

Parco Eolico Marino

Gargano Sud

Relazione Piano di dismissione

Seanergy s.r.l.



REV	DESCRIZIONE	DATA
1	EMISSIONE	13/02/2023

CARATTERISTICHE GENERALI D'IMPIANTO

GENERATORE - Altezza mozzo: 160 m
Diametro rotore: 236 m
Potenza unitaria: 15 MW

IMPIANTO - Numero generatori: 68
Potenza complessiva: fino a 1088 MW.

Il proponente:

Seanergy s.r.l.
P.zza Giovanni Paolo II, 8
71017 Torremaggiore (FG)
0882/393197
seanergy@pec.it

Il progettista:

ATS Engineering srl
P.zza Giovanni Paolo II, 8
71017 Torremaggiore (FG)
0882/393197
atseng@pec.it

Il tecnico:

Ing. Eugenio Di Gianvito

Sommario

1	Introduzione	2
2	Principi Guida	3
2.1	Operazioni di dismissione finale.....	3
2.2	Distruzione, riciclaggio e smaltimento dei componenti.....	3
2.3	Mezzi logistici usati.....	4
2.4	Applicazione dei principi di economia circolare al progetto	4
3	Dismissione.....	7
4	Fasi della dismissione dell'impianto.....	7
4.1	Dismissione opere a mare.....	8
4.2	Dismissione e smantellamento opere a terra	9
5	Componenti dell'impianto da rimuovere	10
5.1	Turbine	11
5.2	Elementi di transizione	11
5.3	Fondazione tri-pali infissi.....	11
5.4	Sottostazione offshore	12
5.5	Cavi sottomarini	12
5.6	Onshore	13
5.7	Deposito materiali recuperati	13
6	Tempi delle varie fasi dismissive	14

1 Introduzione

Il presente “Piano di Dismissione” raccoglie le soluzioni tecniche e aggiornamenti progettuali che qualificano il progetto del parco eolico marino (offshore) denominato Gargano Sud. Tale opera si localizzerà in Puglia e precisamente nelle acque del Golfo di Manfredonia (FG), site a sud del promontorio del Gargano; rimanendo a una distanza media della costa ricompresa tra 15 Km e non meno di 10,5 Km.

Detto progetto, nella configurazione attuale derivante dalla ottimizzazione tecnologica di produzione e della ottimizzazione della connessione alla RTN, prevede la installazione di aerogeneratori di nuova generazione, con tipologia di classe V236 (15 MW cadauno, con rotore di diametro pari a 236 metri) piuttosto che di classe MY260 (16 MW cadauno, con rotore di diametro pari a 260 metri). Entrambe già disponibili in forma commerciale. In particolare, si è scelto di installare tre pali infissi direttamente sul fondale con tecnica di fondazione diretta e sottostazione utenza di collegamento anch'essa installata su fondazione fissa. Inoltre, il punto di connessione sulla RTN è previsto alla stazione Terna denominata Cerignola sita nel Comune di Cerignola (FG), stazione attualmente in costruzione e dotata di tutte le infrastrutture possibili al dispacciamento della notevole energia prodotta dall'impianto. Considerando pertanto che tutta l'impiantistica elettrica da utilizzarsi prevede tecnologia consolidata e già disponibile sul mercato, si può concludere che il progetto Gargano Sud, proposto Seanergy Srl, è immediatamente cantierabile sotto tutti i profili. Tutti gli elaborati di progetto sono considerati sulla base aerogeneratore Vestas V236-15MW altezza al mozzo 160 metri rotore 236 metri.

La proponente e responsabile del presente progetto è Seanergy S.r.l., con sede legale in Piazza Giovanni Paolo II n°8 – 71017 Torremaggiore (FG).

Il layout di progetto conta complessivamente n.68 aerogeneratori, con Potenza fino a 16 MW cadauno, per una potenza totale fino a 1088 MW.

2 Principi Guida

Conformemente alla normativa applicabile, al termine dell'operatività del parco verosimilmente limitato a 30 anni circa, deve essere previsto lo smantellamento dello stesso, il ripristino o la riabilitazione dei luoghi e garantire la reversibilità delle modifiche apportate all'ambiente naturale e al sito.

Prima della dismissione del parco, sarà effettuato uno studio per valutare gli impatti dello smantellamento e per verificare se non vi sia alcun interesse ambientale a lasciare determinati impianti in loco.

La sequenza delle operazioni di smantellamento delle varie infrastrutture dipenderà dai metodi e dalle tecniche di installazione utilizzate e vi saranno alcune similitudini, con una sequenza invertita, alle operazioni di installazione.

