Regione Liguria	Comune Cairo Montenotte	Comune Savona	Provincia Savona
REGIONE LIGURIA			PAR PARIBVS

PARCO EOLICO DI SAVONA - LOC. PIANDELMELO (9 MW)

Piano di dismissione dell'impianto e delle opere connesse

Rel. 10

Progetto definitivo

Rev. 00 - Novembre 2023

Bissi Marco
05.12.2023
11:15:32
GMT+00:00

PROGETTISTA

Ing. Samuele Viara
Via Damilano, 24
12049 Trinità (CN)

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI CUNEO
A1949 Dott. Ing. Samuele Viara

Firmato digitalmente da

samuele viara

O = Ordine degli Ingegneri della Provincia di Cuneo
C = IT

BH Wind s.r.l.
Via Zara, 5
23100 SONDRIO
tel. +39.0342.211159
fax. +39.0342.517163

www.bissiholding.com - info@bissiholding.com
C.F. - P.Iva. 01055440141
R.E.A. SO - 79322
Con Unico Socio

Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di Bissi Holding S.p.A.

Sommario

1. Introduzione 3
2. Definizione delle operazioni di dismissione 3
3. Dettagli riguardanti lo smaltimento dei componenti 4
3.1. Aerogeneratore 4
3.1.1. Pale 5
3.1.2. Navicella 5
3.1.3. Componenti elettrici e di controllo 8
3.1.4. Minuteria 8
3.1.5. Oli ed altri liquidi refrigeranti 9
3.1.6. Torre 9
3.2. Fondazioni 11
3.3. Piazzola aerogeneratore e viabilità 11
3.4. Cavidotto interrato 11
3.5. Cabina di consegna – lato utente 12
4. Conferimento del materiale di risulta agli impianti all'uopo deputati dalla normativa di settore per lo smaltimento 12
5. Ripristino dello stato e dei luoghi e dei relativi costi 13
6. Cronoprogramma delle fasi attuative di dismissione 15

Indice delle figure

Figura 1: Tabella di sintesi dei componenti, dei materiali, e i relativi metodi di smaltimento. 10
Figura 2: Rifiuti attesi in fase di dismissione dell'impianto e delle opere di connessione. 13
Figura 3: Tabella rappresentante il cronoprogramma delle fasi attuative di dismissione. 15
Figura 4: Diagramma di Gantt della fase di dismissione. 15

1. Introduzione

L'obiettivo del documento è la descrizione del piano di dismissione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica da realizzarsi presso i Comuni di Cairo Montenotte (SV) e Savona (SV) costituito da n.3 aerogeneratori della potenza nominale superiore a 4 MW ma limitati a 3 MW per una potenza complessiva limitata a 9,0 MW.

La cabina di consegna è ubicata nel Comune di Cairo Montenotte (SV) mentre l'allaccio con la linea elettrica nazionale avviene tramite collegamento in antenna da cabina AT/MT SAVONA sita in Comune di Altare (SV).

Nei successivi paragrafi sono descritte tutte le operazioni necessarie per la rimozione delle strutture tecnologiche, per la demolizione delle strutture civili e per il ripristino delle condizioni morfologiche ed orografiche originarie dell'area interessata dal parco eolico e dalle opere di connessione.

Per le specifiche tecniche riguardanti lo smaltimento di ogni singolo componente si rimanda ai disciplinari e alle direttive del fornitore dell'aerogeneratore.

2. Definizione delle operazioni di dismissione

La vita utile di un parco eolico è di circa 25 anni trascorsi i quali è possibile, dopo una revisione di tutti i componenti dell'impianto, prolungare ulteriormente la sua attività e la produzione di energia elettrica, effettuare un revamping dello stesso oppure procedere con lo smantellamento e smaltimento dei componenti costituenti l'impianto. Una delle caratteristiche degli impianti eolici è la quasi totale reversibilità degli interventi di modifica atti a realizzare l'impianto di produzione. Il decomissioning dell'impianto prevede la disinstallazione delle parti produttive con appropriati mezzi. Si procede poi con la separazione dei macro componenti costituenti le macchine suddividendoli in:

- riutilizzabili;
- riciclabili;
- da rottamare secondo le normative vigenti;
- materiali plastici da trattare secondo la natura dei materiali e le normative vigenti.

Terminata la rimozione delle opere fuori terra (aerogeneratori e cabina utente) si procede alla rimozione delle opere interrate quali le fondazioni degli aerogeneratori, le fondazioni della cabina e i cavidotti interrati in accordo alle norme di demolizione dei materiali edili.

Le misure di ripristino interessano anche le strade a servizio del parco eolico e le piazzole in modo tale da ricondurre il sito alle condizioni ante opera.

