Regione Liguria | Comune Magliolo | Comune Rialto | Comune Tovo San Giacomo | Provincia Savona

PARCO EOLICO PIAN DEI BUOI - 8MW

Piano di dismissione dell'impianto e delle opere connesse

Rel. 09

Progetto definitivo
Comuni di Magliolo - Rialto - Tovo San Giacomo (SV)
Località Piano dei Buoi
Rev. 00 - Gennaio 2024

IL PROGETTISTA

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI CUNEO
A1758 Dott. Ing. Daniele Pirra

Firmato digitalmente da: PIRRA DANIELE
Firmato il 10/02/2025 15:14
Seriale Certificato: 1291146
Valido dal 24/03/2022 al 24/03/2025
InfoCamere Qualified Electronic Signature CA

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

Firmato digitalmente da: viara samuele
Ruolo: Ingegnere
Descrizione: Ordine degli Ingegneri della Provincia di Cuneo, Sezione: A, Settore: a-b-c, Numero di iscrizione: A1949, Data di iscrizione: 14/01/2009, Data di abilitazione: 2003 - Sessione n.2
Organizzazione: Ordine degli Ingegneri della Provincia di Cuneo
Data: 10/02/2025 10:40:12

Bissi Marco
03.02.2025 10:28:24
GMT+02:00

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 1
2. Descrizione dell'impianto 2
3. Processo di dismissione e ripristino ambientale 5
4. Dettagli riguardanti lo smaltimento dei componenti 6
   4.1. Aerogeneratore 6
      4.1.1. Pale 6
      4.1.2. Navicella 7
      4.1.3. Mozzo 7
      4.1.4. Asse 7
      4.1.5. Generatore 8
      4.1.6. Trasformatore 8
      4.1.7. Motori di giro e riduttori 8
      4.1.8. Gruppo o sistema idraulico 9
      4.1.9. Telaio anteriore e posteriore 9
      4.1.10. Carcassa 9
      4.1.11. Torre 10
      4.1.12. Componenti elettrici e di controllo 10
      4.1.13. Oli ed altri liquidi refrigeranti 11
      4.1.14. Minuteria 11
   4.2. Fondazioni 12
   4.3. Piazzola aerogeneratore e viabilità di accesso 13
   4.4. Cavidotto interrato 13
   4.5. Stazione elettrica di utenza 13
5. Gestione dei rifiuti durante la dismissione e il ripristino dell'area 15
6. Ripristino ambientale 16

1. Introduzione

Il presente documento intende definire il Piano di Dismissione dell'impianto eolico e delle opere connesse, da attuarsi al termine del ciclo di vita operativa, come previsto dalla normativa vigente e dalle autorizzazioni rilasciate. Questo piano si propone di minimizzare l'impatto ambientale e di ripristinare il più possibile le condizioni originarie dei siti interessati, garantendo al contempo una gestione responsabile dei rifiuti derivanti dalle attività di smantellamento.

Le attività di dismissione, nello specifico, riguarderanno le seguenti operazioni: smantellamento delle infrastrutture principali e secondarie, trattamento e smaltimento dei materiali e il ripristino paesaggistico delle aree. Le modalità e le tempistiche per l'attuazione delle attività previste saranno oggetto di apposita pianificazione, considerando le esigenze ambientali, tecniche e logistiche di ogni fase.

Si specifica infine che le opere di e-distribuzione non saranno smantellate insieme all'impianto, poiché di proprietà del gestore della rete e destinate a restare in funzione a servizio della rete elettrica locale.

2. Descrizione dell'impianto

Il progetto prevede la costruzione di un impianto eolico da 8 MW, composto da due aerogeneratori Enercon modello E138 EP3, ciascuno con una potenza nominale di 4,2 MW, situato al confine dei Comuni di Magliolo (SV), Rialto (SV) e Tovo San Giacomo (SV), in località Pian dei Buoi. La zona, inserita nell'Appennino Ligure di Ponente tra la Valle Maremola e l'Anfiteatro del Melogno, è caratterizzata da vegetazione boschiva e foreste, non interferisce con aree protette o la Rete Natura 2000, e risulta idonea all'installazione di impianti eolici secondo il PEARL della Liguria.

I due aerogeneratori saranno posizionati sui seguenti punti:

	WTG01	**WTG02**
Comune di installazione	Rialto	Tovo San Giacomo
Provincia	Savona	Savona
Foglio	21	1
Mappale	302	1
Latitudine WGS84 [°]	44°12'25,22" N	44°12'21,32" N
Longitudine WGS84 [°]	8°15'18,98" E	8°15'42,88" E
Altitudine [m.s.l.m.]	675	622