Le operazioni di disattivazione possono essere suddivise cronologicamente in tre grandi categorie:

Operazioni in mare:

ispezioni infrastrutturali (cavi dinamici tra le turbine, elettrodotto marino e linee di ormeggio);

disconnessione dei cavi tra le turbine e del cavo di esportazione;

recupero dei cavi;

disconnessione di linee di ormeggio e recupero;

Operazioni a terra e portuali:

smontaggio della turbina galleggiante ormeggiata lungo un molo;

scarico e deposito a terra dei componenti;

stoccaggio della piattaforma galleggiante per lo smantellamento;

smantellamento parziale;

se applicabile: riuso della piattaforma galleggiante e delle strutture della turbina. Le operazioni di dismissione finali, sono presentate nel paragrafo seguente.

2.1 Operazioni di dismissione finale

Il caso standard prende in considerazione lo smantellamento con il riciclo e lo smaltimento dei rifiuti. Tuttavia, possono essere previste diverse soluzioni alternative:

- riutilizzo di parti (scale di ormeggio, ecc ...) delle piattaforme galleggianti e delle linee di ancoraggio per un'altra fondazione galleggiante o per lo stesso parco;
- trasporto delle piattaforme galleggianti, previa verifica dei materiali per garantire l'assenza di pericolo per l'ambiente, in altro luogo per formare una barriera artificiale o per qualsiasi altro uso in mare con recupero dei materiali per altre strutture

2.2 Distruzione, riciclaggio e smaltimento dei componenti

I componenti elettrici (trasformatore, quadri elettrici, etc) verranno smaltiti, in accordo con la direttiva europea (WEEE - Waste of Electrical and Electronic Equipment); le parti in metallo (acciaio e rame) e in plastica rinforzata (GPR) potranno invece essere riciclate.

I diversi materiali da costruzione se non riutilizzati, verranno quindi separati e compattati al fine di ridurre i volumi e consentire un più facile trasporto ai centri di recupero.

Sarà stabilito un trattamento specifico a seconda della natura dei materiali:

- le linee di ancoraggio, i loro accessori e la maggior parte delle attrezzature della piattaforma galleggiante, composte principalmente da acciaio e materiali compositi, saranno riciclati dall'industria dell'acciaio e da aziende specializzate;
- la biomassa accumulata durante il ciclo di vita del parco sarà trattata come residuo di processo. Questi residui saranno quindi smaltiti;
- le componenti elettriche, se non possono essere riutilizzate, saranno smantellate e riciclate.

Particolare attenzione sarà dedicata allo smantellamento delle apparecchiature che utilizzano lubrificanti e olio per prevenire sversamenti accidentali. Eventuali residui di olio o lubrificante saranno rimossi secondo le procedure appropriate;

I cavi dinamici tra le turbine e il cavo della condotta marittima sono costituiti da metalli (rame e alluminio) e la parte isolante (principalmente XLPE) può rappresentare più del 70-80% del peso. I cavi saranno trasportati all'unità di pretrattamento per la macinazione, la separazione elettrostatica e quindi la valorizzazione dei sottoprodotti come materia prima secondaria (rame, alluminio e plastica).

2.3 Mezzi logistici usati

Durante le operazioni di dismissione, la fase di ispezione dell'infrastruttura subacquea può essere eseguita congiuntamente utilizzando navi dotate di ROUV.

I mezzi utilizzati per trainare il galleggiante e la turbina al porto e per la disattivazione delle linee di ancoraggio saranno identici ai mezzi utilizzati per l'installazione.

Per la dismissione della parte elettrica del parco eolico sono necessari gli stessi mezzi sia per rimuovere il cavo elettrico marittimo che i cavi elettrici dinamici tra le turbine.

Una volta smontate e trasportate al porto verranno utilizzati specifici macchinari per lo smaltimento.

2.4 Applicazione dei principi di economia circolare al progetto

L'energia eolica svolge un ruolo sempre più importante nel sistema energetico mondiale e la costruzione dei Parchi Eolici Onshore e Offshore comporta l'utilizzo di grandi quantità di materie prime.

Tale circostanza richiede strategie per garantire che sia il decommissioning degli OWF esistenti sia le progettazioni, la costruzione e la dismissione dei futuri OWF avvengano con adeguata tutela ambientale, in linea con i principi di eco compatibilità della CE (Circular Economy).

Secondo la direttiva UE la progettazione ecocompatibile è definita come "l'integrazione degli aspetti ambientali nella progettazione allo scopo di migliorare le prestazioni ambientali dei prodotti durante l'intero ciclo di vita" (UE, 2009). Pertanto, le strategie di eco-design possono riguardare la progettazione di prodotti basata su materie prime seconde; progettazione per il riciclaggio senza perdite di qualità (declassamento); prodotti a basso consumo energetico nella fase di utilizzo; contenuti non pericolosi che

ostacolano il riutilizzo e il riciclaggio; progettazione per lo smontaggio che consente aggiornamenti e prodotti da utilizzare per pezzi di ricambio ecc.

