



Engineering & Construction



Via Napoli, 363/1 - 70132 Bari - Italy
www.bfpgroup.net - info@bfpgroup.net
tel. (+39) 0805046361 - fax (+39) 0805619384
Azienda con Sistema di Gestione Controllato
UNI EN ISO 9001:2015
UNI EN ISO 14001:2015
UNI ISO 45001:2018

GRE CODE

GRE.EEC.R.73.IT.W.15001.00.124.00

PAGE

1 di/of 12

TITLE: Relazione stima delle emissioni

AVAILABLE LANGUAGE: ITA

RELAZIONE STIMA DELLE EMISSIONI

CANDELA

File: GRE.EEC.R.73.IT.W.15001.00.124.00 RELAZIONE STIMA DELLE EMISSIONI.docx

00	27/07/2021	Emissione	BFP	BFP	BFP
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED
			Pierri I.	Miglianico M.	Biscotti G.B.

GRE VALIDATION

Tamma	Tedeschi	Tamma
COLLABORATORS	VERIFIED BY	VALIDATED BY

PROJECT / PLANT	GRE CODE																		
	GROUP	FUNCION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC	PLANT				SYSTEM	PROGRESSIVE			REVISION				
	GRE	EEC	R	7	3	I	T	W	1	5	0	0	1	0	0	1	2	4	0

CLASSIFICATION	UTILIZATION SCOPE
----------------	-------------------

This document is property of Enel Green Power S.p.A. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power S.p.A.



Engineering & Construction



GRE CODE

GRE.EEC.R.73.IT.W.15001.00.124.00

PAGE

2 di/of 12

INDICE

1. PREMESSA	3
1.1. INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO PROGETTUALE	3
1.2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO PROGETTUALE.....	4
2. COMPENSAZIONE EMISSIONI IN ATMOSFERA.....	5
2.1. FASE DI ESERCIZIO – EMISSIONI DI CO ₂ EVITATE DALL'IMPIANTO EOLICO DI PROGETTO.....	6
3. ANALISI DELLA FASE DI FINE VITA DELL'IMPIANTO	10

1. PREMESSA

La presente relazione di "Compensazione delle Emissioni" è redatta in risposta alle richieste di integrazione pervenute dalla Commissione Tecnica di Verifica dell'impatto Ambientale VIA e VAS, e trasmesse alla società proponente dal Ministero delle Transizione Ecologica (MiTE) con nota prot. 76177 del 13/07/2021, ed è relativa al progetto per la realizzazione di un parco eolico proposto dalla società ENEL GREEN POWER ITALIA S.r.l.

La proposta progettuale è finalizzata alla realizzazione di un impianto eolico per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica, costituito da n. 8 aerogeneratori, ciascuno di potenza nominale pari a 6,0 MW per una potenza complessiva di 48,00 MW, da realizzarsi nella Provincia di Foggia, nel territorio comunale di Candela, in cui ricadono gli aerogeneratori e parte dell'elettrodotto esterno, e nel territorio comunale di Ascoli Satriano in cui ricade la restante parte dell'elettrodotto esterno e le opere di connessione alla RTN.

Il parco eolico di progetto sarà collegato alla RTN mediante la realizzazione di una sottostazione elettrica di trasformazione (SSE) AT/MT (150/30 kV) da collegare in antenna a 150 kV su un futuro ampliamento della stazione elettrica (SE) di smistamento a 150 kV della RTN denominata "Camerelle".

1.1. INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO PROGETTUALE

Il parco eolico di progetto sarà ubicato in località Pisciole e Piano Morto nell'area a sud-est dell'abitato di Candela, e a sud dell'abitato di Ascoli Satriano, rispettivamente ad una distanza minima dal centro abitato di circa 1,7 km, e di 7 km.

L'area di progetto interessa una superficie di circa 1.000 ettari, anche se la quantità di suolo effettivamente occupato è significativamente inferiore e limitato alle aree di piazzole dove verranno installati gli aerogeneratori.