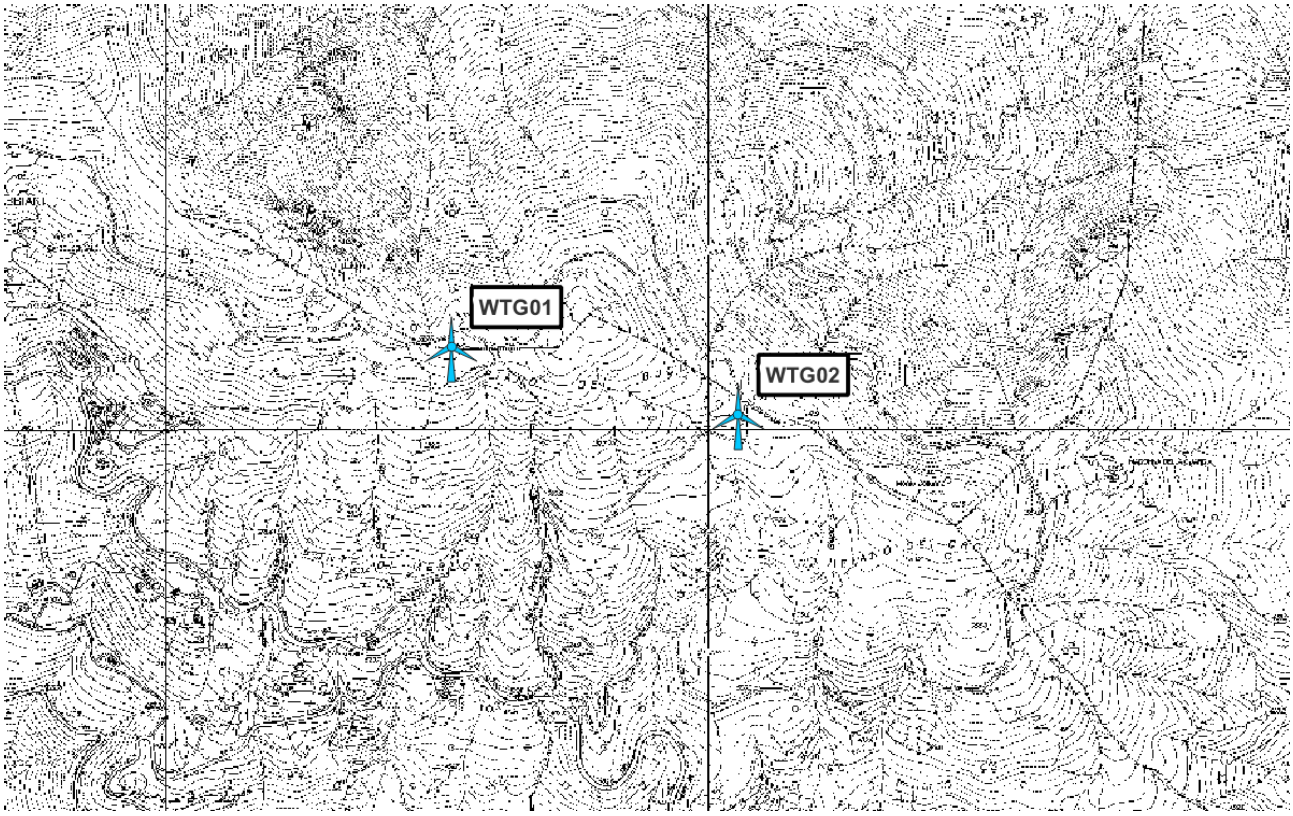


Figura 1: Inquadramento su CTR.

Il collegamento tra gli aerogeneratori WTG01 e WTG02 avverrà attraverso un elettrodotto che seguirà la pista forestale esistente. Per il collegamento tra la WTG02 e la SP490, la società promuove la scelta di installare un cavidotto aereo di circa 600 metri. Raggiunta la SP490, il cavidotto proseguirà interrato fino alla cabina elettrica di consegna situata a circa 1 km dalla cabina primaria di Finale Ligure (SV). Il cavidotto di consegna

che collega la cabina di consegna alla CP di Finale Ligure, è di proprietà dell'ente gestore. Pertanto, la sua dismissione è indipendente dalla dismissione delle altre opere dell'impianto.

