno lo permettono e si renda necessario sgretolare eventuali ammassi di suolo, si effettueranno passaggi con un rullo prima della semina.
- opere di rinverdimento (semina di specie erbacee): terminati i lavori di trattamento del suolo si procede alla semina di specie erbacee con elevate capacità radicanti in maniera tale da consentire una adeguata stabilizzazione del suolo, al fine di proteggere le superfici rese più sensibili dai lavori di cantiere e consentire una continuità dei processi pedogenetici, in maniera tale che si venga a ricostituire un orizzonte organico superficiale che permetta successivamente la ricolonizzazione naturale senza l'intervento dell'uomo.
Per l'esecuzione della semina è possibile adottare la tecnica dell'idro-semina, in periodi umidi (autunno), di miscugli pronti composti da sementi, concimi, sostanze di miglioramento del terreno, agglomerati e acqua. La scelta delle specie da adottare per la semina dovrà comunque essere indirizzata verso le essenze autoctone e già presenti nell'area di studio e devono essere preferite le specie caratterizzate da rapida crescita, capacità di rigenerazione elevata, alta prolificazione, "rusticità" elevata e adattabilità a suoli poco profondi e di scarsa evoluzione pedogenetica. La miscela deve prevedere differenti dosi per ettaro adeguatamente essere scelte in fase di

realizzazione delle opere di rinverdimento e occorrerà adottare misure di delimitazione delle aree di semina e divieto di accesso e/o controllo di automezzi e personale. Qualora si osservi una crescita troppo lenta, rada o nulla si dovrà procedere ad un nuovo trattamento in modo da evitare una eccessiva presenza delle aree di radura.
L'evoluzione naturale verso forme più evolute di vegetazione (arbustive e successivamente arboree) a beneficio della flora autoctona può avvenire eventualmente in tempi medio-lunghi per mezzo di piantumazione con particolare attenzione alle condizioni edafiche ed ecologiche del suolo che si intende ripristinare.

Con le due attività sopra descritte si conseguono i due obiettivi principali del ripristino dello stato dei luoghi che sono riabilitare, mediante attenti criteri ambientali, le zone che hanno subito una modifica rispetto alle condizioni pregresse e permettere una migliore integrazione paesaggistica dell'area interessata dalle modiche.
Tuttavia, la dismissione dell'impianto può provocare fasi di erosioni superficiali e di squilibrio di coltri detritiche, ma questi inconvenienti saranno prevenuti mediante l'utilizzo di tecniche di ingegneria naturalistica abbinate ad una buona conoscenza del territorio di intervento.
Gli obiettivi principali di questa forma riabilitativa sono i seguenti:

- riabilitare, mediante attenti criteri ambientali, le zone soggette ai lavori che hanno subito una modifica rispetto alle condizioni pregresse;
- consentire una migliore integrazione paesaggistica dell'area interessata dalle modifiche.

Per il compimento degli obiettivi sopra citati il programma dovrà contemplare i seguenti punti:

- si dovrà prestare particolare attenzione durante la fase di adagiamento della terra vegetale, facendo prima un'adeguata sistemazione del suolo che dovrà riceverla;
- effettuare una attenta e mirata selezione delle specie erbacee, arbustive ed arboree maggiormente adatte alle differenti situazioni. Inoltre, particolare cura si porrà nella scelta delle tecniche di semina e di piantumazione, con riferimento alle condizioni edafiche ed ecologiche del suolo che si intende ripristinare;
- si procederà inoltre alla selezione di personale tecnico specializzato per l'intera fase di manutenzione necessaria durante il periodo dei lavori di riabilitazione.

5. INTERVENTI DI RIPRISTINO DELLA FERTILITÀ DEL SUOLO

Gli interventi mirati a riattivare il ciclo della fertilità del suolo e creare condizioni favorevoli all'impianto e allo sviluppo iniziale della vegetazione nonché favorire l'evoluzione dell'ecosistema ricostruito, nel breve e medio periodo, si possono organizzare in:

a) interventi con effetti a breve termine: insieme di interventi che ha un'azione limitata nel tempo, ma che può essere fondamentale per l'impianto della vegetazione; sono tipici nel recupero di tipo agricolo (es. lavorazioni);
b) interventi con effetti a medio termine: insieme di interventi che interagisce nel tempo con l'evoluzione della copertura vegetale e del substrato: sono molto importanti nel recupero di tipo naturalistico (es. la gestione della sostanza organica).

La Direzione dei Lavori deve avere come obiettivo non solo il raggiungimento di risultati immediati, ovvero l'impianto e l'attecchimento della vegetazione, bensì supportare anche le prime fasi dell'evoluzione della copertura vegetale. Una buona organizzazione degli interventi consente di raggiungere queste finalità a costi contenuti, limitando anche il numero degli interventi di manutenzione e di gestione. Per raggiungere ciò occorre organizzare i diversi momenti operativi definendo:

- gli interventi preliminari: insieme delle operazioni colturali che devono essere eseguito in fase di predisposizione e preparazione del sito e del substrato;
- gli interventi in fase di impianto: insieme delle operazioni colturali che devono essere eseguiti in fase di semina o trapianto delle specie vegetali;
- gli interventi in copertura: insieme delle operazioni colturali che devono essere eseguite in presenza della copertura vegetale già insediata.

L'intervento agronomico deve essere organizzato per migliorare, in modo temporaneo o permanente, i diversi caratteri del suolo ed in particolare:

- gli aspetti fisici,
- gli aspetti chimici,
- gli aspetti biologici, tutti elementi che caratterizzano la fertilità del suolo stesso.

5.1 INTERVENTI SUGLI ASPETTI FISICI DEL SUBSTRATO

Gli interventi finalizzati a migliorare i parametri fisici del substrato sono principalmente indirizzati alla modifica, parziale o totale, della porosità del suolo. Questa, infatti, condiziona in vario modo i caratteri fondamentali del substrato (areazione, permeabilità, ecc.). Questa caratteristica può essere modificata in modo temporaneo o permanente, interagendo con la tessitura e la struttura del substrato.

