

# Progetto per la costruzione e l'esercizio di un Impianto eolico denominato "Luras"

## Progetto definitivo

Oggetto:

**LUR.43 – Piano Preliminare Terre e Rocce da Scavo**

Proponente:



LURAS WINDFARM  
ENERGY & INFRASTRUCTURE

**Luras Windfarm**  
Via Dante 7  
20123 Milano (Milano)

Progettista:



**Stantec S.p.A.**  
Centro Direzionale Milano 2, Palazzo Canova  
Segrate (Milano)

Rev. N.	Data	Descrizione modifiche	Redatto da	Rivisto da	Approvato da
01	23.04.2024	Integrati commenti	G.Crimi	S. Bossi	P. Polinelli
00	09.02.2024	Prima Emissione	G.Crimi	M. Carnevale	P. Polinelli

Fase progetto: **Definitivo**

Formato elaborato: **A4**

Nome File: **LUR.43 – Piano Preliminare Terre e Rocce da Scavo.docx**

# Indice

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
1.1	Descrizione del proponente .....	3
1.2	Contenuti della relazione .....	3
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE.....</b>	<b>7</b>
3.1	Informazione generali del progetto.....	7
3.2	<b>REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO (FASE 1).....</b>	<b>8</b>
3.2.1	Layout di progetto.....	9
3.2.2	Caratteristiche tecniche delle opere di progetto.....	11
3.3	<b>ESERCIZIO DEL NUOVO IMPIANTO (FASE 2) .....</b>	<b>24</b>
3.4	<b>DISMISSIONE DEL NUOVO IMPIANTO (FASE 3).....</b>	<b>25</b>
<b>4</b>	<b>INQUADRAMENTO AMBIENTALE.....</b>	<b>26</b>
4.1	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO.....	26
4.2	INQUADRAMENTO IDROLOGICO.....	27
4.3	PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI).....	27
<b>5</b>	<b>PROPOSTA DEL PIANO DI CARATTERIZZAZIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO ..</b>	<b>30</b>
5.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	30
5.2	NUMERO E CARATTERISTICHE DEI PUNTI DI CAMPIONAMENTO .....	32
5.3	MODALITA' ESECUTIVE DEI CAMPIONAMENTI.....	34
5.4	PARAMETRI DA DETERMINARE .....	35
<b>6</b>	<b>LE MODALITÀ E LE VOLUMETRIE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO DA RIUTILIZZARE IN SITO .....</b>	<b>36</b>

# Indice delle figure

Figura 2-1 - Inquadramento territoriale dell'impianto Luras .....	4
Figura 2-2 - Inquadramento su ortofoto degli aerogeneratori in progetto .....	5
Figura 2-3 - Inquadramento su ortofoto delle opere elettriche connesse in progetto .....	6
Figura 3-1 - Carta di Inquadramento su ortofoto.....	10
Figura 3-2 - Vista e caratteristiche di un aerogeneratore da 6,2 MW .....	12
Figura 3-3 - Tipico Piazzola .....	15
Figura 3-4 - Piazzola - parte definitiva .....	16
Figura 3-5: Tipologico pacchetto stradale .....	18
Figura 4-1 - inquadramento geomorfologico dell'area con indicazione delle curve di livello e reticolo idrografico .....	27
Figura 4-2 - Perimetrazioni PAI regione Sardegna - Pericolo Idraulico (fonte Geoportale Regionale) .....	29
Figura 4-3 - Perimetrazioni PAI regione Sardegna - Pericolo Geomorfologico (fonte Geoportale Regionale) .....	29

# Indice delle tabelle

Tabella 1: Localizzazione geografica degli aerogeneratori di nuova costruzione.....	6
Tabella 2 - Caratteristiche impianto .....	8
Tabella 3 - Caratteristiche tecniche aerogeneratore.....	11
Tabella 4 - Quantità materiale per fondazione WTGs.....	13
Tabella 6 - punti di prelievo .....	31
Tabella 7 - Set analitico minimale.....	32
Tabella 8 Dettaglio Volumi dei movimenti di materiali per l'impianto eolico in oggetto .....	36
Tabella 9 Volumi totali di materiale movimentato .....	36

# 1 PREMESSA

Stantec S.p.A., in qualità di Consulente Tecnico, è stata incaricata da Luras Windfarm S.r.l. di redigere il progetto definitivo per la costruzione di un nuovo impianto eolico denominato "Luras" ubicato nei comuni di Luras, Tempio Pausania e Calangianus in provincia di Sassari, in Sardegna, costituito da 5 aerogeneratori di potenza 6,2 MW ciascuno, per una potenza complessiva pari a 31 MW e sistema BESS integrato da 10 MW di potenza.

## 1.1 Descrizione del proponente

Il soggetto proponente dell'iniziativa è LURAS WINDFARM S.R.L. avente sede legale a Milano (MI) CAP 20123, Via Dante 7, iscritta alla Camera di Commercio di Milano Monza Brianza Lodi, NUM. REA MI – 2702359, C.F. e P.IVA n. 13080440962, società che si occupa dello sviluppo, progettazione, costruzione, gestione e manutenzione di impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili.

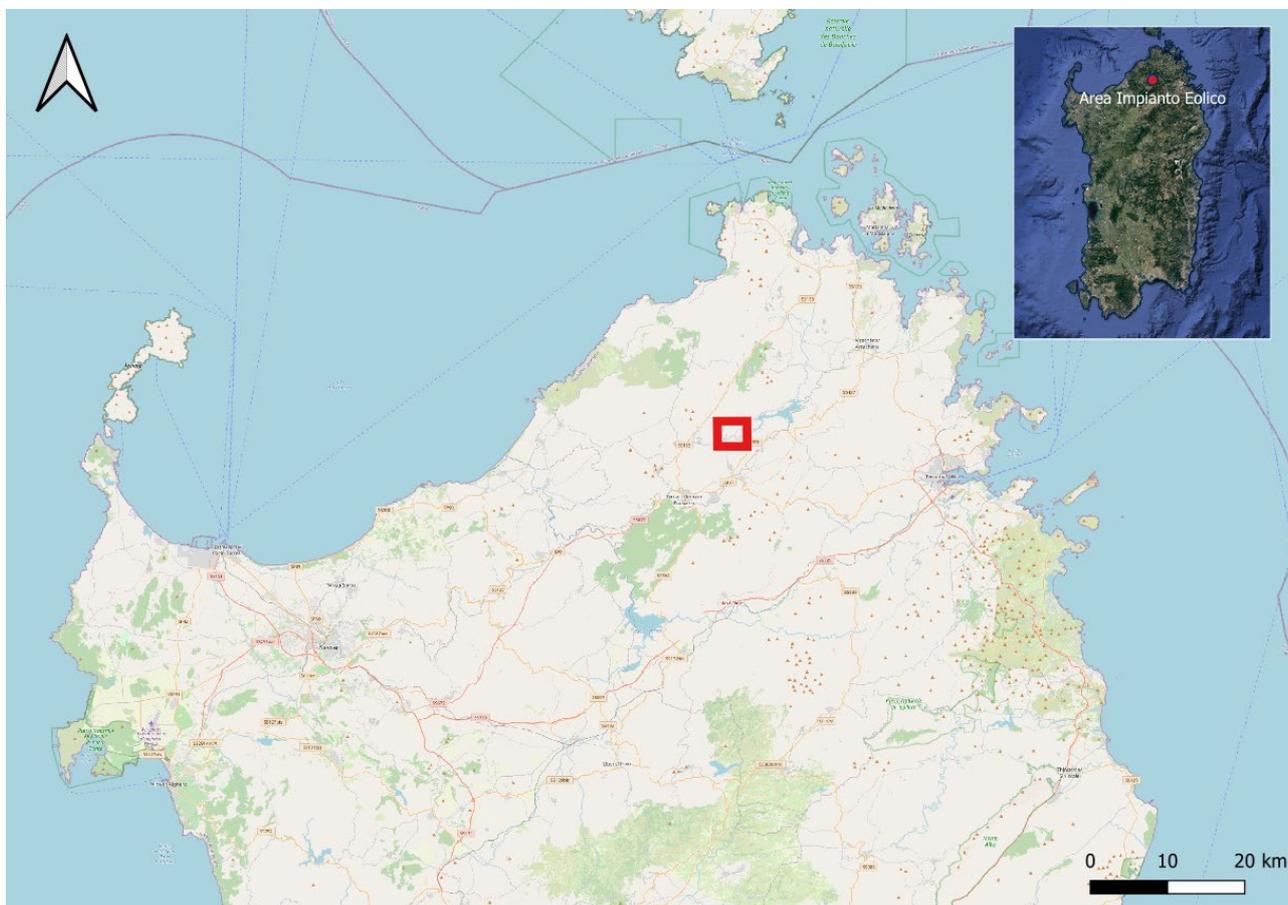
## 1.2 Contenuti della relazione

La presente relazione costituisce il "Piano Preliminare di Utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo" ed è costituita dai seguenti capitoli, così come identificati dall'art. 24 del DPR120/2017:

- La descrizione delle opere da realizzare (Capitolo 2);
- L'inquadramento ambientale del sito (Capitolo 3);
- L'inquadramento geologico del sito (Capitolo 4);
- La proposta di piano di caratterizzazione delle terre e rocce da scavo da eseguire nella fase di progettazione esecutiva o prima dell'inizio dei lavori (Capitolo 5);
- Le volumetrie previste delle terre e rocce da scavo (Capitolo 6);

## 2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il sito in cui sarà ubicato il parco eolico in oggetto, denominato Luras, è collocato nei comuni di Luras, Tempio Pausania e Calangianus nella provincia di Sassari, in Sardegna.