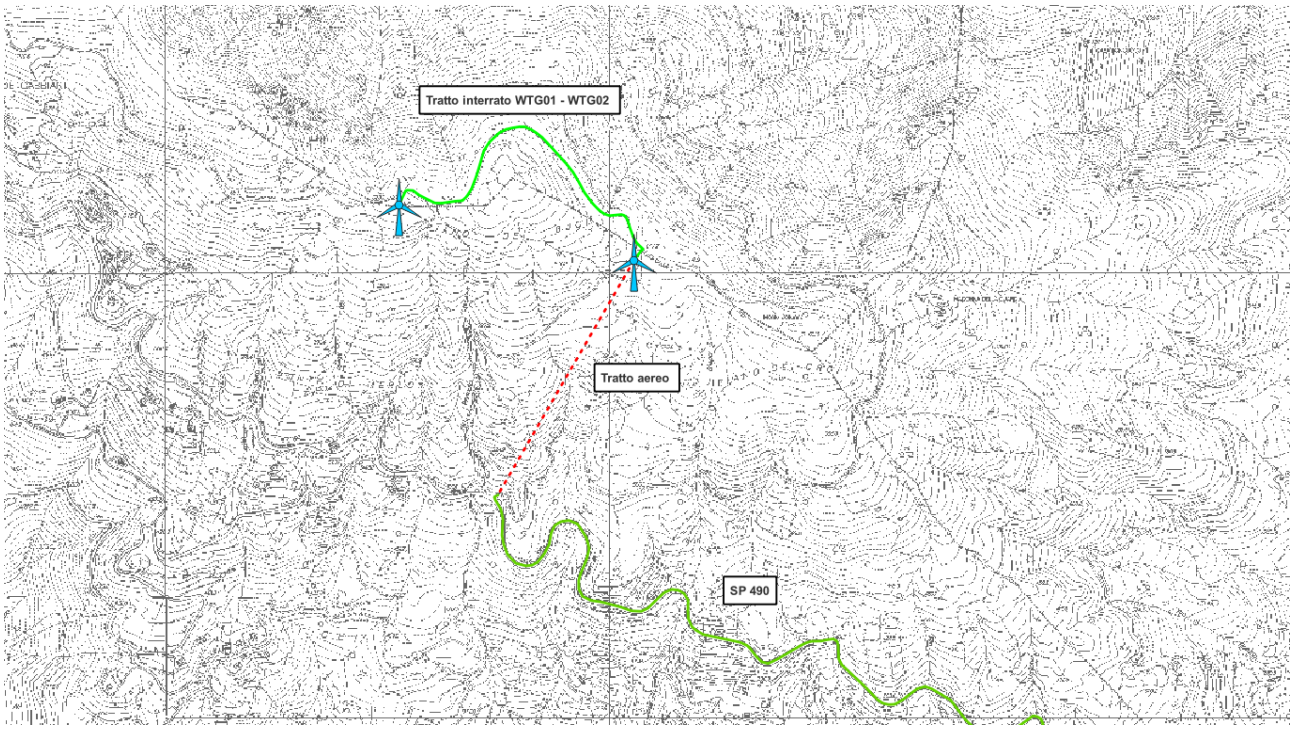


Figura 2: Posa cavidotto utente su CTR.

Per raggiungere le piazzole di WTG01 e WTG02 è prevista la sistemazione e adeguamento in larghezza della pista forestale già esistente a servizio del versante boscato con un tracciato che, innestandosi sulla SP 490 in corrispondenza della sella in località Cà del Mago e Osteria del Din a quota 942 m s.l.m., raggiunge le due piazzole lungo un percorso, privo di tornanti, che taglia a mezza costa il versante.

Da WTG01 a WTG02 si segue la pista forestale esistente che presenta già un tracciato e una larghezza adeguata rendendo, quindi, necessari solo limitati interventi di sistemazione.

L'approccio progettuale è stato sviluppato con l'obiettivo di limitare al massimo l'impatto ambientale e territoriale. Non verranno realizzate nuove strade, ma si interverrà esclusivamente sulla pista esistente per migliorarne la percorribilità e adeguarla alle esigenze di cantiere, riducendo al minimo i movimenti terra e le modifiche alla morfologia del versante.