INTERVENTI SULLA TESSITURA

La tessitura, carattere statico del suolo legato alla sua composizione dimensionale, può essere modificata nel breve periodo, in modo permanente, solo con l'apporto di materiale minerale a granulometria specifica. Questo può derivare dal mescolamento di strati sovrapposti o dalla macinazione di ghiaie o ciottoli già presenti in posto.
Un suolo sabbioso ("leggero"), generalmente, ha una buona areazione, ma una scarsa capacità di trattenuta dell'acqua, in quanto la distribuzione del diametro dei pori è sbilanciata verso le dimensioni medio-grandi. L'opposto si verifica invece in un suolo argilloso ("pesante"), dove la porosità capillare di piccole dimensioni domina, con problemi di areazione, di plasticità, di forte coesione e di scarsa disponibilità idrica per le piante, per la forte adesione e coesione tra acqua e matrice solida. Per migliorare un suolo sabbioso sarà perciò necessario integrare la frazione colloidale minerale, mentre in un suolo compatto e pesante si dovrà potenziare la frazione grossolana, il tutto per equilibrare la distribuzione della porosità verso un 50% di pori piccoli (spazio per l'acqua) ed un 50% di pori grandi (spazio per l'aria).
Le quantità di sostanza minerale necessaria per modificare questa composizione dello strato superficiale del suolo, indicativamente varia, in funzione della granulometria dei materiali utilizzati, tra: 5 e 10 cm di materiale colloidale fine per un suolo sabbioso; tra 7.5 e 15 cm di materiale grossolano per un substrato pesante. Questi ammendanti devono essere distribuiti uniformemente sulla superficie e mescolati con cura, attraverso ripetute arature profonde del substrato, associate ad estirpature o rippature, per favorire una buona distribuzione e compenetrazione tra gli strati.

INTERVENTI SULLA STRUTTURA

Le singole componenti elementari che costituiscono un suolo possono legarsi chimicamente tra loro a formare degli aggregati, influenzando così la microporosità all'interno degli aggregati, ma anche la macroporosità, tra gli aggregati stessi.

La struttura è una caratteristica complessa e dinamica che può variare nel tempo, ma è certamente correlata positivamente con la presenza di cationi a più cariche (Ca++, Fe+++, Al+++) e di colloidi, specie quelli organici. All'opposto la struttura risulta essere alterata negativamente dalla presenza di cationi a singola carica, come Na+, che mantengono dispersi i colloidi, da una forte acidità, che disperde i colloidi organici ed il ferro, nonché dall'assenza di attività microbiche, che non permette l'alterazione della sostanza organica e la sua trasformazione in colloidi stabili.
Esistono diversi modi per intervenire sulla struttura, con effetti diversificati nel tempo.

INTERVENTI DI BREVE DURATA SULLA STRUTTURA: LAVORAZIONE DEL SUBSTRATO

Questa operazione permette un forte aumento della porosità totale ed in particolare della macroporosità; ha come diretta conseguenza un aumento della percolazione, dell'areazione, della capacità termica, mentre riduce la risalita capillare. Questi effetti hanno comunque una durata limitata, non superando, nelle condizioni peggiori, la stagione vegetativa; tuttavia, questo effetto temporaneo può comunque essere molto importante nella fase di impianto della vegetazione. In condizioni difficili, quali i substrati minerali argillosi o limosi, la lavorazione rappresenta un intervento fondamentale, se non il principale, per consentire un rapido insediamento della copertura vegetale. L'aratura risulta indispensabile, in quanto consente l'interramento della sostanza organica, dei residui, dei concimi e degli ammendanti necessari per il miglioramento del substrato.

INTERVENTI DI LUNGA DURATA SULLA STRUTTURA: INTEGRAZIONE DELLA SOSTANZA ORGANICA

Rappresenta il trattamento più importante per favorire la formazione di una struttura stabile e duratura, in tutti i diversi tipi di substrato. L'apporto di sostanza organica è l'elemento base per favorire l'attività biologica del suolo: mette a disposizione materiale ed energia che favoriscono i diversi organismi tellurici ed apporta grosse quantità di sostanze colloidali. Non esiste un valore di riferimento ideale: il contenuto in sostanza organica varia in funzione delle condizioni ambientali, delle caratteristiche del substrato e della destinazione del sito. Come regola empirica si può considerare come riferimento un contenuto di sostanza organica minimo del 3 %, come valore medio di tutto lo strato alterato, concentrando una percentuale più elevata nei primi 15-20 cm.
Questo valore può variare in funzione della granulometria del terreno

	Sabbioso		Franco		Argilloso	
	C	S.O.	C	S.O.	C	S.O.
Scarsa	< 7	< 12	< 8	< 14	< 10	< 17
Normale	7 - 9	12 - 16	8 - 12	14 - 21	10 - 15	17 - 26
Buona	9 - 12	16 - 21	12 -17	21 - 29	15 - 22	26 - 38
Ottima	> 12	> 21	> 17	> 29	> 22	> 38

[C = carbonio; S.O. = sostanza organica]

Tabella: Contenuto in carbonio organico e della sostanza organica, in funzione della granulometria espressa in g/kg (Violante, 2000).

Per integrare la disponibilità tellurica di sostanza organica si possono utilizzare diversi tipi di materiali:

a) Sottoprodotti zootecnici

- letame: è la mescolanza di deiezioni liquide e solide con materiali vegetali di diversa origine, utilizzati come lettiera. Presenta qualità e caratteristiche diverse in funzione del tipo di animali, del tipo di lettiera e della durata del periodo di conservazione. La sua azione è molto importante in quanto, come colloide organico, aumenta la reattività del substrato e allo stesso tempo apporta grosse quantità di microrganismi e di sostanze minerali. In agricoltura la dose comunemente impiegata è pari a 20 - 50 t/ha di materiale tal quale. In condizioni difficili, come avviene in molti ripristini, la dose può raggiungere le 100 t/ha, che corrisponde ad una percentuale di circa l'1%, se distribuita nei primi 15 cm. È importante sottolineare la necessità di utilizzare materiale "maturo", cioè conservato con cura per un lungo periodo; questo letame deve essere caratterizzato da un aspetto omogeneo, da un colore scuro e da un peso specifico elevato (700-800 kg/m3); va evitato il prodotto fresco che può risultare caustico e meno ricco in microrganismi e colloidi. Il letame, dopo essere stato distribuito, deve essere immediatamente interrato, per limitare fenomeni di ossidazione della sostanza organica e volatilizzazione dell'azoto.
- liquame: è una miscela di deiezioni solide, liquide, nonché acqua, prodotto nei moderni allevamenti senza più lettiera. Come il letame, anche il liquame prima di essere distribuito deve essere conservato per un congruo periodo di tempo, al fine di abbattere la carica patogena. A differenza del letame la percentuale di sostanza organica risulta essere più bassa ed il contemporaneo maggior contenuto in azoto (C/N più basso) porta alla formazione di humus labile, più facilmente degradabile e quindi con un effetto immediato. L'uso del liquame comporta anche maggiori pericoli di inquinamento, sia delle falde che dei corsi d'acqua superficiali: è necessario anche in questo caso distribuirlo e subito interrarlo o interrarlo direttamente in modo tale che la rapida ossidazione e mineralizzazione coincida con il

maggior fabbisogno della vegetazione. Per limitare la lisciviazione delle sostanze nutritive e favorire un apporto di sostanza organica più duraturo, può essere utile associare la sua distribuzione con altri sottoprodotti organici a lenta degradazione, come paglia (C/N molto elevato). Le dosi consigliate non superano le 5 - 6 t/ha di sostanza secca, anche se si può arrivare a dosi di 8 t/ha. Le parcelle trattate con liquami presentano spesso una forte stimolazione della vegetazione presente (piante e semi), legata probabilmente alla presenza di sostanze ormonali.

- pollina: è la mescolanza di feci e lettiera di allevamenti avicoli. A differenza delle altre deiezioni la pollina presenta un'elevata percentuale in sostanza organica, associata ad un altrettanto elevato tenore in azoto (sia ureico che ammoniacale): questo si ripercuote sul valore del C/N che risulta essere basso, inferiore anche al liquame, favorendo quindi una mineralizzazione veloce e la formazione di humus labile. La sua utilizzazione deve perciò avvenire poco prima della semina delle specie vegetali e comunque deve essere integrata con altri materiali organici, a degradazione più lenta. La dose generalmente utilizzata non supera le 1 - 2 t/ha, in sostanza secca. Dosi più elevate possono aumentare molto la salinità della soluzione circolante e determinare problemi di causticità alle piante.

b) Scarti organici trattati:

Esiste un'ampia casistica di prodotti ammendanti, derivati da residui organici compostati, cioè sottoposti a processi di fermentazione o di maturazione biossidativa. Fondamentalmente sul mercato si possono reperire due tipi di prodotto:

- 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;
- 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;

c) Sottoprodotti agricolo/forestali:

Tra gli ammendanti tradizionali sono poi da considerare con attenzione anche i materiali organici derivati dall'attività agricola e/o forestale. In molte situazioni questi materiali sono di facile reperibilità ed hanno un costo molto contenuto. In generale sono prodotti caratterizzati da tenori di sostanza organica elevata, anche se con un rapporto di C/N da elevato a molto elevato, fatta eccezione per lo sfalcio d'erba. Hanno perciò dei tempi di alterazione lunghi e possono creare dei problemi per l'immobilizzo di sostanze minerali, come l'azoto, durante il processo di ossidazione.

d) Sovescio:

La pratica del sovescio, o della pre-coltivazione, consiste nell'interramento di una coltura erbacea seminata appositamente, al fine di aumentare il tasso di sostanza organica e/o di azoto nel substrato. Le specie comunemente utilizzate nel sovescio sono: loglio, avena, segale ed orzo tra le graminacee; colza e senape tra le crucifere; veccia, trifoglio, lupino e meliloto tra le leguminose. Per la buona riuscita del sovescio è necessario predisporre un letto di semina adeguato (attraverso lavorazioni e concimazioni a servizio della coltura erbacea). Questa, seminata sia in autunno che in primavera, a seconda delle esigenze ecologiche della specie, viene lasciata crescere per poi essere interrata, meglio se trinciata, ad una profondità al massimo di 20-25 cm, in corrispondenza dell'impianto della vegetazione definitiva. Questo consente la mineralizzazione dei tessuti e l'aumento delle disponibilità sia in sostanza organica che in elementi minerali, in particolare di azoto. I risultati, in termini di humus, sono comunque più limitati rispetto all'utilizzo di letame.

e) Interventi operativi:

Sono gli interventi che interessano direttamente il substrato:

- mantenimento della pietrosità: molte volte un'eccessiva pietrosità del substrato è considerata negativamente, sia in termini operativi che paesaggistici. In presenza di forti irraggiamenti però la presenza di massi e pietre di dimensioni adeguate crea delle piccole aree parzialmente ombreggiate, entro cui può insediarsi e svilupparsi della vegetazione: in tali condizioni sono perciò da evitare o limitare gli interventi sulla pietrosità, quali rimozioni o macinature;
- pacciamatura: una buona pacciamatura di materiale vegetale permette di ridurre l'irraggiamento diretto del substrato, con un conseguente raffreddamento ed una diminuzione nell'evaporazione dell'acqua tellurica, spesso fattore limitante la crescita vegetale;
- Irrigazione: apporti di acqua attraverso l'irrigazione permettono, superata la fase dell'umettamento, una diminuzione della temperatura, sia per conduzione diretta sia per evaporazione;
- Lavorazioni superficiali: modificando la porosità superficiale e interrompendo la capillarità superficiale, attraverso delle lavorazioni, è possibile ridurre le perdite per evaporazione e allo stesso tempo creare uno strato superiore molto poroso che limiti il riscaldamento di quelli sottostanti.
- Drenaggio: una buona dotazione in acqua del substrato favorisce un'elevata evaporazione, con raffreddamento dovuto al passaggio di stato, quindi, limitando il deflusso, in periodi di forte insolazione, si può potenziare il fenomeno.