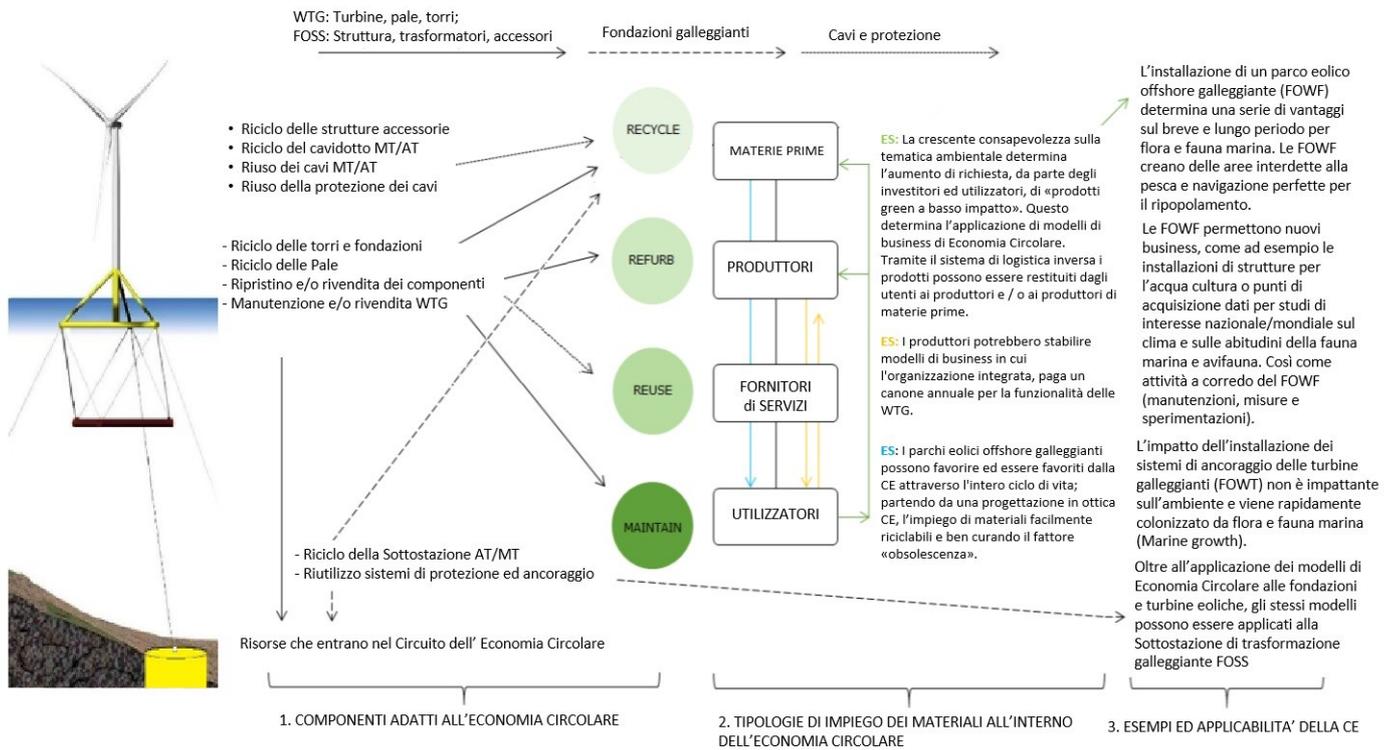
Nella redazione del progetto è stato adottato un modello dell’Economia Circolare (CE) al fine di traguardare una maggiore tutela ambientale in tutte le fasi di vita del progetto con la consapevolezza che anche la crescita economica generabile dall’uso delle energie rinnovabili è intrinsecamente collegata all’uso ed al riuso delle risorse ed al valore che viene creato quando i prodotti cambiano proprietà lungo tutta la filiera.

Di seguito sono delineate le risorse maggiormente impiegate nelle OWF e riutilizzabili come materie prime seconde.

Componente dell'installazione	Risorse principali	Posizionamento
WTG – Wind turbine generator	Acciaio	Componenti strutturali navicella, mozzo, trasformatore, parti meccaniche in movimento ecc...
	Fibra di vetro e resine	Pale, cover navicella, mozzo, quadri elettrici
	Ghisa	Navicella e mozzo
	Rame	Componenti navicella, collegamenti elettrici
	Alluminio	Componenti navicella, strutture accessorie ecc...
	Gomma e Plastica	Navicella, Cablaggi elettrici ed idraulici
	Olio idraulico	Componenti meccanici
	Magneti al neodimio	Generatore
Torre eolica	Acciaio	Torre eolica, collegamenti bullonati, flange di connessione
	Alluminio e rame	Cablaggi elettrici, scale, accessori
	Zinco ed altri metalli	Trasformatore, fissaggi ed accessori interni
	Oli minerali ed altri liquidi	Trasformatore
Fondazione galleggiante	Acciaio	Fondazione galleggiante e ballast stabilizzatore, collegamenti bullonati ecc...
	Materie plastiche	Parapetti e grigliati delle piattaforme
Cavi e Protezione cablaggi	Rame	Cavi e collegamenti
	Materiale plastico	Isolamenti e cablaggi
	Inerte (Cls, pietrame)	Protezione cavi

