



Comuni di Ozieri e Chiaramonti

Provincia di Sassari

Regione Sardegna



PARCO EOLICO "ISCHINDITTA"

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

PROPONENTE

GRVDEP Energia S.r.l.

Corso Venezia 37 20121 Milano
PEC: grvdepenergiasrl@legalmail.it
C.F. e P.IVA 03857060929



OGGETTO

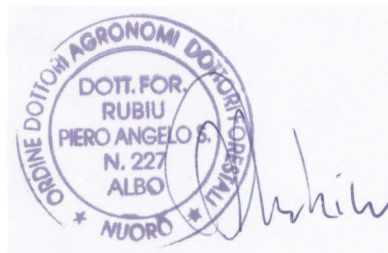
RELAZIONE-INTEGRAZIONI VOLONTARIE A SEGUITO SOPRALLUOGO IN SITO DEL 16/06/2021

TIMBRI E FIRME



STUDIO ROSSO
INGEGNERI ASSOCIATI

VIA ROSOLINO PILO N. 11 - 10143 - TORINO
VIA IS MAGLIAS N. 178 - 09122 - CAGLIARI
TEL. +39 011 43 77 242
studiorosso@legalmail.it
info@sria.it
www.sria.it



CONSULENZA

Consulenza studi ambientali: Dott. for. PIERO RUBIU

CONTROLLO QUALITA'

DESCRIZIONE	EMISSIONE	REVISIONE
DATA	Maggio/20	Giugno/21
COD. LAVORO	409/RSE11	409/RSE11
TIPOLOGIA LAVORO	V	V
SETTORE	S	S
N. ATTIVITA'	01	01
TIPOLOGIA ELAB.	RS	RS
TIPOLOGIA DOC.	E	E
ID ELABORATO	11	11
VERSIONE	01	03

REDATTO

Dott. Piero Rubiu

CONTROLLATO

Dott. Piero Rubiu

APPROVATO

Ing. Roberto Sesenna

ELABORATO 1.11

INDICE

1. PREMESSA	2
1.1 SCHEDA DI SINTESI DELLE INTEGRAZIONI VOLONTARIE DEL 24/06/2021	3
2. IMPRONTA DI CARBONIO DI UN IMPIANTO EOLICO	6
3. STIMA DELL'IMPRONTA DI CARBONIO DELL'IMPIANTO "ISCHINDITTA"	7
3.1 EMISSIONI	7
3.1.1 <i>Trasporto</i>	7
3.1.2 <i>Produzione di calcestruzzo e acciaio</i>	7
3.1.3 <i>Produzione aerogeneratori</i>	8
3.1.4 <i>Produzione cavidotto e SSE</i>	8
3.2 ASSORBIMENTI ED EMISSIONI EVITATE	8
3.2.1 <i>Misure di compensazione</i>	8
3.2.2 <i>Energia fornita da fonti rinnovabili</i>	9
4. FINE VITA DELL'IMPIANTO	9
4.1 RICICLAGGIO MECCANICO, CHIMICO, TERMICO	10
4.2 ESEMPIO DI TRATTAMENTO DELLE PALE EOLICHE (CO-PROCESSING)	10
4.3 3.3 ESEMPI DI RIUTILIZZO	11
4.4 3.4 MERCATO SECONDARIO	11
5. BILANCIO EMISSIONI PARCO EOLICO "ISCHINDITTA"	12
6. ACQUE SOTTERRANE	13
7. VOLUMI PRODOTTI DI TERRE E ROCCE DA SCAVO	14
7.1 MODALITA' DI GESTIONE DELLE TERRE MOVIMENTATE E LORO RIUTILIZZO	15
7.2 PROPOSTA PIANO DI CAMPIONAMENTO PER LA CARATTERIZZAZIONE DELLE TERRE E ROCCE DASCALO ..	16
7.3 CONCLUSIONI	20
PER ESCLUDERE I TERRENI DI RISULTA DEGLI SCAVI DALL'AMBITO DI APPLICAZIONE DELLA NORMATIVA SUI RIFIUTI, IN FASE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA O PRIMA DELL'INIZIO DEI LAVORI, IN CONFORMITÀ A QUANTO PREVISTO NEL PRESENTE PIANO PRELIMINARE DI UTILIZZO, IL PROPONENTE O L'ESECUTORE:	21
✓ VOLUMETRIE DEFINITIVE DI SCAVO DELLE TERRE E ROCCE;	21

1. PREMESSA

La presente integrazione volontaria è predisposta per il Ministero della Transizione Ecologica, a precisazione di alcuni aspetti progettuali, emersi in seguito al sopralluogo congiunto tenutosi in data 16 giugno 2021 presso il sito di progetto del parco eolico "Ischinditta"

Al sopralluogo erano presenti:

- Il Prof. Marco Marchetti e il prof. Ing. Mario Grosso per il MITE
- la dott.ssa Ing. Tea Bigiarini, il dott. Ing. Carlo Mazzetti e il dott. Ing. Mattia Mincuzzi per la GRVDEP Energia S.r.l.
- Il dott. forestale Piero Angelo Rubiu e il dott. Archeologo Gabriele Carenti per lo Studio Rosso Ing. Associati

Il documento è costituito da una scheda di sintesi delle integrazioni prodotte, alla quale seguono i paragrafi di approfondimento per ciascun tema trattato

1.1 SCHEDA DI SINTESI DELLE INTEGRAZIONI VOLONTARIE DEL 24/06/2021

TEMI DA APPROFONDIRE	INTEGRAZIONI PRODOTTE	ELABORATI PROGETTUALI DI RIFERIMENTO
<p>1. Emissioni di CO2 prodotte ed evitate Nelle integrazioni precedenti il tema era già stato affrontato, considerando l'impronta ecologica dell'impianto di progetto per 20 anni. Tale aspetto è stato dettagliato riguardo la quantità di CO2 emessa in fase di costruzione (oltre a quella già considerata, dell'impronta ecologica del singolo aerogeneratore) e quella evitata grazie alle opere di mitigazione e compensazione, in modo che possa scaturire un bilancio delle emissioni puntuale.</p>	<p>sono state riportate le tonnellate di CO2eq emesse in fase di produzione e costruzione dell'impianto (5.402 tCO2eq) e quelle assorbite o evitate grazie alle piantumazioni gestite e produzione di energia verde in un anno (-31.631,5 tCO2eq). Si arriva a bilancio 0 nella valutazione del Carbon Footprint nel giro circa di 2-3 mesi. Considerando che si tratta di una valutazione preliminare e che non sono state considerate altre fonti di emissione per mancanza di dati, come ad esempio il trasporto su nave, si può stimare che il "payback time" per l'uso di energia prodotta dopo l'installazione è di circa sei mesi massimo un anno. Anche in fase di fine vita dell'impianto, il riciclaggio degli elementi e il possibile riutilizzo consentono di risparmiare energia ed emissioni.</p>	<p>PROGETTO DEFINITIVO ELAB. 1.1- RELAZIONE DESCRITTIVA GENERALE REV1</p>
<p>2. Acque sotterranee Dovrà essere specificato se le fondazioni comprometteranno eventuali falde presenti. Valutando di optare per la realizzazione di fondazioni superficiali</p>	<p>I terreni ospitanti tutti gli aerogeneratori in progetto non sono interessati dalla presenza di falda idrica superficiale, così come confermato dalle indagini geognostiche eseguite. Le risultanze dei sondaggi a carotaggio continuo, eseguiti nelle aree di posa dell'aerostazione WG5 e WG7, spinti fino alla profondità rispettivamente -10,00 m e -13,00 m dal p.c., non hanno rilevato infatti la presenza della falda. Si può affermare che le operazioni di realizzazione delle fondazioni degli aerogeneratori non comportano rischio di compromissione delle eventuali falde presenti, per l'elevata soggiacenza del livello freatico e per la quota interessata dalle fondazioni, che anche nel caso di consolidamento del terreno al di sotto del plinto di fondazione, la profondità di intervento non supererà i 6-10 m.</p>	<p>PROGETTO DEFINITIVO V2.1 Relazione geologica rev.01</p>