5.2 INTERVENTI SUGLI ASPETTI CHIMICI DEL SUBSTRATO

Il controllo e la gestione della componente chimica del suolo possono avvenire attraverso gli interventi di seguito illustrati.

INTERVENTI SULLA COMPOSIZIONE DEL SUOLO MINERALE

Le componenti mineralogiche di un suolo sono sottoposte a processi chimici o biochimici e possono condizionare nel lungo periodo la pedogenesi. È possibile intervenire sulla componente minerale variando, almeno in parte, la composizione mineralogica di partenza, mescolando materiali con diverse caratteristiche (con effetti solo nel lungo periodo) o nei casi più estremi (come quello rappresentato dalla pirite) realizzando uno strato protettivo sufficientemente spesso per isolare le rocce originarie dall'attività chimica o biochimica del suolo (con effetti già nell'immediato).

INTERVENTI SULLA COMPOSIZIONE COLLOIDALE

La porzione colloidale rappresenta l'elemento attivo in equilibrio con tutte le diverse fasi presenti. Per potenziarne l'azione è possibile intervenire sia sulla porzione organica che inorganica. Entrambe sono soluzioni problematiche: rapida ma costosa la prima, molto lenta la seconda.

INTERVENTI SULLA PORZIONE COLLOIDALE ORGANICA

L'apporto di sostanza organica e la sua umificazione consentono un notevole potenziamento nell'attività colloidale: questo può avvenire direttamente attraverso ammendamenti, cioè la distribuzione e l'interramento di materiale organico (di origine e natura diverse), in quantità che sono funzione del substrato di partenza e della destinazione d'uso del sito, o, indirettamente, attraverso l'attività delle piante, dei loro residui e dei microrganismi presenti. Invece il processo di umificazione è funzione del tipo di microflora presente e delle condizioni microambientali in cui opera. Una corretta gestione di entrambi consente un graduale processo di alterazione, evitando gli eccessi di un'ossidazione rapida o l'accumulo nel tempo. La distribuzione di sostanza organica e gli interventi atti a favorire l'umificazione sono diffusi, sia per la loro efficacia che per i costi relativamente contenuti. Questa componente rappresenta infatti uno degli elementi fondamentali del processo di ricostruzione ambientale: è attraverso questi residui e la loro alterazione che si innescano molti se non tutti i processi di pedogenesi e di evoluzione dell'ecosistema.

INTERVENTI SULLA PORZIONE COLLOIDALE INORGANICA

L'integrazione delle sostanze colloidali di origine minerale può avvenire direttamente, per riporto o per rimescolamento di strati o, indirettamente, favorendo l'attività di pedogenesi che, alterando la roccia madre, può portare alla formazione di sostanze argillose.

INTERVENTI SULLA DISPONIBILITA' DEI SINGOLI INTERVENTI

Attraverso apporti mirati è possibile, sia al momento dell'impianto che nel prosieguo, condizionare la composizione e la concentrazione della soluzione circolante: apporti sia organici che inorganici mettono a disposizione elementi o composti minerali che possono essere utilizzati per l'attività chimica e biochimica del substrato. Anche interventi colturali quali lavorazioni, debbio od altro, possono modificare la disponibilità dei diversi elementi.

INTERVENTI SULLE CONDIZIONI STAZIONALI

Modificando le condizioni locali è possibile condizionare tutte le attività chimiche e biochimiche. In particolare, alterando l'areazione, la permeabilità, l'umidità e quindi la temperatura del substrato è possibile condizionare la disponibilità dei diversi elementi.

INTERVENTI SULLA COMPONENTE BIOTICA DEL TERRENO

È possibile intervenire sia sulla componente microbiologica che su quella superiore: tutti quegli interventi che alterano la presenza e la quantità degli organismi viventi hanno delle ripercussioni a livello dei processi chimici del suolo e quindi anche sull'evoluzione del suolo stesso. Gli interventi possono interessare direttamente:

- la componente microbiologica: attraverso lavorazioni, concimazioni, correzioni e drenaggi e, in alcuni casi, anche inoculazioni o altro, è possibile interagire con questa componente, indirizzandola;
- la componente biologica superiore: attraverso la scelta delle specie vegetali, gli sfalci, i diserbi, i diradamenti, le lavorazioni, le concimazioni, le correzioni e le altre pratiche colturali è possibile condizionare le specie vegetali superiori che, a loro volta, influenzano le condizioni e l'attività biochimica del substrato e quindi la sua evoluzione.

5.3 INTERVENTI SUGLI ASPETTI BIOLOGICI DEL SUBSTRATO

In molti interventi di recupero si ha a che fare con dei substrati minerali caratterizzati da processi di pedogenesi limitati o assenti, causa una scarsa o assente attività biologica (batteri azoto-fissatori, micorrize, azione della flora e fauna del suolo come decompositori, ecc.). Questo rappresenta un fattore limitante molto forte: se infatti è possibile, attraverso lavorazioni e concimazioni, favorire lo sviluppo di una copertura vegetale, nell'immediato queste non saranno in grado di generare e/o mantenere dei cicli trofici complessi o ricreare una struttura biologica più stratificata: solo un ambito pedologico adeguato, a sua volta condizionato dalla presenza di sostanza organica nelle sue diverse forme (fresca, alterata, umificata), ed una buona attività biologica, consentiranno la creazione di condizioni utili per l'attività biologica.
In altre parole, è la presenza di una significativa attività biologica nel substrato l'elemento che garantisce il mantenimento e l'evoluzione sia del soprassuolo che del sottosuolo. Di conseguenza, tutti gli interventi che favoriscono l'insediamento e la presenza dell'attività biologica non fanno altro che accelerare quei processi che controllano la "fertilità" nel suo significato più ampio. Inoltre, l'attività biologica controlla e condiziona sia gli aspetti fisici (struttura, permeabilità, areazione) che chimici nel terreno (pH, metalli pesanti): anzi questo è il fattore che controlla e condiziona tutta l'attività ed i caratteri del substrato nel lungo periodo, ben al di là degli effetti dei trattamenti artificiali (concimazioni, lavorazioni, ecc.). È perciò assolutamente prioritario per i progetti di recupero ambientale favorire l'attività biologica entro i siti da recuperare, attraverso interventi diretti ed indiretti.