Come facilmente intuibile, il concetto di economia circolare (CE) suggerisce un nuovo modo per dissociare la crescita economica dall'uso delle risorse e dagli impatti ambientali. Nella CE i prodotti e i materiali vengono riciclati favorevolmente con un impatto ambientale minimo grazie ad un'attenta gestione dei flussi, ad una progettazione del prodotto che consideri la combinazione dei componenti e l'impiego di energia rinnovabile per alimentare i processi.

Di seguito si riporta uno schema riepilogativo delle diverse azioni di CE prese in esame dal progetto e che saranno singolarmente sviluppate nella fase di progettazione definitiva delle varie componenti, tenendo in debita considerazione ciò che succederà ai componenti al termine dell’EoL (End of Life), avendo come orizzonte temporale 30 anni.



Schema riepilogativo delle diverse azioni di economia circolare (CE)

3 Dismissione

Al termine della vita utile dell'impianto, il parco eolico potrebbe essere rimodernato, cioè, dopo una verifica dell'integrità dei pali di fondazione, si potrebbe pensare ad una sostituzione completa dei soli aerogeneratori.

Per questo motivo, al termine della vita utile dell'impianto auspicabile in 25 anni e verificata la compatibilità e la resistenza delle fondazioni esistenti, si potrebbe proseguire allo smantellamento, ad esempio delle sole turbine, preservandone le fondazioni che verrebbero utilizzate per aerogeneratori di futura tecnologia. Diversamente, si potrebbe procedere allo smantellamento totale dell'impianto procedendo in senso inverso alla fase di installazione dell'impianto.

Il deterioramento delle strutture è indubbiamente da indagare, sia sotto il profilo fisico (decadimento dei materiali da condizioni ambientali, cicli di fatica, etc.), sia sotto l'azione di fenomeni chimici (alterazione delle caratteristiche fisico chimiche, corrosione, etc.). Il deperimento della capacità portante e della capacità di resistenza dei materiali, va commisurato con l'età dell'impianto e con la gravosità dell'esercizio sopportata sino a quel momento. Misura, che segna il raggiungimento del valore limite di accettabilità ed a cui consegue la dichiarazione di fine dell'esercizio normale.

La dismissione dell'impianto, quindi, prevede il disfacimento di ognuna della unità produttive utilizzando i mezzi e gli strumenti appropriati, così come avviene nelle diverse fasi di realizzazione. Si prevede uno smontaggio con la rimozione della sola parte aerea delle turbine mantenendo in sito le opere di fondazione e talvolta, anche i cavi subacquei. Questa operazione lascerebbe l'ecosistema quasi indisturbato, e lo smantellamento sarebbe più rapido creando meno perturbazioni nel traffico navale e individuando un recupero più rapido della zona. Lasciando il sito le strutture subacquee, l'effetto della barriera artificiale che si è venuto a creare rimarrebbe inalterato non modificando le condizioni favorevoli determinato in fase di esercizio.

4 Fasi della dismissione dell'impianto

La dismissione dell'impianto eolico rappresenta l'attuazione di abbandonare l'esercizio della centrale in via definitiva e di mantenere le condizioni di sicurezza verso terzi fintanto che restano le strutture negli specchi d'acquei autorizzati.

Lo smantellamento è la fase successiva alla fermata della centrale. Consta della asportazione di tutti i corpi a vario titolo inseriti nell'ambiente acqueo e terrestre e delle successive attività di recupero, di raccolta a terra, di riutilizzo o di smaltimento in discarica di quanto è stato trasferito a terra. Ne consegue la riduzione in ripristino di tutti gli ambienti.

Tutte le fasi, che devono essere condotte con rispetto totale per la sicurezza della popolazione ed in modo innocuo per l'ambiente, sono riportate e scandite nel Programma di Dismissione.

In linea razionale verrebbe da sostenere che il procedimento, seguito nella costruzione, debba essere ripercorso a ritroso. Partendo dall'impianto realizzato si dovrebbe giungere alla situazione di sito corrispondente alla sua forma iniziale, quando anni prima si era deciso di intervenire nell'approntamento del campo eolico.

4.1 Dimissione opere a mare

Si possono prevedere alcune fasi, la cui natura sarà operativamente indicata anche nel titolo stesso. Il numero e la loro estensione e rilevanza è puramente indicativa. Serve soltanto a scandire quasi temporalmente la successione operativa, che deve essere svolta.