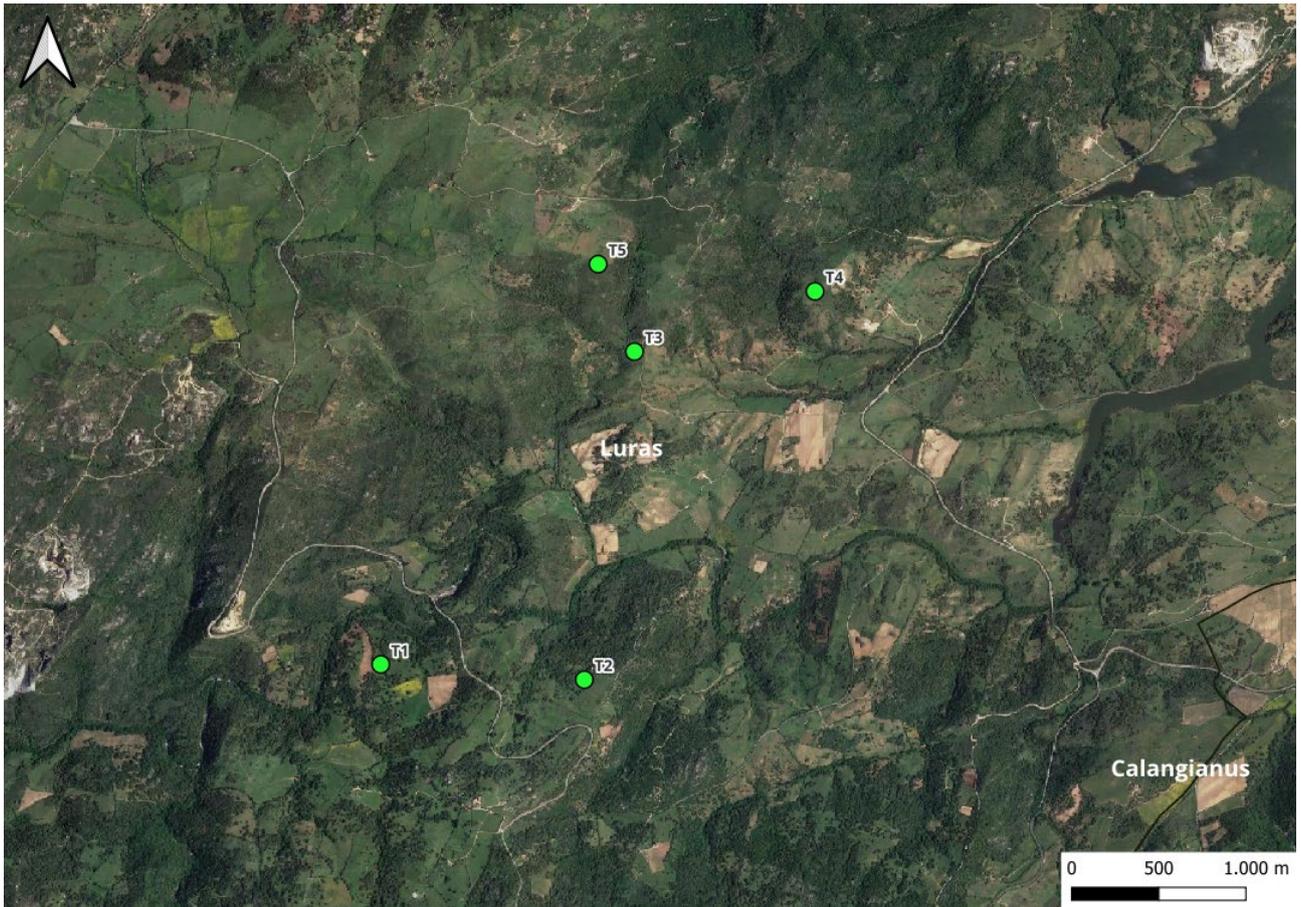


**Figura 2-1 - Inquadramento territoriale dell'impianto Luras**

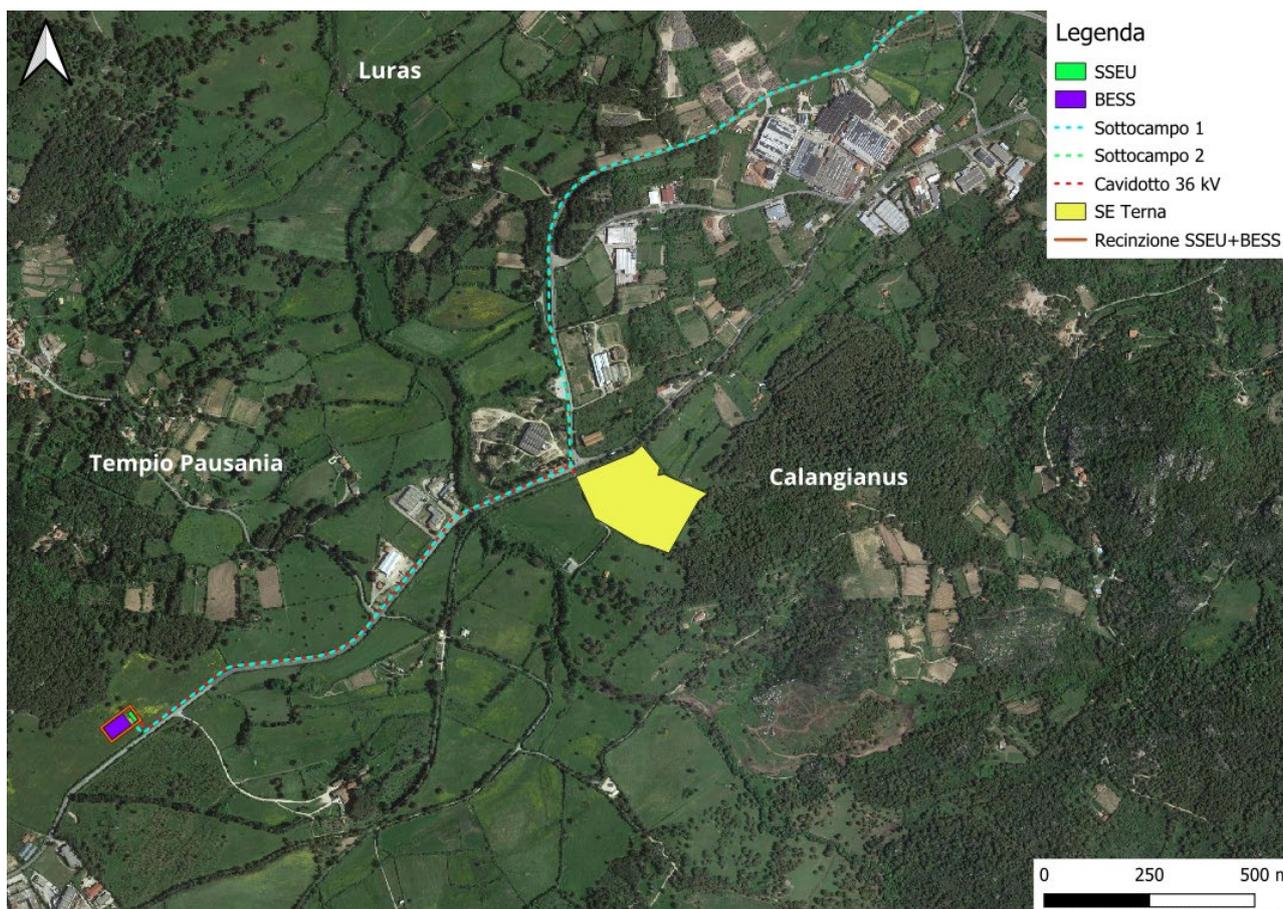
L'impianto eolico Luras è situato in una zona prevalentemente collinare caratterizzata da un'altitudine media pari a circa 330 m.s.l.m.

Il parco eolico ricade all'interno dei fogli catastali n° 12, 13, 16 e 19 del comune di Luras e all'interno del foglio n° 5 del comune di Tempio Pausania sezione B.

In Figura 2-2 e Figura 2-3 sono riportati gli inquadramenti territoriali su ortofoto rispettivamente degli aerogeneratori e delle opere elettriche connesse in progetto.



*Figura 2-2 - Inquadramento su ortofoto degli aerogeneratori in progetto*



**Figura 2-3 - Inquadramento su ortofoto delle opere elettriche connesse in progetto**

Si riporta in formato tabellare un dettaglio sulla localizzazione delle turbine eoliche di nuova costruzione, in coordinate WGS84 UTM fuso 32 N:

**Tabella 1: Localizzazione geografica degli aerogeneratori di nuova costruzione**

ID	Comune	Est [m]	Nord [m]
T1	Luras	513607	4534932
T2	Luras	514776	4534844
T3	Luras	515064	4536740
T4	Luras	516100	4537088
T5	Luras	514855	4537245

## 3 QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

### 3.1 Informazione generali del progetto

Il presente progetto riguarda la realizzazione di un impianto eolico e relative opere di connessione nei comuni di Luras, Tempio Pausania e Calangianus in provincia di Sassari, in Sardegna, costituito da 5 aerogeneratori di potenza 6,2 MW ciascuno, per una potenza complessiva pari a 31 MW e sistema BESS (Battery Energy Storage System) integrato da 10 MW di potenza – 4 ore. Le attività prevedono l'installazione di nuovi aerogeneratori per la produzione di energia, la realizzazione di tratti di viabilità e di piazzole per l'accesso aerogeneratori, la posa di cavidotti in media tensione, la realizzazione di una sottostazione di trasformazione e di un sistema di accumulo elettrochimico (BESS).

In sintesi, le fasi dell'intero progetto prevedono:

1. Realizzazione del nuovo impianto;
2. Esercizio del nuovo impianto;
3. Dismissione del nuovo impianto.

L'intervento di costruzione dell'impianto eolico prevede l'installazione di 5 nuovi aerogeneratori di ultima generazione, con diametro fino a 170 m, altezza massima fino a 220 metri e potenza massima pari a 6.2 MW ciascuno. Al fine di garantire l'accesso alle aree destinate alle turbine, è prevista la realizzazione di nuove piazzole per il montaggio degli aerogeneratori e la progettazione di nuovi tratti di viabilità interna, con adeguamenti alla viabilità esistente. È previsto inoltre l'utilizzo di aree temporanee di cantiere.

Saranno parte dell'intervento anche la realizzazione del nuovo sistema di cavidotti interrati MT, la realizzazione di una nuova sottostazione di trasformazione AT/MT e il cavidotto interrato AT di collegamento tra la sottostazione e il punto di connessione alla stazione di futura identificazione Terna.

In aggiunta alla stessa sottostazione sarà connesso un sistema di accumulo elettrochimico BESS (Battery Energy Storage System) di potenza 10 MW.

Le caratteristiche del nuovo impianto eolico di oggetto del presente studio sono sintetizzate nella Tabella 2.

**Tabella 2 - Caratteristiche impianto**

Nome impianto	Luras
Comune	Luras (SS), Tempio Pausania (SS) e Calangianus (SS)
Coordinate baricentro UTM zona 32 N	514776 m E 4534844 m N
Potenza nominale	31 MW + 10 MW BESS
Numero aerogeneratori	5
Aerogeneratori (potenza, diametro rotore, altezza mozzo, altezza totale)	fino a 6.2 MW, fino a 170 m, fino a 135 m, fino a 220 m

I seguenti paragrafi descrivono nel dettaglio le diverse fasi ed attività che caratterizzano il progetto in studio.

### **3.2 REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO (FASE 1)**

La predisposizione del layout dell'impianto è stata effettuata conciliando i vincoli identificati dalla normativa con i parametri tecnici derivanti dalle caratteristiche del sito, quali la conformazione del terreno, la morfologia del territorio, le infrastrutture già presenti nell'area di progetto e le condizioni anemologiche. In aggiunta, si è cercato di posizionare i nuovi aerogeneratori nell'ottica di integrare il nuovo progetto in totale armonia con le componenti del paesaggio caratteristiche dell'area di progetto.

La prima fase della predisposizione del layout è stata caratterizzata dall'identificazione delle aree non idonee per l'installazione degli aerogeneratori, evidenziate ed individuate dall'analisi vincolistica.

Successivamente, al fine di un corretto inserimento del progetto nel contesto paesaggistico dell'area circostante, sono state seguite le indicazioni contenute nelle Linee Guida di cui al D.M. 10 settembre 2010, in particolare dei seguenti indirizzi:

- Disposizione delle macchine a mutua distanza sufficiente a contenere e minimizzare le perdite per effetto scia. Sono comunque sempre rispettate le distanze minime di 3 diametri tra un aerogeneratore e l'altro;
- Minima distanza di ciascun aerogeneratore da unità abitative munite di abitabilità, regolarmente censite e stabilmente abitate non inferiore a 200 m;
- Minima distanza di ciascun aerogeneratore dai centri abitati individuati dagli strumenti urbanistici vigenti non inferiore a 6 volte l'altezza massima dell'aerogeneratore;

- Distanza di ogni turbina eolica da una strada provinciale o nazionale superiore all'altezza massima dell'elica comprensiva del rotore e comunque non inferiore a 150 m dalla base della torre.

A valle della fase di identificazione delle aree non idonee effettuata tramite cartografia, sono stati condotti vari sopralluoghi con specialisti delle diverse discipline coinvolte (ingegneri ambientali, ingegneri civili, geologi, archeologi ed agronomi), mirati ad identificare le aree maggiormente indicate per le nuove installazioni dal punto di vista delle caratteristiche geomorfologiche dell'area.

