



Regione Sardegna
 Provincia di Sassari
 Comuni di Tergu, Nulvi, Sedini, Chiaramonti,
 Ploaghe e Codrongianos



Proposta di ammodernamento complessivo (“repowering”) del “Parco Eolico Nulvi Tergu” esistente da 29,75 MW, con smantellamento degli attuali 35 aerogeneratori e sostituzione in riduzione degli stessi con l’installazione di 15 aerogeneratori, per una potenza totale definitiva di 99 MW

Titolo:

PIANO DI DISMISSIONE DELL'IMPIANTO EOLICO ESISTENTE

Numero documento:

Commissa						Fase	Tipo doc.	Prog. doc.	Rev.
2	2	4	3	0	8	D	R	0 3 2 5	0 0

Proponente:



FRI-EL ANGLONA S.R.L.
 Piazza del Grano 3
 39100 Bolzano (BZ)
fri-el_anglona@legalmail.it
 P.iva 02429050210

PROGETTO DEFINITIVO

Progettazione:



PROGETTO ENERGIA S.R.L.

Via Serra 6 83031 Ariano Irpino (AV)
 Tel. +39 0825 891313
www.progettoenergia.biz - info@progettoenergia.biz

SERVIZI DI INGEGNERIA INTEGRATI
 INTEGRATED ENGINEERING SERVICES



Progettista:

Ing. Massimo Lo Russo



Sul presente documento sussiste il DIRITTO di PROPRIETA'. Qualsiasi utilizzo non preventivamente autorizzato sarà perseguito ai sensi della normativa vigente

REVISIONI	N.	Data	Descrizione revisione	Redatto	Controllato	Approvato
		00	20.07.2022	EMISSIONE PER AUTORIZZAZIONE	C. ELIA	D. LO RUSSO

INDICE

1. PREMESSA	3
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE DEL SITO	3
3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO ESISTENTE E DEI SUOI PRINCIPALI ELEMENTI TECNICI	4
3.1. AEROGENERATORI.....	4
3.2. FONDAZIONI AEROGENERATORI.....	5
3.3. PIAZZOLE.....	5
3.4. VIABILITA'.....	5
3.5. CAVIDOTTI MT.....	6
3.6. STAZIONE ELETTRICA D'UTENZA.....	6
3.7. IMPIANTO DI UTENZA PER LA CONNESSIONE.....	6
4. DISMISSIONE DELL'IMPIANTO	6
4.1. CONSISTENZA DELL'IMPIANTO DA DISMETTERE.....	7
4.2. SMONTAGGIO AEROGENERATORI.....	7
4.3. RIMOZIONE LINEE CAVI A 20kV.....	7
4.4. RIMOZIONE DELLE FONDAZIONI.....	8
4.5. SMANTELLAMENTO DELLE PIAZZOLE E DELLE STRADE.....	8
4.6. RIMOZIONE STAZIONE ELETTRICA DI UTENZA.....	8
4.7. RIMOZIONE IMPIANTO DI UTENZA PER LA CONNESSIONE (elettrdotto aereo 150kV).....	9
5. CONFERIMENTO DEL MATERIALE DI RISULTA AGLI IMPIANTI ALL'UOPO DEPUTATI DALLA NORMATIVA DI SETTORE PER LO SMALTIMENTO OVVERO PER IL RECUPERO	9
6. DETTAGLI RIGUARDANTI IL RIPRISTINO DELLO STATO DEI LUOGHI	9
7. RICICLO COMPONENTI ED ECONOMIA CIRCOLARE	10
8. STIMA DEI COSTI DI DISMISSIONE	13
9. CRONOPROGRAMMA DELLE FASI ATTUATIVE DI DISMISSIONE	14

ALLEGATO:

- SCHEMA GRAFICO- FASI DISMISSIONE E RIPRISTINO

1. PREMESSA

Il Progetto definitivo in esame si riferisce all' **ammodernamento complessivo (repowering) di un impianto eolico esistente, sito nei Comuni di Tergù (SS) e Nulvi (SS)**, realizzato con Concessione Edilizia (n. 24 del 2003 del comune di Tergu e n. 55 del 2003 del comune di Nulvi per il progetto definitivo e n. 16 del 2004 del comune di Tergu e n. 55 del 2004 del comune di Nulvi per la variante in corso d'opera del Parco eolico Nulvi-Tergu), di proprietà della società FRI.EL Anglona S.r.l..

L'impianto eolico esistente è costituito da 35 aerogeneratori (modello Vestas V52) con diametro di 52 m, altezza massima pari a 81 m e potenza di 850 kW per una potenza totale di impianto pari a 29,75 MW, realizzato nei Comuni di Tergù e Nulvi, con opere di connessione ricadenti nel Comune di Tergù (SS), dove il cavidotto in media tensione interrato raggiunge la Stazione Elettrica di Utenza 150/20 kV, a sua volta connessa alla dell'esistente C.P. 150/20 kV di Enel Distribuzione Spa di Tergu. L'impianto eolico appena descritto è definito nel seguito "**Impianto eolico esistente**".

L'ammodernamento complessivo dell'impianto eolico esistente, oggetto della presente valutazione, consta invece nell'installazione di 15 aerogeneratori con diametro di 170,0 m, altezza massima pari a 203,00 m e potenza unitaria massima di 6,6 MW, per una potenza totale pari a 99 MW, da realizzare nel medesimo sito. Le opere connesse ed infrastrutture indispensabili saranno ubicate nei comuni di Tergu, Nulvi, Sedini, Chiaramonti, Ploaghe e Codrongianos collegato alla Rete Elettrica Nazionale mediante connessione con uno stallo a 150 KV in antenna all'interno della Stazione elettrica 380/150KV RTN ricadente nel comune di Codrongianos (SS). Il repowering descritto è definito nel seguito "**Progetto di ammodernamento**".

Il presente documento si propone di fornire una descrizione delle **attività di dismissione dell'Impianto eolico esistente**, oggetto di repowering.

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE DEL SITO

Il Progetto di ammodernamento è realizzato nell'ambito dello stesso sito in cui è localizzato l'Impianto eolico esistente, autorizzato ed in esercizio, dove per stesso sito si fa riferimento alla definizione introdotta dall'art. 32, comma 1 del D.L. n.77/2021 che aggiunge il comma 3-bis all'art. 5 del D. Lgs. N. 28/2011.

L'impianto eolico esistente come innanzi descritto, è ubicato a nord del comune di Nulvi (SS) e a Sud del comune di Tergù (SS), situato ad un altitudine compresa fra i 370 e 570 m slm.

Le opere di connessione, che includono il cavidotto di collegamento e la stazione di utenza sita in prossimità della C.P. 150/20 kV di Enel Distribuzione Spa di Tergu interessano i territori comunali di Tergu, Nulvi, entrambi in provincia di Sassari.