Di seguito sono schematizzate in ordine cronologico le operazioni necessarie alla dismissione dell'impianto descritte in precedenza:

- smontaggio degli aerogeneratori e delle apparecchiature elettromeccaniche in tutte le loro componenti conferendo il materiale di risulta agli impianti deputati dalla normativa vigente;
- dismissione delle fondazioni degli aerogeneratori;
- dismissione delle piazzole degli aerogeneratori;
- dismissione della viabilità di servizio;
- dismissione del cavidotto utente;

- dismissione della cabina di consegna lato utente;
- riciclo e smaltimento dei materiali;
- ripristino dello stato dei luoghi mediante la rimozione delle opere, il rimodellamento del terreno allo stato originario ed il ripristino della vegetazione avendo particolare cura di:
    - ripristinare la coltre vegetale assicurando il ricarico con almeno un metro di terreno vegetale;
    - utilizzare tecniche di ingegneria naturalistica per ripristini geomorfologici;
    - comunicare agli uffici regionali competenti la conclusione delle operazioni di dismissione dell'impianto.

L'impianto, relativamente alle esigenze di bonifica dell'area, non prevede l'utilizzo di prodotti inquinanti o di scorie che possono danneggiare il suolo e il sottosuolo. Ne deriva la non necessità di bonifica o altri trattamenti di risanamento.

Durante la fase di dismissione si deve porre attenzione alla produzione di polveri derivanti dalla movimentazione della terra, dalla circolazione dei mezzi e della manipolazione di materiali polverulenti o friabili. A tal fine, durante le fasi operative, si devono prendere in considerazione tutte le misure di prevenzione sia nei confronti degli operatori sia dell'ambiente circostante quali l'utilizzo di utensili a bassa velocità, la bagnatura dei materiali, e l'adozione dei dispositivi di protezione individuale.

3. Dettagli riguardanti lo smaltimento dei componenti

Le componenti dell'impianto eolico che si prevede vengano dismesse al termine della vita utile dello stesso sono:

- n.3 aerogeneratori ad asse orizzontale;
- n.3 piazzole di servizio all'impianto;
- elettrodotto utente interrato per il collegamento tra gli aerogeneratori e la cabina di consegna;
- cabina di consegna – lato utente.

Non si prevede la rimozione e la dismissione della cabina di consegna nel suo complesso e dell'elettrodotto di rete per la consegna dell'energia dato che questi sono considerati un'infrastruttura a servizio del gestore di rete.

Si sottolinea che l'elettrodotto di rete è posizionato lungo la viabilità provinciale e comunale e, di conseguenza, non causa nessun effetto negativo in termini di impatto ambientale. Di contro, l'eventuale rimozione di quest'ultimo implicherebbe un impatto negativo come diretta conseguenza dell'attività di scavo e ripristino del manto stradale.

3.1. Aerogeneratore

Il primo componente dell'impianto che viene smantellato è l'aerogeneratore. Questa operazione viene effettuata tramite l'ausilio di macchinari e attrezzature adeguati all'intervento quali gru a traliccio che smontano, in rigorosa sequenza le pale con il mozzo, il rotore e la navicella. Parallelamente vengono smontate tutte le strutture elettromeccaniche presenti nei moduli posati a terra.

Lo smantellamento della turbina eolica viene effettuato dal fornitore o da ditte specializzate che effettuano lo smontaggio di tutti i componenti e il trasporto in siti idonei e attrezzati per le successive fasi di recupero e

smontaggio. Ogni aerogeneratore è costituito da un elevato numero di componenti strutturali, elettrici e di controllo. La tipologia, la forma e i materiali di questi è diversa, ed essendo per la maggior parte materiali di carattere riciclabile e con un valore aggiunto considerevole, come l'acciaio e i differenti metalli, risultano interessanti dal punto di vista del riciclaggio.

Attualmente gli aerogeneratori sono costituiti da materiali innovatori e non sono state ancora trovate tecniche di riutilizzo di tutti i componenti. In attesa che lo sviluppo tecnologico permetta di trovare tecniche utili di sfruttamento, questi materiali devono essere trattati come rifiuti; vengono pertanto trattati in accordo alla normativa vigente applicabile.

Di seguito si riportano i principali componenti e materiali dell'aerogeneratore insieme alla pericolosità ed al codice delle operazioni di eliminazione e valorizzazione per ciascuno di essi.

3.1.1. Pale

L'aerogeneratore dispone di tre pale di dimensioni prestabilite e caratteristiche strutturali adatte alla potenza della macchina. Le pale sono realizzate in fibra di vetro come componente principale a cui si aggiungono altri componenti della famiglia delle resine. Oltre alla fibra di vetro, in determinati modelli di pale, si utilizza la fibra di carbonio per alleggerire il peso delle stesse. Le pale sono gli elementi esterni che più soffrono il deterioramento dovuto agli effetti negativi delle scariche elettriche e lo sforzo strutturale dovuto alla continua tensione alle quali sono sottoposte. È possibile che, durante la vita utile dell'impianto, si renda necessaria la sostituzione di una pala. Data la non pericolosità delle stesse, esse vengono inviate a discarica autorizzata dei rifiuti inerti.