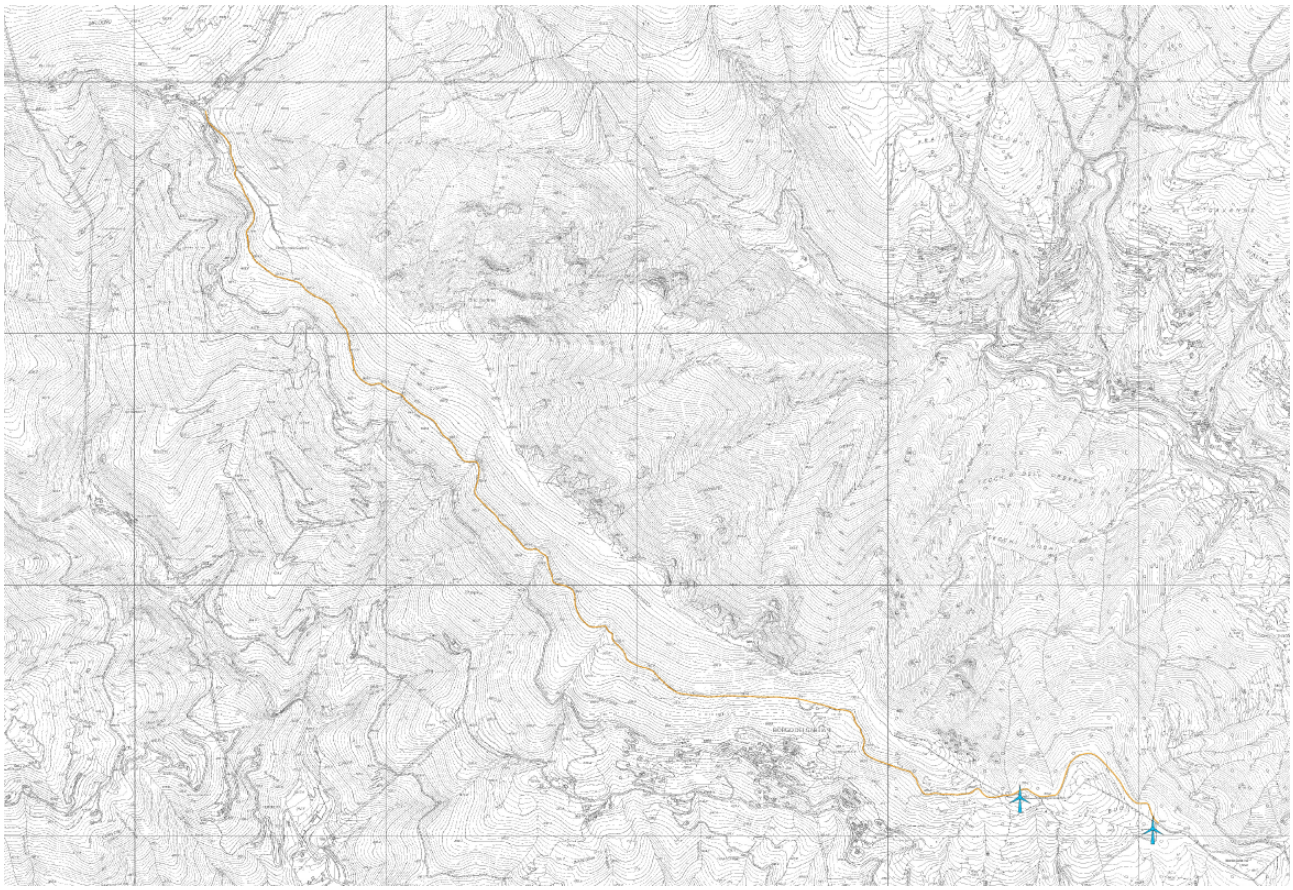


Figura 3: Pista di accesso su CTR.

3. Processo di dismissione e ripristino ambientale

La vita utile di un parco eolico è di circa 25 anni. Al termine di questo periodo, è possibile, dopo un'accurata revisione di tutti i componenti, prolungare l'attività e la produzione di energia elettrica, effettuare un intervento di revamping oppure dismettere l'impianto.

Il processo di decommissioning prevede la disinstallazione delle componenti produttive utilizzando mezzi appropriati. Successivamente, i macro-componenti della macchina vengono separati in quattro categorie:

- riutilizzabili;
- riciclabili;
- da rottamare, secondo le normative vigenti;
- materiali plastici, da trattare in base alla loro natura e alle norme in vigore.

Una volta completata la rimozione delle strutture fuori terra, come l'aerogeneratore e la cabina utente, si procederà alla rimozione delle opere interrate, incluse le fondazioni dell'aerogeneratore e della cabina, nonché i cavidotti interrati, seguendo le normative di demolizione dei materiali edili.

Una delle caratteristiche distintive degli impianti eolici è la quasi totale reversibilità delle modifiche apportate per la loro realizzazione, il che facilita il ripristino dell'area. Le misure di ripristino riguardano anche le strade di servizio del parco eolico e la piazzola dell'aerogeneratore, con l'obiettivo di riportare il sito alle condizioni precedenti alla costruzione dell'impianto.

Relativamente alle esigenze di bonifica dell'area, durante la fase di esercizio dell'impianto, non è previsto l'utilizzo di prodotti inquinanti o di scorie che possono danneggiare il suolo e il sottosuolo. Ne deriva la non necessità di bonifica o di 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 che dell'ambiente circostante quali l'utilizzo di utensili a bassa velocità, la bagnatura dei materiali e l'adozione dei dispositivi di protezione individuale.

Le opere necessarie alla dismissione sono di seguito schematizzate:

smontaggio dell'aerogeneratore e delle apparecchiature elettromeccaniche in tutte le loro componenti conferendo il materiale di risulta agli impianti deputati dalla normativa vigente;

- dismissione della cabina di consegna lato utente;
- dismissione delle fondazioni dell'aerogeneratore;
- smantellamento della piazzola dell'aerogeneratore;
- dismissione del cavidotto;
- dismissione della viabilità di servizio;
- 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.

4. Dettagli riguardanti lo smaltimento dei componenti

In questo paragrafo vengono analizzate le principali operazioni di dismissione dei singoli componenti dell'impianto eolico, un aspetto fondamentale per garantire la sicurezza e l'efficienza del sistema durante il suo ciclo di vita. Per i dettagli tecnici specifici riguardanti lo smaltimento di ciascun componente, si rimanda ai disciplinari e alle direttive fornite dal produttore dell'aerogeneratore. Durante la fase di dismissione, i componenti dell'impianto possono essere sezionati in loco, permettendo l'uso di automezzi di dimensioni più contenute per il loro trasporto, riducendo così l'impatto logistico e il consumo energetico associato.