Per l'inquadramento territoriale completo del sito dell'Impianto eolico esistente, si rimanda agli elaborati grafici riportanti sia lo stato ante operam delle aree interessate dal progetto sia il progetto di dismissione:

- 224308_D_D_0150 Planimetria dello stato attuale con documentazione fotografica attestante le condizioni del sito prima dell'intervento,
- 224308_D_D_0151 Planimetria del progetto della dismissione su ortofoto - Foglio 1,
- 224308_D_D_0152 Planimetria del progetto della dismissione su ortofoto - Foglio 2,
- 224308_D_D_0161 Planimetria del progetto della dismissione su base catastale - Foglio 1,
- 224308_D_D_0162 Planimetria del progetto della dismissione su base catastale - Foglio 2,
- 224308_D_D_0163 Planimetria del progetto della dismissione su base catastale - Foglio 3,
- 224308_D_D_0164 Planimetria del progetto della dismissione su base catastale - Foglio 4,
- 224308_D_D_0165 Planimetria del progetto della dismissione su base catastale - Foglio 5,
- 224308_D_D_0166 Planimetria del progetto della dismissione su base catastale - Foglio 6,

- 224308_D_T_0370 Elenco prezzi unitari con analisi nuovi prezzi,
- 224308_D_T_0371 Computo metrico estimativo.

3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO ESISTENTE E DEI SUOI PRINCIPALI ELEMENTI TECNICI

L'impianto eolico esistente può esser così sintetizzato:

- n° 35 aerogeneratori (modello Vestas V52) e relative fondazioni, piazzole e cavidotti interrati in media tensione (MT= 20 kV). Gli aerogeneratori sono caratterizzati da tre pale, un'altezza complessiva di 81 m (rotore da 52 m di diametro) e una potenza dichiarata di 850 kW per un totale di 29,75 MW.
- Stazione Elettrica di Utenza 150/20 kV ricadente nel comune di Tergu;
- Impianto di Utenza per la connessione.

Di seguito, si descrivono i principali elementi tecnici dell'impianto eolico esistente.

3.1. AEROGENERATORI

I 35 aerogeneratori attualmente installati hanno una potenza nominale di 850 kW per un totale di 29,75 MW e sono costituiti da tre pale, un rotore da 52 m di diametro ed un'altezza complessiva di 81 m.

Gli elementi principali che formano l'aerogeneratore sono:

- Rotore;
- Moltiplicatore di giri;
- Generatore elettrico asincrono;
- Sistema d'orientamento;
- Sistema d'arresto;
- Navicella per l'alloggiamento delle apparecchiature;
- Torre tubolare;
- Trasformatore primario,
- Quadro di controllo.

Una caratteristica fondamentale dell'aerogeneratore è la possibilità di regolare l'angolo d'incidenza delle pale in modo da avere una produzione ottimale con diverse velocità del vento; inoltre, è possibile arrestare il generatore qualora la velocità o la turbolenza (parametro che descrive le variazioni/fluttuazioni a breve termine) del vento possano creare scompensi all'intero sistema.

- Rotore

Il rotore è costituito da tre pale aerodinamiche di resina poliestere rinforzata da una fibra di vetro della lunghezza 25,30 m e peso di circa 1500 kg ciascuna. Considerando il diametro del mozzo in acciaio, si arriva ad un diametro di circa 52 m ed un'area spazzata di 2124 m². Il rotore ha un senso di rotazione orario e una velocità di 26 giri al minuto.

- Moltiplicatore di giri

Il moltiplicatore di giri permette al generatore, essendo di tipo asincrono, una velocità che possa permettergli di produrre corrente, con una determinata frequenza. Per la produzione a 50 Hz, ha un rapporto di trasmissione di 1:62.

- Generatore

Il generatore ha una potenza di 850 kW, è di tipo asincrono ed ha un sistema che gli permette di funzionare con un range di giri elevato 1620-1944. In questo modo, e con l'ausilio di un sistema di controllo, si ha una resa elevata per diverse condizioni di velocità del vento e in caso di presenza di turbolenze.

Le altre caratteristiche principali sono:

Tensioni: 690 VAC

Frequenza: 50 Hz - 60 Hz

Numero di poli: 4

- Sistema d'orientamento

L'aerogeneratore ha un sistema che permette l'orientamento della navicella in direzione del vento. Infatti è dotato di motori che ricevono il comando dal sistema di controllo che esamina i dati ricevuti da un anemometro posto in sommità alla navicella.

- Sistema d'arresto

L'aerogeneratore è provvisto di un sistema d'arresto con un freno idraulico a disco da 600 mm, azionato da un motore da 4 kW nel caso che la velocità del vento superi i 25 m/s. Inoltre vi è la possibilità di controllare l'angolo d'incidenza delle pale che associato al freno permette sforzi minori.

- Navicella

I componenti appena descritti si trovano all'interno della navicella che verrà posizionata in sommità della torre di sostegno. Il telaio è formato da lamiera e profili di acciaio saldati del peso complessivo di circa 22.000 kg. La navicella sarà montata su torri tubolari.

- Torre tubolare

La torre, in acciaio e ricoperta da uno strato di pittura anti-corrosione, ha forma tronco-conica ed è formata da 3 elementi per un'altezza complessiva di 55 m. Ha un diametro alla base di 3,3 m e in sommità di 2,1 m, un peso complessivo di 42.000 kg e poggia su fondazioni adeguatamente dimensionate.

L'accesso alla torre è garantito da una porta alla base, all'interno è presente una scala per accedere alla navicella, dotata di piani per il riposo e dispositivi di sicurezza per le cadute.

- Trasformatore primario

All'interno della torre è alloggiato il trasformatore primario che ha il compito di elevare la tensione fornita dal generatore fino a 20.000 V per poter essere inviata all'impianto di trasformazione 20 - 150 kV.

- Quadro di controllo

Il quadro di controllo è la mente dell'aerogeneratore, verifica tutte le funzioni principali al fine di ottimizzare la resa per tutte le condizioni di funzionamento. La torre sarà dotata di messa a terra e protezione dai fulmini.

3.2. FONDAZIONI AEROGENERATORI

Le trentacinque fondazioni attualmente esistenti sono costituite da una platea in calcestruzzo armato a pianta quadrata di dimensione 12,10x12,10 m con una parte superiore parallelepipedica con altezza complessiva di 2,10 m, incassata nel terreno roccioso. Per sette di esse, fu fatto inoltre un adeguamento strutturale consistente nella realizzazione di quattro nervature di irrigidimento ai lati del parallelepipedo superiore del concio di fondazione, collegate alla sottostante platea mediante staffe inghisate.

3.3. PIAZZOLE

In fase di costruzione dell'impianto esistente, per consentire il montaggio degli aerogeneratori sono state realizzate delle piazzole temporanee che hanno previsto lo scotico superficiale, la spianatura, il riporto di materiale vagliato e la compattazione della superficie interessata.

3.4. VIABILITA'

Sono stati previsti adeguamenti della viabilità esistente per il transito di mezzi pesanti e di trasporti eccezionali e, solo in minima parte la realizzazione di nuove strade in quanto i siti sono totalmente accessibili dalle strade esistenti.

Laddove necessaria, la sezione stradale è realizzata in massicciata con materiale arido, al fine di un corretto inserimento ambientale delle strade nella realtà paesaggistica del luogo.

3.5. CAVIDOTTI MT

Attraverso dei quadri elettrici posti all'interno della cabina di macchina l'energia in bassa tensione (400/600 V), prodotta dal generatore, viene trasferita a mezzo di cavi elettrici di potenza alla base della torre dove sono allocati i trasformatori di BT/MT che elevano la tensione del valore di 400/600 V alla tensione di 20 kV.