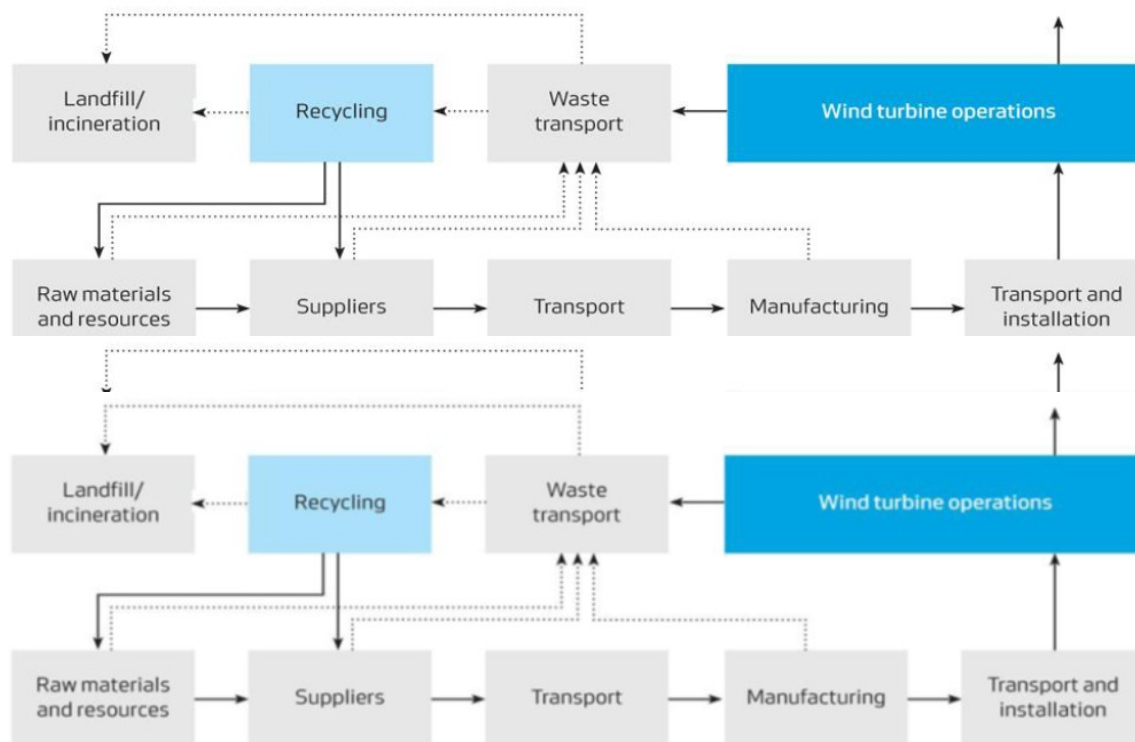
<p>3. Terre e rocce da scavo Dovrà essere specificato meglio il riutilizzo in sito e la previsione della caratterizzazione</p>	<p>Dall'analisi del bilancio degli scavi, il materiale di risulta verrà riutilizzato nella sua totalità in situ, anche a causa del substrato roccioso presente in maniera diffusa. Qualora dovessero esserci dei volumi di scavo in esubero, verranno gestiti nel sito della Società ECO RDT di Chiaramonti (SS). In base alla cronistoria produttiva del sito è stato proposto un profilo analitico base, mentre i punti di campionamento sono 35, 1 ogni 500 m di cavidotto e 1 per aerogeneratore per un totale di 79 campioni</p>	<p>SIA - TAV. V.2.41 PIANO DI GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO: PUNTI DI CAMPIONAMENTO AI FINI DELLA CARATTERIZZAZIONE SIA - ELAB. 1.11 REV03 PIANO DI GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO</p>
<p>4. Consumo di suolo La strada che conduce all'aerogeneratore OZ1 dovrà essere considerata come strada ex novo. Stessa considerazione va fatta per altre situazioni similari, tendendo conto che tale modifica potrebbe comportare un maggior consumo di suolo.</p>	<p>Tutta la viabilità che è stata inserita in progetto come "adeguamento della strada sterrata esistente" riguardo al consumo di suolo è stata considerata come fosse di nuova realizzazione, infatti nella tabella relativa al consumo di suolo è stata inserita una larghezza pari a 5 metri come se si trattasse di viabilità di nuova realizzazione</p>	<p>PROGETTO DEFINITIVO - TAV.7.2 ELABORATI GRAFICI DI PROGETTO - VIABILITA' - PLANIMETRIA GENERALE DEGLI INTERVENTI TAV.7.6 - ELABORATI GRAFICI DI PROGETTO - VIABILITA' - VIABILITÀ DI PROGETTO: TRACCIATO P3 - STRALCIO 1 PLANIMETRIA E PROFILO LONGITUDINALE SIA - ELAB. 1.22 INTERVENTI DI MITIGAZIONE E COMPENSAZIONE</p>
<p>5. Monitoraggio Avifauna Verificare lo stato di monitoraggio dell'avifauna le cui risultanze dovranno consentire di proporre adeguate misure compensative</p>	<p>E' stato prodotto il report sul monitoraggio dell'avifauna. L'aspetto di maggior rilievo del documento è la presenza di un nido d'aquila distante poco meno di 500 metri dal generatore OZ 9 e poco meno di 900 metri dal generatore OZ8. A tal proposito sono state proposte due nuove posizioni per i generatori 8 e 9 (distanti rispettivamente circa 2400 mt e 3100 mt dal nido dell'aquila), mentre per i generatori OZ6, OZ7 e OZ8bis è stato proposto l'Automatic Bird Monitoring & Protection dotato di avvisatore sonoro e videocamera.</p>	<p>Report stato di avanzamento del monitoraggio avifaunistico ante operam</p>
<p>6. Report anemometrico Trasmettere documenti di installazione e i dati sulla ventosità del sito, rilevati dall'anemometro installato in sito</p>	<p>Si allegano il report di installazione ed il certificato di calibrazione dell'anemometro di sito, oltre al Report di producibilità del parco eolico "Ischinditta"</p>	<p>Report di installazione e certificato di calibrazione dell'anemometro di sito – Report di producibilità parco eolico "Ischinditta"</p>