È fondamentale considerare le implicazioni ambientali delle operazioni di smaltimento dei componenti dell'impianto eolico. Queste operazioni, se non gestite con attenzione, possono comportare rischi significativi per l'ambiente, inclusa la generazione di rifiuti non riciclabili e il potenziale inquinamento derivante da materiali tossici. La corretta gestione dello smaltimento è quindi cruciale non solo per garantire la sicurezza e l'efficienza dell'impianto, ma anche per proteggere l'ecosistema circostante. È necessario adottare strategie sostenibili che prevedano il riciclaggio dei materiali, l'utilizzo di componenti eco-compatibili e programmi di ritiro e ripristino, al fine di ridurre l'impatto ambientale e promuovere una cultura di responsabilità all'interno del settore energetico.

4.1. Aerogeneratore

Il primo componente dell'impianto eolico da smantellare è l'aerogeneratore. Questo intervento viene effettuato con l'ausilio di macchinari e attrezzature specializzate.

La turbina eolica viene disassemblata dal fornitore o da aziende specializzate che gestiscono sia la rimozione dei componenti sia il loro trasporto verso siti idonei e attrezzati per le successive fasi di recupero e smaltimento. Ogni aerogeneratore è costituito da numerosi elementi strutturali, elettrici e di controllo, ognuno costituito da materiali e forme differenti.

Gli aerogeneratori moderni sono realizzati utilizzando sia materiali comuni, come l'acciaio e altri metalli, sia materiali innovativi per i quali non sono ancora disponibili tecniche di riutilizzo completamente sviluppate. Mentre i componenti tradizionali possono essere recuperati e riciclati efficacemente, i materiali innovativi sono trattati come rifiuti fino a quando la tecnologia non permetterà di sviluppare soluzioni per il loro riutilizzo. In entrambi i casi, la gestione dei materiali avviene in conformità con la normativa vigente.

Di seguito sono descritti i principali componenti dell'aerogeneratore, i materiali di cui sono fatti, la loro pericolosità, e i codici delle operazioni per l'eliminazione e la valorizzazione di ciascuno di essi.

4.1.1. Pale

L'aerogeneratore dispone di tre pale di dimensioni prestabilite e caratteristiche strutturali particolari adatte alla potenza dell'aerogeneratore installato. 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. Le pale si compongono di due parti: una interna, l'anima della pala, e una esterna che rappresenta la parte visibile.

Le pale degli aerogeneratori sono gli elementi più esposti al deterioramento a causa degli effetti delle scariche elettriche e del continuo sforzo strutturale cui sono sottoposte. Poiché non sono considerate pericolose, le pale vengono generalmente inviate a discariche autorizzate per rifiuti inerti. Tuttavia, per ridurre l'impatto ambientale della loro eliminazione, si considerano due possibili alternative:

- **valorizzazione come combustibile**: le pale possono essere utilizzate come materia prima per il processo di produzione del Cemento Clinker. Questo richiede un trattamento fisico preliminare per introdurre il materiale in modo controllato nei forni di produzione del Clinker.
- **riciclaggio tramite pirolisi**: il materiale può essere trattato attraverso pirolisi, un processo che separa la fibra di vetro dalla resina. Tuttavia, la fibra di vetro recuperata in questo modo non mantiene tutte le sue proprietà originarie. Pertanto, le modalità di recupero dipendono dalle caratteristiche specifiche dei materiali che si vogliono ottenere.

4.1.2. Navicella

La navicella, anche chiamata gondola, costituisce il nucleo centrale dell'aerogeneratore. Al suo interno sono presenti tutti i meccanismi che consentono di trasformare il movimento rotatorio delle pale in energia elettrica. Dato l'elevato numero di componenti, unità e diversi sistemi installati, è la parte più complessa dell'aerogeneratore. I principali componenti della navicella sono:

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

La maggior parte dei componenti della navicella sono fabbricati in diversi tipi di acciaio e leghe. Sono presenti anche componenti elettrici, composti per circuiti, placche di controllo, materiali metallici e non di diversa purezza ma in minore proporzione rispetto al totale. Il numero dei componenti della navicella è elevato; pertanto, nel seguito, sono analizzati soltanto i componenti di maggiore importanza e dimensione.

4.1.3. Mozzo

Il mozzo unisce le pale all'asse di rotazione dell'aerogeneratore. Il materiale utilizzato per la sua fabbricazione 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. Questi componenti vengono riciclati come rottame di acciaio.

4.1.4. Asse

L'asse di rotazione collega il mozzo al generatore elettrico consentendone il funzionamento. La configurazione adottata è direct drive; ciò consente di evitare l'utilizzo di un moltiplicatore di giri e della suddivisione dell'asse in uno a bassa e uno ad alta velocità. Sull'asse è posizionato anche un freno a disco di emergenza in caso si debba fermare tempestivamente 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 dovuto al suo movimento giratorio continuo. Per questa ragione è destinato ad essere riciclato come rottame. Se alcuni componenti risultano essere in buono stato, è possibile considerare il loro riutilizzo in apparecchiature simili.