In via puramente esplicativa e senza la pretesa di formulare un programma completo ed esaustivo a questo stadio del progetto, si espongono le seguenti procedure salienti e precisamente

Fase 1: azioni preliminari verso le Autorità competenti

- predisposizione e chiarimento del piano di dimissione totale del campo eolico (programma tecnico/temporale, mezzi da impiegare per le operazioni a mare ed a terra, aree di raccolta dei pezzi/componenti recuperati, opere/interventi di smantellamento/recupero delle parti dell'impianto, etc.) e delle azioni, che son raccolte nel Piano di Dimissione;
- approvazione del piano di dimissione e richiesta di licenze e permessi alle Autorità responsabili della dimissione;
- notifica dell'inizio dei lavori e delle attività da effettuare;
- progetto, direzione dei lavori ed analisi di sicurezza delle attività di smantellamento;
- reperimento di mezzi, procedure e personale da adibire alle attività approvate e programmate;

Fase 2: smontaggio e recupero delle parti della turbina eolica

- arresto del funzionamento degli aerogeneratori ed isolamento del campo eolico dalla rete;
- rimozione/recupero dei componenti elettrici;
- rimozione/recupero di pale e rotore;
- rimozione/recupero della navicella e dei suoi internals;
- smantellamento della torre e recupero di pezzi metallici da riutilizzare in quanto tali;
- carico su bettolina e trasporto/scarico all'area di deposito e di recupero dei materiali riutilizzabili;

Fase 3: smantellamento e recupero delle varie parti della struttura fondaria

- sezionamento dei pali di ancoraggio alla quota autorizzata, che dovrebbe essere tenuta qualche metro (11,5 m) sotto il profilo del fondale;
- ricupero dei pali e della struttura fondaria con conseguente carico su mezzo di trasporto navale (bettolina o altro);
- trasporto/scarico dei pezzi nell'area di deposito e di recupero dei materiali;
- esame del fondale e ripristino delle sue condizioni iniziali dopo eventuale rimozione di pezzi solidi;

Fase 4: eliminazione di ogni infrastruttura

- messa a nudo dei tratti di cavo interrato secondo le istruzioni, concordate e previste dal Piano di Dismissioni;
- taglio e recupero del cavo da parte del mezzo navale incaricato ed in grado di effettuare l'operazione;
- trasporto/scarico dei pezzi nell'area di deposito e di recupero materiali;
- ispezione diretta del fondale per accertarne lo stato di pulizia dopo sgombero totale e contro l'eventuale permanere di detriti ed intervento per raccogliere documentazione probatoria (fotografica, etc.);

Tutte queste attività devono corrispondere al Piano di Dismissione, che è stato, come è precisato dal contenuto della Fase 1, sottoposto, concordato ed approvato dalle Autorità competenti. La mancata osservanza può essere seguita da sanzioni tali da rendere invalide certe concessioni e la decadenza da eventuali diritti conseguenti.

4.2 Dismissione e smantellamento opere a terra

Il piano di smantellamento, che è stato citato al primo punto della Fase 1, deve comprendere anche gli interventi da espletare sulle parti di impianto, che sono state installate a terra.

I procedimenti di dismissione devono riguardare:

- la fossa di giunzione a terra dei cavi sottomarini;
- le parti di cavo interrato, che devono essere evacuate (nei dintorni delle stazioni elettriche, come all'atterraggio, all'accesso alla stazione di allaccio, etc.);
- il ripristino di tutte le condizioni richieste con eliminazione degli effetti (detriti, residui da demolizioni, opere di interro, etc.) derivanti dalle opere richieste dall'impianto.

Il cavo sottomarino dal bagnasciuga alla fossa di giunzione, che in parte ricade nella giurisdizione delle opere a mare almeno sino alle primissime propaggini del bagnasciuga, si può ritenere non coinvolgente alcuna categoria di rischio. Pertanto, potrebbe essere lasciato in situ.

Le attività a terra dovranno seguire le disposizioni vigenti e riguardanti la demolizione e lo smantellamento di impianti elettrici e di edifici, adibiti alle operazioni di deposito, amministrazione, guardiania, recinzione, esercizio di impianti elettrici, etc.

5 Componenti dell'impianto da rimuovere

Il metodo di dismissione (decommissioning) sarà influenzato da alcuni fattori specifici, come le scelte del progetto finale del campo eolico ed in particolare dalla tipologia delle fondazioni e dai mezzi navali disponibili. Le misure, che sono oggetto della trattazione attuale, non possono che dipendere dallo stato della tecnologia esistente e dal livello di informazioni/conoscenze raggiunto al momento dell'intervento, ma si deve ammettere che i metodi considerati oggi possano evolvere con il passar degli anni.