1. Emissioni di CO2 prodotte ed evitate

2. IMPRONTA DI CARBONIO DI UN IMPIANTO EOLICO

Nello studio di impatto ambientale di un impianto eolico è importante stimare l'anidride carbonica emessa e quella evitata grazie alla produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili. L'energia eolica non è una fonte di energia a zero emissioni. A parità di energia prodotta, però, tali emissioni sono considerevolmente più basse e meno variabili rispetto a quelle derivanti dalle tecnologie alimentate da combustione di gas naturale e carbone. Infatti, gli impianti eolici e fotovoltaici non richiedono energia aggiuntiva per produrre elettricità o per il trasporto dei carburanti, e la rapida evoluzione tecnologica potrà portare a processi sempre più efficienti sotto il profilo dei consumi.

I quesiti che ci si pone in fase di progettazione di un impianto eolico sono la rendicontazione dell'impatto ambientale netto dell'impianto e il suo "energy payback time" ovvero il periodo di tempo necessario affinché



L'analisi dei ricercatori, pubblicata dall'*International Journal of Sustainable Manufacturing*, mostra che la stragrande maggioranza degli impatti ambientali previsti (il 78% del totale) è associata alla produzione di materiali e processi di fabbricazione. Tuttavia, il *payback time* per l'uso di energia prodotta dopo l'installazione è di soli sei mesi, o nello scenario peggiore di un anno.

3. STIMA DELL'IMPRONTA DI CARBONIO DELL'IMPIANTO "ISCHINDITTA"

Per fornire una stima preliminare delle emissioni di anidride carbonica legate a costruzione ed esercizio dell'impianto eolico "Ischinditta", si è fatto riferimento alla metodologia fornita dalla UNI EN ISO 14064-1. Le emissioni di gas serra e le loro rimozioni sono state quantificate moltiplicando i dati di attività relativa ai gas serra per i fattori di emissione o rimozione di CO₂ equivalente.

3.1 EMISSIONI

3.1.1 Trasporto

La quantificazione delle emissioni di CO₂eq legata al trasporto dei prodotti e dei materiali dipende dalla distanza percorsa da ogni mezzo, dal numero dei conferimenti e dalla tipologia del mezzo stesso. La norma ISO TR 14069 del 2013 fornisce la seguente equazione:

$$tCO_2eq = [distanza[km] \cdot n \text{ conferimenti}] \cdot FE[kgCO_2eq \cdot km^{-1}] \cdot GWP$$

Si fornisce una stima preliminare delle emissioni associate a questa categoria, dal momento che i dati specifici saranno definiti in fase esecutiva. La distanza (andata e ritorno) dal porto di Porto Torres all'impianto è circa 160 km. I fattori di emissioni sono forniti dalla norma stessa in Tabella 16 e sono pari a 1,32 kgCO₂eq/km per automezzi da 35 t. Considerando che gli automezzi utilizzati per il trasporto dei materiali e dei componenti degli aerogeneratori variano da 17 e 80 t si assume come fattore di emissione medio quello sopraccitato. Si assume un numero di conferimenti pari a 500; le emissioni di CO₂eq legate al trasporto sono **100 tCO₂**.

3.1.2 Produzione di calcestruzzo e acciaio

La produzione di alcuni dei componenti con cui è confezionato il calcestruzzo comporta significative emissioni di CO₂. Il contributo maggiore è legato alla produzione del clinker, componente base del cemento; il processo richiede una combustione ad alta temperatura che oltre ad essere particolarmente energivora determina, come ogni combustione, il rilascio di CO₂.

Il calcestruzzo ha un contenuto di ECO₂ (Embodied Carbon di Oxide), ossia l'anidride carbonica emessa per la produzione del materiale, pari a circa al 10% del peso proprio; un metro cubo di calcestruzzo ha un valore di ECO₂ pari a circa 230-240 kg (venti volte inferiore all'acciaio).

Considerando che il peso specifico/massa volumica del calcestruzzo strutturale armato è solitamente pari a 2.300-2.400 kg/m³, una tonnellata di calcestruzzo emetterà circa 100 kg di ECO₂.

L'acciaio utilizzato per le armature possiede un'importante impronta di carbonio. Secondo un documento di posizione della World Steel Association, sono state emesse in media 1,83 t di CO₂ per ogni tonnellata di acciaio prodotta nel 2017.

Per la costruzione del parco eolico "Ischinditta" verranno utilizzati 8.200 m³ di calcestruzzo per le fondazioni e 1.050 t di acciaio per le armature, che corrispondono rispettivamente a **1.968 tCO₂** e **1.921,5 tCO₂ emesse**.

3.1.3 Produzione aerogeneratori

Dai dati forniti dal produttore dell'aerogeneratore V150, l'impronta di carbonio associata all'aerogeneratore è pari a 6,71 gCO₂/kWh; considerando che la producibilità netta dell'impianto è 111.342 MWh/anno, le emissioni di CO₂ sono pari a **750 tCO₂**.

3.1.4 Produzione cavidotto e SSE

Le emissioni legate alle caratteristiche fisiche della rete, ossia le dimensioni della linea, materiale conduttore, proprietà fisiche e geometriche dei cavi son pari a circa **657 tonCO₂**.

La formula utilizzata è la seguente:

$$tCO_2eq = [\text{materiale}[m^3] \cdot \text{peso specifico}[kg \cdot m^{-3}] \cdot FE[kgCO_2eq \cdot kg^{-1}] \cdot GWP$$

Dove:

- 22.350 m di n. 3 cavi MT in alluminio, con sezione di 400 mm²; ovvero 26,982 m³;
- 15.700 m di corda di rame, con sezione di 50 mm²; ovvero 0,785 m³;
- 4.000 m di corda di rame in SSE, con sezione di 95 mm²; ovvero 0,38 m³
- Peso specifico rame: 8.960 kg/m³
- Peso specifico alluminio: 2.700 kg/m³
- FE rame: 2,12 kgCO₂eq/kg
- FE alluminio: 8,77 kgCO₂eq/kg
- GWP=1

3.2 ASSORBIMENTI ED EMISSIONI EVITATE

3.2.1 Misure di compensazione

Per compensare il consumo di suolo, verrà realizzato: un imboschimento per una superficie di circa 5 ettari; un ripristino mediante coltivazione di specie erbacee di circa 5,265 ettari; un miglioramento pascolo su una superficie di 12,5 ettari. Gli assorbimenti diretti di GHG legati alla crescita di biomassa nelle aree considerate sono calcolati tramite la metodologia descritta nel Capitolo 2 del Volume 4 dell'IPCC.