4.1.5. Generatore

Il generatore è l'elemento della turbina che ha il compito di convertire l'energia meccanica in energia elettrica. L'elettricità prodotta viene trasportata tramite cavi di rame prima al trasformatore e successivamente a base torre. 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. Sia l'acciaio che il rame sono destinati al riciclaggio come rottame. È particolarmente importante prestare attenzione al recupero del rame a causa del suo elevato valore di mercato.

4.1.6. Trasformatore

All'interno della navicella è installato un trasformatore, composto principalmente da placche e avvolgimenti di rame. Durante le operazioni di dismissione, è essenziale gestire il trasformatore in modo controllato, seguendo le normative vigenti per il trattamento dei rifiuti. I materiali costituenti l'armatura e la carcassa esterna vengono rottamati, mentre il rame, essendo un materiale di valore, viene recuperato e inviato alla rifusione per il riutilizzo.

Inoltre, è importante considerare che all'interno del trasformatore può essere presente un olio utilizzato come fluido di raffreddamento. Questo olio deve essere trattato come rifiuto speciale e smaltito in conformità con le normative ambientali, garantendo che non venga disperso nell'ambiente e che il suo smaltimento avvenga in centri autorizzati.

4.1.7. Motori di giro e riduttori

Il meccanismo di posizionamento della turbina a favore di vento si realizza tramite dei motori e dei riduttori fissi alla navicella che fanno presa sull'ingranaggio della corona di orientamento della torre permettendo a questa di ruotare di 360 gradi rispetto al proprio asse. Il segnale di posizionamento corretto viene ricevuto dal sistema di controllo insieme ai dati proveniente dalla veletta e dall'anemometro presenti sulla turbina. Sia i motori elettrici di giro che i riduttori sono fabbricati in acciaio e ferro. Nel caso dei motori, grazie alla loro grande resistenza e durata, possono essere utilizzati come ricambi in altre macchine simili. Data la loro

compatibilità in altre applicazioni al di fuori del settore eolico, questi motori 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.

4.1.8. 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 idraulico nei componenti che si trovano 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, ed alcuni sono 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 mentre le parti in acciaio sono inviate al riciclaggio come rottame.

4.1.9. 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 posizionano i componenti meccanici, elettrici ed idraulici che costituiscono 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.

4.1.10. Carcassa

Tutta la navicella si trova ricoperta dalla carcassa esteriore che, solitamente, 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 ed isolamento contro la corrosione causata dai fenomeni meteorologici. Come per le pale, per l'eliminazione

di questi componenti si pianificano due possibili alternative che riducono il loro impatto all'interno di una discarica di inerti.

- **Valorizzazione come combustibile**: le pale possono essere utilizzate come materia prima per il processo di produzione del Cemento Clinker. Questo richiede un trattamento fisico preliminare per introdurre il materiale in modo controllato nei forni di produzione del Clinker.
- **Riciclaggio tramite pirolisi**: Il materiale può essere trattato attraverso pirolisi, un processo che separa la fibra di vetro dalla resina. Tuttavia, la fibra di vetro recuperata in questo modo non mantiene tutte le sue proprietà originarie. Pertanto, le modalità di recupero dipendono dalle caratteristiche specifiche dei materiali che si vogliono ottenere.

4.1.11. Torre

La torre di sostegno e i conci di fondazione dell'aerogeneratore sono realizzati interamente con piastre di acciaio. La struttura della torre è composta da tronchi assemblati e ancorati a una base di cemento. Le piastre di acciaio, con uno spessore di solito compreso tra 16 e 36 mm, sono rivestite da strati di vernice per proteggerle dalla corrosione. All'interno della torre sono installate piattaforme, scale e linee di vita in acciaio o ferro galvanizzato, che consentono l'accesso alla navicella.

Quando questi componenti vengono smantellati, il loro riutilizzo nel settore eolico è limitato a causa delle esigenze di resistenza strutturale richieste dalle nuove macchine, che necessitano di strutture più grandi e robuste. Pertanto, le strutture obsolete non sono adattabili.

La soluzione più pratica per la gestione finale dei tronconi della torre è il riciclaggio come rottame.

4.1.12. Componenti elettrici e di controllo

Nell'aerogeneratore, in particolare all'interno della navicella, sono presenti 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 provenienti dai molteplici sensori installati. La maggior parte dei cavi 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 avere un elevato valore di mercato. Il processo per il recupero 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, 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 devono essere gestiti in maniera controllata visto il contenuto di metalli pesanti come piombo e mercurio.

4.1.13. Oli ed altri liquidi refrigeranti

Gli oli 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 di vari sistemi. Vista la composizione degli stessi, sono considerati pericolosi e devono essere rimossi in forma controllata prima dell'inizio dei lavori di smontaggio.

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 contengono cromo esavalente. A causa della loro grande tossicità, queste soluzioni sono trattate in impianti speciali per l'eliminazione di componenti pericolosi.

4.1.14. 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; si 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.