Periodiche revisioni al Piano di Dismissioni ed alle misure in esso contenute dovranno aversi durante la vita dell'impianto per aggiornare il livello conoscitivo allo stato della tecnologia esistente, per il fatto che è sempre in miglioramento.

In particolare, si deve riconoscere che ogni lezione tecnica può essere modificata attraverso il progetto e la realizzazione di nuovi impianti ed attraverso le differenti tecnologie che l'industria starà elaborando per ogni fase dello smantellamento di impianti. Può, inoltre, capitare che le misure supposte ed avanzate in data odierna non siano in sintonia con le disposizioni (amministrative e/o legislative) del momento e che non corrispondano alla miglior pratica della sicurezza operativa.

Così pure si dovranno rivedere i tempi e la successione delle revisioni del programma, come è stato delineato per assicurare che la miglior tecnologia sia scelta e le procedure di sicurezza siano le più efficienti e le più attuali. È questo il complesso di ragioni per cui il Programma di Dismissione potrà esser rivisto anche a tempi diversi da quelli che si ipotizzano in queste note.

Sulla base degli orientamenti del gruppo di progetto attuale, come pure delle impostazioni date da altri organismi consimili e di proposte accettate da parte di organismi esteri o internazionali, appare indispensabile proporre un elenco di componenti dell'impianto, che debbano essere liberati, una volta che sia stata decisa ed accettata la dismissione totale del sito.

L'elenco, che si propone, riflette la cautela e la preoccupazione della Committenza nel tener bassi o minimizzare del tutto i rischi per la sicurezza e per l'ambiente, che si potrebbero evidenziare durante il percorso sempre accidentato e ricco d'imprevisti quale si ha nell'attuazione di un piano di dismissione globale dell'impianto.

In evidente assenza di repowering. E si ritiene di avviarla al compimento del venticinquesimo anno di esercizio e di completarla nel giro di circa 8 mesi nelle sue fasi essenziali.

5.1 Turbine

Le turbine eoliche dovranno essere completamente rimosse dal sito e quindi smontate a terra. Il processo inizia con la disconnessione della turbina dalla rete. Di solito viene utilizzata una nave da sollevamento pesante o una nave di posizionamento dinamico, quindi deve essere mobilitata sul posto. Le stesse metodologie utilizzate per installare una turbina eolica, possono essere applicate per la sua dismissione. La procedura eseguita dipenderà dalle dimensioni e dal peso della turbina e determinerà la capacità di elevazione e lo spazio del ponte della nave. La maggior parte delle procedure proposte sono il contrario delle tecniche di installazione praticate fino ad oggi.

Le procedure di rimozione degli elementi che costituiscono in una turbina eolica sono diverse caso per caso, compresa la posizione dei cavi. Per esempio, per quanto riguarda i liquidi come oli per ingranaggi o motori e qualsiasi altra sostanza chimica che può essere presente, possono essere raccolti e rimossi dalla turbina, o lasciati all'interno della navicella per ridurre al minimo il rischio di fuoriuscita ed essere raccolti una volta a terra. I bulloni saranno rimossi con metodi normali o con smerigliatrici angolari e frese a plasma se la prima opzione non è possibile. I cavi di interconnessione alle strutture adiacenti devono essere tagliati, ma dipenderà dal metodo scelto.

Mentre la torre viene sollevata, viene preparato l'elemento di transizione per la rimozione. La nave necessaria farà affidamento sull'opzione di rimozione eseguita: una nave che riempie la sua capacità di coperta e ritorna in porto con il supporto di chiatte per il trasporto.

5.2 Elementi di transizione

Elemento di transizione è la struttura che collega la parte inferiore della torre della turbina alla fondazione, di solito per mezzo di una connessione a flangia imbullonata. Contiene elementi come guide per cavi, scale di accesso e piattaforme. I cavi che interconnettono la torre della turbina saranno scollegati e tagliati, quindi, verrà il scollegato alla fondazione, rendendo possibile l'operazione di sollevamento. Un utensile da taglio deve essere montato sotto la piattaforma ermetica del pezzo di transizione mentre le guide vengono tagliati. Il taglio del pezzo di transizione inizierà quando la gru sarà in posizione per sostenere il carico. Un'altra opzione è quella di sollevare il pezzo di transizione insieme alla fondazione, ma ciò significa un sollevamento di un peso estremamente elevato, questo richiederà gru specializzate e misure di sicurezza estreme.

5.3 Fondazione tri-pali infissi

Le operazioni di rimozione delle fondazioni, saranno necessarie navi specializzate a causa del sollevamento pesante come conseguenza dell'elevato peso delle fondazioni. Come regola generale, dopo la rimozione delle parti interne, si ottiene l'accesso interno alla fondazione. Viene quindi utilizzato un metodo di taglio delle fondamenta, rendendo infine possibile il sollevamento.