Al fine di ridurre l'impatto generato dal loro smantellamento si pianificano due possibili alternative per la loro eliminazione o riciclaggio. Queste soluzioni sono:

- valorizzazione come combustibile e materia prima di processo nella produzione industriale di Cemento Clinker. Questo processo richiede un trattamento fisico a monte che permetta la sua introduzione in forma controllata nei forni di produzione del Clinker;
- riciclaggio del materiale per la fabbricazione di altri componenti attraverso il processo di pirolisi che consente di separare la fibra di vetro dalla resina. Tuttavia, la fibra di vetro recuperata in questa forma non conserva la totalità delle proprietà iniziali. Per questa ragione, in funzione delle caratteristiche dei materiali recuperati, si determinano le vie di recupero degli stessi.

Per quest'ultima ragione, in funzione delle caratteristiche dei materiali recuperati, si determinano le vie di recupero degli stessi.

3.1.2. Navicella

La navicella, anche chiamata gondola, costituisce il nucleo centrale dell'aerogeneratore. In essa si opera la trasformazione in energia elettrica del movimento delle pale causato dalla forza del vento. Dato l'elevato numero di componenti, unità e diversi sistemi installati, è la parte più complessa dell'aerogeneratore.

La maggior parte degli elementi costitutivi della navicella sono fabbricati in diversi tipi di acciaio e leghe. Sono presenti anche materiali elettrici, composti per circuiti, placche di controllo, materiali metallici e non metallici di diversa purezza ma in minore proporzione rispetto al totale.

Essendo il numero dei componenti della navicella elevato, vengono di seguito analizzati soltanto quelli di maggiore importanza e dimensione che sono:

- mozzo;
- asse;
- generatore;
- trasformatore;
- motori di giro e riduttori;
- gruppo o sistema idraulico;
- telaio anteriore e posteriore;
- carcassa.

3.1.2.1. Mozzo

Il mozzo permette di accoppiare le pale con l'asse di rotazione dell'aerogeneratore. Grazie a questo accoppiamento è possibile trasmettere direttamente il movimento di rotazione delle pale al generatore. Il materiale utilizzato per la fabbricazione del mozzo è acciaio lavorato meccanicamente e il tappo, insieme al cono di chiusura, sono realizzati in lamiere di acciaio rivettato. Il riutilizzo come componenti di seconda mano è particolarmente ristretto data la necessità di elevata resistenza strutturale che si esige per questo componente. Per tale motivo viene riciclato come rottame.

3.1.2.2. Asse

L'asse di rotazione collega il mozzo al generatore elettrico consentendone il funzionamento. La configurazione dell'aerogeneratore adottato prevede l'utilizzo di un moltiplicatore di giri e della suddivisione dell'asse in uno a bassa e uno ad alta velocità; in particolare, l'albero a bassa velocità è quello collegato alle pale mentre quello ad alta velocità è quello accoppiato al generatore. Sull'asse è posizionato anche un freno a disco di emergenza in caso si debba fermare la macchina. L'asse è fabbricato in acciaio e si trova protetto da una cassa metallica. Al suo interno scorrono i condotti del sistema idraulico ed elettrico. Questo componente ha un alto grado di usura causato dal suo movimento giratorio continuo. Per questa ragione, quando viene smantellato, è destinato ad essere riciclato come rottame. Nel caso in cui qualche pezzo si trovi in buono stato si può pensare al loro riutilizzo in componenti simili.

3.1.2.3. Generatore

Il generatore è l'elemento della turbina che ha il compito di convertire l'energia meccanica in energia elettrica. L'elettricità prodotta dal generatore, dopo essere stata trasformata (elevamento di tensione e abbassamento di corrente) scende tramite cavi fino alla base della torre ed è successivamente immessa in rete. Il generatore elettrico si compone principalmente di una carcassa e di un supporto interno di acciaio. All'interno di questa struttura si trova un avvolgimento di cavo di rame. Tanto l'acciaio quanto il rame sono destinati al riciclaggio come rottame. Bisogna prestare particolare attenzione al recupero del rame dato il suo elevato costo sul mercato.

3.1.2.4. Trasformatore

È installato nel retro della navicella. È costituito da un'installazione di placche e avvolgimenti di piattini di rame. Il trasformatore, come parte del sistema elettrico dell'aerogeneratore, si deve considerare nel momento dell'eliminazione dello stesso in maniera controllata. I materiali costituenti l'armatura e la carcassa esteriore vengono rottamati, così come il rame generato che si recupera per la sua rifusione.

3.1.2.5. Motori di giro e riduttori

Il meccanismo di posizionamento della turbina a favore di vento si realizza tramite movimento circolare che si ottiene con dei motori e dei riduttori fissi alla gondola che fanno presa sull'ingranaggio della corona di orientamento della torre. Il segnale di posizionamento corretto viene ricevuto dal sistema di controllo insieme ai dati proveniente dalla veletta e dall'anemometro installati sulla turbina. Sia i motori elettrici di giro che i riduttori sono fabbricati in acciaio e ferro. I motori, grazie alla loro grande resistenza e durata, possono essere utilizzati come ricambi in altre macchine simili oppure, grazie alla loro compatibilità in altre applicazioni al di fuori del settore eolico, possono essere utilizzati in un mercato di macchine usate. Nel caso in cui tali componenti si trovino in forte stato di deterioramento, vengono riciclati come rottame.