INTERVENTI DI CONTROLLO DIRETTI

Sono quegli interventi che favoriscono l'insediamento od il potenziamento dei microrganismi nel suolo.
Questi prevedono l'apporto di microrganismi al substrato attraverso: - Inoculazione
Aggiunta di colture microbiologiche specifiche direttamente al seme o al terreno, tecnica tipica nelle colture di leguminose per stimolare la presenza del Rhizobium, tipico simbionte radicale azoto fissatore; particolarmente adatta quindi per le colture da sovescio. Questa tecnica può essere molto utile in ambienti fortemente alterati e caratterizzati da contenuti in sostanza organica limitata: infatti gli altri microrganismi azotofissatori non simbionti (Frankia) sono fortemente dipendenti dalla disponibilità di materiale organico perché è da questo che ricavano l'energia per i loro processi biochimici. Per contro il genere Rhizobium, pur sfruttando l'energia messa

a loro disposizione dalle piante superiori, è molto sensibile alle condizioni ambientali (pH, metalli pesanti ecc.). - Innesco di attività biologica
Attraverso l'apporto di una piccola quantità di terreno vegetale o agrario, da incorporare con una lavorazione superficiale al substrato (max 15 cm). Questo consente l'inoculo di molti microrganismi (batteri, funghi) e quindi una risposta più veloce nella dinamica o nello sviluppo della copertura vegetale. Esperienze sperimentali di tipo agricolo fissano in 0,3 mc/ha (3 cm di spessore) la quantità di terreno da distribuire, mentre in ripristini di tipo naturalistico la quantità utilizzata è stata superiore, fino a 5 cm di spessore. Il materiale originario è rappresentato dai primi orizzonti di un terreno naturale evoluto, che deve essere prelevato ed immediatamente distribuito, per evitare stress sulla componente biologica. In caso di uso di terreno agrario è da preferire, invece, il terreno a 15-20 cm di profondità, dove maggiore è il numero di microrganismi. Da sottolineare infine che l'uso di substrati pedogenizzati di origine naturale non deve contraddire la loro origine: un suolo evolutosi in un bosco avrà una componente biotica adattata a queste specifiche condizioni. Un suo eventuale riuso in interventi di recupero ambientale avverrà nella maggior parte dei casi in condizioni diverse da quelle di partenza: questo comporterà una modificazione profonda delle popolazioni microbiche, anche se gli effetti saranno sempre molto evidenti e la velocità di adattamento nelle popolazioni microbiche superiore rispetto ad una colonizzazione naturale.

- Trapianto di singole piante con relativo pane di terra

Per favorire una prima colonizzazione ed una successiva diffusione è utile prevedere la presenza di un'adeguata quantità di terreno "maturo" attorno agli apparati radicali, in particolar modo per le piante più esigenti e di grandi dimensioni. È un intervento adatto per piccole superfici, da sfruttare anche come inoculo per altre piante. È un intervento utile anche per favorire la sopravvivenza e lo sviluppo, oltre che delle popolazioni microbiche, delle stesse piante trapiantate.

INTERVENTI DI CONTROLLO INDIRETTI

Rappresentano tutti quegli interventi che tendono a ricreare ed a mantenere nel tempo delle condizioni favorevoli all'attività biologica. Diversi possono essere gli approcci:

- favorire la disponibilità di sostanza organica nel substrato: come già sopra accennato la presenza di quantità adeguate di sostanza organica favoriscono una serie di processi di alterazione che liberano energia e materia, necessari per l'attività biologica. In particolare, l'energia è indispensabile in processi chiave, quali l'azotofissazione: non bisogna dimenticare che l'azoto rappresenta l'elemento limitante nei processi di ripristino, sia per la sua ridotta disponibilità che per la

sua mobilità. Sarà necessario prevedere, nella fase di impianto, adeguati apporti di sostanza organica, associati ad un rapido insediamento della copertura vegetale, tale da favorirne una continua produzione e reimmissione nel sistema.

- mantenere condizioni ecologiche adeguate alle esigenze dei microrganismi: il controllo delle condizioni ambientali si può raggiungere attraverso:
  a) una buona areazione del terreno;
  b) una sufficiente umidità del suolo;
  c) un'adatta reazione della soluzione circolante;
  d) una limitata quantità di metalli pesanti;
  e) una sufficiente presenza di calcio.

La Direzione Lavori deve considerare con molta attenzione le esigenze chimico-fisiche della componente biologica, per favorirne e stimolarne l'attività. Infatti, se gli interventi previsti riescono a mantenere nel tempo delle condizioni ottimali il numero dei microrganismi aumenta velocemente, si diversifica e crea condizioni sempre più favorevoli all'attività biologica, contrapponendosi agli effetti limitanti della stazione (pH estremi, concentrazioni di metalli pesanti, ecc.).
La Direzione Lavori dovrà perciò concentrarsi contemporaneamente su queste due diverse direttrici: disponibilità e controllo. Se le condizioni non sono favorevoli, l'aggiunta artificiale di grandi quantitativi di materia organica è di per sé inutile, in quanto il suo effetto o si esaurirà nel giro di pochi anni, o porterà alla formazione di sostanze fitotossiche (es. in anaerobiosi).

5.4 INTERVENTI PER POTENZIARE LA FERTILITÀ

È possibile suddividere gli interventi in funzione dell'epoca di impianto della vegetazione. Gli interventi sottoelencati sono tra loro associabili ed assemblabili in modi e tempi diversi, a seconda delle possibilità tecnico-economiche presenti in ogni area di cantiere in ripristino.