Dai trasformatori, attraverso cunicoli precedentemente predisposti, i cavi di potenza, unitamente ai cavi di controllo e misura, trasferiscono l'energia in MT mediante un cavidotto posto ad una profondità minima di circa 120 cm alla Stazione Elettrica d'Utenza, opportunamente protetto dal punto di vista meccanico, con lastra piana o tegolo in c.a.v.

3.6. STAZIONE ELETTRICA D'UTENZA

La Stazione Elettrica di Utenza esistente è sita nel comune di Tergu (SS) ed ha impianti elettrici MT/AT (MT = 20 kV, AT=150 kV). Il punto di raccolta e consegna è in adiacenza ed in prosecuzione dell'esistente C.P. 150/20 kV di Enel Distribuzione S.p.A. di Tergu, mediante un collegamento in antenna, realizzato in cavo sotterraneo a 150 kV, in prosecuzione delle sbarre 150 kV della C.P. di Tergu.

L'area è divisa in due zone a diversa quota altimetrica: quella dove è realizzata la parte di impianto a 150 kV del punto di consegna della C.P. 150/20 kV di Tergu e quella ove trovano ubicazione tutte le apparecchiature demandate alla raccolta, trasformazione e trasmissione dell'energia elettrica prodotta sulla rete elettrica. Su quest'ultima parte è presente anche l'edificio quadro 20 kV, ove si assestano le linee MT provenienti dal parco eolico, la sala protezione e di telegestione nonché la sala dei SA in c.a. e c.c. alimentati dalla batteria. Nello stesso edificio vi è il locale misure con accesso indipendente direttamente dal piazzale interno all'area ENEL Distribuzione.

La recinzione, di $h \geq 2,00$ ml, è del tipo a "pannelli a pettine", in elementi componibili prefabbricati, per le parti in confine tra il committente e l'Enel Distribuzione Spa ed a "pannelli chiusi" in muratura sistemata sui muri di recinzione, per le restanti parti confinanti.

3.7. IMPIANTO DI UTENZA PER LA CONNESSIONE



L'impianto di utenza per la connessione esistente collega la stazione elettrica di Utenza e la C.P. 150/20 kV di Enel Distribuzione S.p.A. di Tergu, mediante elettrodotto in cavo a 150 kV.

4. DISMISSIONE DELL'IMPIANTO

Dopo un'attenta revisione di tutti i componenti dell'impianto, al termine del ciclo di produzione e della vita utile dell'Impianto eolico esistente, è stato possibile prolungare ulteriormente l'attività dell'impianto e conseguentemente la produzione di energia. In ogni caso, una delle caratteristiche dell'energia eolica che contribuiscono a caratterizzare questa fonte come effettivamente "sostenibile" è la quasi totale reversibilità degli interventi di modifica del territorio necessari a realizzare gli impianti di produzione. Una volta esaurita la vita utile del parco eolico, è stato possibile programmare lo smantellamento dell'intero impianto e la riqualificazione del sito di progetto, che, per le aree non interessate dal Progetto di Ammodernamento, può essere ricondotto alle condizioni ante operam.

La dismissione comporterà in primo luogo l'adeguamento delle piazzole e della viabilità; successivamente si procederà con lo smontaggio dei componenti dell'impianto e infine l'invio dei materiali residui a impianti autorizzati ad effettuare operazioni di recupero o smaltimento.

Non saranno oggetto di dismissione le infrastrutture utili alla realizzazione del nuovo parco potenziato, come parte della viabilità esistente e le opere idrauliche ad essa connesse.

	PIANO DI DISMISSIONE DELL'IMPIANTO EOLICO ESISTENTE Proposta di ammodernamento complessivo ("repowering") del "Parco Eolico Nulvi Tergu" esistente da 29,75 MW, con smantellamento degli attuali 35 aerogeneratori e sostituzione in riduzione degli stessi con l'installazione di 15 aerogeneratori, per una potenza totale definitiva di 99 MW	
Codifica Elaborato: 224308_D_R_0325 Rev. 00		

4.1. CONSISTENZA DELL'IMPIANTO DA DISMETTERE

Con riferimento alla prima dismissione, le attuali 35 turbine, una volta smontate, saranno allontanate dal sito.

Il progetto di dismissione dell'impianto eolico esistente, oggetto del presente elaborato, descrive gli interventi di rimozione (smontaggio e smaltimento) degli aerogeneratori, dei cavi elettrici di collegamento e della Stazione Elettrica di Utenza nonché il ripristino dello stato geomorfologico e vegetazionale dei luoghi per portare i terreni allo stato originario (prima della realizzazione dell'impianto).

Le parti da dismettere dell'attuale impianto sono costituite da:

- aerogeneratori ad asse orizzontale di taglia 0,850 MW;
- fondazioni e piazzole;
- linee di cavo interrato a 20 kV;
- parte della viabilità interna al parco;
- stazione elettrica di utenza;
- impianto di utenza per la connessione (cavidotto 150kV).



4.2. SMONTAGGIO AEROGENERATORI

Per lo smontaggio e lo smaltimento delle parti dei singoli aerogeneratori e il ripristino geomorfologico e vegetazionale dell'area delle fondazioni e di servizio occorre ripristinare le dimensioni originali delle piazzole, nei pressi dei singoli aerogeneratori, sulle quali verranno fatte transitare le gru ed i mezzi per il trasporto. Nello specifico verranno attuate le seguenti operazioni:

1. Ripristino delle piazzole principali per il posizionamento della gru e lo stoccaggio del materiale delle dimensioni di circa m² 600 (30x20), mediante rimodellamento del terreno e rinverdimento al fine di riportare lo stato dei luoghi in condizioni ante operam;
2. Ripristino delle piazzole secondarie per il posizionamento della gru di supporto, delle dimensioni di circa m² 120 (10x12), mediante rimodellamento del terreno e rinverdimento al fine di riportare lo stato dei luoghi in condizioni ante operam;
3. rimozione di pale, mozzo e di tutti gli olii utilizzati nei circuiti idraulici e nei moltiplicatori di giri e loro smaltimento in conformità alle prescrizioni di legge a mezzo di ditte specializzate ed autorizzate allo smaltimento degli olii;
4. smontaggio dei componenti principali della macchina attraverso gru di opportuna portata (tipicamente gru semovente analoga a quella utilizzata per il montaggio);
5. stoccaggio temporaneo dei componenti principali a piè d'opera (sulla piazzola di macchina utilizzata per il montaggio): in tale fase i componenti saranno smontati nei medesimi componenti elementari utilizzati nella costruzione e montaggio;
6. eventuale trasporto e stoccaggio temporaneo dei materiali presso le aree logistiche di cantiere;
7. trasporto in area attrezzata: tali componenti hanno già dimensioni idonee, attraverso l'ausilio dei medesimi sistemi speciali di trasporto utilizzati in fase di montaggio dell'impianto, per il trasporto in area logistica localizzata in opportuna area industriale, anche non locale, dove saranno predisposte, a cura di aziende specializzate, tutte le operazioni di separazione dei componenti a base ferrosa e rame e/o di valore commerciale nel mercato del riciclaggio. In tale fase non si prevede di effettuare in sito operazioni tali da procurare impatto ambientale superiore a quanto non già effettuato in fase di montaggio del parco esistente;

4.3. RIMOZIONE LINEE CAVI A 20kV

I cavi elettrici sono posati tutti sotto il manto stradale esistente. Pertanto nel valutare la rimozione bisogna considerare se la sezione stradale è di tipo sterrata o di tipo asfaltata.