Sono normalmente effettuate due opzioni fondamentali di rimozione:

- la rimozione completa della fondazione;
- il taglio alla base della fondazione e lasciando il resto in situ, in modo da ridurre al minimo la perturbazione dell'ambiente marino.

Tagliare e lasciare parte della fondazione in situ è solitamente l'operazione più utilizzata in quanto, riduce i rischi al minimo e rende il sito meno disturbato.

Le operazioni di rimozione delle fondazioni saranno confermati una volta scelto il mezzo che eseguirà il sollevamento. La nave scelta sarà mobilitata sul sito e può essere una gru galleggiante, una chiatte sollevabile o un'unità speciale offshore con gambe stabilizzatrici. Se la fondazione è coperta da protezione antigraffio, deve essere rimossa, consentendo l'accesso al processo di taglio.

I ganci della gru della nave sono posizionati e fissati ai punti di sollevamento della fondazione. I piloni vengono tagliati sotto il fondo marino, ma la distanza del taglio dipenderà dal tipo di fondale, quindi saranno necessarie attrezzature di scavo.

Le dimensioni dei monopali, le profondità di penetrazione nel fondale marino e il suo peso rendono molto complesso rimuovere l'intera struttura e un grande impatto ambientale dovuto a scavi e perturbazioni profonde all'ambiente marino. Inoltre, sono necessarie attrezzature specializzate per periodi più lunghi, il che significa che è un'opzione più costosa e meno pratica rispetto al taglio. I metodi di taglio proposti sono di solito il taglio a filo diamantato o il getto d'acqua (con un utensile ad acqua/graniglia ad alta pressione azionato a distanza). Dovrà essere scelto il metodo che arreca minor disturbo all'ambiente. Anche eventuali detriti devono essere rimossi. La fondazione tagliata viene quindi caricata sulla nave di trasporto a terra.

5.4 Sottostazione offshore

La struttura può essere divisa in due parti: il lato superiore Topside e le sue fondamenta a pali infissi. Il topside viene trasportato a terra come una singola struttura. La presenza di oli o altri liquidi può essere rimossa offshore o contenuta in modo sicuro per il trasporto a terra. Le tecniche sviluppate saranno simili per le turbine. È importante valutare eventuali pericoli o inquinanti potenziali che potrebbero presentarsi durante l'operazione, nonché le procedure di mitigazione, per consentire l'eliminazione.

È necessaria la mobilitazione di una nave di disattivazione in grado di sollevare la parte superiore, e quindi la sua fondazione. Il lato superiore sarà di solito il componente più pesante di tutto il blocco.

Quando la nave è pronta, il primo passo è scollegare la sottostazione dalla rete. I punti di sollevamento devono essere installati seguiti dal taglio delle connessioni saldate tra la sottostazione e la fondazione, in modo che entrambe le strutture possano essere sollevate separatamente. Una volta caricati sulla nave, possono quindi essere trasportati a terra per elaborarli correttamente.

5.5 Cavi sottomarini

I cavi sottomarini includono sia cavi inter-array (di collegamento tra le turbine) che cavi di esportazione. I cavi sono interrati sotto il fondo marino di circa 1.5 m, al fine di non comportare rischi per la sicurezza degli utenti marini e con impatti ambientali o di inquinamento limitati.

I cavi possono essere rimossi parzialmente o completamente, ma la rimozione totale dei cavi coperti comporterà costi notevoli e grande perturbazione del fondale marino.

È possibile ipotizzare che il recupero dei cavi sia necessario solo in alcune aree (attraversamenti di cavi), e quindi il processo inizia con la loro localizzazione.

I cavi verranno sollevati dal fondo marino, tagliando le sezioni richieste e restituendo le estremità rimanenti al fondo marino, oppure sollevando le estremità dei cavi su una nave di recupero dove

vengono bobinate su un tamburo. Se si formano trincee sottomarine, saranno naturalmente riempite dall'azione delle maree.

I cavi saranno tagliati il più vicino possibile dalla fondazione, seppellendo le estremità a una profondità di circa 1 m e riducendo al minimo le interruzioni dell'habitat marino e del fondo marino. I cavi verranno trasportati a terra per un adeguato trattamento.

Si ritiene che la rimozione completa causi una notevole distruzione del fondo marino, data l'ampia lunghezza dei cavi.

Lasciare i cavi in situ e ben interrati è quindi la migliore opportunità suggerita fino ad oggi, anche se questo potrebbe richiedere un accurato studio delle correnti marine e il loro monitoraggio per studio per scongiurare il rischio che i cavi vengano esposti.

5.6 Onshore

Non vi è ancora alcun requisito per la disattivazione dei cavi onshore da un parco eolico offshore, quindi la loro completa rimozione potrebbe non essere presa in considerazione.

I cavi onshore che interrati ad una profondità di circa 1,5 metri, possono essere rilevati e analizzati per essere lasciati in situ, poiché i potenziali impatti ambientali per la loro rimozione saranno simili a quelli durante l'installazione.