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

Componenti	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, tagliare e fondere per altri usi
Fili elettrici	Rame	Pulire e fondere per altri usi
Trasformatore	Acciaio	Pulire, tagliare e fondere per altri usi
	Olio	Trattare come rifiuti speciali
Rotore		
Pale	Resina epossidica fibronizzata	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 fibronizzata	Macinare e utilizzare come materiale di riporto
Cabina di controllo	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
Supporto principale	Metallo e acciaio	Pulire, tagliare e fondere per altri usi
Cavedio vario	Rame	Pulire e fondere per altri usi

4.2. Fondazioni

Le fondazioni dell'aerogeneratore sono l'unica struttura per la quale è prevista una rimozione parziale: la platea di fondazione sarà completamente asportata fino a una profondità di 1,50 metri dal piano di campagna, mentre i pali di fondazione e la parte sottostante rimarranno in situ.

Per facilitare la rimozione e agevolare il trasporto, la platea in calcestruzzo sarà tagliata in blocchi. Durante questa operazione, sarà prestata particolare attenzione a minimizzare il rumore e la polvere, riducendo così l'impatto sull'ambiente circostante.

Una volta rimossi, i blocchi saranno trattati in impianti specializzati, dove il calcestruzzo verrà separato dalle armature metalliche. L'acciaio recuperato sarà destinato a una fonderia, mentre il calcestruzzo frantumato potrà essere riutilizzato come materiale inerte per sottofondi, massetti e altre applicazioni edili.

Infine, si procederà a colmare lo scavo lasciato dalla rimozione della fondazione utilizzando terreno vegetale. Questa operazione non solo favorirà un ripristino estetico dell'area, ma contribuirà anche a garantire la stabilità del suolo e a favorire la rinascita della vegetazione locale.

4.3. Piazzola aerogeneratore e viabilità di accesso

La dismissione della piazzola e della viabilità di accesso rappresenta un passaggio conclusivo essenziale nel ciclo di vita dell'impianto eolico. Tale operazione si pone l'obiettivo di rimuovere le strutture esistenti e ripristinare l'area alle sue condizioni originarie o destinarla a un utilizzo alternativo, secondo i più alti standard ambientali.

Il processo di dismissione inizia con la rimozione della pavimentazione in materiale inerte delle piazzole e delle strade di accesso, effettuata tramite l'ausilio di macchinari specializzati. I materiali rimossi vengono selezionati e trattati per una corretta bonifica: ove possibile, si privilegia il recupero e riutilizzo, mentre i materiali non recuperabili vengono conferiti a discariche autorizzate nel rispetto delle normative vigenti.

In seguito, si procede al ripristino del suolo, un'attività che comprende la ricompattazione e la rimozione di residui. Questa fase è cruciale per preparare il terreno alla rinaturalizzazione, assicurando che l'area sia adeguatamente ricondizionata per un eventuale uso futuro o per essere reintegrata nel contesto naturale. Vengono inoltre applicate tecniche di ingegneria naturalistica, utili a stabilizzare il terreno e promuovere la ricrescita della vegetazione locale.

Infine, per sostenere un recupero ecologico dell'area, si impiega terreno vegetale e si effettuano interventi di semina con specie autoctone. Questo approccio non solo ripristina l'estetica del paesaggio, ma supporta anche la biodiversità e favorisce un ecosistema più resiliente e armonioso.

4.4. Cavidotto interrato

I cavidotti interrati, posati a una profondità di circa 1,2 metri, vengono rimossi nelle aree interessate da opere di scavo destinate a ripristinare il terreno alle condizioni originarie. Altrove, la loro permanenza sotto il suolo non costituisce un problema poiché, alla profondità di posa indicata, non interferiscono con le normali attività agricole.

Quando i cavidotti vengono recuperati, i materiali come plastica e rame vengono separati e avviati al riciclo, un processo essenziale per gestire risorse che, se abbandonate, sarebbero dannose per l'ambiente e costose da reperire.

4.5. Stazione elettrica di utenza

La struttura della cabina, realizzata prevalentemente in cemento armato prefabbricato, può essere smaltita seguendo lo stesso procedimento applicato alle fondazioni dell'aerogeneratore descritto precedentemente.

In alternativa, è possibile riconvertire l'edificio per un uso compatibile con le norme urbanistiche vigenti, preservando gli elementi architettonici tipici del territorio.

Tutte le strutture elettromeccaniche della cabina di consegna saranno dismesse e conferite a centri specializzati. Il trattamento dei rifiuti da apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE) avviene presso centri attrezzati e autorizzati, conformi al "Decreto RAEE". Questo processo prevede le seguenti fasi:

- **raccolta e trasporto**: i RAEE devono essere raccolti e trasportati in modo tale da evitare il rilascio di sostanze pericolose;

- **messa in sicurezza o bonifica**: comprende la rimozione e gestione dei componenti pericolosi come batterie, condensatori, sostanze chimiche e gas refrigeranti;
- **smontaggio e separazione preliminare dei materiali**: fase in cui vengono separati i sotto-assiemi, spesso manualmente, per consentire il recupero dei materiali;
- **lavorazione meccanica e recupero**: prevede trattamenti meccanici (frantumazione, triturazione) per separare ulteriormente i materiali;
- **trattamento chimico o termico** (se necessario): talvolta, alcuni materiali richiedono trattamenti avanzati per recuperare metalli preziosi o ridurre l'impatto ambientale di alcune sostanze;
- **smaltimento dei residui non riciclabili**: i materiali non recuperabili vengono smaltiti in discariche autorizzate o impianti di incenerimento;

Il riutilizzo delle apparecchiature, dopo un test di funzionamento, è previsto dalla normativa sui RAEE. Tuttavia, non esistono normative specifiche per le apparecchiature reimmessi sul mercato.