	PIANO DI DISMISSIONE DELL'IMPIANTO EOLICO ESISTENTE Proposta di ammodernamento complessivo (“repowering”) del “Parco Eolico Nulvi Tergu” esistente da 29,75 MW, con smantellamento degli attuali 35 aerogeneratori e sostituzione in riduzione degli stessi con l’installazione di 15 aerogeneratori, per una potenza totale definitiva di 99 MW	
Codifica Elaborato: 224308_D_R_0325 Rev. 00		

L’operazione di dismissione prevede le seguenti operazioni che, come già indicato nei paragrafi precedenti, verrà effettuata solo per piccoli tratti di cavo:

- scavo a sezione ristretta lungo la trincea dove sono stati posati i cavi;
- rimozione, in sequenza, di nastro segnalatore, tubo corrugato, tegolino protettivo, conduttori;
- rimozione dello strato di sabbia cementato e asfalto, ove presente.

Dopo aver rimosso in sequenza i materiali, saranno ripristinati i manti stradali utilizzando il più possibile i materiali di risulta dello scavo stesso.

Naturalmente, dove il manto stradale sarà di tipo sterrato sarà ripristinato nello stesso stato, effettuando un’operazione di costipatura del terreno, mentre dove il manto stradale è in materiale asfaltato sarà ripristinato l’asfalto asportato.

I conduttori recuperati, hanno un loro valore commerciale e, quindi, potrebbero essere rivenduti per il loro riutilizzo in altre attività. Restano invece da smaltire gli altri componenti prima descritti, ovvero: il nastro segnalatore, il tubo corrugato, la coppella protettiva ed i materiali edili di risulta dello scavo comprendenti la sabbia cementata e l’asfalto, dove è presente.

4.4. RIMOZIONE DELLE FONDAZIONI

L’unica opera che non prevede la rimozione totale è rappresentata dalle fondazioni degli aerogeneratori; esse saranno solo in parte demolite. L’attività avverrà secondo le fasi seguenti:

- Scavo perimetrale effettuato con escavatore per liberare la struttura sotterranea in c.a. dal ricoprimento in terra.
- Demolizione di parte del plinto in c.a. a mezzo escavatore dotato di martellone demolitore idraulico. Tale operazione verrà eseguita fino ad una profondità di circa 1,5 m dal piano campagna, ovvero fino a 3,5 m dal piano campagna nel caso di sovrapposizione tra le fondazioni del vecchio e del nuovo parco eolico.
- Carico del materiale di risulta (calcestruzzo + ferro) per invio a recupero presso centri autorizzati (recupero come materia prima secondaria MPS o smaltimento a discarica autorizzata);
- Riempimento dei volumi con terreno vegetale e ripristino morfologico del sito quanto più rispondente allo stato originario (operazione non necessaria nel caso di fondazioni da dismettere sovrapposte alle fondazioni degli aerogeneratori oggetto di repowering).

4.5. SMANTELLAMENTO DELLE PIAZZOLE E DELLE STRADE

Una volta ultimata la rimozione degli impianti tecnologici e demolita la parte più superficiale delle fondazioni si procederà alla demolizione di tutte le piazzole e viabilità stradali che non saranno a servizio del nuovo parco a seguito dell’ammodernamento.

Data la necessità di materiale inerte per la formazione delle piazzole dei nuovi aerogeneratori da installare, in prima istanza si prevede un riutilizzo in sito di tale prodotto degli scavi. La possibilità di utilizzo di tale materiale dovrà essere accertata mediante campagna di campionamento ed analisi ambientale del materiale che evidenzia la non contaminazione dello stesso e, quindi, la sua idoneità al riutilizzo come sottoprodotto.

Nel caso in fase esecutiva si decida di non riutilizzare il materiale di risulta, lo stesso sarà avviato a centro di recupero per la sua trasformazione nel cosiddetto “Materia Prima Secondaria” (MPS).

In particolare sarà rimossa la massicciata esistente di circa 40 cm. Il cassonetto sarà ricoperto con uno strato di terreno vegetale, e predisposto per il normale utilizzo agricolo del terreno.

4.6. RIMOZIONE STAZIONE ELETTRICA DI UTENZA

Con la stessa metodica e attenzione attuate per la rimozione degli aerogeneratori si opererà per la dismissione delle componenti elettromeccaniche della Stazione elettrica di utenza, saranno perciò:

- Smontati tutti gli impianti e le componenti elettromeccaniche;

- Smontati i locali tecnici;
- Demolite tutte le fondazioni, la recinzione ed i piani asfaltati e non, con le relative fondazioni stradali;
- ricostruito il piano originario con apporto di materiale vegetale.

Anche in questo caso verranno selezionati i componenti riutilizzabili, riciclabili, da rottamare secondo le normative vigenti, i materiali plastici da trattare secondo la natura dei materiali e le normative vigenti.

4.7. RIMOZIONE IMPIANTO DI UTENZA PER LA CONNESSIONE (elettrdotto aereo 150kV)

L'operazione di dismissione prevede le seguenti operazioni:

- Smontaggi cavi aerei;
- Rimozione strutture di sostegno.

I conduttori recuperati, hanno un loro valore commerciale e, quindi, potrebbero essere rivenduti per il loro riutilizzo in altre attività. Restano invece da smaltire gli altri componenti prima descritti, ovvero: il nastro segnalatore, il tubo corrugato, la coppella protettiva ed i materiali edili di risulta dello scavo comprendenti la sabbia cementata e l'asfalto, dove è presente.

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

Una volta separati i diversi componenti sopra elencati in base alla loro natura ed in modo da poter riciclare il maggior quantitativo possibile dei singoli elementi, i rifiuti saranno consegnati ad apposite ditte per il riciclo e il riutilizzo degli stessi; la rimanente parte, costituita da rifiuti non riutilizzabili, sarà conferita a discarica autorizzata.

Volendo effettuare una stima dei costi di dismissione si dovrebbero includere i costi relativi:

- all'impiego di mezzi ed imprese specializzate e non;
- al conferimento dei materiali derivanti dalla dismissione presso i centri per il riciclo o presso le discariche autorizzate.

Bisogna sottolineare che, essendo gli impianti eolici una tecnologia relativamente recente, ancora pochi sono gli impianti che sono stati dismessi ed assai limitata è l'esperienza per tale tipologia di operazioni. La quantificazione dei costi relativi a tali operazioni potrebbe essere fatta sulla base di studi e pubblicazioni fatti a livello mondiale ed europeo nei quali è stato definito l'importo economico necessario per smantellare completamente 1 Megawatt prodotto mediante impianti eolici.

6. DETTAGLI RIGUARDANTI IL RIPRISTINO DELLO STATO DEI LUOGHI

Concluse le attività di smantellamento e rimozione dei componenti dell'impianto, si procederà con le opere di ripristino ambientale dei luoghi, in tutti i casi in cui l'area del progetto non verrà più interessata da opere di realizzazione del nuovo impianto.

Le operazioni per il completo ripristino morfologico e vegetazionale dell'area saranno di fondamentale importanza perché ciò farà in modo che l'area sulla quale sorgeva l'impianto possa essere restituita agli originari usi agricoli.