<u>PRE IMPIANTO: PRIMA DELL'IMPIANTO DELLA VEGETAZIONE</u>

- Conservazione e recupero della sostanza organica esistente: raccolta, conservazione e reimpiego degli strati pedogenizzati presenti prima dell'escavazione (sostanza organica fresca ed umificata).
- Reperimento di materiale pedogenizzato in loco: in particolare è possibile usare stratificazioni superficiali ricche in sostanza organica (sia fresca che umificata), eventualmente anche terreno agricolo,

dotato di frazioni limitate, ma comunque non trascurabili, di materiale organico.

- Ammendamento organico diretto, attraverso l'interramento di materiali di origine vegetale ed animale di natura diversa, in funzione:
    - del C/N: compreso tra 20 -1000;
    - dei tempi di alterazione legati alle dimensioni nei materiali impiegati.
    - Concimazione azoto-fosfatica, sia organica che chimica, utilizzando prodotti e materiali diversi, principalmente organici, differenziati in funzione dei tempi di rilascio dell'azoto presente:
- a pronto effetto (settimane): es. prodotti chimici, farina di sangue;
- ad effetto differito (mese): es. letame, cuoio torrefatto, prodotti chimici;
- ad effetto prolungato (mesi): es. cascami di lana;
- a lungo termine (anni): es. cornunghia, pennone;

in quantità corrispondenti alle necessità:

1) di alterazione della sostanza organica introdotta per raggiungere un valore di C/N pari a 30;
2) di crescita della copertura vegetale appena insediata (100150 unità di azoto per anno).

- Ammendamento organico indiretto, legato all'uso dei concimi NP organici, previsti nel punto precedente.
- Interramento di tutto questo materiale organico ad una profondità contenuta (30 cm), per mantenere condizioni di aerobiosi, nonché evitare diluizioni eccessive.

Creazione di un ambiente edafico coerente con le esigenze microbiologiche, non asfittico, ben areato, drenante, con una soluzione circolante chimicamente equilibrata e ben dotata in elementi minerali.

<u>IMPIANTO: AL MOMENTO DELL'INSEDIAMENTO DELLA VEGETAZIONE</u>

- Insediamento rapido di una copertura vegetale ad elevata produttività, per produrre un'elevata quantità di massa organica e per sfruttare tutte le risorse che via via si liberano dal substrato.
- Insediamento di specie azoto-fissatrici, erbacee ed arboree, per favorire nel tempo la disponibilità di azoto.
- Insediamento di specie a radicazione diversificata, specie in profondità, per favorire una esplorazione completa del substrato ed un riuso completo degli elementi minerali liberati dalla mineralizzazione o da altri processi.

POST IMPIANTO – IN COPERTURA: DOPO L'INSEDIAMENTO DELLA VEGETAZIONE

- Concimazioni in copertura di composti azoto fosforici:
    - a rapido rilascio (settimane) (prodotti chimici, sangue secco);
    - a medio rilascio (mesi) (prodotti chimici, cuoio);
    - per integrare le esigenze della vegetazione, soprattutto per quanto riguarda l'azoto, evitando ogni competizione con la massa organica in via di alterazione, fino a raggiungere una quantità totale di unità di azoto pari a 1000.
- Ammendamenti in copertura, distribuendo sostanza organica (es. liquami od altro a C/N basso), per integrare, sia in termini minerali che organici, la componente edafica.
- Gestione della copertura, per favorire la produttività biologica nel corso di tutto l'anno (sfalci, trinciatura, disponibilità irrigue, ecc.), massimizzando, nei primi anni dopo l'impianto, la produzione di massa organica.
- Gestione del sito e del suolo, tale da mantenere o migliorare le condizioni per una buona attività biologica (controllo del drenaggio, rotture degli strati impermeabili, allontanamento dei sali, ecc.).

5.5 FASCIA DI MITIGAZIONE

In considerazione delle caratteristiche di progetto e del territorio di inserimento dell'opera, si propone la realizzazione di una mitigazione visiva delle opere mediante piantumazione di quinte arboreo/arbustive con l'obbiettivo di attenuare l'impatto dell'opera nel contesto territoriale circostante salvaguardandone le caratteristiche salienti.
In tal senso, si propone lungo la recinzione la piantumazione di essenze arboree alternate con nuclei arbustivi monospecifici.
Si consiglia di utilizzare specie autoctone e comunque a seguito di sopralluoghi da parte di tecnici specializzati.
Si raccomanda inoltre:

- Uso di materiale vivaistico di provenienza certa (contro i rischi di inquinamento genetico)
- Coerenza con il contesto floristico e vegetazionale e attenzione agli aspetti strutturali, funzionali e dinamici
- Esclusione di entità vegetali esotiche.

In tale sede si propone la seguente lista di specie a titolo indicativo e non vincolante:

- Ulmus minor
- Prunus dulcis

- Prunus domestica
- Salix alba
- Salix caprea
- Salix purpurea
- Salix cinerea
- Ulivi (eventualmente locali da trapianto)
- Cornus sanguinea
- Ligustrum vulgare
- Sambucus nigra.

6. CLASSIFICAZIONE DEI RIFIUTI

Il D.lgs 152/06 classifica i rifiuti secondo l'origine in rifiuti urbani e rifiuti speciali, e secondo le caratteristiche di pericolosità in rifiuti pericolosi e non pericolosi. Tutti i rifiuti sono identificati da un codice a sei cifre.
L'elenco dei codici identificatici (denominato CER 2002 e allegato alla parte quarta del D.lgs 152/06) e articolato in 20 classi: ogni classe raggruppa rifiuti che derivano da uno stesso ciclo produttivo. All'interno dell'elenco, i rifiuti pericolosi sono contrassegnati da apposito asterisco nell'elenco CER2002.
In tale elenco alcune tipologie di rifiuti sono classificate come pericolose o non pericolose fin dall'origine, mentre per altre la pericolosità dipende dalla concentrazione di sostanze pericolose e/o metalli pesanti presenti nel rifiuto.
Per "sostanza pericolosa" si intende qualsiasi sostanza classificata come pericolosa ai sensi della direttiva 67/548/CEE e successive modiche: questa classificazione e soggetta ad aggiornamenti, in quanto la ricerca e le conoscenze in questo campo sono in continua evoluzione.