Per il calcolo delle tonnellate di CO₂ equivalente assorbita viene utilizzata la seguente equazione:

$$tCO_2eq = A[ha] \cdot GTOTAL[t \text{ s.s.} \cdot ha^{-1}] \cdot CF[t \text{ C} \cdot t \text{ s.s.}^{-1}] \cdot (-44/12)[tCO_2eq \cdot t \text{ C}^{-1}]$$

Dove:

- A rappresenta gli ettari di aree verdi;

- GTOTAL è la crescita media annuale di biomassa, che dipende da fattori geografici e climatici. Per le aree soggette a imboscimento il valore è pari a 26 t s.s./ha (Tabelle 4.7 e 4.4 Capitolo 4, Volume 4). Per le altre aree si assume 13 s.s./ha (Tabella 6.4 Capitolo 6, Volume 4 IPCC);
- CF rappresenta la frazione di carbonio della sostanza secca; il valore viene dato dall'IPCC nella Tabella 4.7 ed è uguale a 0,47 tC/t s.s. per climi temperati;
- (-44/12) è il fattore di conversione da carbonio ad anidride carbonica. Il segno negativo indica un aumento delle scorte di carbonio dovuto all'assorbimento di CO₂ da parte della biomassa;
- Il GWP dell'anidride carbonica è pari a 1.

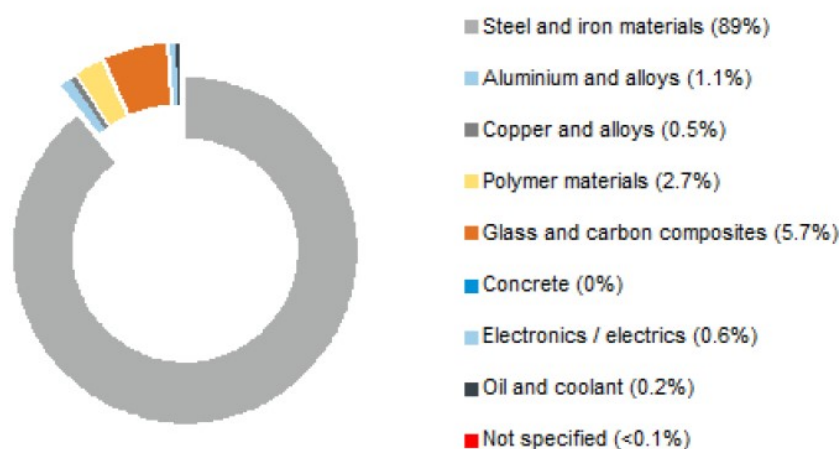
Gli assorbimenti di CO₂eq dovute alla presenza di aree verdi gestite dalla società sono pari a **-631,5 tCO₂eq**.

3.2.2 Energia fornita da fonti rinnovabili

Il fattore di emissione di gas serra dal settore elettrico, fornito dal Database ISPRA 2018 "Fattori di emissione per la produzione ed il consumo di energia elettrica in Italia" è pari a 0,2784 tCO₂eq/MWh. Secondo il GHG Protocol, il fattore di emissione di GHG associato alla produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili è nullo. Tenendo conto di una producibilità netta dell'impianto pari a 111.342 MWh/anno, l'impianto eolico proposto consentirebbe di evitare l'emissione di circa **31.000 tonCO₂ all'anno**.

4. FINE VITA DELL'IMPIANTO

Le turbine eoliche sono principalmente costituite da parti metalliche, facilmente riciclabili. La parte più complicata da smaltire è rappresentata dalle pale che sono costituite da materiali compositi in fibre di carbonio o di vetro rinforzati.



Typical WTG material breakdown

La sfida si percepisce attualmente solo in minima parte, perché gli impianti eolici sono giovani o si stanno costruendo adesso e la vita media è pari a 20 anni. La ricerca di soluzioni di smaltimento sostenibile è in continua evoluzione e riguarda soprattutto:

- (1) Sviluppo di materiali compositi nuovi e facilmente riciclabili;
- (2) Riciclaggio dei materiali per una separazione e purificazione più efficiente;
- (3) Tecniche di produzione che possono almeno parzialmente utilizzare fibre riciclate invece di nuove fibre.

4.1 RICICLAGGIO MECCANICO, CHIMICO, TERMICO

Attualmente ci sono operazioni commerciali di riciclaggio molto limitate per i materiali compositi main stream, a causa di vincoli tecnologici ed economici. Essenzialmente, è difficile liberare particelle omogenee dal materiale composito. A causa di questa sfida, la maggior parte delle attività di riciclaggio dei materiali compositi sono limitate al down cycling (il processo di conversione di materiali di scarto in nuovi materiali o prodotti di minore qualità e funzionalità ridotta) come il recupero di energia o carburanti. Le tecniche di riciclaggio dei polimeri rinforzati con fibre (FRP) sono ad esempio quello meccanico (fresatura, macinazione), per i composti rinforzati con fibra di vetro, mentre gli approcci termici e chimici (combustione della matrice) sono più adatti ai compositi rinforzati con fibra di carbonio.

Il riciclaggio meccanico comporta la frantumazione e la macinazione seguite da una vagliatura per separare frazioni ricche di fibre e di resina per il riutilizzo. Il metodo è molto dispendioso in termini di energia e i riciclati hanno una qualità relativamente bassa.

Il trattamento termico utilizza l'alta temperatura (tra 300 e 1000 °C) per decomporre la resina e separare le fibre di rinforzo e le cariche. Le fibre pulite o le cariche inorganiche vengono rigenerate e l'energia termica può essere prodotta attraverso la pirolisi, la gassificazione o combustione. Tuttavia, la qualità delle fibre recuperate o dei materiali di riempimento si degrada in misura variabile durante il trattamento termico.

Il trattamento chimico mira alla depolimerizzazione chimica o alla rimozione della matrice e liberazione delle fibre per un ulteriore riciclaggio utilizzando un solvente organico o inorganico.

4.2 ESEMPIO DI TRATTAMENTO DELLE PALE EOLICHE (CO-PROCESSING)

Zagons Logistik → fabbrica di Malbeck, nel nord della Germania.

Nell'impianto di co-trattamento, le sezioni di lama vengono ridotte a circa un metro di lunghezza. Queste parti entrano poi in un frantumatore che riduce le dimensioni del materiale a circa 30-50 centimetri.

