



Green Power

Engineering & Construction



GRE CODE

GRE.EEC.K.25.IT.W.17279.00.012.01

PAGE

1 di/of 39

TITLE:

AVAILABLE LANGUAGE: IT

# IMPIANTO EOLICO GREENFIELD "SANLURI-SARDARA"

## PROGETTO DEFINITIVO

### Piano preliminare di utilizzo terre e rocce da scavo

File: GRE.EEC.K.25.IT.W.17279.00.012.01 - Piano preliminare di utilizzo delle terre e rocce da scavo.docx

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED
01	09/02/2024	Seconda emissione	S. De Caro	G. Alfano	P. Polinelli
00	06/10/2022	Prima Emissione	S. Bossi	G. Alfano	P. Polinelli

#### GRE VALIDATION

COLLABORATORS		VERIFIED BY	VALIDATED BY
			G. Alfano

PROJECT / PLANT	GRE CODE																		
	GROUP	FUNCION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC	PLANT			SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION							
	GRE	EEC	K	2	5	I	T	W	1	7	2	7	9	0	0	0	1	2	0

CLASSIFICATION	<b>PUBLIC</b>	UTILIZATION SCOPE	<b>BASIC DESIGN</b>
----------------	---------------	-------------------	---------------------

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

## INDEX

1. INTRODUZIONE.....	3
1.1. DESCRIZIONE DEL PROPONENTE .....	3
1.2. CONTENUTI DELLA RELAZIONE.....	3
2. DESCRIZIONE DELLE OPERE DA REALIZZARE .....	4
2.1. REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO IN PROGETTO (FASE 1).....	5
2.1.1. LAYOUT DI PROGETTO .....	6
2.1.2. CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE OPERE DI PROGETTO .....	8
2.2. ESERCIZIO DEL NUOVO IMPIANTO (FASE 2).....	21
2.3. DISMISSIONE DEL NUOVO IMPIANTO (FASE 3).....	22
3. INQUADRAMENTO AMBIENTALE .....	22
3.1. INQUADRAMENTO GENERALE .....	22
3.2. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO.....	25
3.3. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO .....	25
3.4. INQUADRAMENTO IDROLOGICO .....	25
3.5. PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO.....	26
4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO .....	28
4.1. ANALISI DETTAGLIATA DELL'AREA .....	32
4.1.1. STRATIGRAFIA DI DETTAGLIO .....	32
5. PROPOSTA DEL PIANO DI CARATTERIZZAZIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO .....	33
5.1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	33
5.2. NUMERO E CARATTERISTICHE DEI PUNTI DI CAMPIONAMENTO .....	35
5.3. MODALITA' ESECUTIVE DEI CAMPIONAMENTI .....	37
5.4. PARAMETRI DA DETERMINARE.....	38
6. LE MODALITÀ E LE VOLUMETRIE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO DA RIUTILIZZARE IN SITO ....	38

## 1. INTRODUZIONE

Stantec S.p.A., in qualità di Consulente Tecnico, è stata incaricata da Marte Srl di redigere il progetto definitivo per la costruzione di un nuovo impianto eolico denominato "Sanluri-Sardara" ubicato nei comuni di Sardara, Sanluri e Villanovaforru, che si trovano in provincia di Sud Sardegna.

Il progetto proposto prevede l'installazione di 12 nuove turbine eoliche ciascuna di potenza nominale fino a 6 MW, in linea con gli standard più alti presenti sul mercato, per una potenza installata totale fino a 72 MW.

L'energia prodotta dagli aerogeneratori, attraverso il sistema di cavidotti interrati in media tensione, verrà convogliata ad una stazione di trasformazione 33/150 kV di nuova realizzazione, all'interno del comune di Sanluri, e poi da qui convogliata alla futura Stazione Elettrica (SE) a 380/150 kV della RTN da inserire in entra - esce alla linea RTN a 380 kV "Ittiri - Selargius", situata nel comune di Sanluri.

In aggiunta alla stessa sottostazione sarà connesso un sistema di accumulo elettrochimico BESS (Battery Energy Storage System) da 35 MW, con un tempo di scarica di 8h, per un totale di capacità di stoccaggio pari a 280 MWh.

Il progetto è in linea con gli obiettivi nazionali ed europei per la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>, legate a processi di produzione di energia elettrica.

Si precisa che il progetto della stazione elettrica SE "Sanluri" e dei relativi raccordi aerei è stato oggetto di un'altra iniziativa, proposta dalla società GREENENERGYSARDEGNA2 e sviluppata dalla società di ingegneria GEOTECH S.r.l.. Il progetto è stato sottoposto per l'approvazione al gestore di rete Terna S.p.a. e ha ottenuto il benestare tecnico. Nel presente documento, in relazione alle lavorazioni relative alla costruzione della stazione elettrica di Terna e ai raccordi aerei, sono riportati nel seguito alcuni stralci della documentazione afferente al Piano Tecnico delle Opere benestariato da Terna S.P.A.. Per gli approfondimenti si rimanda alla lettura dei documenti di progetto del PTO.