L'area di progetto, intesa come quella occupata dagli 8 aerogeneratori di progetto con annesso piazzole e relativi cavidotti di interconnessione interna, e da parte del cavidotto esterno, interessa il territorio comunale di Candela censito al NCT ai fogli di mappa nn. 36, 37, 40 e 42; la restante parte del cavidotto esterno e la sottostazione di consegna interessano il territorio comunale di Ascoli Satriano censito ai fogli di mappa nn. 90, 91, 92, 82, e 75.

Di seguito si riporta la tabella riepilogativa, in cui sono indicate per ciascun aerogeneratore le relative coordinate (UTM fuso 33) e le particelle catastali, con riferimento al catasto dei terreni del Comune di Candela.

WTG	COORDINATE GEOGRAFICHE		COORDINATE PLANIMETRICHE UTM 33 WGS 84		DATI CATASTALI		
	LATITUDINE	LONGITUDINE	NORD (Y)	EST (X)	Comune	foglio n.	part. n.
C01	41° 8' 1,9"	15° 32' 27,48"	4553758	545404	Candela	36	167
C02	41° 8' 3,242"	15° 33' 32,08"	4553809	546910	Candela	36	76
C03	41° 7' 45,5816"	15° 32' 35,2784"	4553256	545589	Candela	36	314
C04	41° 6' 57,6"	15° 33' 39,8"	4551786	547103	Candela	40	85
C05	41° 7' 21,97"	15° 35' 24,83"	4552862	549545	Candela	37	236
C06	41° 7' 10,04"	15° 35' 8,08"	4552183	549159	Candela	37	419
C07	41° 6' 44,7"	15° 35' 36,06"	4551406	549817	Candela	42	33
C08	41° 7' 21,9780"	15° 32' 46,51"	4552530	545891	Candela	36	297