Le posizioni degli aerogeneratori per l'installazione in progetto sono state ulteriormente raffinate in maniera da ottimizzare la configurazione dell'impianto in funzione delle caratteristiche anemologiche e di riutilizzare il più possibile la viabilità già esistente, minimizzando dunque l'occupazione di ulteriore suolo libero. A tal riguardo, è stato ritenuto di fondamentale importanza nella definizione del layout la scelta di postazioni che consentissero di contenere il più possibile l'apertura di nuovi tracciati stradali e di movimenti terra.

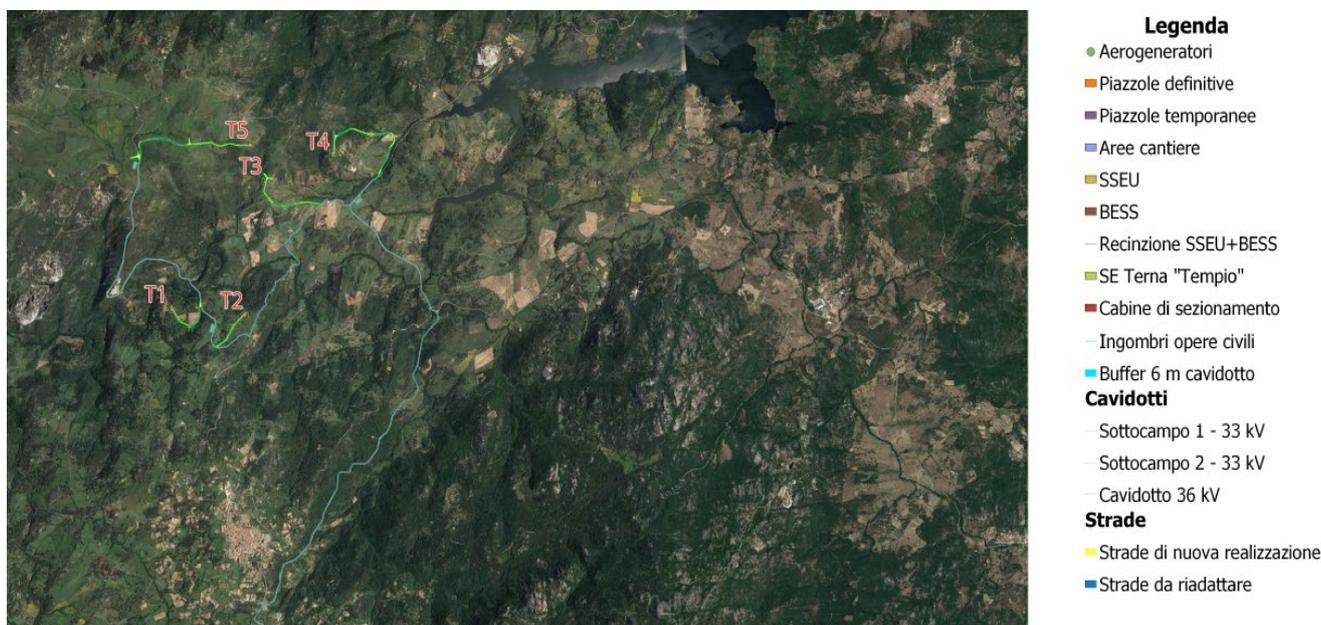
Il layout dell'impianto eolico è quello che è risultato essere il più adeguato a valle dello studio e dell'osservazione dei seguenti aspetti:

- Esclusione delle aree non idonee per l'installazione di impianti eolici (Delibera regionale 27 settembre 2020 n. 59/90);
- Rispetto dei vincoli ambientali e paesaggistici;
- Rispetto delle Linee Guida D.M. 10 settembre 2010;
- Massimo riutilizzo delle infrastrutture presenti;
- Ottimizzazione della risorsa eolica;
- Minima occupazione del suolo prediligendo il riutilizzo, previo riadattamento, della viabilità preesistente;
- Contenimento dei volumi di scavo.

### **3.2.1 Layout di progetto**

Gli aerogeneratori in progetto sono stati posizionati al fine di ottimizzare la produzione di energia di ridurre al minimo l'impatto del progetto sull'ambiente circostante.

Di seguito è riportato uno stralcio dell'inquadramento su ortofoto del nuovo impianto, mentre per un inquadramento di maggior dettaglio si rimanda al documento *LUR.09 – Inquadramento impianto eolico e opere utente per la connessione su ortofoto 1 a 25000*.



**Figura 3-1 - Carta di Inquadramento su ortofoto.**

Il parco eolico sarà suddiviso in n. 2 sottocampi composti da 2 e 3 aerogeneratori collegati in entra-esce con linee in cavo e connessi al quadro di media tensione installato all'interno del fabbricato della sottostazione di trasformazione.

Pertanto, saranno previsti n. 2 elettrodotti che convoglieranno l'energia prodotta alla sottostazione di trasformazione:

- Elettrodotto 1: aerogeneratori T1-T2-T5
- Elettrodotto 2: aerogeneratori T3-T4

L'impianto di connessione di utenza alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN), sarà composto inoltre da:

- ✓ Sistema BESS
- ✓ Cabina di raccolta ubicata all'interno della sottostazione di trasformazione contenente all'interno il quadro mt a 33 kV per la raccolta delle linee dall'impianto eolico e dal BESS e il quadro AT a 36 kV.
- ✓ Il trasformatore elevatore 33 kV/36 kV è installato all'esterno in una apposita baia adiacente alla cabina di raccolta.

Linea in cavo AT a 36 kV verso la sezione a 36 kV di una stazione Terna di futura individuazione.

## 3.2.2 Caratteristiche tecniche delle opere di progetto

### 3.2.2.1 Aerogeneratori

L'aerogeneratore è una macchina rotante che converte l'energia cinetica del vento dapprima in energia meccanica e poi in energia elettrica ed è composto da una torre di sostegno, dalla navicella e dal rotore.

L'elemento principale dell'aerogeneratore è il rotore, costituito da tre pale montate su un mozzo; il mozzo, a sua volta, è collegato al sistema di trasmissione composto da un albero supportato su dei cuscinetti a rulli a lubrificazione continua. L'albero è collegato al generatore elettrico. Il sistema di trasmissione e il generatore elettrico sono alloggiati a bordo della navicella, posta sulla sommità della torre di sostegno. La navicella può ruotare sull'asse della torre di sostegno, in modo da orientare il rotore sempre in direzione perpendicolare alla direzione del vento.

Oltre ai componenti sopra elencati, vi è un sistema che esegue il controllo della potenza ruotando le pale intorno al loro asse principale, ed il controllo dell'orientamento della navicella, detto controllo dell'imbardata, che permette l'allineamento della macchina rispetto alla direzione del vento.

La torre di sostegno è di forma tubolare tronco-conica in acciaio, costituita da conci componibili. La torre è provvista di scala a pioli in alluminio e montacarico per la salita.

Gli aerogeneratori che verranno installati nel nuovo impianto di Luras saranno selezionati sulla base delle più innovative tecnologie disponibili sul mercato. La potenza nominale delle turbine previste sarà pari a massimo 6,2 MW. La tipologia e la taglia esatta dell'aerogeneratore saranno comunque individuati in seguito alla fase di acquisto delle macchine e verranno descritti in dettaglio in fase di progettazione esecutiva.

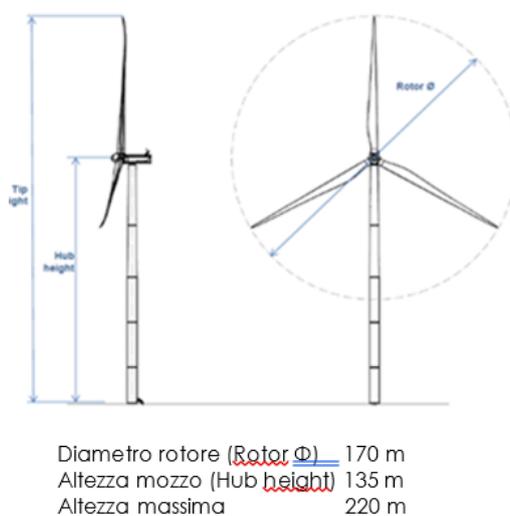
Si riportano di seguito le principali caratteristiche tecniche di un aerogeneratore con potenza nominale pari a 6,2 MW:

**Tabella 3 - Caratteristiche tecniche aerogeneratore**

Potenza nominale	6,2 MW
<b>Diametro del rotore D</b>	<b>170 m</b>
<b>Lunghezza della pala rtip</b>	<b>83,5 m</b>
Corda massima della pala	4,5 m
Area spazzata	22.698 m <sup>2</sup>
<b>Altezza al mozzo Hm</b>	<b>135 m</b>
Classe di vento IEC	III A

Velocità cut-in	3 m/s
Velocità nominale	10 m/s
Velocità cut-out	25 m/s
<b>Giri al minuto rotore n</b>	<b>8,8 rpm</b>

Nell'immagine seguente è rappresentata una turbina con rotore di diametro pari a 170 m e potenza fino a 6,2 MW:



**Figura 3-2 - Vista e caratteristiche di un aerogeneratore da 6,2 MW**

Ogni aerogeneratore è equipaggiato di generatore elettrico asincrono che converte l'energia cinetica in energia elettrica. È inoltre presente su ogni macchina il trasformatore MT/BT per innalzare la tensione.

### 3.2.2.2 Fondazioni aerogeneratori

Il dimensionamento preliminare delle fondazioni degli aerogeneratori è stato condotto sulla base dei dati geologici e geotecnici come riportati sul documento *LUR.54 – Relazione geologica e geotecnica*.

A favore di sicurezza, sono stati adottati per ogni aerogeneratore i dati geotecnici più sfavorevoli osservati nell'area di progetto, al fine di dimensionare le fondazioni con sufficienti margini cautelativi.

In fase di progettazione esecutiva si eseguiranno dei sondaggi puntuali su ogni asse degli aerogeneratori in progetto, al fine di verificare e confermare i dati geotecnici utilizzati in questa

fase progettuale.

La fondazione di ogni aerogeneratore sarà costituita da un plinto in calcestruzzo gettato in opera a pianta circolare di diametro massimo di 25 m, composto da un anello esterno a sezione troncoconico con altezza variabile da 4.40 metri (esterno gonna aerogeneratore) a 1,8 metri (esterno plinto). Al di sotto del plinto di fondazione verrà posto uno strato di calcestruzzo magro di spessore pari a 10 cm.

All'interno del nucleo centrale è posizionato il concio di fondazione in acciaio che connette la porzione fuori terra in acciaio con la parte in calcestruzzo interrata. L'aggancio tra la torre ed il concio di fondazione sarà realizzato con l'accoppiamento delle due flange di estremità ed il serraggio dei bulloni di unione.

Al di sotto del plinto si prevede di realizzare 20 pali in calcestruzzo armato di diametro di 1,2 m e profondità di 8 m circolari, il cui centro è posto ad una distanza di 11.5 m dal centro del basamento di fondazione.

Il calcestruzzo selezionato per le strutture è di classe di resistenza C25/30 per i pali e C32/40 per il basamento, il colletto dovrà invece essere realizzato con un successivo getto con classe di resistenza C35/45. In ogni caso, all'interfaccia tra il calcestruzzo del colletto e le strutture metalliche, dovrà essere interposta un'idonea malta ad alta resistenza per permettere un livellamento ottimale e garantire la perfetta verticalità delle strutture e permettere un'idonea distribuzione degli sforzi di contatto

Per ogni fondazione, sono state computate le seguenti quantità di utilizzo materiale:

**Tabella 4 - Quantità materiale per fondazione WTGs**

Materiale	Quantità in m <sup>3</sup>	Quantità in kg/m <sup>3</sup>
Calcestruzzo platea	1.360	-
Calcestruzzo pali	181	-
Calcestruzzo magrone	50	-
Incidenza armatura platea	-	120
Incidenza armatura pali	-	110

Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati LUR.41 - *Relazione di calcolo preliminare Fondazioni Aerogeneratori* e LUR.48 - *Pianta e Sezioni fondazione delle WTG (tipologico)*.