La fase successiva vede il materiale inserito in un tritatore a flusso incrociato, che ruota 800 volte al minuto, riducendo ulteriormente i pezzi di lame. Un mulino a martelli poi modifica la loro dimensione fino a un massimo

di 5 centimetri, dopodiché vengono mescolati con altri materiali di scarto umidi. L'aggiunta di sostanze umide fa sì che le fibre di vetro delle pale si leghino al resto dei rifiuti mescolati. Il prodotto finale è un composto che i produttori di cemento possono usare sia come combustibile sostitutivo sia come materia prima. L'azienda nel 2012 trattava circa 400-500 tonnellate di pale eoliche di scarto ogni mese.

Gli studi hanno dimostrato che il co-trattamento in un forno per cemento è meno dannoso per l'ambiente rispetto all'incenerimento con o senza recupero di calore, così come diverse altre opzioni di riciclaggio. L'EuCIA ritiene che questa opzione sia classificata come riciclaggio poiché la componente di vetro E, che costituisce più del 50% dei rifiuti delle pale, è completamente riciclabile in componenti di cemento. Questo collocherebbe l'opzione di smaltimento nei forni da cemento più in alto nella gerarchia dei rifiuti rispetto all'incenerimento con o senza recupero di calore.

4.3 3.3 ESEMPI DI RIUTILIZZO

La letteratura recente mostra una serie di progetti di riutilizzo delle pale eoliche, principalmente in applicazioni una tantum: abitazioni, pali di linee di trasmissione e ponti. Questi studi dimostrano la fattibilità del riutilizzo, ma sottolineano che l'effettiva realizzazione su larga scala deve essere studiata ulteriormente in termini di logistica e costi, tecnologia di ritrattamento, tracciabilità delle specifiche, qualità del materiale (residuo) e accettazione sociale in relazione all'applicazione di riutilizzo prevista.

Un esempio ben noto di riutilizzo di parti di grandi dimensioni è il parco giochi Wikado a Rotterdam, realizzato dallo studio 2012Architecten. Nel parco giochi le pale eoliche dismesse e qualche rottame aereo, sono stati utilizzati per costruire torri, percorsi a ostacoli, rampe, ponti, scivoli e un labirinto. Anche gli strumenti più semplici come l'altalena ma anche panchine e tavolini, sono stati realizzati utilizzando materiale dismesso.

L'Università di Delft ha studiato altri metodi di riutilizzo delle pale eoliche. La lama di una pala è stata segmentata in elementi di costruzione riutilizzabili come pannelli e travi. Il risultato è stato la produzione di un tavolo da picnic, elemento di costruzione standardizzata, ma che consente versatilità in composizione e forma. Il tavolo è stato progettato per consentire sia il successivo riutilizzo strutturale e il riciclaggio dei materiali. Il design quindi è stato pensato per consentire lo smontaggio e prevenire la degradazione dei materiali durante l'uso. Per consentire il riciclaggio, l'aggiunta di materiali estranei è stata ridotta al minimo per evitare di complicare ulteriormente la miscela di materiali per il riciclo.

4.4 3.4 MERCATO SECONDARIO

Il successo dell'implementazione dell'energia eolica in Europa ha portato allo sviluppo del mercato delle turbine eoliche di seconda mano. Il repowering dei parchi eolici dopo 5-15 anni di funzionamento determina un gran numero di turbine nel mercato. Per i paesi in via di sviluppo, questa è un'opportunità per acquisire esperienza nel panorama delle fonti di energia rinnovabile, per stabilire le proprie industrie di energia eolica e di trarre profitto con una bassa spesa di capitale dell'investitore.

Per molti paesi in via di sviluppo, i progetti con nuove turbine eoliche si sono dimostrati inaccessibili e le turbine usate rappresentano un'opzione ottimale. Diverse società in Europa si sono già specializzate nella vendita o nella consulenza in materia di turbine eoliche usate. Un esempio di turbine eoliche riutilizzate è il caso della piccola comunità dell'Isola di Gigha, al largo della costa occidentale della Scozia, che nel 2004 ha acquistato tre macchine Vestas di seconda mano.

Il parco eolico da 675 chilowatt produce abbastanza energia per soddisfare quasi tutto il fabbisogno annuale di elettricità di Gigha; ha ridotto significativamente l'impronta di carbonio dell'isola e genera un profitto annuale di circa 93.500 sterline per la Gigha Renewable Energy, la società di proprietà locale che gestisce le turbine. Il successo delle turbine ricondizionate di Gigha, conosciute localmente come le Dancing Ladies, evidenzia come il mercato secondario sia in rapida crescita e come costituisca un beneficio per le utilities che cercano di smantellare i parchi eolici obsoleti. Infatti, anche se le turbine eoliche di solito possono funzionare per 20 anni, molte aziende le ritirano dopo 10 anni e installano attrezzature più efficienti.

5. BILANCIO EMISSIONI PARCO EOLICO "ISCHINDITTA"

Nella tabella seguente sono riportate le tonnellate di CO₂eq emesse in fase di produzione e costruzione dell'impianto (5.402 tCO₂eq) e quelle assorbite o evitate grazie alle piantumazioni gestite e produzione di energia verde in un anno (-31.631,5 tCO₂eq). Si nota come si arriva a bilancio 0 nella valutazione del Carbon Footprint nel giro circa di 2 – 3 mesi. Considerando che si tratta di una valutazione preliminare e che non sono state considerate altre fonti di emissione per mancanza di dati, come ad esempio il trasporto su nave, **si può stimare che il "payback time" per l'uso di energia prodotta dopo l'installazione è al massimo di circa sei mesi.**

Anche in fase di fine vita dell'impianto, il riciclaggio degli elementi e il possibile riutilizzo consentono di risparmiare energia ed emissioni.

Tabella: CO₂ emessa ed evitata in un anno

FONTI	EMISSIONI (tCO ₂ eq)	ASSORBIMENTI/EMISSIONI EVITATE (tCO ₂ eq)
Trasporto	105,60	
Materiali	3.889,50	
Aerogeneratori	750,50	
Cavidotto e SSE	657,00	
Aree verdi		- 631,50
Energia		- 31.000,00
	5.402,10	- 31.631,50

2. Acque sotterranee

6. ACQUE SOTTERRANE

I terreni ospitanti tutti gli aerogeneratori in progetto non sono interessati dalla presenza di falda idrica superficiale, così come confermato dalle indagini geognostiche eseguite. Le risultanze dei sondaggi a carotaggio continuo, eseguiti nelle aree di posa dell'aerostazione WG5 e WG7, spinti fino alla profondità rispettivamente -10,00 m e -13,00 m dal p.c., non hanno rilevato infatti la presenza della falda.