La sistemazione delle aree per l'uso agricolo costituisce un importante elemento di completamento della dismissione dell'impianto e consente nuovamente il raccordo con il paesaggio circostante. La scelta delle essenze arboree ed 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 l'impianto eolico è previsto il rinterro delle superfici oramai prive delle opere che le occupavano. In particolare, laddove erano presenti gli aerogeneratori verrà riempito il volume precedentemente occupato dalla platea di fondazione mediante l'immissione di materiale compatibile con la stratigrafia del sito. Tale materiale costituirà la struttura portante del terreno vegetale che sarà distribuito sull'area con lo stesso spessore che aveva originariamente e che sarà individuato dai sondaggi geognostici che verranno effettuati in maniera puntuale sotto ogni

aerogeneratore prima di procedere alla fase esecutiva. È indispensabile garantire un idoneo strato di terreno vegetale per assicurare l'attecchimento delle specie vegetali. In tal modo, anche lasciando i pali di fondazione negli strati più profondi sarà possibile il recupero delle condizioni naturali originali. Per quanto riguarda il ripristino delle aree che sono state interessate dalle piazzole, dalla viabilità dell'impianto e dalle cabine, i riempimenti da effettuare saranno di minore entità rispetto a quelli relativi alle aree occupate dagli aerogeneratori. Le aree dalle quali verranno rimosse le cabine e la viabilità verranno ricoperte di terreno vegetale ripristinando la morfologia originaria del terreno. La sistemazione finale del sito verrà ottenuta 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 originario si potranno utilizzare anche tecniche di ingegneria naturalistica per la rinaturalizzazione degli ambienti modificati dalla presenza dell'impianto eolico. Tale rinaturalizzazione verrà effettuata con l'ausilio di idonee specie vegetali autoctone.

Le tecniche di Ingegneria Naturalistica, infatti, possono qualificarsi come uno strumento idoneo per interventi destinati alla creazione (neoeosistemi) o all'ampliamento di habitat preesistenti all'intervento dell'uomo, o in ogni caso alla salvaguardia di habitat di notevole interesse floristico e/o faunistico. La realizzazione di neo-ecosistemi ha oggi un ruolo fondamentale legato non solo ad aspetti di conservazione naturalistica (habitat di specie rare o minacciate, unità di flusso per materia ed energia, corridoi ecologici, ecc.) ma anche al loro potenziale valore economico-sociale.

I principali interventi di recupero ambientale con tecniche di Ingegneria Naturalistica che verranno effettuati sul 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.

Gli interventi di riqualificazione di aree che hanno subito delle trasformazioni, mediante l'utilizzo delle tecniche di Ingegneria Naturalistica, possono quindi raggiungere l'obiettivo di ricostituire habitat e di creare o ampliare i corridoi ecologici, unendo quindi l'Ingegneria Naturalistica all'Ecologia del Paesaggio.



7. RICICLO COMPONENTI ED ECONOMIA CIRCOLARE

Tra i più importanti obiettivi del Proponente vi è senza dubbio quello di intraprendere azioni che promuovano e garantiscano il più possibile l'economia circolare. Nello specifico, la fase di dismissione produrrà ingenti quantità di materiale residuo, come evidenziato nel capitolo precedente.

Si sottolinea che ogni materiale di risulta prodotto sarà attentamente analizzato e catalogato per poter essere inviato ad appositi centri di recupero. I materiali prodotti in maggior quantità saranno prevalentemente prodotti dallo smantellamento delle torri eoliche (acciaio) e dai rotori delle turbine (materiali compositi).

A tal proposito, si segnala che è stata recentemente costituita una nuova piattaforma intersettoriale composta da WindEurope (che rappresenta l'industria europea dell'energia eolica), Cefic (rappresentante dell'industria chimica europea) ed EuCIA (rappresentante dell'industria europea dei compositi).

Attualmente, una turbina eolica può essere riciclata per circa l'85-90% della massa complessiva. La maggior parte dei componenti, infatti, quali le fondamenta, la torre e le parti della navicella, sono già sottoposte a pratiche di recupero e riciclaggio. Diverso, invece, il discorso per quanto riguarda le pale delle turbine: essendo realizzate con materiali compositi, risultano difficili da riciclare.

	<p style="text-align: center;">PIANO DI DISMISSIONE DELL'IMPIANTO EOLICO ESISTENTE</p> <p>Proposta di ammodernamento complessivo (“repowering”) del “Parco Eolico Nulvi Tergu” esistente da 29,75 MW, con smantellamento degli attuali 35 aerogeneratori e sostituzione in riduzione degli stessi con l’installazione di 15 aerogeneratori, per una potenza totale definitiva di 99 MW</p>	
<p>Codifica Elaborato: 224308_D_R_0325 Rev. 00</p>		

Il riciclaggio dei materiali compositi non è soltanto una sfida dell'industria eolica: nei prossimi 5 anni, le pale dismesse rappresenteranno solo il 10% del totale stimato dei rifiuti compositi termoindurenti. Questi volumi, relativamente bassi, complicano la creazione di un sistema di riciclaggio conveniente, che sia basato solo su questo flusso di rifiuti. Per questo, è indispensabile un approccio intersettoriale che, partendo dal settore eolico, possa dare una spinta tecnologica a tutta la filiera dei materiali compositi. Diverse aziende operanti nel settore eolico stanno sviluppando nuovi modelli ed approcci sostenibili per la filiera eolica: Prevenzione, Life Extension, Riuso e Riciclo.

Riuso

La soluzione di riuso da perseguire prioritariamente è il riutilizzo dell'aerogeneratore nel suo complesso, opportunamente ricondizionato al fine di ristabilirne la vita utile e l'efficienza.

Pur trattandosi di un mercato secondario dimensionalmente piuttosto limitato e subordinato valutazioni di fattibilità sito-specifiche, è talvolta percorribile l'opzione di rilocalizzazione degli aerogeneratori in altri siti contraddistinti da ventosità molto alte, infrastrutturazione di rete / stradale non ottimale, eventualmente appartenenti a Paesi che si trovano in una fase iniziale del loro percorso di decarbonizzazione/elettrificazione, come ad esempio in alcune zone del Centro e Sud America.

Quando invece un componente non è più in grado di adempiere alla propria funzione nel contesto in cui sta operando, la soluzione più sostenibile è utilizzarlo in un contesto diverso, nel quale possa mantenere il suo valore, a fronte di limitate modifiche. Le pale eoliche, essendo realizzate con materiali compositi, risultano particolarmente adatte a questo scopo in quanto il materiale è durevole, resistente al danneggiamento e all'aggressione ambientale e facile da riparare. Per esempio:

- Riutilizzo delle lame per parchi giochi o arredo urbano;
- Particolari parti strutturali della lama possono anche essere riproposte per strutture edilizie, ad es. copertura di parchi biciclette, ponti, o riusi architettonici.

La Società Proponente ha avviato ed intende approfondire rapporti con alcune aziende che sono già sul mercato con prodotti costruiti a partire da pale eoliche (es. complementi d'arredo civile ed urbano), oltre valutare altre possibili partecipazioni nate attivando l'ecosistema di innovazione.

Si mostra di seguito un esempio di riutilizzo di una pala eolica come copertura di un parco biciclette.