### 1.1. DESCRIZIONE DEL PROPONENTE

Marte Srl., in qualità di soggetto proponente del progetto, è una società del Gruppo Enel che si occupa dello sviluppo e della gestione delle attività di generazione di energia da fonti rinnovabili facente capo a Enel Green Power Spa.

Il Gruppo Enel, tramite la controllata Enel Green Power Spa, è presente in 28 Paesi nei 5 continenti con una capacità gestita di oltre 46 GW e più di 1200 impianti.

In Italia, il parco di generazione di Enel Green Power è rappresentato dalle seguenti tecnologie rinnovabili: idroelettrico, eolico, fotovoltaico, geotermia. Attualmente nel Paese conta una capacità gestita complessiva di oltre 14 GW.

### 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).

La revisione del progetto riguarda la modifica della posizione della turbina V01 e relative piazzola e strada di accesso, del sistema BESS, della SSE e della SE di Terna. Le modifiche sulla turbina V01, BESS e SSE derivano dalla volontà del Proponente di ridurre al minimo l'interferenza con le aree tutelate; lo spostamento della Stazione Elettrica 150/380 kV di Sanluri e dei relativi raccordi aerei deriva da una specifica richiesta di Terna al fine di contenere, il più possibile, i movimenti scavo-riporti necessari alla costruzione della Stazione Elettrica.

I dati e le informazioni relative alle lavorazioni per la realizzazione della SE "Sanluri" e dei relativi raccordi aerei, sono desunti dal documento "Piano preliminare gestione TRS - Stazione Elettrica e raccordi aerei" (cod. G855\_DEF\_R\_033\_Piano\_prel\_RTN\_TRS\_1-1\_REV02).

## 2. DESCRIZIONE DELLE OPERE DA REALIZZARE

Il presente progetto riguarda la realizzazione di un impianto eolico con relative opere di connessione e sistema di accumulo BESS. Le opere prevedono quindi la posa di Aerogeneratori con dimensioni e prestazioni che verranno nel seguito discusse. Contestualmente all'installazione delle nuove turbine, verrà adeguata la viabilità esistente e saranno realizzati i nuovi cavidotti interrati in media tensione per la raccolta dell'energia prodotta.

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 prevede l'installazione di 12 nuovi aerogeneratori di ultima generazione, con dimensione del diametro fino a 170 m, altezza al mozzo 135m e potenza massima pari a 6,0 MW ciascuno. La viabilità interna al sito sarà mantenuta il più possibile inalterata, in alcuni tratti saranno previsti solo degli interventi di adeguamento della sede stradale mentre in altri tratti verranno realizzati alcune piste ex novo, per garantire il trasporto delle varie parti degli aerogeneratori in sicurezza e limitare per quanto più possibile i movimenti terra. Si cercherà in ogni caso di seguire e assecondare lo sviluppo morfologico del territorio.

Sarà parte dell'intervento anche la posa del nuovo sistema di cavidotti interrati MT aventi tensione 33kV.

L'intervento prevede la realizzazione di una nuova sottostazione elettrica nel Comune di Sanluri (SU), la quale si conetterà, in antenna a 150 kV sulla sezione a 150 kV della futura Stazione Elettrica (SE) a 380/150 kV della RTN da inserire in entra - esce alla linea RTN a 380 kV "Ittiri - Selargius". A tal fine, la linea AT sarà sezionata in corrispondenza della nuova SE 150/380 kV e saranno realizzati n.5 nuovi sostegni e i n.2 raccordi aerei tra la SE 380/150 kV "Sanluri" e la linea AT "Ittiri-Serargius".

In aggiunta alla stessa sottostazione sarà connesso un sistema di BESS (Battery Energy Storage System) da 35 MW, con un tempo di scarica di 8h, per un totale di capacità di stoccaggio pari a 280 MWh.

Le caratteristiche del nuovo impianto eolico oggetto del presente studio sono sintetizzate nella Tabella 2-1.