Il territorio dove ricade l'intervento proposto è inquadrato nell'Unità Idrografica Omogenea (UIO) del fiume Coghinas, caratterizzato in questo settore dalla presenza dell'Acquifero delle Vulcaniti Oligo - mioceniche della Sardegna Nord- Occidentale. Tali fasce litologiche sono essenzialmente impermeabili, e la permeabilità è data dalla fratturazione del substrato: le discontinuità strutturali del basamento ignimbrítico (impermeabile per porosità) permettono l'infiltrazione delle acque, garantendo l'alimentazione acquifera di falde idriche profonde. Il loro sviluppo e portata sono strettamente legati ai sistemi di fratturazione ed ai rapporti di giacitura delle discontinuità dei depositi ignimbríticos, e costituiscono un serbatoio acquifero importante, in funzione del loro spessore, più elevato nel settore occidentale e settentrionale dell'area, spesso sfruttate con alcuni pozzi presenti nelle aziende agricole.

Da un'analisi bibliografica effettuata nella banca dati del Genio Civile e della Provincia di Sassari non è stata rinvenuta la presenza di pozzi nelle aree di sviluppo del parco. Tuttavia, nelle aree limitrofe, sono state individuate alcune trivellazioni profonde, ad uso irriguo e zootecnico, che sfruttano la falda idrica profonda suddetta.

In base ai valori disponibili sui pozzi presenti nella zona ed alle osservazioni di campagna, si può quindi affermare che, **in corrispondenza dei siti di impianto, la falda idrica si attesta a profondità molto elevate (superiori a 100 m), tali da non interferire con le opere in progetto, che, per quanto riguarda le fondazioni superficiali previste, saranno attestate alla profondità di -3 m dal piano campagna.** Anche nel caso degli interventi di consolidamento del terreno sotto il plinto di fondazione mediante jet grouting, qualora necessario, si arriverà ad una profondità comunque non superiore a quella indagata, pari a -10 m, dove non è stata rilevata la presenza di falda idrica superficiale.

In conclusione, si afferma che le operazioni di realizzazione delle fondazioni degli aerogeneratori non comportano rischio di compromissione delle eventuali falde presenti, per l'elevata soggiacenza del livello freatico e per la quota interessata dalle fondazioni, che anche nel caso di consolidamento del terreno al di sotto del plinto di fondazione, la profondità di intervento non supererà i 6-10 m.

3. Terre e rocce da scavo

7. VOLUMI PRODOTTI DI TERRE E ROCCE DA SCAVO

Nel calcolo si è tenuto conto dei seguenti parametri:

- a. Volumi di scotico;
- b. Volumi di scavi di fondazione;
- c. Volumi piazzola di cantiere;
- d. Volume piazzola definitiva.
- e. Allargamento strade esistenti;
- f. Realizzazione nuove strade;
- g. Realizzazione dei cunicoli per la posa in opera dei cavi.

E' previsto l'allargamento delle strade esistenti per una lunghezza di 4489 m e la realizzazione di nuove strade per 6736 m. Per la posa in opera dei cavidotti è prevista la realizzazione di un cunicolo di lunghezza 13212 m per una profondità di 1,20m. Dalle indagini geologiche effettuate non sono state riscontrate presenza di falde, sorgenti o pozzi che potrebbero interagire ed interferire con le operazioni di scavo e/o perforazioni (rif.2.1 Relazione geologicarev01).

Dalle tabelle in allegato si possono estrapolare e differenziare le quantità di scavi e riporti per ciascun intervento di progetto , in particolare:

- volume di scavo delle fondazioni 14.099,56 mc;
- volume di scavo delle piazzole di cantiere 5312,94 mc;
- volume dei riporti delle piazzole di cantiere 29.745,78 mc;
- volume di scavo delle piazzole definitiva 11.492,84 mc;
- volume dei riporti delle piazzole definitiva 18.735,14 mc;

- volume di scavo delle strade 33.095,87 mc;
- Volume dei riporti delle strade 37.263,14 mc;

7.1 MODALITA' DI GESTIONE DELLE TERRE MOVIMENTATE E LORO RIUTILIZZO

Nel caso in cui la caratterizzazione ambientali dei terreni esclude la presenza di contaminazioni, durante la fase di cantiere il materiale proveniente dagli scavi verrà momentaneamente accantonato a bordo scavo per poi essere riutilizzato quasi totalmente in sito per la formazione di rilevati, per i riempimenti e per i ripristini secondo le modalità di seguito descritte.

- Plinti di fondazione

Il terreno di sottofondo proveniente dallo scavo del plinto di fondazione (20524,88 mc) verrà utilizzato in parte per il riempimento dello scavo dell'area residuale del plinto mentre il restante volume costituirà l'esubero (e sarà accantonato a bordo scavo in fase di cantiere), in fase di ripristino verrà totalmente utilizzato per rinaturalizzare le aree interessate dallo scavo dei plinti e per raccordare la base delle torri alle aree adiacenti mediante lo stendimento di uno spessore di terreno indicativamente di 10-20cm, seguendo le linee guida della restoration ecology (rif.elaborato V.1.21 Relazione restoration ecology). **Tutti i volumi di scavo verranno riutilizzati in situ evitando il conferimento in discarica.**

- Piazzole

Il terreno di sottofondo proveniente dalla realizzazione delle piazzole (43852,72 mc) verrà steso sulle aree occupate temporaneamente dal cantiere e sulle aree contigue per uno spessore indicativamente di 10-20cm in modo da non alterare la morfologia dei luoghi contribuendo al ripristino ambientale. Inoltre, esso sarà utilizzato per il ripristino delle aree da destinare in fase di cantiere allo stoccaggio delle pale, al montaggio del braccio gru e per la formazione dei rilevati della strada.

A seguito della dismissione delle piazzole di stoccaggio e di montaggio per il braccio gru, questi volumi verranno utilizzati per ripristini, rinverdimenti lungo tutta la viabilità di cantiere.

- Strade

Il terreno di sottofondo proveniente dalla realizzazione della viabilità (50042,16 mc) verrà steso sulle

aree occupate temporaneamente dal cantiere e sulle aree contigue per uno spessore indicativamente di 10-20cm in modo da non alterare la morfologia dei luoghi contribuendo al ripristino ambientale oppure verrà utilizzato per la formazione dei rilevati della strada. Le caratteristiche pedologiche dei luoghi porta a stimare che almeno il 30% dello scavo è costituito da rocce e verrà recuperato in situ, pari a 15012,648 mc, frantumato in cantiere nelle granulometrie richieste mediante impianto mobile per il riciclaggio di inerti. La viabilità progettata è stata così studiata per ridurre al minimo il tempo di percorrenza e allo stesso per ridurre al minimo possibile il consumo di suolo oltre un minor aggravio economico. Per quanto riguarda gli attraversamenti di strade esistenti, in un solo caso verrà rimosso il manto stradale costituito da cemento per un volume di 0,5 mc, classificato con codice CER 17.01.01, che verrà conferito ECORDT srl, Loc. Santa Maria De Aidos, 07030, Chiaramonti.