Figura 2 - Bike shed in Aalborg, Denmark [Fonte WindEurope-Accelerating-wind-turbine-blade-circularity – May 2020]

Riciclo

I processi di riciclo ad oggi consentono di recuperare i materiali che compongono la pala (in modo indistinto oppure separando le fibre dalla resina) per riprocessarli al fine di generare un nuovo prodotto che ha caratteristiche e finalità diverse dal componente di partenza.

Alcune aziende ad oggi si trovano ad un buon livello di approfondimento tecnologico dei vari processi di riciclo; seppure sia un settore ancora poco consolidato rispetto al riciclo di altri materiali, si stanno affacciando sul mercato i primi recyclers di materiali compositi che hanno dimostrato la loro tecnologia passando da attività di laboratorio a primi dimostratori.

Di seguito si riportano i principali processi di riciclo in via di sviluppo:

- Riciclo meccanico: è uno dei processi più comuni grazie al potenziale di riutilizzo delle polveri per alcune applicazioni (ad es. produzione di plastica, applicazioni nel settore delle costruzioni, come riempimento di sottofondi stradali o per la realizzazione di pannelli per isolamento termico, acustico, di mobili, manufatti per arredo e oggetti di design, etc.). Garantisce un alto tasso di produttività, diminuisce il valore del materiale riciclato e consente di ottenere prodotti contenenti fino al 40% di materiale di scarto.
- Produzione di cemento: la materia prima del cemento è parzialmente sostituita da fibre di vetro e riempitivi compositi (cemento clinker). Il processo è altamente efficiente, veloce e scalabile; tuttavia, a causa dell'elevata temperatura è necessario un notevole apporto energetico.

- Solvolisi: il processo è incentrato su una reazione chimica di un solvente con il materiale composito in un reattore pressurizzato ad alta temperatura. Garantisce un recupero completo di fibre e resine pulite ma è un processo che necessita ulteriori ottimizzazioni per aumentarne l'efficienza, oltre a richiedere l'utilizzo di solventi, che in taluni casi sono ecocompatibili e completamente riutilizzabili.

- Pirolisi: il processo prevede la decomposizione termica della parte organica dei compositi in ambiente inerte. È altamente scalabile ma le fibre risultano generalmente degradate alla fine del processo in termini di caratteristiche meccaniche. Tale processo risulta molto promettente, anche se ancora lontano dalla redditività economica.

- High voltage pulse fragmentation: il processo elettromeccanico prevede la separazione delle fibre di vetro dalla matrice tramite l'uso di elettricità. Consente di ottenere una buona qualità di fibre, ma richiede molta energia ed attualmente risulta ad uno stadio poco avanzato di sviluppo tecnologico.

- Letto fluido: processo termico che consente di separare le fibre dalla matrice ottenendo però un basso livello di qualità delle prime.

Da alcuni anni si stanno sviluppando le prime collaborazioni tra aziende e centri di ricerca italiani ed europei per sviluppare e validare i processi di recupero analizzando anche la qualità delle materie prime secondarie e dei prodotti che si ottengono.

In parallelo alcune aziende si stanno muovendo anche sul fronte industriale verso la creazione di un modello di business che coinvolga vari operatori in un impianto dimostratore su scala commerciale. La filiera sarà composta da produttori ed operatori energetici che forniranno il materiale composito da recuperare, dagli operatori che effettuano il pretrattamento ed il processo di riciclo, e dagli utilizzatori finali che potranno acquistare il materiale secondo per integrarlo nel loro processo produttivo

8. STIMA DEI COSTI DI DISMISSIONE

La tabella 2 riporta un summary dei costi di dismissione dell'impianto esistente, trattati nell'elaborato 225201_D_T_0371 Computo metrico estimativo, a cui si rimanda per approfondimenti.

INTERVENTO/DESCRIZIONE	Posizione	PREZZO TOTALE
1 - DISMISSIONE PARCO ESISTENTE	1.1 STRADE E PIAZZOLE	€ 1.572.583,30
	1.2 SMONTAGGIO AEROGENERATORI	€ 643.741,19
	1.3 DISMISSIONE CAVIDOTTO	€ 1.097.344,85
	1.4 DEMOLIZIONE E SMALTIMENTO FONDAZIONE AEROGENERATORE	€ 906.930,33
	1.5 DISMISSIONE STRADE E PIAZZALI	€ 633.613,41
	1.6 - DISMISSIONE STAZIONE ELETTRICA DI UTENZA	€ 197.451,68
	TOTALE	€ 5.057.664,76

Tabella 2 – Summary dei costi di dismissione dell'impianto esistente

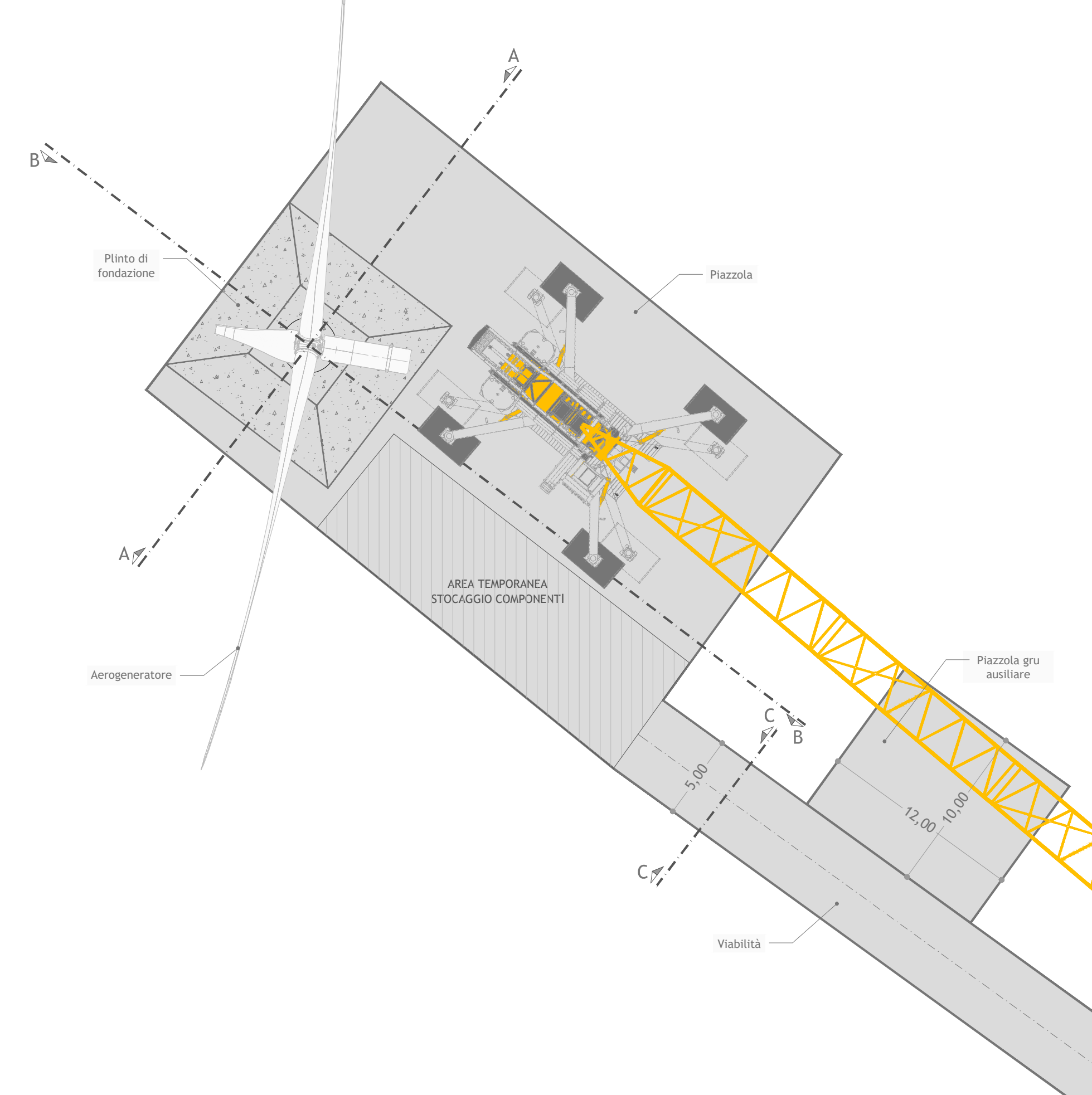
È stata prodotta una stima dei costi di dismissione dell'Impianto eolico esistente. Detti costi, ammonteranno a circa 170.005,54 € per ciascun MW installato, per un totale di circa 5.057.664,76 €.