3.1.2.6. Gruppo o sistema idraulico

È composto da un gruppo di pressione, delle valvole di controllo e un sistema di condotti idraulici che distribuiscono il liquido idraulico (olio idraulico) tra il rotore e la navicella.

Il gruppo di pressione ha il compito di somministrare il fluido idraulico ad una determinata pressione per consentire l'azionamento del sistema di captazione, orientazione e trasmissione. Il sistema è fabbricato totalmente in acciaio e viene riciclato come rottame. Nel caso in cui si trovi in buono stato, può essere riutilizzato come ricambio.

I condotti idraulici canalizzano il fluido nei componenti sottoposti a movimenti continui di rotazione come il rotore, gli assi, i motori di giro e di posizionamento dell'aerogeneratore. Fondamentalmente, ed in funzione delle esigenze tecniche, questi condotti sono fabbricati in polimeri sintetici e caucciù e rinforzati internamente con una maglia di filo d'acciaio. Le componenti plastiche vengono valorizzate da un gestore autorizzato come combustibile energetico o come materia prima per la fabbricazione dell'arredo urbano, le parti in acciaio sono riciclate come rottame.

3.1.2.7. Telaio anteriore e posteriore

Il telaio anteriore si compone di un pezzo mentre quello posteriore di due. Tutte queste parti si assemblano tra di loro per formare la base sulla quale si posiziona la totalità dei componenti meccanici, elettrici ed idraulici che formano la navicella. Al telaio anteriore sono assemblati anche la corona di giri e gli ancoraggi di supporto alla torre dell'aerogeneratore.

I telai sono fabbricati in acciaio meccanizzato saldato e la sua struttura è progettata specificatamente per il supporto della struttura della navicella. Pertanto, una volta arrivati alla fine della vita utile dell'aerogeneratore, vengono riciclati come rottame.

3.1.2.8. Carcassa

Tutta la navicella si trova ricoperta dalla carcassa esteriore che si compone di uno o due pezzi (inferiore e superiore). Così come le pale, la carcassa è costituita da fibre di vetro come componente principale al quale si aggiungono le resine. Grazie a ciò si ottiene un materiale con una sufficiente resistenza strutturale che funge da isolante contro la corrosione causata dai fenomeni meteorologici. Come per le pale, per l'eliminazione di questi componenti si pianificano due possibili alternative che riducono l'impatto generato dalla loro eliminazione all'interno di una discarica di inerti:

- valorizzazione come combustibile e materia prima di processo nella produzione industriale di Cemento Clinker. Questo processo richiede un trattamento fisico a monte che permetta la sua introduzione in forma controllata nei forni di produzione del Clinker;
- riciclaggio del materiale per la fabbricazione di altri componenti attraverso il processo di pirolisi che consente di separare la fibra di vetro dalla resina. Tuttavia, la fibra di vetro recuperata in questa forma non conserva la totalità delle proprietà iniziali. Per questa ragione, in funzione delle caratteristiche dei materiali recuperati, si determinano le vie di recupero degli stessi.

3.1.3. Componenti elettrici e di controllo

Nell'aerogeneratore, in particolare all'interno della navicella, si installa un elevato numero di cavi e dispositivi di controllo. Da un lato si trovano i cavi che trasportano l'energia elettrica generata e, dall'altro, i cavi appartenenti al sistema di controllo dell'aerogeneratore. Questi ultimi, connettendo i differenti meccanismi all'unità di controllo, permettono di gestire tutte le informazioni dei molteplici sensori installati. La maggior parte dei cavi installati sono fabbricati in rame sebbene si possono trovare anche cavi in alluminio. L'isolamento esterno nella maggior parte dei casi è in PVC, polietilene (PE) o altri polimeri. Quasi tutto il cavedio è recuperabile per il riutilizzo dei metalli che risultano essere economicamente importanti visto che il rame e l'alluminio hanno un elevato valore di mercato. Il processo per il recupero del cavedio è basato sulla separazione del conduttore metallico dall'isolante plastico. La parte isolante di PVC e PE è sfruttabile in diverse applicazioni come materia prima per la fabbricazione di strumenti e applicazione per il giardinaggio etc.

Inoltre, si deve tenere conto di tutti quei componenti del sistema di controllo che sono fabbricati con piombo e sono incorporati in una matrice di vetro o ceramica. Anche le lampade di scarica e gli schermi degli strumenti si devono gestire in maniera controllata visto il contenuto di metalli pesanti come piombo e mercurio.

3.1.4. Minuteria

Ne fanno parte la maggior parte dei componenti della navicella, gli elementi di assemblaggio, di supporto, di armatura della carcassa esterna e gli elementi di protezione dei componenti mobili che sono fabbricati in acciaio, alluminio ed altre leghe.