La tecnica di realizzazione delle fondazioni prevede l'esecuzione della seguente procedura:

- Scotricamento e livellamento asportando un idoneo spessore di materiale vegetale (circa 30 cm); lo stesso verrà temporaneamente accatastato e successivamente riutilizzato in sito per la risistemazione (ripristini e rinterri) alle condizioni originarie delle aree adiacenti le nuove installazioni;
- Scavo fino alla quota di imposta delle fondazioni (indicativamente pari a circa -4,5 m rispetto al piano di campagna rilevato nel punto coincidente con l'asse verticale aerogeneratore);
- Scavo con perforatrice fino alla profondità di 8 m, a partire dal piano di imposta della fondazione, per ciascun palo;
- Armatura e getto di calcestruzzo per la realizzazione dei pali;
- Armatura e getto di calcestruzzo per la realizzazione fondazioni;
- Rinterro dello scavo.

All'interno delle fondazioni saranno collocati una serie di tubi, tipicamente in PVC o metallici, che consentiranno di mettere in comunicazione la torre dell'aerogeneratore ed il bordo della fondazione stessa; questi condotti saranno la sede dei cavi elettrici di interconnessione tra gli aerogeneratori e la sottostazione elettrica, dei cavi di trasmissione dati e per i collegamenti di messa a terra.

Inoltre, nel dintorno del plinto di fondazione verrà collocata una maglia di terra in rame per disperdere nel terreno, nonché a scaricare a terra eventuali scariche elettriche dovute a fulmini atmosferici. Tutte le masse metalliche dell'impianto saranno connesse alla maglia di terra.

Si evidenzia che, a valle dell'ottenimento dell'Autorizzazione Unica, sarà redatto il progetto esecutivo strutturale nel quale verranno approfonditi ed affinati i dettagli dimensionali e tipologici delle fondazioni per ciascun aerogeneratore, soprattutto sulle basi degli esiti delle indagini geognostiche di dettaglio.

### **3.2.2.3 Piazzole di montaggio e manutenzione**

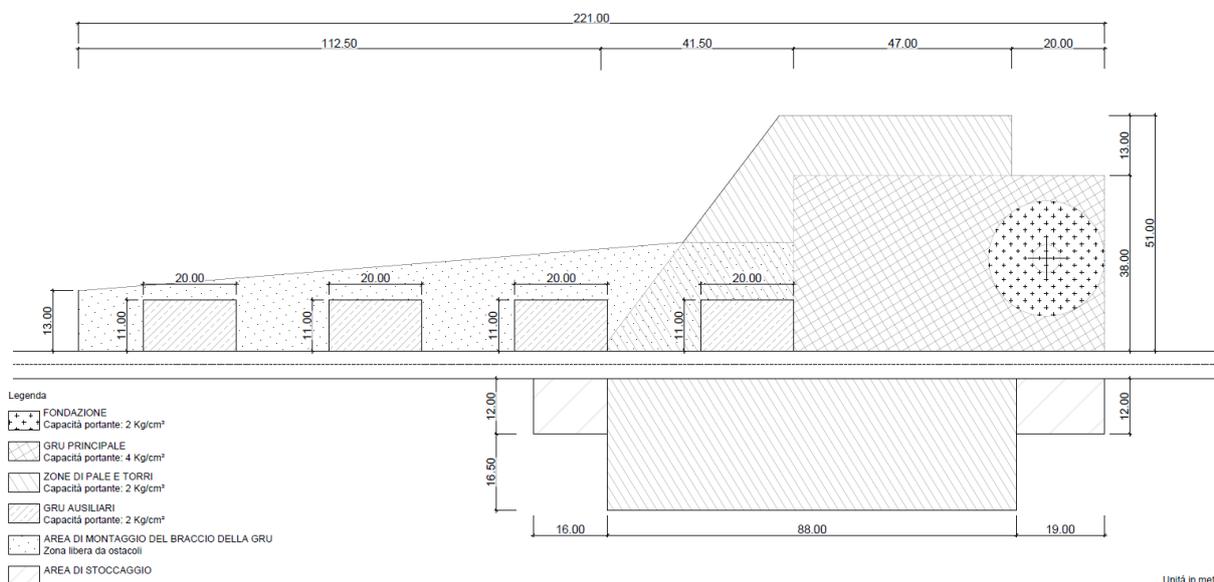
Il montaggio degli aerogeneratori prevede la necessità di realizzare una piazzola di montaggio alla base di ogni turbina.

Tale piazzola dovrà consentire le seguenti operazioni, nell'ordine:

- Montaggio della gru tralicciata (bracci di lunghezza pari a circa 140 m);
- Stoccaggio pale, conci della torre, mozzo e navicella;

- Montaggio dell'aerogeneratore mediante l'utilizzo della gru tralicciata e della gru di supporto.

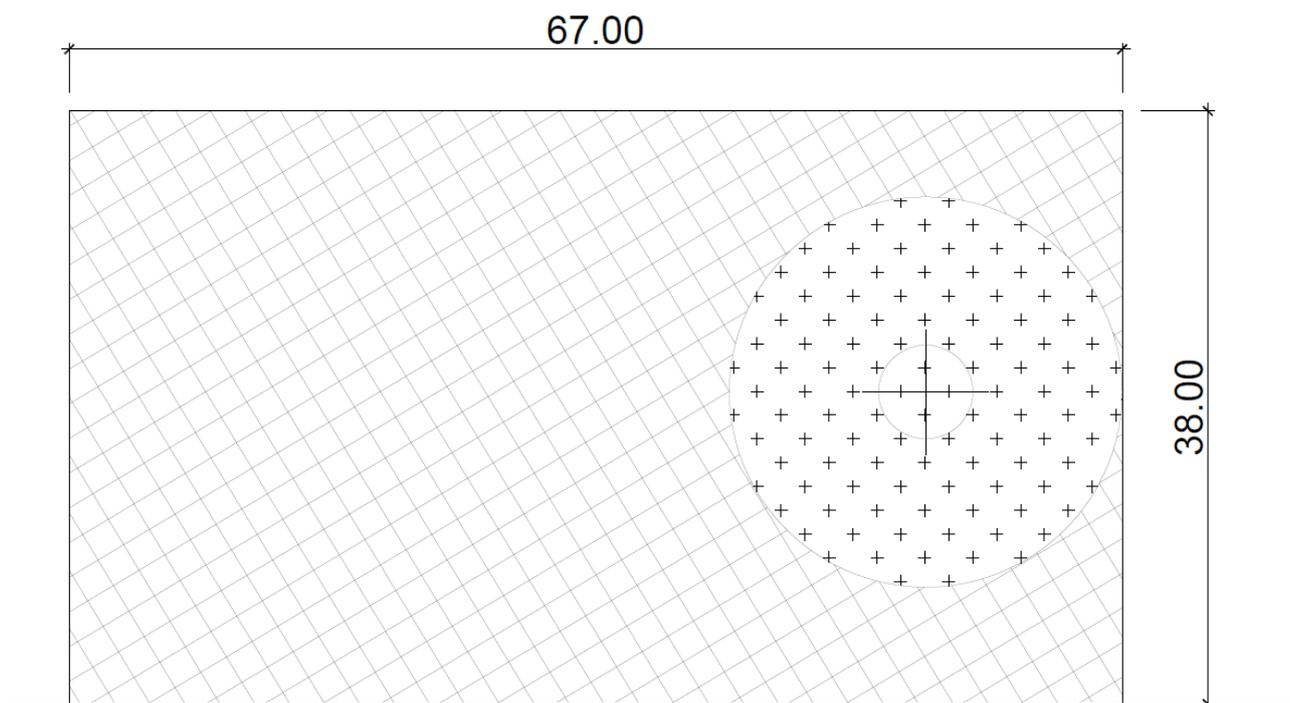
La piazzola prevista in progetto è mostrata in figura seguente e in dettaglio nell'elaborato LUR.13. – Tipico piazzole aerogeneratore.



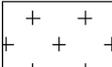
**Figura 3-3 - Tipico Piazzola**

Come mostrato nella Figura 3-3, la piazzola sarà composta da due sezioni: la parte superiore con una dimensione di circa 6460 m<sup>2</sup>, destinata prevalentemente al posizionamento dell'aerogeneratore, al montaggio e all'area di lavoro della gru e una parte inferiore, con una superficie di circa 2923 m<sup>2</sup>, destinata prevalentemente allo stoccaggio dei componenti per il montaggio, per un totale di circa 9383 m<sup>2</sup>.

La piazzola sarà costituita da una parte definitiva, presente durante la costruzione e l'esercizio dell'impianto, composta dall'area di fondazione più l'area di lavoro della gru, pari a 2.546 m<sup>2</sup> (67 x 38 m) e da una parte temporanea, presente solo durante la costruzione dell'impianto, pari a 6837 m<sup>2</sup>. La parte definitiva è evidenziata in rosso nella figura seguente:



### Legenda

- |   |  |
|---|--|
|   | <b>FONDAZIONE</b><br>Capacità portante: 2 Kg/cm <sup>2</sup>     |
|  | <b>GRU PRINCIPALE</b><br>Capacità portante: 4 Kg/cm <sup>2</sup> |

**Figura 3-4 - Piazzola - parte definitiva**

La tecnica di realizzazione delle piazzole prevede l'esecuzione delle seguenti operazioni:

- la tracciatura;
- lo scotico dell'area;
- lo scavo e/o il riporto di materiale vagliato;
- il livellamento e la compattazione della superficie. Il materiale riportato al di sopra della superficie predisposta sarà indicativamente costituito da pietrame.

La finitura prevista è in misto granulare stabilizzato, con pacchetti di spessore e granulometria diversi a seconda della capacità portante prevista per ogni area.

Nell'area di lavoro della gru si prevede una capacità portante non minore di 4 kg/cm<sup>2</sup>, mentre nelle aree in cui verranno posizionate le parti della navicella, le sezioni della torre, le gru secondarie e gli appoggi delle selle delle pale la capacità portante richiesta è pari a 2 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 3.2.2.4 Viabilità di accesso e viabilità interna

L'obiettivo della progettazione della viabilità interna al sito è stato quello di conciliare i vincoli di pendenze e curve imposti dal produttore della turbina, il massimo riutilizzo della viabilità esistente e la minimizzazione dei volumi di scavo e riporto. Le elaborazioni di progetto sono state sviluppate sulla base di un DTM maglia 2 x 2 ottenuto tramite rilievo topografico, ove tale rilievo non era disponibile è stato utilizzato un DTM maglia 10 x 10 m. Come conseguenza di ciò, la posizione del tracciato così come le quote che determinano le aree in scavo e quelle in rilevato potrebbero presentare qualche imprecisione, non rilevante in questa fase della progettazione.

Per garantire l'accesso al sito dell'impianto eolico in progetto, è necessario apportare degli adeguamenti alla viabilità esistente in alcuni tratti, per poter garantire il transito delle pale.

Il percorso identificato per il trasporto dei componenti in sito prevede la partenza dal Porto di Olbia e giunge al sito percorrendo:

- Via taiwan
- Via Siria
- S. Panoramica Olbia
- Circonvallazione Ovest
- SS729
- SS597
- SP68
- SS672
- SS127
- SS133
- SP10
- Viabilità locale che porta al centro dell'impianto

Tale percorso, attraverso gli interventi studiati (allargamenti, rettificazioni, nuove viabilità, potature, etc.) è adatto al trasporto delle componenti degli aerogeneratori.