9. CRONOPROGRAMMA DELLE FASI ATTUATIVE DI DISMISSIONE

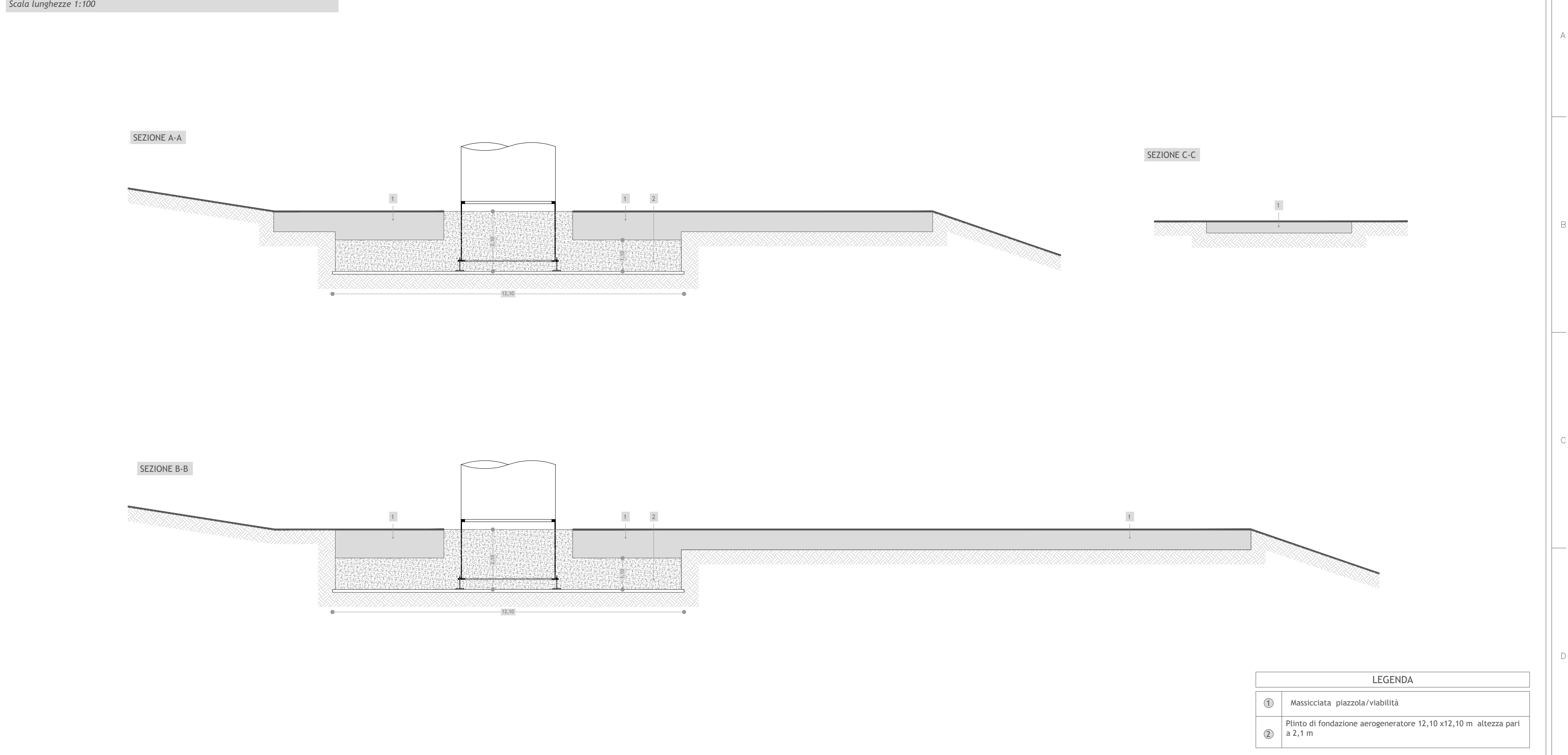
Le attività di dismissione dell'impianto eolico esistente avverranno in parallelo alla realizzazione del Progetto di Ammodernamento. È stato redatto un cronoprogramma delle attività lavorative che includono tutte le fasi, a cui si rimanda: 224308_D_T_0323 Cronoprogramma dei lavori.