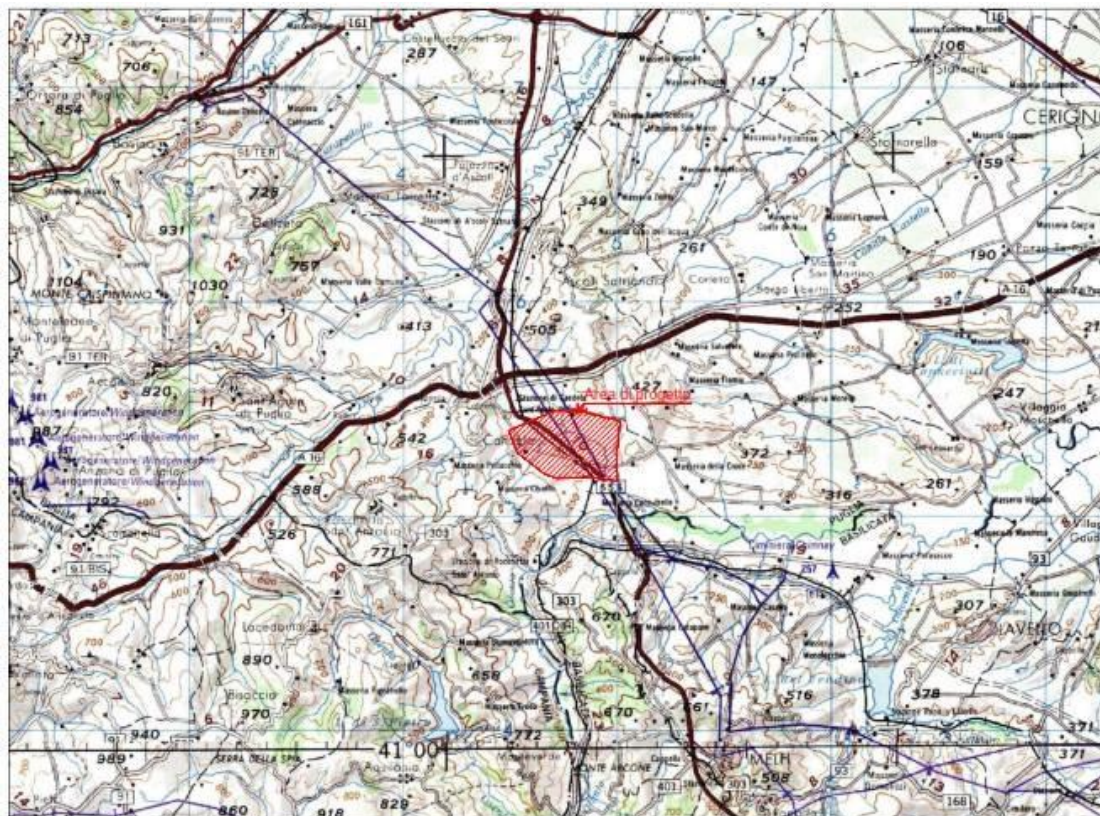


Figura 1: Inquadramento geografico

1.2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO PROGETTUALE

L'intervento progettuale prevede le seguenti opere:

- 8 aerogeneratori, della potenza di 6,0 MW, ubicati a quote comprese tra circa 220 e 280 m;
- 8 impianti elettrici di trasformazione, posti all'interno di ogni aerogeneratore per trasformare l'energia prodotta fino a 30kV (MT);
- Rete di cavidotti MT, eserciti a 30 kV, per il collegamento degli aerogeneratori con la sottostazione di trasformazione AT/MT. Detti cavidotti saranno installati all'interno di opportuni scavi principalmente lungo la viabilità ordinaria esistente e sulle strade di nuova realizzazione a servizio del parco eolico;
- Cavidotto AT;
- 1 Sottostazione elettrica di trasformazione MT/AT (30/150 kV), nel comune di Ascoli Satriano, a cui è collegato il cavidotto MT proveniente dal parco eolico composto da 3 linee provenienti ciascuna da un sottocampo del parco eolico. Nella sezione di trasformazione sarà ubicato un fabbricato contenente tutti i quadri MT, BT il sistema computerizzato di gestione da locale e da remoto della rete elettrica e degli aerogeneratori, il trasformatore MT/AT e lo stallo AT;
- Rete telematica di monitoraggio in fibra ottica per il controllo della rete elettrica e dell'impianto eolico mediante trasmissione dati via modem o satellitare.

2. COMPENSAZIONE EMISSIONI IN ATMOSFERA

Nello Studio di Impatto Ambientale sono state analizzate le emissioni in atmosfera e gli impatti sulla risorsa aria durante la fase di cantiere per la costruzione dell'impianto, in fase di esercizio e in fase di dismissione del parco eolico.

FASE DI CANTIERE – COSTRUZIONE IMPIANTO

Gli impatti sull'aria potrebbero manifestarsi solamente durante la fase di cantiere e comunque sempre in maniera estremamente ridotta e limitatamente nel tempo, considerato che l'intervento prevede opere di movimento terra per la realizzazione delle fondazioni dei nuovi aerogeneratori, per l'adeguamento di brevi tratti di viabilità e per scavi ristretti per la posa dei cavidotti.

Le emissioni di polveri in fase di cantiere sono dovute al:

- Movimenti terra per fondazioni, piazzole e viabilità di servizio;
- Spostamento dei mezzi all'interno del cantiere su piste non pavimentate;
- Trasporto dei materiali all'interno e/o all'esterno dell'area di cantiere.

Misure di mitigazioni delle emissioni diffuse:

- Bagnatura dei fronti di scavo e dei cumuli di terreno che provocano lo spolveramento;
- Bagnatura della viabilità di servizio;
- Ridurre la velocità dei mezzi in movimento o manovra;
- Lavaggio ruote dei mezzi all'uscita dall'area di cantiere.