-Cavidotto MT (interno ed esterno)

Per il riempimento dello scavo del cavidotto MT si prevede di riutilizzare tutto il terreno escavato (9512,64 mc).

- Area di stoccaggio cantiere

Il terreno di sottofondo proveniente dalla realizzazione delle piazzole di cantiere (14107,36 mc) verrà stesso sulle aree occupate temporaneamente dal cantiere e sulle aree contigue per uno spessore indicativamente di 10- 20cm in modo da non alterare la morfologia dei luoghi contribuendo al ripristino ambientale. Inoltre, esso sarà utilizzato per il ripristino delle aree da destinare in fase di cantiere allo stoccaggio delle pale e al montaggio del braccio gru.

7.2 PROPOSTA PIANO DI CAMPIONAMENTO PER LA CARATTERIZZAZIONE DELLE TERRE E ROCCE DASCALO

Per l'esecuzione della caratterizzazione ambientale delle terre e rocce da scavo si farà riferimento a quanto indicato dal DPR 120/2017 ed in particolar modo agli allegati 2 e 4 al DPR.

Secondo quanto previsto nell'allegato 2 al DPR 120/2017, "la densità dei punti di indagine nonché la loro ubicazione dovrà basarsi su un modello concettuale preliminare delle aree (campionamento ragionato) o sulla base di considerazioni di tipo statistico (campionamento sistematico su griglia o casuale). Nel caso in cui si proceda con una disposizione a griglia, il lato di ogni maglia potrà variare da 10 a 100 m a seconda del tipo e delle dimensioni del sito oggetto dello scavo".

Lo stesso allegato prevede che:

- Il numero di punti d'indagine non sarà mai inferiore a tre e, in base alle dimensioni dell'area d'intervento, dovrà essere aumentato secondo il criterio esemplificativo di riportato nella Tabella seguente.

Dimensione dell'area	Punti di prelievo
Inferiore a 2.500 mq	Minimo 3
Tra 2.500 e 10.000 mq	+ 1 ogni 2.500 mq quadri
Oltre i 10.000 mq	7 + 1 ogni 5.000 mq eccedenti

Tabella 1 Dimensionamento dell'area di campionamento e punti di prelievo

- Nel caso di opere infrastrutturali lineari, il campionamento andrà effettuato almeno ogni 500 metri lineari di tracciato.

La profondità d'indagine è determinata in base alle profondità previste dagli scavi. I campioni da sottoporre ad analisi chimico-fisiche dovranno essere come minimo:

- Campione 1: da 0 a 1 metri dal piano campagna;
- Campione 2: nella zona di fondo scavo);
- Campione 3: nella zona intermedia tra i due.

Per scavi superficiali, di profondità inferiore a 2m, i campioni da sottoporre ad analisi chimico-fisiche possono essere almeno due: uno per ciascun metro di profondità.

Secondo quanto previsto nell'allegato 4 al DPR 120/2017, i campioni da portare in laboratorio o da destinare ad analisi in campo, ricavati da scavi specifici con il metodo della quartatura o dalle carote di risulta dai sondaggi geologici, saranno privi della frazione maggiore di 2 cm (da scartare in campo) e le determinazioni analitiche in laboratorio saranno condotte sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm.

La concentrazione del campione sarà determinata riferendosi alla totalità dei materiali secchi, comprensiva anche dello scheletro campionato (frazione compresa tra 2 cm e 2 mm). Qualora si dovesse avere evidenza di una contaminazione antropica anche del sopravaglio le determinazioni analitiche saranno condotte sull'intero campione, compresa la frazione granulometrica superiore ai 2 cm, e la concentrazione sarà riferita allo stesso.

Il set di parametri analitici da ricercare sarà definito in base alle possibili sostanze ricollegabili alle attività antropiche svolte sul sito o nelle sue vicinanze, ai parametri caratteristici di eventuali pregresse contaminazioni, di potenziali anomalie del fondo naturale, di inquinamento diffuso, nonché di possibili apporti antropici legati all'esecuzione dell'opera. Data la caratteristica dei siti, destinati da tempo alle attività agricole, il set analitico da considerare sarà quello minimale riportato in Tabella precedente, fermo restando che la lista delle sostanze da ricercare potrà essere modificata ed estesa in considerazione di evidenze eventualmente rilevabili in fase di progettazione esecutiva.

Il set analitico minimale da considerare, in relazione attività antropiche pregresse e all'assenza di attività limitrofe impattanti, sarà dato pertanto da:

- *Arsenico*
- *Cadmio*
- *Cobalto*
- *Nichel*
- *Piombo*
- *Rame*
- *Zinco*
- *Mercurio*
- *Idrocarburi C>12*
- *Cromo totale*
- *Cromo VI*
- *Amianto*
- *BTEX (*)*
- *IPA (*)*

(*) Da eseguire per le aree di scavo collocate entro 20 m di distanza da infrastrutture viarie di grande comunicazione o da insediamenti che possono aver influenzato le caratteristiche del sito mediante ricaduta delle emissioni in atmosfera. Gli analiti da ricercare sono quelli elencati alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, Parte Quarta, Titolo V, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152.

Ai fini della caratterizzazione ambientale si prevede di eseguire il seguente piano di campionamento:

- In corrispondenza del plinto di fondazione, dato il carattere puntuale dell'opera, verranno prelevati 3 campioni alle seguenti profondità dal piano campagna: 0 m; 1,5 m; 3 m, ossia a piano campagna, a zona intermedia e a fondo scavo.

- In corrispondenza della viabilità di nuova realizzazione e dei cavidotti la campagna di caratterizzazione, dato il carattere di linearità delle opere, sarà strutturata in modo che i punti di prelievo siano distanti tra loro circa 500 m. Per ogni punto, verranno prelevati due campioni alle seguenti profondità dal piano campagna: 0 m e 1 m.

- Sono stati identificati 9 punti d'indagine in corrispondenza delle nove fondazioni delle WTG e 26 punti d'indagine indentificati lungo il tracciato dei cavidotti, corrispondenti al tracciato delle nuove strade.

N	N CAMPIONI	FONDAZIONI	ALLARGAMENTO STRADE ESISTENTI m Totali	REALIZZAZIONE NUOVE STRADE m Totali	CUNICOLI CAVIDOTTI m totali
1	27	9	4489	6736	13212
2					26*2=52
					TOTALI CAMPIONI 79

Tabella 2 Numero dei campioni prelevabili previsti

Le operazione di campionamento, il numero dei campioni da prelevare nonché il profilo analitico verranno comunque concordati con l'Ente di controllo, nella figura successiva e nella tavola V.2.41 sono evidenziati i punti di campionamento sia quelli sulle fondazioni che sul tracciato del cavidotto.