PIAZZOLA, VIABILITÀ E PLINTO DI FONDAZIONE ESISTENTE-FASE DISMISSIONE
Scala 1:200

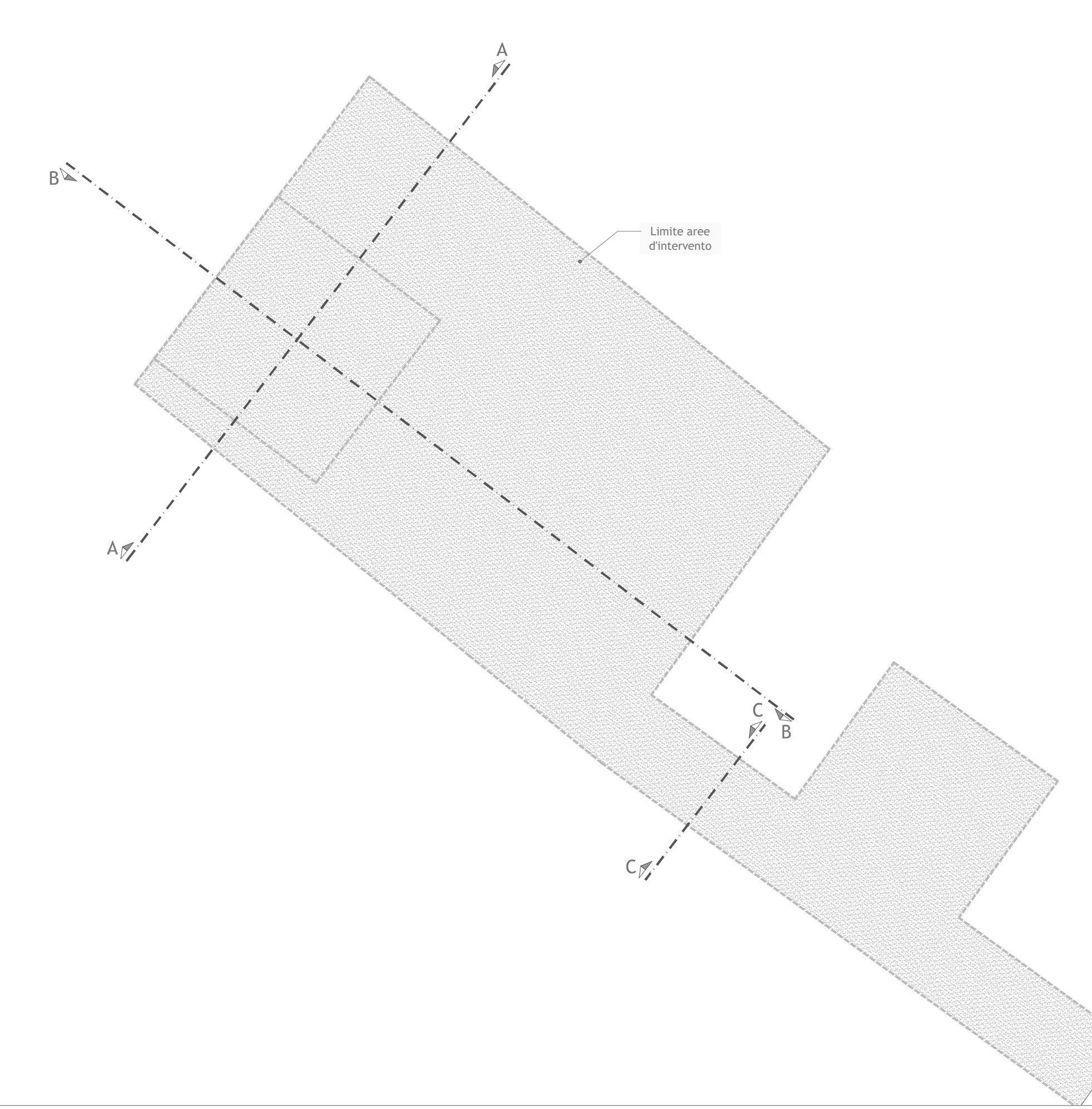


SEZIONI PIAZZOLA, VIABILITÀ PLINTO DI FONDAZIONE ESISTENTE FASE DISMISSIONE
Scala altezze 1:100
Scala lunghezze 1:100

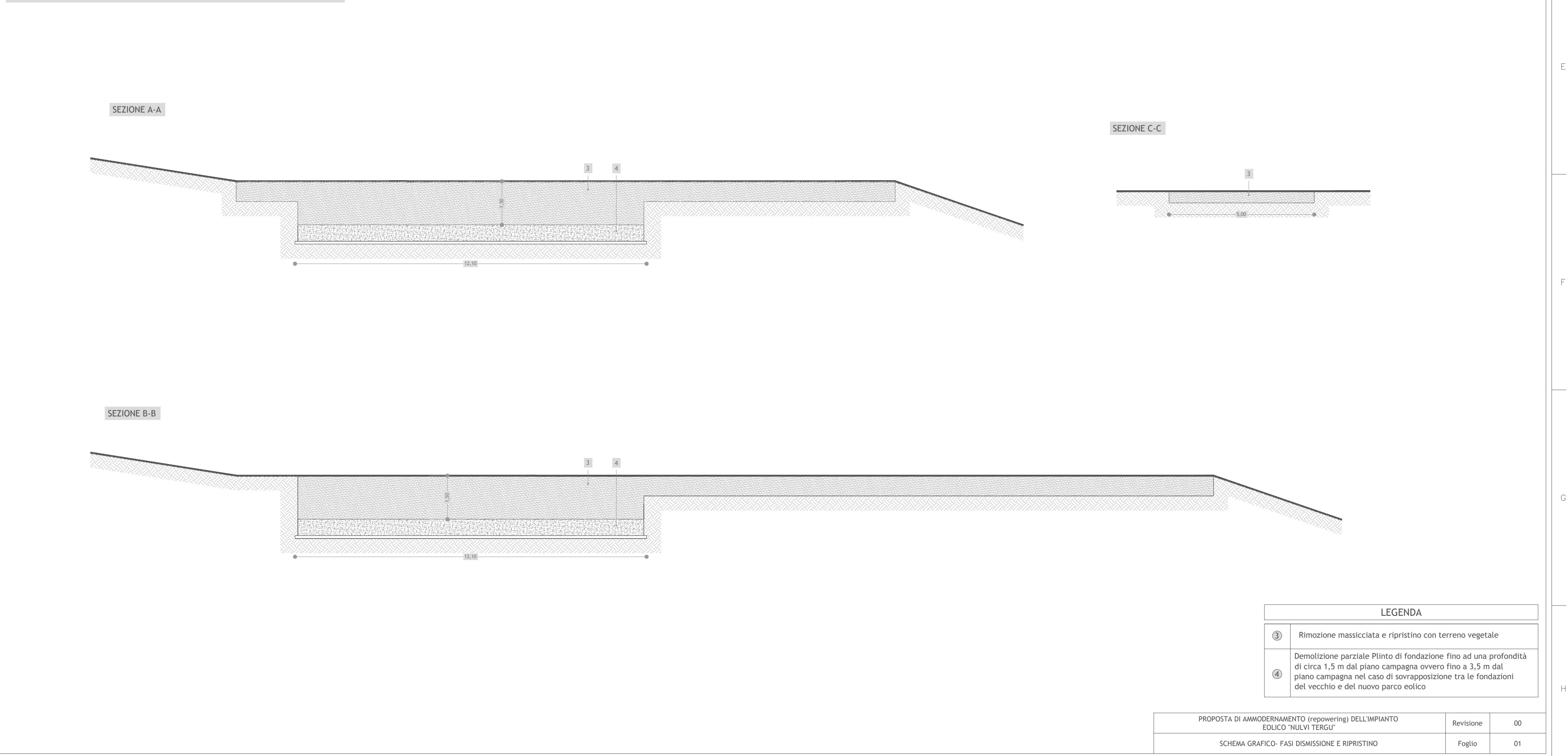


LEGENDA	
①	Massicciata piazzola/viabilità
②	Plinto di fondazione aerogeneratore 12,10 x12,10 m altezza pari a 2,1 m

PIAZZOLA, VIABILITÀ E PLINTO DI FONDAZIONE ESISTENTE-FASE DI RIPRISTINO
Scala 1:200



SEZIONI PIAZZOLA, VIABILITÀ PLINTO DI FONDAZIONE ESISTENTE FASE DI RIPRISTINO
Scala altezze 1:100
Scala lunghezze 1:100



LEGENDA	
③	Rimozione massicciata e ripristino con terreno vegetale
④	Demolizione parziale Plinto di fondazione fino ad una profondità di circa 1,5 m dal piano campagna ovvero fino a 3,5 m dal piano campagna nel caso di sovrapposizione tra le fondazioni del vecchio e del nuovo parco eolico

PROPOSTA DI AMMODERNAMENTO (repowering) DELL'IMPIANTO EOLICO "NULVI TERGU"	Revisione	00
SCHEMA GRAFICO- FASI DISMISSIONE E RIPRISTINO	Foglio	01