Il trasporto sarà effettuato mediante tecniche di trasporto miste, ovvero con semirimorchi speciali sulle strade statali e provinciali e con il blade lifter per il tratto finale, consentendo di ridurre al minimo e allo stretto necessario gli interventi di adeguamento della viabilità.

Allo stesso modo, la viabilità interna al sito necessita di alcuni interventi, legati sia agli adeguamenti che consentano il trasporto delle nuove turbine sia alla realizzazione di tratti ex novo per raggiungere le postazioni delle nuove turbine.

La viabilità interna a servizio dell'impianto sarà costituita da una rete di strade con larghezza media di 6 m e curve di raggio variabile tra un minimo di 35 m e un massimo di 90 m. La viabilità di impianto sarà realizzata in parte adeguando la viabilità già esistente e in parte realizzando nuove piste, seguendo l'andamento morfologico del sito. I raggi di curvatura sono stati in alcuni casi ridotti fino a 35 m, invece di considerarli di 90, al fine di garantire il massimo riutilizzo della viabilità preesistente e di evitare le interferenze con la vegetazione arborea presente.

Il sottofondo stradale sarà costituito da materiale pietroso misto frantumato, mentre la rifinitura superficiale sarà formata da uno strato di misto stabilizzato opportunamente compattato.

In alcuni tratti dove la pendenza stradale supera il 10% nei tratti rettilinei o il 7% nei tratti in curva, la rifinitura superficiale sarà costituita da uno strato in calcestruzzo. Si sottolinea, tuttavia, che l'effettiva necessità della pavimentazione in calcestruzzo sarà valutata in una fase successiva della progettazione, in accordo al preciso modello di aerogeneratore che sarà installato e alle indicazioni del suo produttore e che tale soluzione viene inserita in questa fase a scopo cautelativo.

Il pacchetto stradale verrà realizzato secondo lo schema seguente:

## PACCHETTO STRADALE

Tratti rettilinei con  $i < 10\%$  e tratti in curva con  $i < 7\%$



Tratti rettilinei con  $i > 10\%$  e tratti in curva con  $i > 7\%$

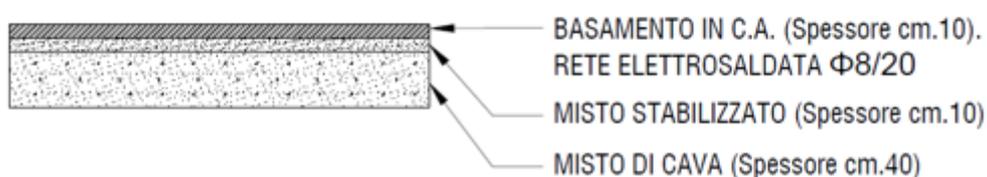


Figura 3-5: Tipologico pacchetto stradale

Le strade verranno realizzate e/o adeguate secondo le modalità indicate nella tavola LUR.06 – *Tipologico sezioni stradale ed opere di sostegno*.

Il progetto prevede la realizzazione di nuovi tratti stradali per circa 3.725 m e il riadattamento di circa 2.630 m di strade esistenti, per un totale di circa 6.354 di viabilità al servizio dell'impianto.

Dei 3.725 m di strade di nuova realizzazione.

Per un maggiore dettaglio, si rimanda ai seguenti elaborati:

- LUR.49 – T1 Planimetrie, profili e sezioni trasversali della viabilità di impianto e della piazzola di montaggio;
- LUR.50 – T2 Planimetrie, profili e sezioni trasversali della viabilità di impianto e della piazzola di montaggio
- LUR.51 – T3 Planimetrie, profili e sezioni trasversali della viabilità di impianto e della piazzola di montaggio
- LUR.52 – T4 Planimetrie, profili e sezioni trasversali della viabilità di impianto e della piazzola di montaggio
- LUR.53 – T5 Planimetrie, profili e sezioni trasversali della viabilità di impianto e della piazzola di montaggio

Infine, si segnala che i tratti stradali originariamente asfaltati interessati dai lavori che eventualmente verranno deteriorati durante le fasi di trasporto dei componenti e dei materiali da costruzione saranno risistemati con finitura in asfalto, una volta ultimata la fase di cantiere.

### **3.2.2.5 Cavidotti in media tensione 33 kV**

Per raccogliere l'energia prodotta dal campo eolico e convogliarla verso la stazione di trasformazione sarà prevista una rete elettrica costituita da tratte di elettrodotti in cavo interrato aventi tensione di esercizio di 33 kV e posati direttamente nel terreno in apposite trincee che saranno realizzate lungo la viabilità dell'impianto, lungo tratti di strade poderali e per brevi tratti in terreni agricoli.

Come anticipato, il parco eolico sarà suddiviso in n. 2 sottocampi composti da 2 e 3 aerogeneratori collegati in entra-esci con linee in cavo e connessi al quadro di media tensione installato all'interno del fabbricato della sottostazione di trasformazione.

Pertanto, saranno previsti n. 2 elettrodotti che convoglieranno l'energia prodotta alla sottostazione di trasformazione:

- Elettrodotta 1: aerogeneratori T1-T2-T5
- Elettrodotta 2: aerogeneratori T3-T4

I cavi saranno interrati direttamente, con posa a trifoglio, e saranno provvisti di protezione meccanica supplementare (lastra piana a tegola).

La posa dei nuovi cavidotti, fino a 1,2 m di profondità, cercherà di avvenire il più possibile sfruttando il tracciato già esistente e la viabilità di progetto. Sarà prevista una segnalazione con nastro monitore posta a 40-50 cm al di sopra dei cavi MT.

All'interno dello scavo per la posa dei cavi media tensione saranno posate anche la fibra ottica e la corda di rame dell'impianto di terra.

L'installazione dei cavi soddisferà tutti i requisiti imposti dalla normativa vigente e dalle norme tecniche ed in particolare la norma CEI 11-17.

Saranno impiegati cavi unipolari con conduttore in alluminio, isolamento in polietilene di tipo XLPE, ridotto spessore di isolamento, schermo in nastro di alluminio e rivestimento esterno in poliolefine tipo DMZ1, aventi sigla ARE4H5E tensione di isolamento 18/30 kV.

Per maggiori dettagli sulla configurazione MT di impianto, si rimanda ai seguenti documenti:

- *LUR.62 – Relazione di calcolo preliminare impianto elettrico;*
- *LUR.63 – Schema elettrico unifilare impianto eolico;*
- *LUR.64 – Schema a blocchi fibra ottica*
- *LUR.65 - Relazione tecnica opere di utenza*

### **3.2.2.6 Sottostazione di trasformazione utente**

L'energia elettrica prodotta dagli aerogeneratori dell'impianto viene convogliata tramite cavidotto interrato MT da 33 kV, alla Sottostazione Utente di trasformazione 33/36 kV in progetto, ubicata nel comune di Tempio Pausania. La sottostazione verrà collegata alla Stazione elettrica Terna di futura identificazione.

All'interno della sottostazione sarà ubicata una cabina di raccolta con installate all'interno le apparecchiature necessarie all'evacuazione della potenza generata e all'alimentazione dei servizi ausiliari, quali:

- Quadro MT a 33 kV
- Trasformatore elevatore 33kv/36 kV
- Quadro AT a 36 kV.

#### **3.2.2.6.1.1 Cabina di raccolta**

All'interno della cabina di raccolta sarà installato un quadro di media tensione con un numero di scomparto adeguato a svolgere le seguenti funzioni:

- Linee di collegamento alle torri di generazione
- Scomparto misure
- Linea di alimentazione del trasformatore dei servizi ausiliari
- Linea di collegamento al trasformatore elevatore
- Linee di collegamento all'impianto BESS

La cabina di raccolta sarà equipaggiata con i servizi ausiliari necessari (luce, fm, ventilazione) alimentati tramite dedicato trasformatore ausiliario e relativo quadro di bassa tensione.

La cabina di raccolta sarà composta da elementi prefabbricati, realizzati in CAV, assemblati in sito al fine di realizzare una struttura avente le seguenti dimensioni: 20000x10000x4000 (h) mm.

Nella parte inferiore della cabina sarà realizzata la vasca di fondazione, per il passaggio dei cavi, predisposta con i fori a frattura prestabilita e le connessioni per l'impiantito di terra.

La cabina sarà dotata di accessori quali porte, griglie di areazione e torrini eolici.

Le opere civili consisteranno nella realizzazione dello scavo della platea di appoggio in calcestruzzo per la vasca di fondazione.

All'interno della cabina sarà installato anche il quadro AT di alta tensione al quale si attestano i cavi AT in uscita dal trasformatore elevatore e dal quale si deriverà la linea di connessione a 36 kV alla stazione Terna di futura identificazione.

#### **3.2.2.6.1.2 Trasformatore elevatore**

Il trasformatore elevatore della sottostazione elettrica sarà dimensionato per poter evacuare la seguente potenza:

- Impianto eolico            31 MW
- Impianto BESS            10 MW

Considerando un margine di riserva del 10%, sarà previsto un trasformatore di potenza 50 MVA con sistema di ventilazione ONAN.

Pertanto, le caratteristiche principali del trasformatore elevatore sono:

- |                              |  |
|------------------------------|--|
| - Tensione primaria          | 36 kV  |
| - Potenza nominale           | 50 MVA   |
| - Gruppo vettoriale          | Dd0  |
| - Tensione secondaria        | 33 kV  |
| - Tensione di corto circuito | 10%  |
| - Sistema di raffreddamento  | ONAN   |
| - Perdite cc                 | 16,25 kW a potenza nominale (valore ipotizzato 0,325%) |

Il trasformatore sarà installato all'esterno, in una apposita baia, adiacente alla cabina di raccolta, equipaggiata con una vasca di raccolta dell'olio di dimensioni opportune

### 3.2.2.7 Sistema BESS

Il Battery energy storage system BESS è composto da una serie di apparecchiature racchiuse all'interno di dedicati moduli. I principali componenti sono:

- batterie di accumulatori elettrochimici, del tipo agli ioni di Litio ferro fosfato (LFP), suddivise in unità di determinata potenza in funzione del servizio richiesto;
- sistema di controllo di batteria (BMS: Battery Management System);
- protezioni di batteria (Battery Protection Unit);
- convertitore AC/DC bidirezionale caricabatterie-inverter (PCS: Power Conversion System) per la conversione in corrente alternata in bassa tensione di ogni singola unità;
- trasformatore BT/MT (33 kV) per la conversione in media tensione della singola unità;
- quadro di media tensione (33 kV) per la protezione del trasformatore e la connessione in entra-esce con la rete di distribuzione in alta tensione;
- sistema di controllo (EMS: Energy management system);
- servizi ausiliari (HVAC, antincendio, condizionamento, illuminazione, ecc.) alimentati tramite un trasformatore dedicato (MT/BT);
- quadro di media tensione (33 kV) per la raccolta delle linee di connessione ai singoli moduli e per la connessione alla stazione Terna.

Il BESS è composto da unità modulari (modulo base) costituite da:

- Modulo batterie: contenente le batterie, il sistema di controllo delle batterie (BMS) e le protezioni di batteria. Tale modulo potrà avere dimensioni differenti in funzione del fornitore che sarà selezionato;
- Modulo PCS/trasformatore/quadro MT: trattasi di uno skid preassemblato contenente gli inverter, il trasformatore elevatore BT/MT in olio sintetico a doppio secondario, il quadro a 33 kV per la connessione alla cabina di raccolta. Tale modulo potrà avere dimensioni differenti in funzione del fornitore che sarà selezionato;
- Quadro ausiliari di bassa tensione per l'alimentazione dei servizi ausiliari di ogni modulo base.
- Modulo Ausiliari: contenente il sistema di controllo EMS, il trasformatore dei servizi ausiliari MT/BT, il quadro di distribuzione in bassa tensione. Tale modulo potrà avere dimensioni differenti in funzione del fornitore che sarà selezionato.