Figura 2: Esempio di mezzi utilizzati in cantiere per abbattimento delle emissioni di polvere

FASE DI ESERCIZIO

In fase di esercizio, la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile di tipo eolico esclude l'utilizzo di qualsiasi combustibile, azzerando le emissioni in atmosfera di gas serra e di altri inquinanti. Si può dire, quindi, che *il prolungamento della vita utile dell'impianto risulta esclusivamente vantaggioso per l'aria, in quanto il parco eolico determina una riduzione dell'inquinamento atmosferico, grazie alla riduzione delle emissioni di gas e polveri derivanti dalla combustione di prodotti fossili, tradizionalmente impiegati per la produzione di energia elettrica.*

Principale aspetto positivo legato alla realizzazione dell'impianto è la produzione di energia elettrica senza emissione di inquinanti: una normale centrale termoelettrica alimentata da combustibili fossili, per ogni kWh di energia prodotta, produce l'emissione in atmosfera di anidride carbonica (gas serra) e altri gas inquinanti nella misura dei seguenti fattori di emissione:

- 518,34 g/kWh di CO₂ (anidride carbonica);
- 0,75 g/kWh di SO₂ (anidride solforosa);
- 0,82 g/kWh di NO_x (ossidi di azoto).

Questo significa che ogni anno di vita utile del parco eolico di progetto, per il quale si stima una produzione annua di 110 GWh, una centrale tradizionale produrrebbe circa:

- 57.000 tonnellate di CO₂ (anidride carbonica);
- 80 tonnellate di SO₂ (anidride solforosa);
- 90 tonnellata di NO_x (ossidi di azoto).

FASE DI CANTIERE – COSTRUZIONE IMPIANTO

L'impatto è analogo a quello prodotto in fase di cantiere per la costruzione dell'impianto. L'impatto sulla risorsa aria in fase di cantiere rappresenta comunque un impatto contenuto e limitato nel tempo e non contribuirà ad incrementare l'inquinamento dell'aria nella zona.

2.1. FASE DI ESERCIZIO – EMISSIONI DI CO₂ EVITATE DALL'IMPIANTO EOLICO DI PROGETTO

In tale paragrafo, sono state calcolate le emissioni di CO₂ evitate dalla produzione di energia rinnovabile da fonte eolica per sostituzione di impianti tradizionali alimentati da fonti fossili.

Nello studio di impatto ambientale, come anche riportato al paragrafo precedente, ***il fattore di sostituzione di emissione di gas serra di un impianto alimentato da fonti rinnovabili***, rispetto alla media degli impianti tradizionali alimentati da fonti fossili, ***è pari a 518,34 gCO₂/kWh***, da cui si può dedurre che, tenendo conto della ***producibilità netta del parco pari a 110 GWh/anno***, l'impianto eolico proposto consentirebbe di ***evitare l'emissione di circa 57 ktCO₂/anno***, corrispondente a circa ***1140 ktCO₂/anno per 20 anni di esercizio***.

Di seguito, si riportano i risultati della stima della producibilità dell'impianto dello studio anemologico. È stato riportato il percentile P50; esso rappresenta il valore a cui corrisponde il 50% di probabilità di ottenere, nella realtà, un valore maggiore o uguale a quello riportato.

Al percentile su riportato, si stima che l'impianto eolico di progetto potrà produrre 110 GWh all'anno, per un totale di 2252 ore equivalenti.

STIMA DELLA PRODUCIBILITA' P50

Nome Impianto	Numero N° WTG	Potenza nominale (MW)	Potenza impianto (MW)	H mozzo (m)	Producibilità Annua P50 (GWh/anno)	Ore equivalenti (ore/anno)
Candela	8	6,0	48,0	135	110	2252

CALCOLO EMISSIONI EVITATE DALL'IMPIANTO EOLICO

fattore di emissione	518,34	gCO ₂ /kWh
producibilità annua	110	GWh/anno
producibilità annua	110000	MWh/anno
producibilità annua	110000000	kWh/anno
emissioni evitate all'anno	57017,4	tonCO ₂ /anno
emissioni evitate all'anno	57,02	ktCO₂/anno
anni di esercizio	20	anni
emissioni evitate nel ciclo	1140,4	ktCO₂

L'ENERGIA ELETTRICA PRODOTTA DALL'IMPIANTO EOLICO DI PROGETTO IN 20 ANNI DI ESERCIZIO CONSENTE DI EVITARE L'EMISSIONE IN ATMOSFERA DI CIRCA 1140 ktCO₂ OTTENUTE CON IL MIX DI COMBUSTIBILI FOSSILI