In caso di dismissione del parco eolico, il volume di questi piccoli pezzi è considerevole; sì deve quindi stabilire una metodologia o un procedimento per lo stoccaggio e la gestione degli stessi. L'uso finale di questi componenti, una volta stoccati in funzione del materiale di cui sono costituiti, deve essere il riutilizzo come rottame per la loro rifusione.

3.1.5. Oli ed altri liquidi refrigeranti

Gli oli meccanici vengono utilizzati principalmente per la lubrificazione degli elementi di giro installati all'interno e all'esterno della navicella. L'olio del sistema idraulico si estende per quasi la totalità della navicella e permette l'azionamento dei vari sistemi installati. Vista la composizione degli stessi, devono essere rimossi in forma controllata prima dell'inizio dei lavori di smontaggio di uno dei componenti o dello smantellamento dell'aerogeneratore. Gli oli esausti, una volta recuperati adeguatamente, hanno la possibilità di essere reimpiegati come combustibile in impianti di generazione di energia. I liquidi di refrigerazione, allo stesso modo, devono essere rimossi in forma controllata specialmente quando contengano cromo esavalente. A causa della loro grande tossicità, queste soluzioni vengono trattate in impianti speciali per l'eliminazione di componenti pericolosi.

3.1.6. Torre

La torre di sostengo è fabbricata con piastre di acciaio di spessore tra i 16 e i 36 mm ricoperte sia internamente che esternamente da strati di pittura per proteggerle dalla corrosione. Le piastre sono assemblate tra di loro e ancorate alla base di fondazione realizzata in calcestruzzo armato. All'interno della torre si installano una serie di piattaforme, scale e linee vita in modo tale che gli operai possano accedere in sicurezza alla navicella. Tali componenti sono fabbricati in acciaio o ferro galvanizzato. Nel caso in cui questi vengano smantellati, il loro riutilizzo nell'ambito nel settore eolico si presenta poco fattibile a causa delle esigenze di resistenza strutturale che si richiede ai componenti dell'aerogeneratore. Inoltre, le nuove macchine richiedono strutture più grandi e resistenti; di conseguenza, non è fattibile lo sfruttamento di strutture obsolete. L'opzione più attuabile, relativamente alla gestione finale dei trami che costituiscono la torre, è il riciclaggio come rottame.

Si riporta di seguito una tabella di sintesi in cui sono evidenziati i componenti, il tipo di materiale ed i metodi di smaltimento.

Componente	Materiale principale	Metodo di smaltimento
Torre		
Acciaio strutturale della torre	Acciaio	Pulire, tagliare e fondere per altri usi
Cavi della torre	Rame	Pulire e fondere per altri usi
Copertura dei cavi	Plastica	Riciclare il PVC, cioè fondere per altri usi
Accessori elettrici alla base della torre		
Quadri elettrici	Rame	Pulire e fondere per altri usi
	Acciaio	Pulire, tagliare e fondere per altri usi
Schede dei circuiti	Metalli differenti e rifiuti elettrici	Trattare come rifiuti speciali
Copertura dei cavi	Plastica	Riciclare il PVC, cioè fondere per altri usi
Cabina di controllo	Acciaio	Pulire e tagliare per fonderlo negli altiforni
Fili elettrici	Rame	Pulire e fondere per altri usi
Trasformatore	Acciaio	Pulire e tagliare per fonderlo negli altiforni
	Olio	Trattare come rifiuto speciale
Rotore		
Pale	Resina epossidica fibrorinforzata	Macinare e utilizzare come materiale di riporto
Mozzo	Ferro	Fondere per altri usi
Generatore		
Rotore e statore	Acciaio	Pulire, tagliare e fondere per altri usi
	Rame	Pulire e fondere per altri usi
Navicella		
Alloggiamento navicella	Resina epossidica fibrorinforzata	Macinare e utilizzare come materiale di riporto
Cabina di controllo	Acciaio	Pulire e tagliare per fonderlo negli altiforni
Schede dei circuiti	Metalli differenti e rifiuti elettrici	Trattare come rifiuto speciale
Fili elettrici	Plastica	Riciclare il PVC, cioè fondere per altri usi
Supporto principale	Metallo e acciaio	Pulire, tagliare e fondere per altri usi
Vari cavi	Rame	Pulire e fondere per altri usi
Copertura dei cavi	Plastica	Riciclare il PVC, cioè fondere per altri usi

Figura 1: Tabella di sintesi dei componenti, dei materiali, e i relativi metodi di smaltimento.

3.2. Fondazioni

Le fondazioni di un aerogeneratore sono strutture massive in calcestruzzo armato di enormi dimensioni: nella maggior parte dei casi sono di forma circolare con un diametro che può essere superiore a 20 metri e spessore superiore ai 4 metri.

Queste strutture sono generalmente gettate in opera e sono armate con barre radiali equi distanziate, staffe collegate alle barre radiali, una gabbia di ancoraggio di post-tensionamento fissata da due anelli e barre verticali precompresse necessarie per collegare la struttura tubolare verticale in acciaio con la fondazione.