L'impianto BESS, di potenza nominale paria a 10 MW, è stato dimensionato con un margine di circa 11% al fine di tenere in considerazione il degrado nel tempo dell'efficienza delle batterie ed il consumo degli ausiliari. L'impianto BESS sarà composto da 12 container batteria di potenza 1860 kW, aventi una capacità 2 ore per batteria, 3,72 MWh, connessi a n. 3 container PCS contenenti un quadro di media tensione a 33 kV, un trasformatore elevatore da 4000 kVA e un inverter da 3450 kVA. La potenza totale dell'impianto Bess è pari a 11.16 MW con una capacità di 4 ore.

Sarà inoltre previsto un container ausiliari contenente un trasformatore mt7bt da 1250 kVA.

Tutti i suddetti componenti saranno installati su dedicate fondazioni aventi caratteristiche idonee al peso delle strutture da sorreggere.

Completano l'installazione dell'impianto la cabina di raccolta, costituita da elementi in calcestruzzo vibrato e da una vasca sottostante per il passaggio dei cavi, in comune con l'impianto eolico.

### **3.2.2.8 Aree di cantiere (Site Camp)**

Durante la fase di cantiere, sarà necessario approntare tre diverse aree dell'estensione totale di circa 17.178 m<sup>2</sup> da destinare a site camp, composto da:

- Baraccamenti (locale medico, locale per servizi sorveglianza, locale spogliatoio, box WC, locale uffici e locale ristoro);
- Area per stoccaggio materiali;
- Area stoccaggio rifiuti;
- Area gruppo elettrogeno e serbatoio carburante;

- Area parcheggi.

L'utilizzo di tale area sarà temporaneo; al termine del cantiere verrà ripristinato agli usi naturali originari.

Infine, in questa fase non è prevista l'identificazione di aree aggiuntive per stoccaggio temporaneo di terreno da scavo in quanto sarà possibile destinare a tale scopo le piazzole delle turbine dismesse a mano a mano che si renderanno disponibili ed il piazzale sottostazione elettrica e BESS. In ogni caso, quando verrà predisposto il Piano di Utilizzo delle terre e rocce da scavo in una fase successiva della progettazione, verranno valutate maggiormente nel dettaglio le aree da adibire al deposito temporaneo dei materiali.

### **3.3 ESERCIZIO DEL NUOVO IMPIANTO (FASE 2)**

Una volta terminata la costruzione del nuovo impianto, le attività previste per la fase di esercizio dell'impianto sono connesse all'ordinaria conduzione dell'impianto.

L'esercizio dell'impianto eolico non prevede il presidio di operatori. La presenza di personale sarà subordinata solamente alla verifica periodica e alla manutenzione degli aerogeneratori, della viabilità e delle opere connesse, incluso nella sottostazione elettrica, e in casi limitati, alla manutenzione straordinaria. Le attività principali della conduzione e manutenzione dell'impianto si riassumono di seguito:

- Servizio di controllo da remoto, attraverso fibra ottica predisposta per ogni aerogeneratore;
- Conduzione impianto, seguendo liste di controllo e procedure stabilite, congiuntamente ad operazioni di verifica programmata per garantire le prestazioni ottimali e la regolarità di funzionamento;
- Manutenzione preventiva ed ordinaria programmate seguendo le procedure stabilite;
- Pronto intervento in caso di segnalazione di anomalie legate alla produzione e all'esercizio da parte sia del personale di impianto sia di ditte esterne specializzate;
- Redazione di rapporti periodici sui livelli di produzione di energia elettrica e sulle prestazioni dei vari componenti di impianto.

Nella predisposizione del progetto sono state adottate alcune scelte, in particolare per le strade e le piazzole, volte a consentire l'eventuale svolgimento di operazioni di manutenzione straordinaria, dove potrebbe essere previsto il passaggio della gru tralicciata per operazioni quali la sostituzione delle pale o del moltiplicatore di giri. Infatti, sarà mantenuta come definitiva l'area per l'utilizzo della gru tralicciata e la viabilità di impianto come prevista da progetto, al fine di garantire l'eventuale transito di convogli eccezionali.

Le tipiche operazioni di manutenzione ordinaria che verranno svolte sull'impianto di nuova realizzazione sono descritte nel documento [LUR.03 - Piano di manutenzione dell'impianto.](#)

### **3.4 DISMISSIONE DEL NUOVO IMPIANTO (FASE 3)**

Il nuovo impianto "Luras" si stima che avrà una vita utile di circa 25-30 anni a seguito della quale sarà molto probabilmente sottoposto ad un futuro intervento di potenziamento o ricostruzione, data la peculiarità anemologica e morfologica del sito.

Nell'ipotesi di non procedere con una nuova integrale ricostruzione o ammodernamento dell'impianto, si procederà ad una totale dismissione dell'impianto, provvedendo a ripristinare completamente lo stato "ante operam" dei terreni interessati dalle opere.

Le fasi che caratterizzeranno lo smantellamento dell'impianto sono illustrate di seguito:

1. Smontaggio del rotore, che verrà collocato a terra per poi essere smontato nei componenti, pale e mozzo di rotazione;
2. Smontaggio della navicella;
3. Smontaggio di porzioni della torre in acciaio pre-assemblate (la torre è composta da 5 sezioni);
4. Demolizione del primo metro (in profondità) delle fondazioni in conglomerato cementizio armato;
5. Rimozione dei cavidotti e dei relativi cavi di potenza quali:
  - a. Cavidotti di collegamento tra gli aerogeneratori;
  - b. Cavidotti di collegamento alla sottostazione elettrica lato utente;
6. Smantellamento della sottostazione elettrica lato utente e del sistema BESS, rimuovendo le opere elettro-meccaniche, le cabine, il piazzale e la recinzione;
7. Rinaturalizzazione del terreno per restituire l'uso originario dei siti impegnati dalle opere.
8. Rinaturalizzazione e sistemazione a verde dell'area secondo le caratteristiche delle specie autoctone.

Per un maggior dettaglio sulle attività di dismissione dell'impianto giunto a fine vita utile, si rimanda alla relazione ["LUR.47 - Piano di dismissione dell'impianto"](#).

## 4 INQUADRAMENTO AMBIENTALE

### 4.1 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'area in esame occupa un settore interno della Sardegna settentrionale posto a cavallo tra il Golfo dell'Asinara e il Golfo di Olbia; la morfologia di questo settore è tipica del settore, contraddistinto da un insieme di aspetti geomorfologici e paesaggistici comuni negli ambienti granitici. È fondamentalmente caratterizzata da un paesaggio di tipo montano con rilievi che raggiungono nella zona delle quote massime di 500 m slm (Monte San Pietro).

L'eredità strutturale ha svolto un ruolo importante nel modellamento dell'area dato che la maggior parte delle valli si approfondisce lungo le faglie e le fratture della tettonica alpina, orientale prevalentemente circa NE-SW. Il paesaggio assume gradualmente forme meno aspre che diventano decisamente più morbide soprattutto nel settore N e NE, in corrispondenza di litologie a composizione monzogranitica. Risultano del tutto assenti le piane alluvionali: la morfologia montuosa e collinare viene interrotta solo localmente da ampie distese di depositi detritici di fondovalle.

A scala più piccola l'erosione delle rocce cristalline lungo faglie e fratture ha generato un paesaggio tipico e ben descritto in zone aride. L'area, infatti, pur non essendo attualmente interessata da un clima arido, lo è stata per larga parte delle ultime fasi fredde pleistoceniche. Si tratta di forme caratteristiche di versante su rocce cristalline cioè tipici dossi e crinali arrotondati in cui le fratture, la loro intersezione, densità e persistenza, guidano l'erosione selettiva generando localmente ammassi cupoliformi, torri e pilastri più o meno isolati. Numerosi sono anche gli inselberg come quelli di Monte Pulchiana e forme da erosione selettiva delle rocce granitiche come campi di blocchi con mega boulder e tafoni e nidi d'ape.



*Figura 4-1 - inquadramento geomorfologico dell'area con indicazione delle curve di livello e reticolo idrografico*

## 4.2 INQUADRAMENTO IDROLOGICO

Come accennato precedentemente l'impostazione del reticolo idrografico è stata fortemente influenzata dai lineamenti strutturali di questo settore della Gallura, strettamente correlati agli effetti della tettonica terziaria. Si osserva che la geometria del reticolo ha forma angolare e segue l'orientazione circa NE-SO dei lineamenti tettonici, con tendenza a formare una serie di gomiti e meandri incassati in roccia.

Il corso d'acqua principale nella zona è il Riu Carana che si articola e drena i deflussi nel settore a Nord di Tempio Pausania, nell'areale di impianto.

Il territorio in esame risulta pressoché stabile nei confronti delle pericolosità geomorfologiche. Non si sono osservati nei dintorni degli aerogeneratori condizioni di instabilità e pendii e/o impluvi in erosione attiva.

Le portate dei reticoli fluviali osservati presentavano portate di magra a causa delle scarse precipitazioni tipiche del periodo estivo.

## 4.3 PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.), redatto ai sensi della legge n. 183/1989 e del decreto-legge n. 180/1998, e approvato con decreto del Presidente della Regione Sardegna n. 67 del 10/07/2006, rappresenta un importantissimo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-

operativo ai fini della pianificazione e programmazione delle azioni e delle norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa ed alla valorizzazione del suolo, alla prevenzione del rischio idrogeologico individuato sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio regionale.

Le perimetrazioni individuate nell'ambito del P.A.I. delimitano le aree caratterizzate da elementi di pericolosità idrogeologica, dovute a instabilità di tipo geomorfologico o a problematiche di tipo idraulico, sulle quali si applicano le norme di salvaguardia contenute nelle Norme di Attuazione del Piano. Queste ultime si applicano anche alle aree a pericolosità idrogeologica le cui perimetrazioni derivano da studi di compatibilità geologica-geotecnica e idraulica, predisposti ai sensi dell'art.8 comma 2 delle suddette Norme di Attuazione, e rappresentate su strati informativi specifici.

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali ha valore di Piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo, mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso riguardanti le fasce fluviali. Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali costituisce un approfondimento ed una integrazione necessaria al Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) in quanto è lo strumento per la delimitazione delle regioni fluviali funzionale a consentire, attraverso la programmazione di azioni (opere, vincoli, direttive), il conseguimento di un assetto fisico del corso d'acqua compatibile con la sicurezza idraulica, l'uso della risorsa idrica, l'uso del suolo (ai fini insediativi, agricoli ed industriali) e la salvaguardia delle componenti naturali ed ambientali.

Nell'area dell'impianto non sono riportate perimetrazioni di pericolo geomorfologico (dissesti) e idraulico, interessanti le ubicazioni degli aerogeneratori.