5. Gestione dei rifiuti durante la dismissione e il ripristino dell'area

Durante le operazioni di dismissione di apparecchiature ed opere civili, nonché di messa in ripristino delle condizioni morfologiche e naturali dell'area, vengono prodotti 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 provvedere, inoltre, 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 che si producono a seguito della dismissione dell'impianto.

Codice CER	Descrizione rifiuto
120103	Oli e fluidi per motori (se non già incluso in 130208*)
130208*	Altri oli per motori, ingranaggi e lubrificazione
150110	Rifiuti di componenti elettronici e materiali contenenti mercurio
150203	Rifiuti di guanti e stracci non contaminati
150202*	Rifiuti di guanti e stracci contaminati
160214	Batterie al litio o altri tipi di batterie ricaricabili
160604	Batterie che utilizzano reazioni chimiche di tipo alcalino.
170107	Scorie o miscugli di materiali da costruzione
170201	Rifiuti di legno
170203	Rifiuti di canaline e condotti per sistemi di ventilazione o aria
170301*	Rifiuti di catrame
170401	Metalli non ferrosi come rame, bronzo e ottone
170402	Rifiuti di alluminio
170405	Rifiuti di metalli ferrosi come ferro e acciaio
170407	Miscela di metalli vari non specificati in altre categorie
170411	Rifiuti di cavi elettrici e di comunicazione
170604	Metalli misti e rifiuti metallici specifici se non già inclusi in altre categorie.
190505	Rifiuti di materiali da costruzione e demolizione che non rientrano in altre categorie
200101	Rifiuti di carta e cartone
200102	Rifiuti di vetro
200139	Rifiuti di plastica
200121*	Rifiuto di tubi fluorescenti e neon
200140	Rifiuti di lattine, generalmente metallo
200134	Batterie non alcaline, come le pile al litio
200301	Rifiuti non classificabili in altre categorie

Il simbolo * identifica che il materiale a cui la sigla si riferisce è pericoloso.

6. Ripristino ambientale

Al termine della dismissione dei componenti dell'impianto eolico, viene avviato il processo di ripristino dei suoli, con l'obiettivo di restituire l'area alle condizioni preesistenti. Questo include il ripristino morfologico e vegetazionale, per consentire il recupero degli usi originari del terreno. Il processo comprende la rimozione delle strutture esistenti e il riempimento delle aree occupate, seguendo un piano mirato al corretto reintegro del suolo.

Nelle aree dove erano presenti gli aerogeneratori, lo scavo della platea di fondazione viene riempito con materiali compatibili con la stratigrafia locale. Questo materiale costituisce la base per uno strato di terreno vegetale dello spessore originale, misurato tramite sondaggi geognostici. Lo strato vegetale, fondamentale per l'attecchimento delle specie naturali, consente di lasciare in loco i pali di fondazione nei livelli profondi, senza compromettere il processo di rinaturalizzazione.

Nelle zone precedentemente occupate dalla piazzola, dalle vie di accesso e dalla cabina, i riempimenti richiesti sono generalmente meno rilevanti. Dopo la rimozione delle infrastrutture, queste aree vengono ricoperte con terreno vegetale, ripristinando la morfologia originaria del sito.

Il ripristino dell'area si completa con la piantumazione di specie vegetali locali, utilizzando tecniche di ingegneria naturalistica per promuovere un recupero ecologico sostenibile. Questo approccio prevede l'impiego di specie autoctone, favorendo il recupero di habitat simili a quelli circostanti. Le principali tecniche di ingegneria naturalistica includono:

- semine (a spaglio, idrosemina o con coltre protettiva);
- semina di leguminose per migliorare la fertilità del suolo;
- scelta di colture in successione per un recupero graduale della vegetazione;
- sovesci mirati per arricchire il suolo;
- incorporazione di materiale organico, preferibilmente compostato, anche a livello superficiale;
- piantumazione di specie arboree e arbustive autoctone;
- concimazione organica per incrementare la quantità di humus e stimolare l'attività biologica del terreno.

Queste tecniche supportano la creazione e l'ampliamento degli habitat preesistenti e contribuiscono alla conservazione di ambienti di interesse ecologico, favorendo sia la biodiversità che la sostenibilità. In questo modo, il ripristino dell'area diventa non solo un intervento estetico, ma anche un contributo duraturo alla conservazione della biodiversità locale e alla protezione dell'ambiente.