Date le loro notevoli dimensioni e complessità costruttive, non è prevista la loro rimozione totale. Nello specifico si prevede la rimozione di tutta la platea di fondazione fino ad una profondità di 1,50 metri dal piano di campagna. Per i pali di fondazione non è prevista alcuna rimozione.

La struttura in calcestruzzo che costituisce la platea viene divisa in blocchi in maniera tale da rendere possibile il caricamento degli stessi sugli automezzi che provvedono all'allontanamento del materiale dal sito. Le operazioni effettuate per la riduzione della platea in blocchi sono quelle strettamente necessarie a rendere agevole il carico sui mezzi delle frazioni ottenute in modo tale da limitare il più possibile la produzione di rumore e polveri che immancabilmente si generano durante l'esecuzione di tale fase lavorativa.

I blocchi rimossi vengono trasportati presso impianti specializzati nel recupero del calcestruzzo dove avviene la separazione tra quest'ultimo e il tondino di armatura. L'acciaio delle armature è recuperato e portato in fonderia mentre il calcestruzzo frantumato può essere utilizzato come materiale di riporto o inerte per la realizzazione di sottofondi, massetti, e per altre varie applicazioni edili.

Si procede infine con il riporto di terreno vegetale per il riempimento dello scavo in cui insisteva la fondazione.

3.3. Piazzola aerogeneratore e viabilità

Ulteriore aspetto da prendere in considerazione per la dismissione del parco eolico è quello riguardante la rimozione delle opere più arealmente distribuite: la piazzola e la viabilità di nuova realizzazione per l'accesso ed il servizio dell'impianto eolico. Questa operazione consiste nell'eliminazione della viabilità sopra descritta mediante l'impiego di macchine di movimento terra riportando il terreno a condizioni tali da consentirne l'utilizzo ante-opera.

La viabilità e la piazzola, essendo realizzate con materiali inerti, sono facilmente recuperabili e smaltibili. Tali materiali, dopo la rimozione e il trattamento di bonifica, potrebbero essere impiegati nuovamente per scopi similari o conferiti ad appropriate discariche autorizzate.

3.4. Cavidotto interrato

I cavidotti interrati, posati indicativamente ad una profondità di 1,2 metri, vengono rimossi nell'area della cabina di consegna mentre sono lasciati in sito quelli posati al di sotto delle strade di servizio al parco eolico salvo qualora i proprietari dei terreni ne richiedano espressamente la rimozione. In ogni caso, nei tratti dove

la viabilità a servizio del parco eolico viene rimossa, si provvede anche alla rimozione degli elettrodotti interrati.

La mancata rimozione di questi non costituisce un rischio perché, considerata la profondità di posa, essi non interferiscono con le normali attività di coltivazione.

I cavidotti elettrici sono costituiti da plastica e rame. Il riciclaggio deriva dall'esigenza di smaltire e riutilizzare materiali che sono costosi nell'approvvigionamento. Il rame ha un alto valore di mercato mentre l'isolante è utilizzabile come materia prima in diverse applicazioni.

3.5. Cabina di consegna – lato utente

La struttura costituente la cabina, essendo realizzata prevalentemente in cemento armato prefabbricato, può essere smaltita seguendo lo stesso procedimento utilizzato per le fondazioni dell'aerogeneratore e precedentemente descritto.

In alternativa si potrebbe convertire l'edificio ad altra destinazione d'uso compatibile con le norme urbanistiche vigenti per l'area conservando gli elementi architettonici tipici del territorio di riferimento.

Le fondazioni vengono demolite e portate presso impianti specializzati nel recupero del calcestruzzo.

Tutte le strutture elettromeccaniche della cabina di consegna, una volta dismesse, vengono conferite presso i centri specializzati.

Il trattamento dei rifiuti da apparecchiature elettriche (RAEE) ed elettroniche è svolto in centri adeguatamente attrezzati e autorizzati alla gestione dei rifiuti ed adeguati al "Decreto RAEE" sfruttando le migliori tecniche disponibili. Le attività di trattamento prevedono varie fasi, indicativamente:

- messa in sicurezza o bonifica, ovvero asportazione dei componenti pericolosi;
- smontaggio dei sotto- assiemi e separazione preliminare dei materiali;
- lavorazione meccanica per il recupero dei materiali.

L'attività di reimpiego delle apparecchiature dopo test di funzionamento è un'opzione prevista dalla normativa sui RAEE ma non esiste una normativa sulle apparecchiature immesse nuovamente sul mercato.

4. Conferimento del materiale di risulta agli impianti all'uopo deputati dalla normativa di settore per lo smaltimento

Durante le operazioni di dismissione delle apparecchiature e delle opere civili, nonché di messa in ripristino delle condizioni morfologiche e naturali dell'area, si producono rifiuti solidi e/o liquidi che devono essere smaltiti secondo le prescrizioni normative di settore.

I materiali di risulta, opportunamente selezionati, devono essere riutilizzati, per quanto possibile, nell'ambito del cantiere per formazione di rilevati, di riempimenti od altro. Il rimanente materiale deve essere conferito a discarica autorizzata.