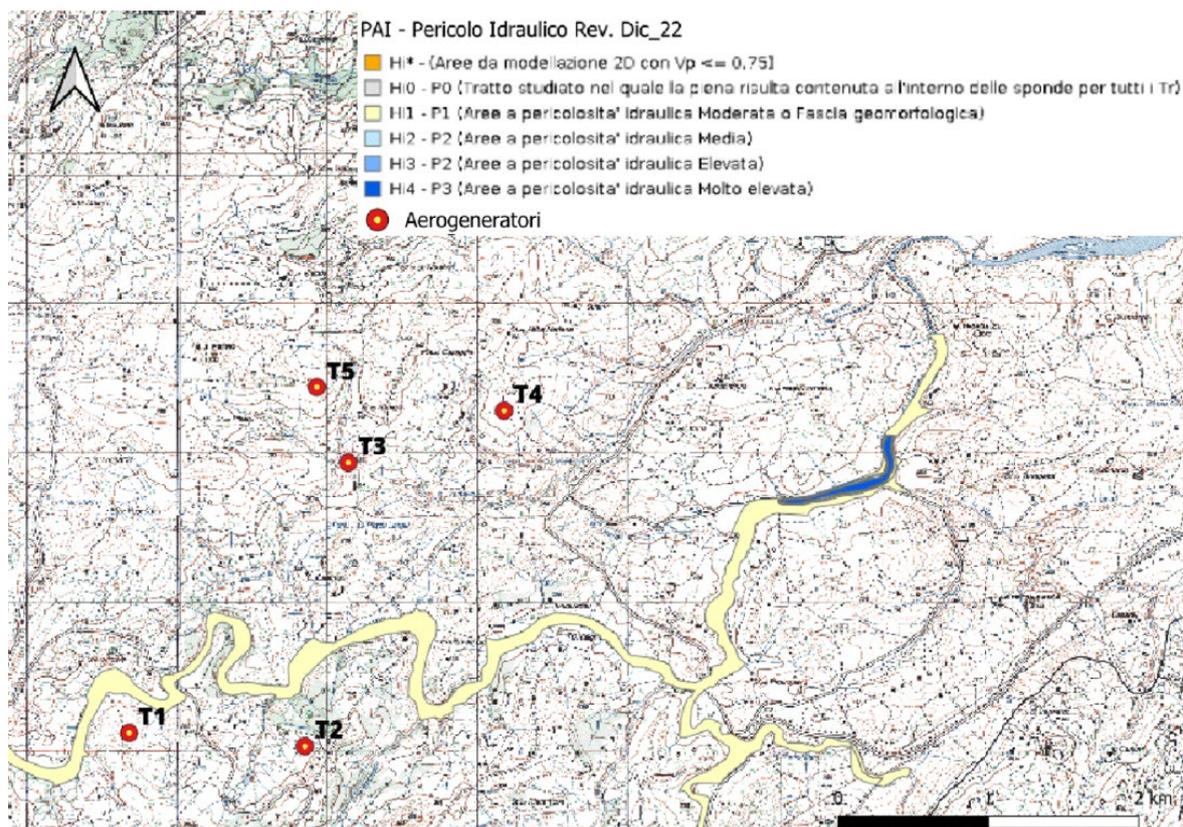


Figura 4-2 - Perimetrazioni PAI regione Sardegna - Pericolo Idraulico (fonte Geoportale Regionale)

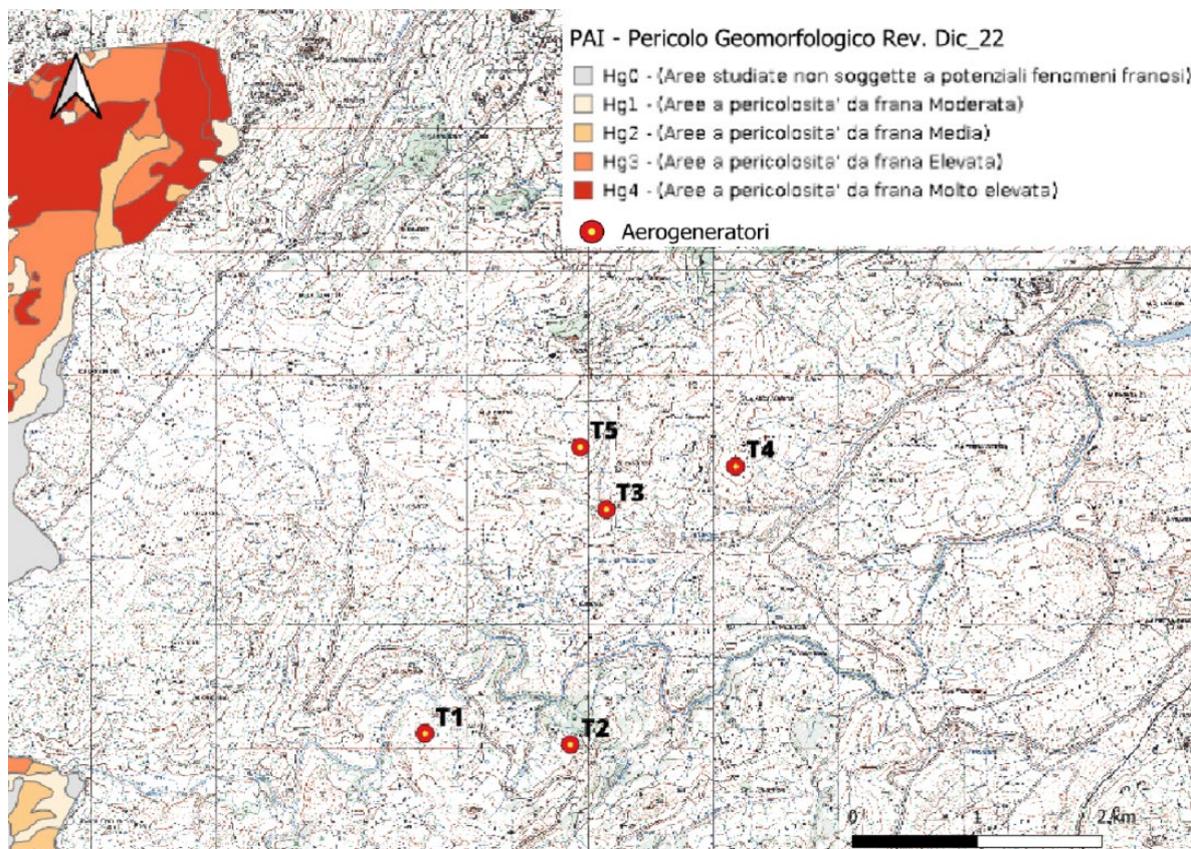


Figura 4-3 - Perimetrazioni PAI regione Sardegna - Pericolo Geomorfologico (fonte Geoportale Regionale)

## 5 PROPOSTA DEL PIANO DI CARATTERIZZAZIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO

### 5.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Come richiesto dall'art. 24 del D.P.R. 13 giugno 2017, n. 120, la verifica della non contaminazione delle terre e rocce da scavo deve essere effettuata ai sensi dell'Allegato 4 al D.P.R. stesso. In merito a ubicazione, numero e profondità delle indagini, si farà riferimento all'Allegato 2 del D.P.R. in oggetto.

Inoltre, posto che ci si trova nella casistica di "Cantiere di grandi dimensioni soggetto a VIA e/o AIA", ci si riferisce all'art. 9 comma 1,2 D D.P.R. 13 giugno 2017, n. 120. Il Piano di Utilizzo, indica che tutte le rocce e terre derivanti dalla realizzazione delle opere verranno riutilizzate nella stessa opera.

Si è proceduto all'elaborazione del Piano previsto dall'art. 24 del DPR 120/2017 che richiede, per l'utilizzo in sito di terre e rocce escluse dalla disciplina rifiuti la verifica della non contaminazione di queste, effettuata ai sensi dell'Allegato 4 al D.P.R. stesso.

All'allegato 2 del decreto, sono riportate alcune indicazioni per la procedura di campionamento in fase di progettazione, tra cui:

- La caratterizzazione ambientale è eseguita preferibilmente mediante scavi esplorativi (pozzetti o trincee) e, in subordine, con sondaggi a carotaggio.
- La densità dei punti di indagine nonché la loro ubicazione sono basate 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.
- I punti d'indagine potranno essere localizzati in corrispondenza dei nodi della griglia (ubicazione sistematica) oppure all'interno di ogni maglia in posizione opportuna (ubicazione sistematica causale). Il numero di punti d'indagine non può essere inferiore a tre e, in base alle dimensioni dell'area d'intervento, è aumentato secondo i criteri minimi riportati nella tabella seguente.

**Tabella 5 - punti di prelievo**

<b>Dimensione dell'area</b>	<b>Punti di prelievo</b>
Inferiore a 2.500 mq	3
Tra i 2.500 e i 10.000 mq	3 + 1 ogni 2.500 mq
Oltre i 10.000 mq	7 + 1 ogni 5.000 mq

L'allegato 2 riporta ulteriori indicazioni sulla metodologia per il campionamento, tra cui:

- Nel caso di opere infrastrutturali lineari, il campionamento è effettuato almeno ogni 500 metri lineari di tracciato ovvero ogni 2.000 metri lineari in caso di studio di fattibilità o di progetto di fattibilità tecnica ed economica, salva diversa previsione del piano di utilizzo, determinata da particolari situazioni locali, quali, la tipologia di attività antropiche svolte nel sito; in ogni caso è effettuato un campionamento ad ogni variazione significativa di litologia.
- La profondità d'indagine è determinata in base alle profondità previste degli scavi. I campioni da sottoporre ad analisi chimico-fisiche sono almeno:
  - campione 1: da 0 a 1 m 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 2 metri, i campioni da sottoporre ad analisi chimico-fisiche sono almeno due: uno per ciascun metro di profondità.
- Nel caso in cui gli scavi interessino la porzione satura del terreno, per ciascun sondaggio, oltre ai campioni sopra elencati, è acquisito un campione delle acque sotterranee e, compatibilmente con la situazione locale, con campionamento dinamico. In presenza di sostanze volatili si procede con altre tecniche adeguate a conservare la significatività del prelievo.

Inoltre, l'allegato 4 del decreto riporta ulteriori indicazioni sulle procedure di caratterizzazione chimico-fisiche tra cui:

- I campioni da portare in laboratorio o da destinare ad analisi in campo sono privi della frazione maggiore di 2 cm (da scartare in campo) e le determinazioni analitiche in laboratorio sono condotte sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm. La concentrazione del campione è determinata riferendosi alla totalità dei materiali secchi, comprensiva anche dello scheletro campionato (frazione compresa tra 2 cm e 2 mm). Qualora si abbia evidenza di una contaminazione antropica anche del sopravaglio le determinazioni analitiche sono condotte sull'intero campione, compresa la frazione granulometrica superiore ai 2 cm, e

la concentrazione è riferita allo stesso. In caso di terre e rocce provenienti da scavi di sbancamento in roccia massiva, ai fini della verifica del rispetto dei requisiti ambientali di cui all'articolo 4 del presente regolamento, la caratterizzazione ambientale è eseguita previa porfirizzazione dell'intero campione.

- Il set di parametri analitici da ricercare è 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. Il set analitico minimale da considerare è quello riportato in Tabella 4.1 (Tabella 6 sotto), fermo restando che la lista delle sostanze da ricercare deve essere modificata ed estesa in considerazione delle attività antropiche pregresse.

**Tabella 6 - Set analitico minimale**

Set analitico minimale
Arsenico
Cadmio
Cobalto
Nichel
Piombo
Rame
Zinco
Mercurio
Idrocarburi C>12
Cromo totale
Cromo VI
Amianto
BTEX <sup>1</sup>
IPA <sup>1</sup>

## 5.2 NUMERO E CARATTERISTICHE DEI PUNTI DI CAMPIONAMENTO

L'opera in progetto può essere considerata di tipo misto: le fondazioni e le piazzole di montaggio degli aerogeneratori si considerano ai fini del calcolo dei campioni da prelevare come opere aerali, mentre la viabilità di accesso e la rete di cavidotti interrati in media tensione si considerano opere lineari.

---

<sup>1</sup> 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.

Pertanto, ai fini della caratterizzazione ambientale si prevede di eseguire il seguente piano di campionamento:

- Nell'area della piazzola (9.388 m<sup>2</sup> per piazzola, comprensivi dell'area occupata dalla viabilità all'interno della piazzola stessa), di cui il 50% sarà realizzata in scavo (4.694 m<sup>2</sup>), si prevedono 4 punti di prelievo. Di questi, 1 punto di prelievo ricadrà all'interno dell'area della piazzola interessata dalla fondazione, 3 punti ricadranno al di fuori di essa.