Per la contabilizzazione delle emissioni di CO₂ dovute alle fasi di produzione dei materiali per la costruzione degli aerogeneratori e alla messa in opera dell'impianto, si fa riferimento alla **metodologia LCA (Life Cycle Assessment)** per la valutazione degli impatti ambientali connessi con l'impianto eolico in progetto durante l'intero ciclo di vita, dall'estrazione delle materie prime necessarie per la produzione dei materiali e dell'energia per la produzione dei componenti degli aerogeneratori, fino al loro smaltimento o riciclo finale.

Il riferimento normativo internazionale per l'esecuzione di valutazioni di LCA è rappresentato dalle norme ISO della serie 14010:

- UNI ISO 14040:2006 Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Principi e quadro di riferimento;
- UNI ISO 14044:2018 Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Requisiti e linee guida.



Figura 3: Life Cycle Assessment

In particolare per l’impianto eolico in progetto, prendendo in considerazione i dati forniti dal cliente per l’aerogeneratore SG170 per la country ITALIA, si può ipotizzare un **fattore di emissione unitario** pari a **20,04 gCO₂/kWh** per l’intero ciclo di vita (LCA), cioè dalla produzione dei componenti degli aerogeneratori, al trasporto degli stessi, all’installazione e alla manutenzione in fase di esercizio, fino alla fase di fine vita dell’impianto.

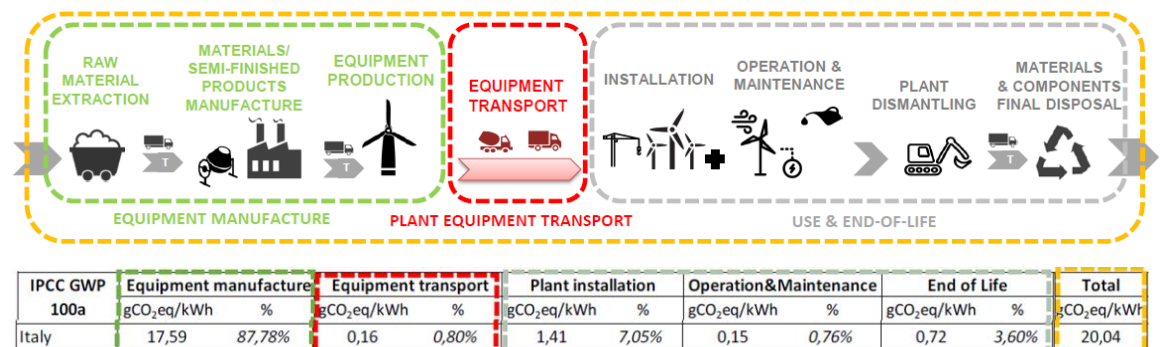


Figura 4: Emissioni totali di CO₂ nel LCA

Di seguito, si riporta l’impatto in termini di emissioni di CO₂ dell’impianto eolico di progetto nell’intero Life Cycle Assessment.

CALCOLO EMISSIONI PRODOTTE DALL’IMPIANTO (LCA)

fattore di emissione unitario	20,04	gCO ₂ /kWh
producibilità annua	110	GWh/anno
producibilità annua	110000	MWh/anno
producibilità annua	110000000	kWh/anno
emissione prodotte	2204,4	tonCO ₂ /anno
emissione prodotte	2,2044	ktCO₂/anno
anni di esercizio	20	anni
emissione totale in 20 anni	44,088	ktCO₂

A questo punto, è possibile determinare le emissioni effettivamente evitate dall'esercizio del parco eolico al netto dell'intero LCA dell'impianto stesso, rispetto ad una uguale produzione da fonte fossile.