La disponibilità delle discariche è assicurata nel totale rispetto della legislazione vigente, degli strumenti urbanistici locali e dei vincoli imposti dalle autorità competenti dopo avere valutato correttamente gli aspetti tecnici ed ambientali connessi alla collocazione a discarica dei materiali di risulta.

Si deve inoltre provvedere a qualsiasi onere, incombenza e prestazione relativa al trasporto ed alla collocazione in idonea discarica autorizzata dei materiali di risulta prodotti dal cantiere (scavi, demolizioni, lavorazioni varie, etc.) e non riutilizzabili nello stesso.

Di seguito si riporta una tabella indicativa delle tipologie di rifiuti in cui si possono principalmente catalogare le strutture descritte precedentemente.

Codice CER	Descrizione rifiuto
16 02	Scarti provenienti da apparecchiature elettriche ed elettroniche
16 02 14	Apparecchiature fuori uso, diverse da quelle di cui alle voci da 16 02 09 a 16 02 13
16 02 16	Componenti rimossi da apparecchiature fuori uso. Diversi da quelli di cui alla voce 16 02 15
17	Rifiuti delle operazioni di costruzione e demolizione
17 01	Cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche
17 02	Legno, vetro e plastica
17 02 02	Vetro
17 02 03	Plastica
17 04	Metalli (incluse le loro leghe)
17 04 01	Rame, bronzo e ottone
17 04 02	Alluminio
17 04 05	Ferro e acciaio
17 05	Terre, rocce e fanghi di drenaggio
17 05 04	Terra e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 17 05

Figura 2: Rifiuti attesi in fase di dismissione dell'impianto e delle opere di connessione.

I codici CER (Catalogo Europeo dei Rifiuti) sono delle sequenze numeriche composte da sei cifre che indentificano un rifiuto, di norma, in base al processo produttivo da cui è originato. I codici sono inseriti all'interno dell'"Elenco dei rifiuti" istituito dall'Unione Europea con la Decisione 2000/532/CE e recepito in Italia con il D.Lgs. 116/2020.

5. Ripristino dello stato e dei luoghi e dei relativi costi

Terminate le operazioni relative alla dismissione dei componenti dell'impianto eolico si procede alla restituzione dei suoli alle condizioni ante-opera. Le operazioni per il completo ripristino morfologico e vegetazionale sono di fondamentale importanza per fare in modo che l'area sulla quale sorge l'impianto possa essere restituita agli usi originari consentendo nuovamente il raccordo con il paesaggio circostante.

La scelta delle essenze arboree e arbustive autoctone, nel rispetto delle formazioni presenti sul territorio, è dettata da una serie di fattori quali la consistenza vegetativa ed il loro consolidato uso in interventi di valorizzazione paesaggistica.

Successivamente alla rimozione delle parti costitutive dell'impianto eolico è previsto il reintegro delle superfici oramai prive delle opere che le occupavano.

In particolare, il volume precedentemente occupato dalla platea di fondazione degli aerogeneratori, viene riempito mediante l'immissione di materiale compatibile con la stratigrafia del sito. Tale materiale costituisce la struttura portante del terreno vegetale che è distribuito sull'area con lo stesso spessore che aveva originariamente e che è individuato dai sondaggi geognostici che vengono effettuati in maniera puntuale sotto gli aerogeneratori prima di procedere alla fase esecutiva.

È indispensabile garantire un idoneo strato di terreno per assicurare l'attecchimento delle specie vegetali. In tal modo, anche lasciando i pali di fondazione negli strati più profondi, è possibile il recupero delle condizioni naturali originali.

Per quanto riguarda il ripristino delle aree interessate dalla presenza della piazzola, dalla viabilità dell'impianto e dalla cabina, i riempimenti da effettuare sono di minore entità rispetto a quelli relativi all'area occupata dall'aerogeneratore. Le aree dalle quali vengono rimosse la cabina e la viabilità vengono ricoperte di terreno vegetale ripristinando la morfologia originaria del terreno. La sistemazione finale del sito si ottiene mediante piantumazione di vegetazione in analogia a quanto presente ai margini dell'area. Per garantire una maggiore attenzione progettuale al ripristino dello stato dei luoghi originari in modo da rinaturalizzazione gli ambienti modificati dalla presenza dell'impianto eolico possono essere adottate anche tecniche di ingegneria naturalistica.

Le tecniche di ingegneria naturalistica possono qualificarsi come uno strumento idoneo per interventi destinati alla creazione o all'ampliamento di habitat preesistenti all'intervento dell'uomo o alla salvaguardia di habitat di notevole interesse floristico e/o faunistico.

I principali interventi di recupero ambientale, svolti con tecniche di ingegneria naturalistica, che vengono effettuati nel sito che ha ospitato l'impianto eolico sono costituiti prevalentemente da:

- semine (a spaglio, idrosemina o con coltre protettiva);
- semina di leguminose;
- scelta delle colture in successione;
- sovesci adeguati;
- incorporazione al terreno di materiale organico, preferibilmente compostato, anche in superficie;
- piantumazione di specie arboree/arbustive autoctone;
- concimazione organica finalizzata all'incremento di humus ed all'attività biologica.