5.7 Deposito materiali recuperati

Una decisione significativa riguardante il piano di disattivazione è quella di scegliere cosa fare con tutte le strutture una volta che sono a terra.

Le strutture saranno disassemblate separando i diversi materiali di cui sono fatte, in modo che il materiale possa essere poi lavorato, riutilizzato, riciclato o smaltito. L'opzione del riutilizzo sarà quella valutata per prima, sarà seguita dal riciclaggio dei materiali che compongono gli elementi rimossi, infine, per le poche parti residue si effettuerà lo smaltimento (discarica).

Il committente dovrà provvedere al recupero del materiale raccolto durante la fase di dismissione. Le attività devono essere guidate da un criterio fondamentale, l'area di deposito (ed ogni conseguente attività) dovrà essere impostata e retta secondo le disposizioni di legge vigenti (anche se non sarà tanto diversa da quella prevista nella fase installativa della centrale). Qualunque iniziativa conseguente deve avvenire esclusivamente su terraferma.

6 Tempi delle varie fasi dismissive

Dopo aver esaminato le varie fasi ed i metodi per la dismissione dell'impianto è altrettanto doveroso valutare il lasso di tempo, che le operazioni precisate nel Programma di Dismissione richiedano.

Si dà per iniziato il processo di dismissione con smontaggio e recupero pezzi a partire dalla conclusione effettiva dell'esercizio e dopo la conclusione delle denunce e dei permessi previsti presso le Autorità amministrative responsabili.

Per eliminare e rimuovere le 68 unità del campo eolico, corrispondenti ai 1088 MW complessivi, si può tracciare un quadro temporale almeno orientativo e di massima. A parte la difficoltà di ipotizzare un simile tragitto in assenza di un riscontro con la installazione delle macchine un approccio di primo tentativo sembra opportuno.

Si sono stimati i tempi di smantellamento completo di ciascuna unità in circa 11 giorni/lavoro per turbina, ripartiti come segue:

- Pale separatamente: 2 giorni;
- Navicelle: 7 giorni;
- Torre: 1 giorno;
- Fondazioni: 1 giorno.

Considerando che molte operazioni potranno essere condotte in parallelo, si stima che siano necessari circa 8 mesi di lavoro (eseguito 7 giorni su 7, 24 ore su 24), per lo smantellamento completo del parco eolico.

Le turbine eoliche saranno smantellate utilizzando con ordine inverso, le stesse tecniche ed apparecchiature utilizzate per il loro montaggio. I componenti smontati saranno ricondotti a terra per essere trattati. Parte delle fondazioni verranno lasciate sul fondale marino, tagliando la struttura in acciaio, allo scopo di garantire la sicurezza della navigazione futura.

Quanto sopra in funzione del fatto che è stato dimostrato in vari studi (ed in parte ereditato dalle esperienze acquisite in materia di installazioni petrolifere offshore) che sulle strutture offshore si crea un ecosistema ai piedi delle fondazioni; quindi asportate, al termine del ciclo di vita del Progetto, la torbidità delle strutture significherebbe distruggere questo habitat colonizzato durante i 25 anni di vita del parco.

La sottostazione sarà pertanto smontata e riportata a terra nella loro interezza, con le stesse modalità adottate durante l'installazione.

In primo luogo le stime, che sono state avanzate per i montaggi a terra/mare non possono essere ritenute valide e ripetibili anche per le operazioni contrarie dello smontaggio. La ragione è evidente. La cura e l'attenzione estrema, che si deve applicare in ogni momento della installazione, non è quella da osservare nel percorso opposto.

Non che la sicurezza venga abbandonata o che il mantenimento delle difese ambientali sino da scordare, ma, pur rispettandole accuratamente come si è fatto nei montaggi, la procedura inversa si presta a semplificazioni e a manipolazioni non accettabili prima ed ora da consigliare. Manovre più spedite, minor personale impegnato, naviglio ridotto all'essenziale, procedure qualitative di più basso livello e precauzioni conservative anch'esse più smilze a meno di quelle essenziali fanno sì che

tempi e costi siano differenti. E lo devono essere perché proprio su questi due fronti si gioca buona parte della credibilità di un ragionevole e ragionato programma di dismissioni.

Il ciclo completo di lavoro non deve prendere la somma dei tempi parziali. Non tutte le attività precedenti si svolgono in serie. In sei mesi si dovrebbe raggiungere lo scopo di liberare completamente lo specchio d'acqua, che prima era occupato dal sito eolico.

Al computo precedente potrebbero mancare le manovre, i controlli anche strumentali e le ispezioni dirette, che servono a dimostrare il raggiungimento dello stato di sgombero atteso. Sono, comunque, coinvolte durate temporali assai limitate.