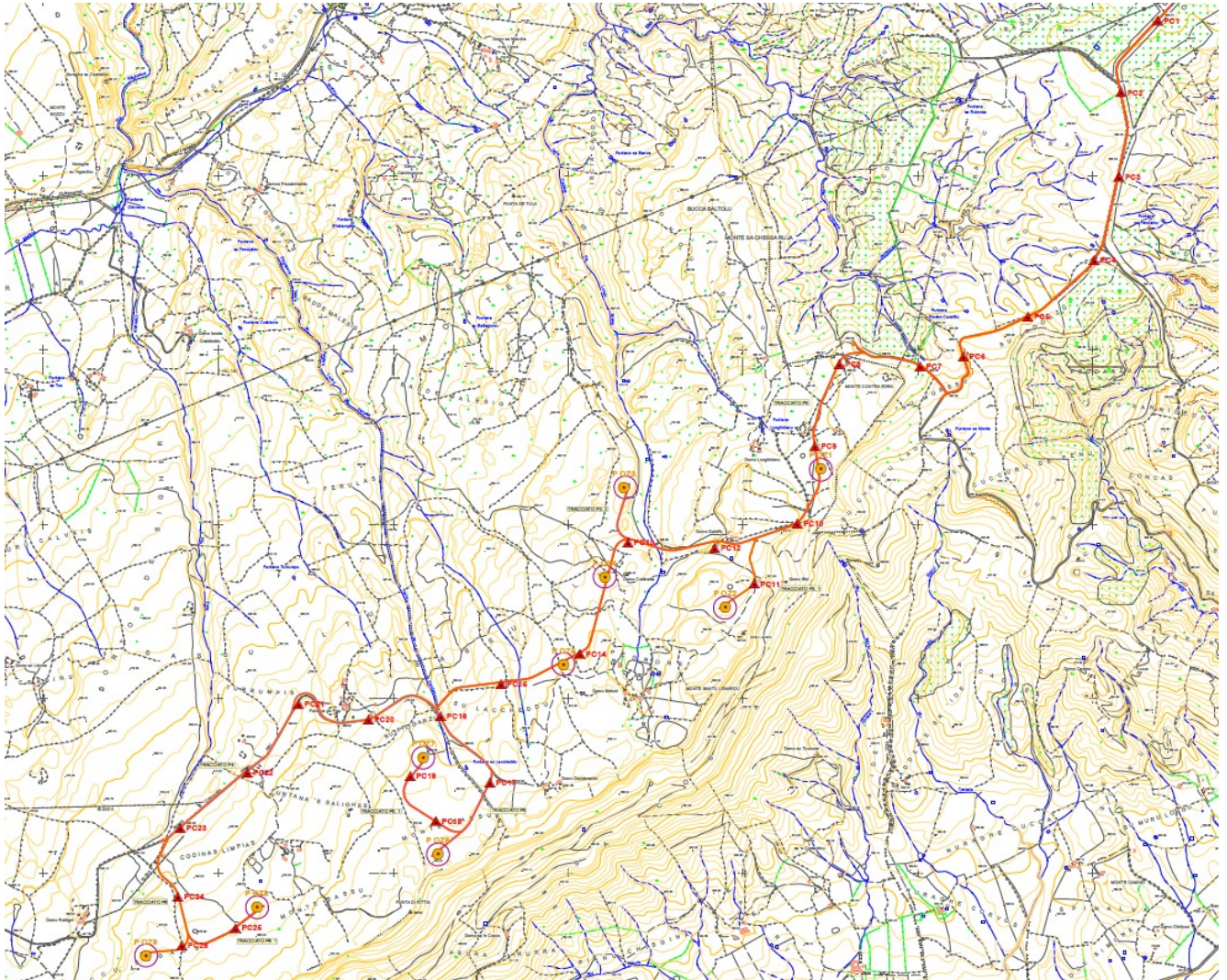


Figura 1 Individuazione dei punti di campionamento, quelli sul cavidotto e quelli sulle fondazioni degli aerogeneratori, rif.elaborato V.2.41

7.3 CONCLUSIONI

Secondo le previsioni del presente piano preliminare di utilizzo, il terreno proveniente dagli scavi necessari alla realizzazione delle opere di progetto verrà utilizzato nel complesso per contribuire alla costruzione dell'impianto eolico e per l'esecuzione dei ripristini ambientali, evitando il conferimento in discarica. Dall'analisi delle tabelle in allegato si può valutare il bilancio di scavo e riutilizzo. Si prevede una produzione di 138.039,76 mc di cui il 60% da riutilizzare nello stesso processo. Dagli scavi area aerogeneratori (scavi fondazioni, piazzole) si ha un avanzo di 2432,19 mc (v.tabella aerogeneratori)

che verranno bilanciati con 2479,34 mc (v.tabella profili strade), necessari per i livellamenti stradali, ripristini, riempimenti. I 47,15 mc restanti, verranno sommati ai volumi che a fine lavori, dallo smantellamento delle piazzole di cantiere, avanzeranno 200,48 mc (tabella aerogeneratori) che verranno utilizzati per ripristini, rinverdimenti lungo tutta la viabilità di cantiere che si estende per 6736 m. Qualora dovessero verificarsi dei volumi in eccedenza, (da escludere in base alle valutazioni effettuate) questi verranno gestiti presso l'impianto della società ECORDT srl di Chiaramonti (SS).

Per escludere i terreni di risulta degli scavi dall'ambito di applicazione della normativa sui rifiuti, in fase di progettazione esecutiva o prima dell'inizio dei lavori, in conformità a quanto previsto nel presente piano preliminare di utilizzo, il proponente o l'esecutore:

- Effettuerà il campionamento dei terreni, nell'area interessata dai lavori, per la loro caratterizzazione al fine di accertarne la non contaminazione ai fini dell'utilizzo allo stato naturale;
- Redigerà, accertata l'idoneità delle terre e rocce scavo all'utilizzo ai sensi e per gli effetti dell'articolo 185, comma 1, lettera c), del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, un apposito piano di utilizzo ai sensi dell'art.9 del DPR 120/2017 secondo quanto indicato nell'Allegato 5 al D.P.R. 120/2017 in cui saranno definite:
 - ✓ *Volumetrie definitive di scavo delle terre e rocce;*
 - ✓ *La quantità delle terre e rocce da riutilizzare;*
 - ✓ *La collocazione e la durata dei depositi delle terre e rocce da scavo (la collocazione sarà la più prossima all'area di scavo per rendere più semplice il riutilizzo);*
 - ✓ *La collocazione definitiva delle terre e rocce da scavo.*

4. Consumo di suolo

Tutta la viabilità che è stata inserita in progetto come "adeguamento della strada sterrata esistente" riguardo al consumo di suolo è stata considerata come fosse di nuova realizzazione, infatti nella tabella relativa al consumo di suolo (Elaborato 1.22 del SIA) è stata inserita una larghezza della strada pari a 5 metri come se si trattasse di viabilità di nuova realizzazione.

Pertanto ai fini del consumo del suolo tutta la viabilità è stata computata correttamente