<b>Nome impianto</b>	Sanluri-Sardara
<b>Comune</b>	Sardara (SU), Sanluri (SU), Villanovaforru (SU),
<b>Coordinate baricentro UTM zona 33 N</b>	489319.12 m E, 4383056.84 m N
<b>Numero aerogeneratori</b>	12
<b>Potenza nominale aerogeneratori</b>	72,00 MW

<b>Potenza nominale BESS</b>	35,00 MW
<b>Aerogeneratori (potenza, diametro rotore, altezza mozzo)</b>	fino a 6,00 MW, fino a 170 m, fino a 135 m
<b>Trasformatore (numero, potenza, livelli di tensione)</b>	1x 145 MVA, 150/33 kV

**Tabella 2-1: Caratteristiche impianto eolico in progetto**

## 2.1. REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO IN PROGETTO (FASE 1)

La predisposizione del layout del nuovo 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;
- 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 nuove posizioni degli aerogeneratori per l'installazione in progetto sono state stabilite 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 scelta del layout la scelta di postazioni che consentissero di contenere il più possibile l'apertura di nuovi tracciati stradali e i 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;
- Rispetto dei vincoli ambientali e paesaggistici;
- Linee Guida D.M. 10 settembre 2010;
- Massimo riutilizzo delle infrastrutture presenti;

- Ottimizzazione della risorsa eolica;
- Minima occupazione del suolo;
- Contenimento dei volumi di scavo.

### **2.1.1. LAYOUT DI PROGETTO**

L'area di progetto è collocata tra tre comuni: Sanluri (SU), Sardara (SU), Villanovaforru (SU). Si precisa che, seppur in minima parte, la SE "Sanluri" ricade nel territorio comunale di Furtei. La stessa è ubicata nella zona di entroterra centro-meridionale della Sardegna, a circa 30 Km di distanza in direzione Sud-Est dal Golfo di Oristano.

Dal punto di vista geologico, la quasi totalità degli aerogeneratori risultano ubicati all'interno di una zona in cui affiora la Formazione della Marmilla (RML), nota da tempo come "Complesso marnoso-arenaceo Miocenico del Campidano", in cui prevalgono sedimenti fini costituiti da marne arenaceo-argillose e siltiti, siltiti marnose grigio giallastre, arenarie da medie a fini, distribuiti in alternanze tra il decimetro e il metro. Lo spessore complessivo è di circa qualche centinaio di metri.

Di seguito è riportato uno stralcio dell'inquadramento su CTR del nuovo impianto, sia per l'area in cui sono localizzati gli aerogeneratori in progetto che per quella relativa alla stazione MT/AT e al punto di consegna, mentre per un inquadramento di maggior dettaglio si rimanda ai documenti "GRE.EEC.D.73.IT.W.17279.00.043.01 - INQUADRAMENTO GENERALE SU ORTOFOTO 1:5000", "GRE.EEC.D.25.IT.W.17279.00.044.01 - INQUADRAMENTO GENERALE SU CTR SCALA 1:10.000".