Per quanto riguarda il punto interno all'area della fondazione, verranno prelevati tre campioni, alle seguenti profondità rispetto al piano campagna: 0,5 m, 2 m, 4 m, ossia in prossimità del piano campagna, nella zona intermedia e nella zona di fondo scavo. Verrà dunque prelevato un totale di 3 campioni.

Per quanto riguarda i 3 punti interni alla piazzola ma esterni all'area interessata dalla fondazione, verranno prelevati 3 campioni secondo le stesse modalità illustrate per il punto precedente. Verrà dunque prelevato un totale di 9 campioni. Si prevede questo approccio per ciascuna piazzola in progetto. In totale, saranno prelevati 60 campioni all'interno delle aree delle piazzole.

- Per quanto riguarda le modalità di campionamento relative alla nuova viabilità in progetto, bisogna considerare che una parte del percorso dei cavidotti coincide con il tracciato previsto per le nuove strade, pertanto, i punti di campionamento considerati per le strade saranno ritenuti validi anche per questa porzione del percorso dei cavidotti. Di conseguenza, in corrispondenza della viabilità di nuova realizzazione e dei cavidotti (lunghezza totale di circa 6.354 m, escluse le porzioni già ricomprese nelle piazzole), si prevedono 13 punti di prelievo. Per ciascuno di essi verranno prelevati tre campioni, corrispondenti alle profondità di: 0,5 m; fondo scavo e alla profondità intermedia; Saranno prelevati, in totale, 39 campioni.
- Per quanto riguarda la restante parte del tracciato dei cavidotti, avente una lunghezza complessiva pari a circa 20.655 m, si prevedono 40 punti di campionamento. Per ogni punto verranno prelevati due campioni, corrispondenti alle profondità di: 0,5 m e fondo scavo; Saranno complessivamente prelevati 80 campioni.
- Per quanto riguarda le modalità di campionamento nell'area in cui sono ubicate SSE e BESS, avente estensione complessiva pari a circa 4.633 di cui circa tutta l'estensione sarà realizzata in scavo, si prevedono 4 punti di campionamento. Per ciascuno di essi verranno prelevati tre campioni,

corrispondenti alle profondità di: 0,5 m; fondo scavo e alla profondità intermedia. Saranno complessivamente prelevati 12 campioni.

- Per quanto riguarda le modalità di campionamento relative alle aree in cui saranno ubicati i tre site camp, le cui estensioni sono di 5847 mq per il site camp 1, di 5880 mq per il site camp 2, di 5451 mq per il site camp 3, di cui circa l'80% sarà realizzata in scavo (site camp 1 4678 mq, site camp 2 4704 mq, site camp 3 4361 mq), si prevedono 4 punti di campionamento per ogni site camp. Per ciascuno di essi verranno prelevati tre campioni, corrispondenti alle profondità di: 0,5 m; fondo scavo e alla profondità intermedia. Saranno complessivamente prelevati  $4 \times 3 \times 3 = 36$  campioni.

La seguente tabella riassume, per ciascuna opera in progetto, il numero di punti di campionamento, il numero di campioni per punto e la profondità da cui saranno recuperati:

Opera in progetto	Tipo di opera	Area/Lunghezza [mq/m]	N° Punti	Profondità campionamento [m]	N° campioni
Piazzole	Areale	4.694	20 (4 x n. piazzole)	0,5	60 (4 punti x 3 campioni x n. piazzole)
				2	
				4	
Strade	Lineare	6.354 (escluse aree comprese nella piazzola)	13	0,5	39
				Profondità intermedia	
				Fondo scavo	
Cavidotti MT + AT	Lineare	20.655 (escluse le aree di sovrapposizione con strade)	40	0,5	80
				Fondo scavo	
SSE + BESS	Areale	4.633	4	0,5	12
				Profondità intermedia	
				Fondo scavo	
Site camp	Areale	13.742	12	0,5	36
				Profondità intermedia	
				Fondo scavo	

### 5.3 MODALITA' ESECUTIVE DEI CAMPIONAMENTI

I campionamenti saranno realizzati tramite escavatore o pozzetti esplorativi lungo il cavidotto, tramite la tecnica del carotaggio verticale in corrispondenza degli aerogeneratori, con la sonda di perforazione attrezzata con testa a rotazione e roto-percussione, utilizzando un carotiere di diametro opportuno.

La velocità di rotazione sarà portata al minimo in modo da ridurre l'attrito tra sedimento e campionatore. Nel tempo intercorso tra un campionamento ed il successivo il carotiere sarà pulito con l'ausilio di una idropulitrice a pressione utilizzando acqua potabile.

Non sarà fatto impiego di fluidi o fanghi di circolazione per non contaminare le carote estratte e sarà utilizzato grasso vegetale per lubrificare la filettatura delle aste e del carotiere.

Il diametro della strumentazione consentirà il recupero di una quantità di materiale sufficiente per l'esecuzione di tutte le determinazioni analitiche previste, tenendo conto della modalità di preparazione dei campioni e scartando in campo la frazione granulometrica maggiore di 2 cm.

I campioni saranno identificati attraverso etichette con indicata la sigla identificativa del punto di campionamento, del campione e la profondità. I campioni, contenuti in appositi contenitori sterili, saranno mantenuti al riparo dalla luce ed alle temperature previste dalla normativa mediante l'uso di un contenitore frigo portatile.

I campioni saranno consegnati al laboratorio d'analisi certificato prescelto dopo essere stati trattati secondo quanto descritto dalla normativa vigente. Le analisi granulometriche saranno eseguite dal Laboratorio Autorizzato.

#### **5.4 PARAMETRI DA DETERMINARE**

I parametri da determinare sono scelti in accordo con l'Allegato 4 del già citato D.P.R. 120/2017.

In particolare, saranno determinati tutti i parametri identificati nella tabella 4.1 dell'Allegato ( Tabella 6 in questo elaborato), ad eccezione di IPA e BTEX, dal momento che l'area è esente da impianti che possano provocare inquinamenti, non sono presenti infrastrutture viarie di grande comunicazione o insediamenti che possono aver influenzato le caratteristiche del sito mediante ricaduta delle emissioni in atmosfera.

## 6 LE MODALITÀ E LE VOLUMETRIE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO DA RIUTILIZZARE IN SITO

La seguenti tabelle sintetizzano tutti i movimenti terra che saranno eseguiti durante la fase di realizzazione del nuovo impianto eolico.

**Tabella 7 Dettaglio Volumi dei movimenti di materiali per l'impianto eolico in oggetto**

Dettaglio Volumi Movimenti materiali Impianto eolico	Scotico [mc]	Scavo [mc]	Rinterro totale (da cava e scavi) [mc]	Strato fondazione stradale - Base - da cava [mc]	Strato fondazione stradale - Sottofondo - da cava [mc]	Calcestruzzo stradale[mc]	Binder [mc]	Manto d'usura [mc]	Sabbia Vagliata [mc]
Piazzole	29.588	81.774	126.718	6.157	24.627	0	0	0	0
Strade	27.598	62.003	73.203	2.821	11.282	486	0	0	0
Fondazione superficiale	Incluso in Piazzola	10.799	3.750	0	0	0	0	0	0
Fondazioni profonde	Incluso in Piazzola	905	0	0	0	0	0	0	0
Cavidotti MT + AT	5255	15.766	15.766	0	0	0	0	0	5.255
Sottostazione + BESS	1.390	5.530	287	363	1.451	0	254	109	0
Site Camp 1	1.754	352	4.018	518	2.070	0	0	0	0
Site Camp 2	1.764	4.155	1.820	517	2.068	0	0	0	0
Site Camp 3	1.635	3.295	212	506	2.024	0	0	0	0
<b>Totale</b>	<b>68.984</b>	<b>184.579</b>	<b>225.774</b>	<b>10.881</b>	<b>43.523</b>	<b>486</b>	<b>254</b>	<b>109</b>	<b>5.255</b>

**Tabella 8 Volumi totali di materiale movimentato**

Volumi Totali [mc]	
Volume necessario alla formazione rilevati di cui da cava (comprato): 41.195 mc di cui da scavi (riutilizzato in sito): 184.579 mc	225.774 (41.195+184.579)
Volume di scotico riutilizzato per rinaturalizzazione scarpate	68.984
Volume inerti per fondazione stradale- base	10.881
Volume inerti per fondazione stradale- sottofondo	43.523
Volume calcestruzzo fondazione stradale	486
Volume Binder per area SSE+BESS	254
Volume Manto d'usura per area SSE+BESS	109
Volume Sabbia vagliata per rinfianco cavidotti	5.255
Volume totale da conferire a discarica	-

I volumi sopra riportati sono frutto di una modellazione software (Civil3D) e successivamente elaborati secondo i criteri progettuali di seguito elencati:

- Il volume di scotico, ricavato dall'asportazione dei primi 30 centimetri di terreno, viene stoccato in sito e riutilizzato per la rinaturizzazione di scarpate ed aree temporanee una volta terminata l'area di cantiere;
- In base alle informazioni derivanti dalla geologia-geotecnica e dai sopralluoghi effettuati in sito, il materiale escavato risulta essere di tipo granulare-granitoide per cui si presta particolarmente alla formazione dei rilevati. Pertanto, per la formazione del rilevato, viene considerato il 90% in volume come proveniente dagli scavi e il restante 10% come proveniente dalla cava;
- La voce di scavo è un output del software (eccetto per cavidotti e fondazioni), ed è il volume di terreno che è necessario escavare per raggiungere le quote d'imposta descritte negli elaborati e nelle tavole stradali;
- La voce di rilevato è un output del software (eccetto per cavidotti e fondazioni), ed è il volume di terreno che è necessario riportare per raggiungere le quote di progetto. Esso è opportunamente diviso (in Tabella 8) in volume di materiale riutilizzato (e quindi preso dagli scavi) e volume di materiale acquistato da cava;
- Gli strati di fondazione stradale sono acquisiti da cava. Il calcestruzzo è stato disposto come manto d'usura in strade a pendenza elevata. Entrambi sono stati ottenuti in accordo a quanto descritto in Figura 3-5: Tipologico pacchetto stradale;
- Binder e Manto d'usura (asfalto), rispettivamente di spessore pari a 7 cm e 3 cm, sono volumi calcolati per la sola area BESS e Sottostazione;
- La sabbia vagliata, lo scavo, lo scotico e il rinterro dei cavidotti sono stati calcolati a partire dalla sezione del tipologico del cavidotto (*LUR.66 - Tipico di posa cavidotti e risoluzione delle interferenze*);
- Per quanto riguarda le fondazioni, i volumi computati sono stati calcolati a partire dai tipici delle fondazioni (*LUR.41 - Relazione di calcolo preliminare Fondazioni Aerogeneratori e LUR.48 - Pianta e Sezioni fondazione delle WTG (tipologico)*).

Si evidenzia che le quantità verranno nuovamente computate in fase di progettazione esecutiva, analizzando la stratigrafia dei sondaggi esecutivi per poter stimare, sulla base delle litologie riscontrate, i volumi riutilizzabili tenendo in considerazione le esigenze di portanza delle varie opere di progetto.

Nella successiva fase esecutiva, identificati definitivamente i volumi di materiale movimentato per la realizzazione dell'opera, eventuali volumi di materiale non riutilizzato all'interno del sito di produzione potranno essere impiegati per altri utilizzi ove conformi alla definizione di sottoprodotto ai sensi del DPR 120/2017 o, in alternativa, trasportati a discarica autorizzata.