CALCOLO EMISSIONI EFFETTIVAMENTE EVITATE DALL'IMPIANTO EOLICO

EMISSIONI EVITATE DALL'IMPIANTO ➡ - 57,02 ktCO₂/anno
AL LORDO DEL LCA - 1140,4 ktCO₂ per 20 anni

EMISSIONI PRODOTTE DALL'IMPIANTO ➡ + 2,20 ktCO₂/anno
NELL'INTERO LCA + 44,1 ktCO₂ per 20 anni

EMISSIONI EVITATE DALL'IMPIANTO ➡ - 54,82 ktCO₂/anno
AL NETTO DEL LCA - 1096,3 ktCO₂ per 20 anni

In conclusione, le emissioni di CO₂, necessarie alla produzione dei materiali, al trasporto, alla fase di cantiere, alla fase di O&M e allo smaltimento e/o recupero (*methodology LCA*), pari a **44,10 ktCO₂ per i 20 anni** vengono compensate e recuperate in soli **282 giorni** dalla produzione di energia rinnovabile dell'impianto eolico di progetto.

3. ANALISI DELLA FASE DI FINE VITA DELL'IMPIANTO

In ottica di ecodesign e di economia circolare, è stata analizzata anche la fase di "fine vita" dell'impianto, per esempio identificando scenari innovativi di dismissione prevedendo il riuso/riciclo dei componenti e dei materiali impiegati.

L'economia circolare nel sistema energetico consiste in design, processi e soluzioni che permettono di disaccoppiare il consumo di risorse dalla produzione di energia.



Figura 5: Circular Economy



Input circolari: modello di produzione e utilizzo basato su input rinnovabili o da precedenti cicli di vita (riuso/riciclo);



Estensione della vita utile: approccio innovativo alla progettazione e gestione di un prodotto volto a estenderne la vita utile;



Prodotto come servizio: modello di business in cui il cliente acquista un servizio per un tempo limitato, mentre l'azienda mantiene la proprietà del prodotto, massimizzando il fattore di utilizzo e la vita utile;



Piattaforme di condivisione: sistemi di gestione comune tra più utilizzatori di prodotti, beni o competenze;



Nuovi cicli di vita: ogni soluzione finalizzata a preservare il valore di un bene al termine del ciclo di vita grazie al riuso, rigenerazione e/o riciclo.

La vita utile media di un impianto eolico della tipologia in esame è dell'ordine dei 20 anni, conseguentemente gli scenari di analisi di fine vita dovranno essere necessariamente adattati alle evoluzioni tecnico-economiche che interverranno nei prossimi decenni.

L'economia circolare viene applicata con il **principio delle 4R**:

- **REDUCE:** la base del concetto di circolarità è ridurre i consumi di materia prima, progettando prodotti in modo che abbiano una durata a lungo termine, aumentando l'efficienza nella produzione e uso del prodotto e consumando meno risorse naturali e materie prime;
- **REUSE:** il riutilizzo comprende quella fase in cui un prodotto, arrivato alla fine del suo utilizzo, è ancora in buone condizioni e, mediante manutenzione periodica, può ancora svolgere la sua funzione originaria per lo stesso scopo per cui è stato concepito;
- **RECYCLE:** riciclo della materia che può essere utilizzata in nuovi processi produttivi;
- **RECOVER:** dove non arriva il riciclo arriva il recupero. I rifiuti vengono valorizzati sotto il profilo economico e diventa materia seconda o energia.

Per il settore eolico, in linea con il principio delle 4R, si stanno sviluppando nuovi modelli ed approcci sostenibili basati sulla *Prevenzione, Life Extension, Riuso e Riciclo*.



Figura 6: Gerarchia per una green economy

Nell'immagine sottostante si riportano i materiali costituenti un aerogeneratore tipo, per i quali è stata analizzata la "fine vita" dei principali materiali costituenti un parco eolico (*End of Life Approach*).