6. Cronoprogramma delle fasi attuative di dismissione

Si riporta di seguito il cronoprogramma delle fasi attuative di dismissione.

	Parco Eolico di Savona – Loc. Piandelmelo (9MW) – CRONOPROGRAMMA DI DISMISSIONE	
	Nome	**Durata [gg]**
1	Allestimento area di cantiere	2
2	Smontaggio WTG complete di rotore, navicella e torre	32
3	Conferimento a società autorizzata dei componenti delle turbine per processi di smaltimento e riutilizzo	17
4	Rimozione fondazioni WTG e sottofondi stradali, conferimento in discarica dei materiali di risulta della demolizione o trasferimento a centro di demolizione e riutilizzo	39
5	Conferimento in discarica autorizzata dei materiali di risulta della demolizione o trasferimento a centro di demolizione	12
6	Rimozione cavidotti e ripristino aree	27
7	Rimozione componenti elettromeccaniche cabina MT – lato utente	7
8	Ripristino ambientale delle aree	7
	Totale	**131**

Figura 3: Tabella rappresentante il cronoprogramma delle fasi attuative di dismissione.

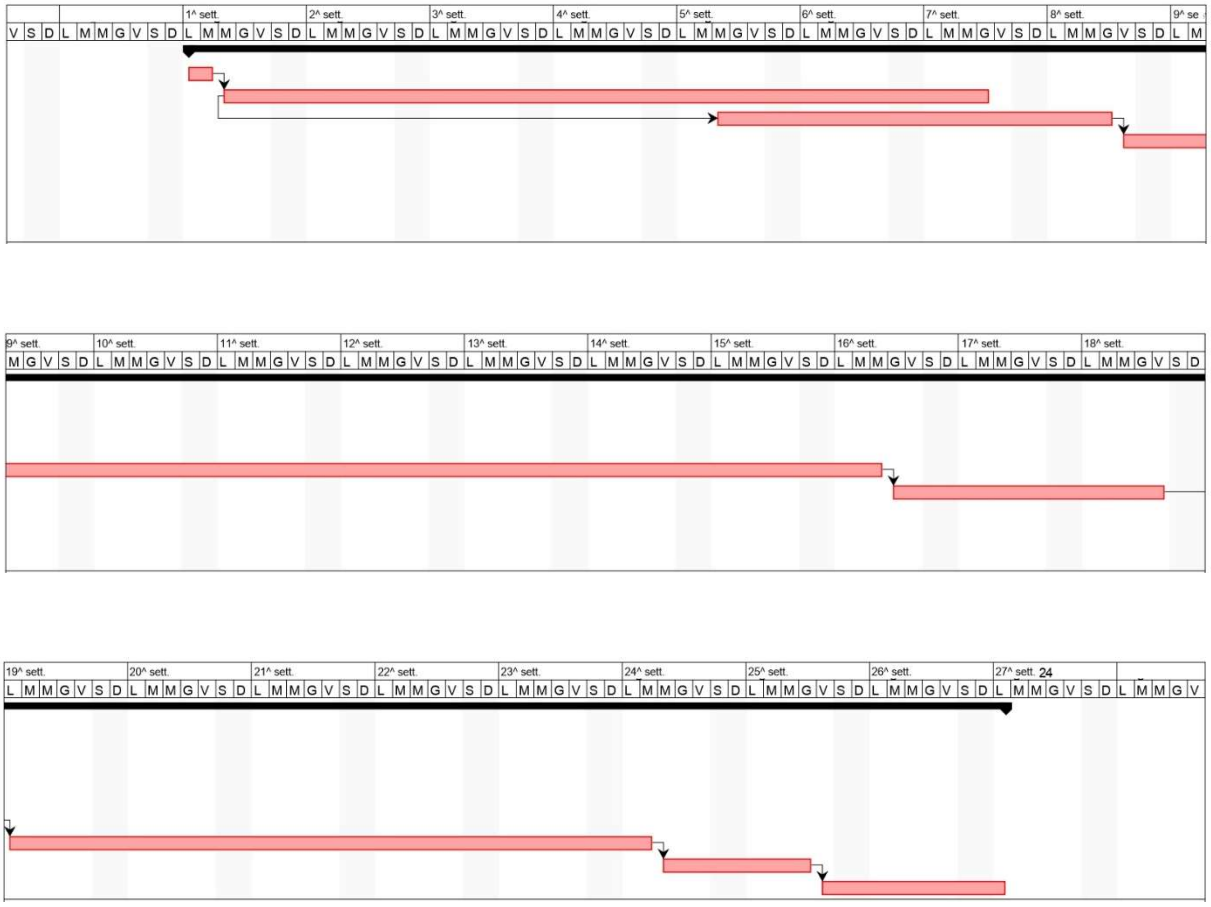


Figura 4: Diagramma di Gantt della fase di dismissione.