6.1 CONFERIMENTO DEL MATERIALE DI RISULTA AGLI IMPIANTI ALL'UOPO DEPUTATI DALLA NORMATIVA DI SETTORE PER LO SMALTIMENTO OVVERO PER IL RECUPERO

Procedendo all'attribuzione preliminare dei singoli codici CER dei rifiuti autoprodotti dalla dismissione del progetto, si possono descrivere come appartenenti alle seguenti categorie (con l'asterisco * sono evidenziati i rifiuti speciali pericolosi):

Codice CER	Descrizione del rifiuto
CER 15 06 08	Rifiuti della produzione, formulazione, fornitura ed uso del silicio e dei suoi derivati
CER 15 01 10*	Imballaggi contenenti residui di sostanze pericolose o contaminati da tali sostanze
CER 15 02 03	Assorbenti, materiali filtranti, stracci e indumenti protettivi, diversi da quelli di cui alla voce 150202
CER 16 02 10*	Apparecchiature fuori uso contenenti PCB o da essi contaminate, diverse da quelle di cui alla voce
CER 16 02 14	Apparecchiature fuori uso, apparati, apparecchi elettrici, elettrotecnici ed elettronici; rottami elettrici ed elettronici contenenti e non metalli preziosi
CER 16 02 16	Macchinari ed attrezzature elettromeccaniche
CER 16 03 04	Rifiuti inorganici, diversi da quelli di cui alla voce 160303
CER 16 03 06	Rifiuti organici, diversi da quelli di cui alla voce 160305
CER 16 06 04	Batterie alcaline (tranne 160603)
CER 16 06 01*	Batterie al piombo
CER 16 06 05	Altre batterie e accumulatori
CER 16 07 99	Rifiuti non specificati altrimenti (acque di lavaggio piazzale)
CER 17 01 01	Cemento (derivante dalla demolizione dei fabbricati che alloggiano le apparecchiature elettriche)
CER 17 01 07	Miscugli o scorie di cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche, diverse da quelle di cui alla voce 170106
CER 17 02 02	Vetro
CER 17 02 03	Plastica (derivante dalla demolizione delle tubazioni per il passaggio dei cavi elettrici)
CER 17 04 01	Rame
CER 17 04 02	Alluminio
CER 17 04 05	Ferro, Acciaio (derivante dalla demolizione delle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici e da recinzione in metallo plastificato, paletti di sostegno in acciaio, cancelli sia carrabili che pedonali
CER 17 04 07	Metalli misti

CER 17 04 11	Cavi, diversi da quelli di cui alla voce 170410 - Linee elettriche di collegamento dei vari pannelli fotovoltaici- Cavi
CER 17 04 05	Ferro e acciaio derivante da infissi delle cabine elettriche
CER 17 05 08	Pietrisco (derivante dalla rimozione della ghiaia gettata per realizzare la viabilità)
CER 17 06 04	Materiali isolanti diversi da quelli di cui alle voci 170601 e 170603
CER 17 09 03*	Altri rifiuti dell'attività di costruzione e demolizione (compresi rifiuti misti) contenenti sostanze pericolose
CER 17 09 04	Materiale inerte rifiuti misti dell'attività di demolizione e costruzione non contenenti sostanze pericolose: Opere fondali in cls a plinti della recinzione - Calcestruzzo prefabbricato dei locali cabine elettriche
CER 20 01 36	Apparecchiature elettriche ed elettroniche fuori uso (inverter, quadri elettrici, trasformatori, moduli fotovoltaici)

Tabella - Codici CER dei rifiuti prodotti dalla dismissione del progetto

6.2 DETTAGLI RIGUARDANTI LO SMALTIMENTO DEI COMPONENTI

Nell'ambito del presente progetto lo smaltimento dei componenti verrà gestito secondo i seguenti dettagli:

Materiale	Provenienza	Destinazione finale
Acciaio	Strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici in acciaio, profili di acciaio o alluminio, pali recinzione, pali illuminazione / videosorveglianza, cancello	Riciclo in appositi impianti
Materiali ferrosi	Strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici in acciaio, profili di acciaio o alluminio, recinzione in fili zincati, porte/finestre di aerazione della cabina elettrica	Riciclo in appositi impianti

Rame	Cavi elettrici	Riciclo e vendita
Alluminio	Cavi elettrici	Riciclo e vendita
Inerti da costruzione	Cabine elettriche prefabbricate con fondazioni in cemento armato vibrato, fondazione cancello	Riciclo in appositi impianti
Materiali provenienti dalla demolizione delle strade	Pietrisco o ghiaia per la realizzazione della viabilità interna	Recupero e riciclaggio inerti da demolizione
Materiale plastico	Tubazioni in PVC/HDPE per il passaggio dei cavi elettrici, cassette dei quadri elettrici, guaine cavi, pozzetti plastici	Conferimento a discarica autorizzata
Materiali compositi in fibre di vetro		Riciclo
Materiali elettrici e componenti elettromeccanici	Inverter, quadri elettrici, trasformatori, moduli fotovoltaici, illuminazione, videosorveglianza	Separazione dei materiali pregiati da quelli meno pregiati. Ciascun materiale verrà riciclato/venduto in funzione delle esigenze del mercato alla data di dismissione del parco fotovoltaico