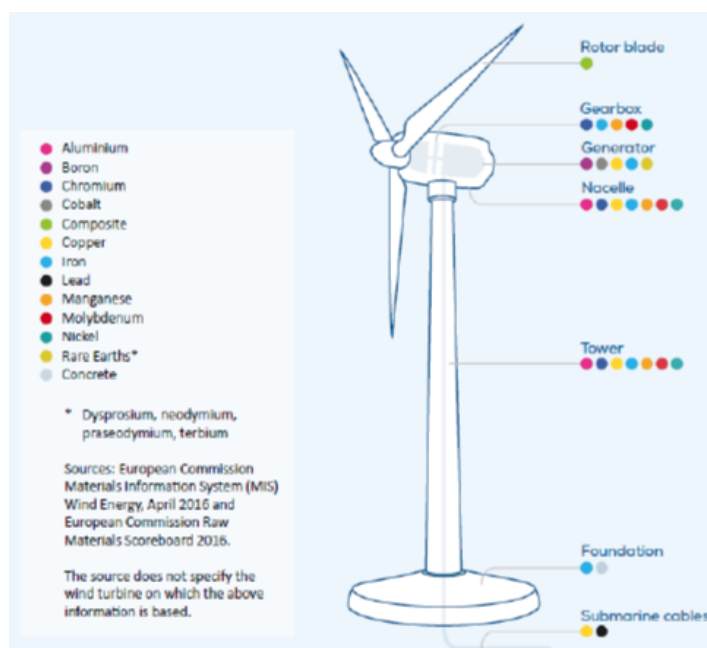


Figura 7: Materiali costituenti un aerogeneratore

La maggior parte di una turbina eolica è costituita da materiale metallico e, quindi, risulta riciclabile al 100%. Le pale, invece, essendo costituite dall'80-90% di materiali compositi (come resine epossidiche arricchite con fibre di vetro o carbonio) oltre ad altri materiali minori, non risultano facilmente riciclabili per la mancanza di una filiera consolidata sia nella valorizzazione della specie di rifiuto che nel successivo riutilizzo delle materie.

Tuttavia, nel campo dei materiali compositi stanno emergendo alcune soluzioni innovative rappresentate, ad esempio, da composti polimerici rinforzati con fibre naturali oppure da materiali compositi termoplastici che sono facilmente riciclabili. Nel caso in cui il riutilizzo non è possibile, comunque è possibile reimpiegare parti strutturali specifiche delle pale per una diversa applicazione, ad esempio per parchi giochi o arredo urbano o anche per strutture edilizie (*Accelerating Wind Turbine Blade Circularity, WindEurope, Cefic and EuCIA, May 2020*).

Inoltre, in base a recenti evoluzioni tecnologiche la vita utile dei materiali può essere allungata con l'implementazione di sistemi di monitoraggio (sensori di nuova generazione che forniscono informazioni sullo stato di salute delle turbine e sulla vita residua delle macchine che compongono l'aerogeneratore) che, in fase di esercizio, ne verificano l'efficienza, in modo da intervenire durante la vita utile del parco eolico con manutenzione e riparazioni mirate.

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

Nella tabella sottostante, si riportano le ipotesi sull'utilizzo a "fine vita" dei principali materiali costituenti un parco eolico (Environmental Product Declaration according to ISO 14025).

Sub-system	End of life hypothesis
Foundation materials	Above ground surface is removed and the rest is left in situ
Tower	Fully recyclable.
Blades	95 % Landfilled 5 % Repaired
Blade bearings	Fully recyclable
Hub	Fully recyclable
Rotor cover	Landfilled
Nacelle cover	Landfilled
Beam system / Nacelle structure	Fully recyclable
Main shaft	Fully recyclable
High speed shaft	Fully reusable / repairable
Gearbox	Fully reusable / repairable
Generator	90 % Recycled 10 % Landfilled
Transformer	85 % Recycled 15 % Landfilled
Pitch system	Fully reusable / repairable
Hydraulic group	Fully reusable / repairable
Yaw system	Fully recyclable
Crane system	Fully repairable
Electrical cabinets / converter	90 % Recycled 10 % Landfilled
Wind farm wiring and WTG cables	95 % Recycled 5 % Landfilled

Si può evidenziare, quindi, come il parco eolico di progetto sia perfettamente in linea con i principi dell'economia circolare.