Tabella - Gestione dei rifiuti prodotti

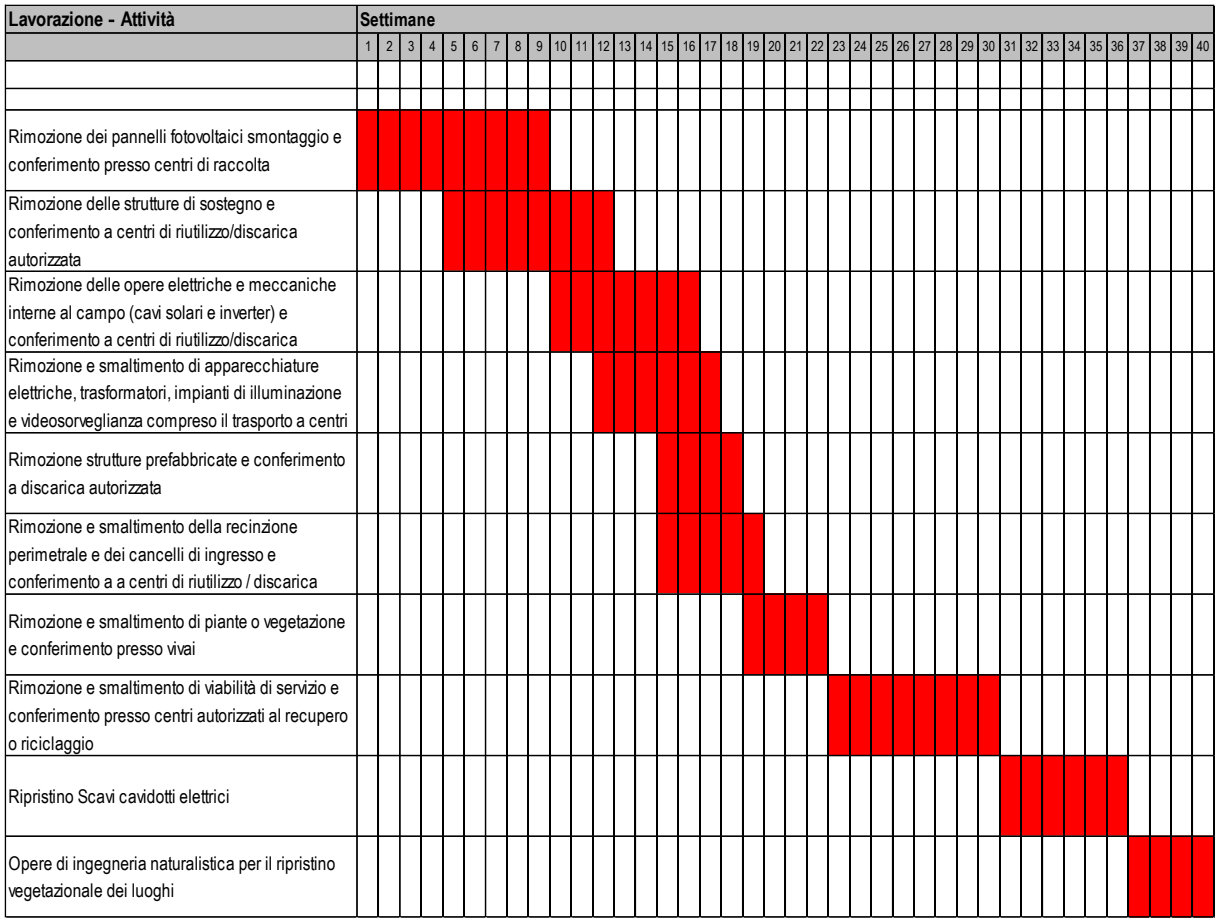
7. COMPUTO METRICO DELLE OPERAZIONI DI DISMISSIONE

I costi relativi alla dismissione e smaltimento dell'impianto fotovoltaico e delle opere di connessione, possono essere riferiti all'analisi di seguito riportata:

N.	DESCRIZIONE LAVORI	Unità di misura	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTO	
			par. ug	lung.	larg.	H/peso		Unitario	Totale
7	**Dismissione impianto**								
7a	Smontaggio e smaltimento pannelli (riferimento ad un impianto fotovoltaico della potenza di 1 MWp) - Impianto da 21,72 MWp	a corpo	1				1	€ 130.942,66	€ 130.942,66
7b	Smontaggio e smaltimento strutture di sostegno moduli (riferimento ad un impianto fotovoltaico della potenza di 1 MWp) - Impianto da 21,72 MWp	a corpo	1				1	€ 158.520,96	€ 158.520,96
7c	Smontaggio e smaltimento parti elettriche (riferimento ad un impianto fotovoltaico della potenza di 1 MWp) - Impianto da 21,72 MWp	a corpo	1				1	€ 75.134,59	€ 75.134,59
7d	Demolizione e smaltimento cabine c.a. (riferimento ad un impianto fotovoltaico della potenza di 1 MWp) - Impianto da 21,72 MWp	a corpo	1				1	€ 46.361,95	€ 46.361,95
7e	Smontaggio recinzione, impianto di videosorvelgianza e di illuminazione e relativo smaltimento (riferimento ad un impianto fotovoltaico della potenza di 1 MWp) - Impianto da 21,72 MWp	a corpo	1				1	€ 55.156,61	€ 55.156,61
7f	Smantellamento e recupero fondazione stradale utilizzata per la viabilità interna ai campi	m3	6.800			0,5	3.400	€ 18,00	€ 61.200,00
7g	Aratura meccanica, profondità cm 30-40, su superficie libera da piante ed altri impedimenti rilevanti, comprensiva del trasporto, carico e scarico dei mezzi utilizzati	mq	197.266				197.266	€ 0,19	€ 37.480,59
7h	Spese per la dismissione del cavidotto MT di Utenza e relative opere di ripristino.	a corpo	1				1	€ 305.222,00	€ 305.222,00
7i	Spese per la dismissione della Cabina Utente all'interno del punto di raccolta "Green Venture Montorio - Greenergy" - Opere di utenza - e relative opere di ripristino.	a corpo	1				1	€ 91.373,94	€ 91.373,94
7l	Spese per la dismissione del cavidotto linea interrata AT, terna con sezione 1600 mmq - Opere comuni - e relative opere di ripristino. (quota di competenza del produttore)	a corpo	1				1	€ 5.479,81	€ 5.479,81
	SOMMANO								**€ 966.873,11**

8. CRONOPROGRAMMA DELLE OPERAZIONI DI DISMISSIONE

Il cronoprogramma delle opere di dismissione e smaltimento dell'impianto fotovoltaico sono all'incirca 40 settimane ed è riportato di seguito:



La dismissione della stazione elettrica AT/MT prenderà complessivamente 5 mesi di attività, mentre per la dismissione degli elettrodotti saranno sufficienti 2 mesi.