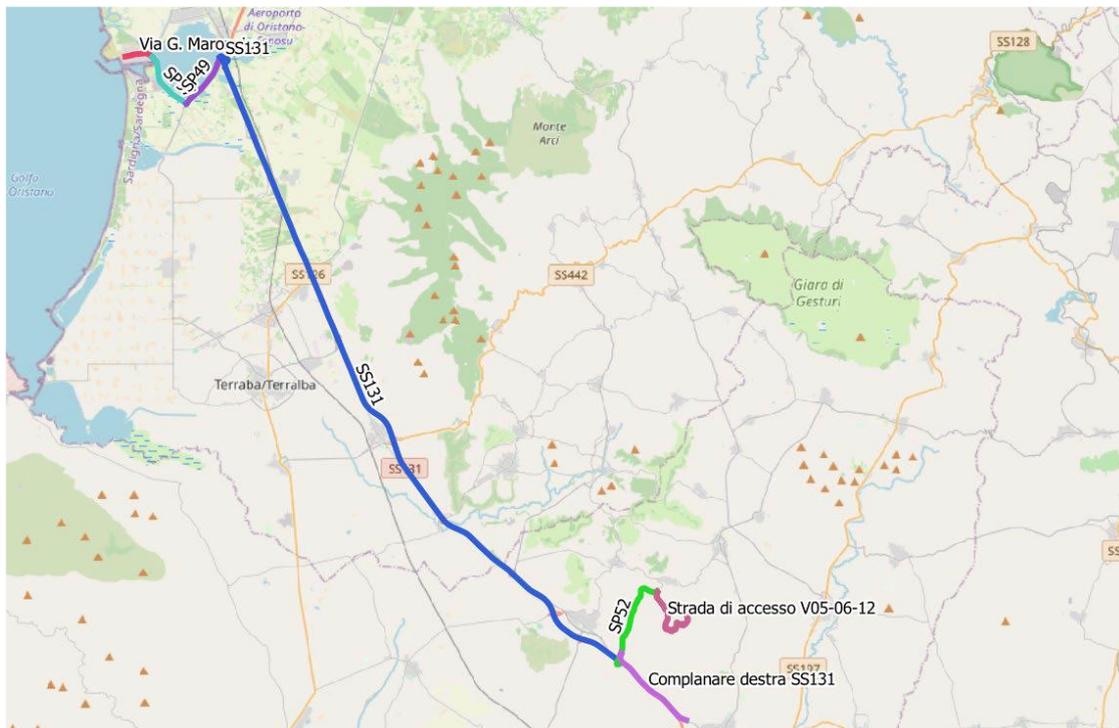


LEGENDA

● WTG					
Strade		Cavidotti		Sottostazione utente	
— Da adeguare	--- 1	■ Sanluri-Sardara	■ Altri produttori	■ Futura Stazione Elettrica (SE) Sanluri	
— Nuova realizzazione	--- 2	■ Strada servizio SE Sanluri	■ Strada accesso SE Sanluri	— Elettrodotto aereo a 380 kV Ittiri-SE Sanluri da realizzare	
— Temporanea	--- 3	■ Strada servizio SE Sanluri	■ Strada accesso SE Sanluri	— Elettrodotto aereo a 380 kV SE Sanluri-Selargius da realizzare	
— Piazzole definitive	--- 4	■ Strada servizio SE Sanluri	■ Strada accesso SE Sanluri	● Tralicci Elettrodotto Ittiri-SE Sanluri	
— Piazzole temporanee	--- BESS	■ Strada servizio SE Sanluri	■ Strada accesso SE Sanluri	● Tralicci Elettrodotto SE Sanluri-Selargius	
□ Scavi-riporti	--- Cavidotto AT	■ Strada servizio SE Sanluri	■ Strada accesso SE Sanluri		
■ Site Camp	■ BESS	■ Strada servizio SE Sanluri	■ Strada accesso SE Sanluri		

**Figura 2-1: Estratto elaborato "GRE.EEC.D.25.IT.W.17279.00.044.01 - INQUADRAMENTO GENERALE SU CTR SCALA 1\_10.000"**

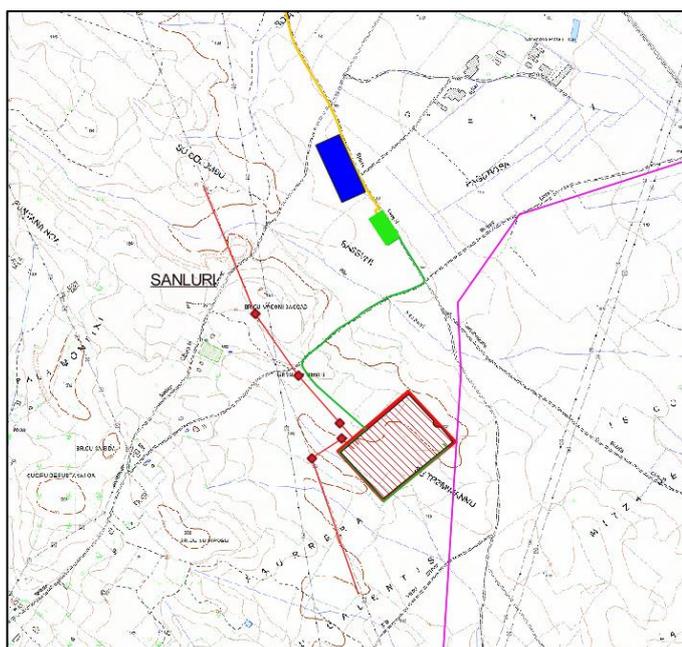
La viabilità esistente permette di raggiungere l'impianto percorrendo la Via G. Marongiu (all'interno della zona portuale), la SP97, la SP49, la SS131, la SP52 e la strada di accesso al sito denominata "Strada Comunale Villamar" attraverso un percorso lungo circa 49 km. Questo percorso consente il transito di tutti gli elementi dell'aerogeneratore in tempo minore rispetto al percorso alternativo dal porto di Cagliari (66 km) oltre che alla presenza di un numero minore di adeguamenti alla viabilità.



**Figura 2-2: Percorso delle componenti dal porto di Oristano al sito di installazione**

L’impianto eolico di nuova realizzazione sarà composto da 4 sottocampi, in ciascuno di essi gli aerogeneratori saranno collegati in entra-esce con linee in cavo, e si collegheranno al quadro di media tensione installato all’interno del fabbricato della stazione di trasformazione.

La sottostazione elettrica di trasformazione (SSU MT/AT) si trova nel Comune di Sanluri (SU) e verrà condivisa con altri produttori. Tale sottostazione è situata in prossimità della futura Stazione Elettrica (SE) a 380/150 kV della RTN da inserire in entra – esce alla linea RTN a 380 kV “Ittiri – Selargius”, la quale costituirà il punto di connessione dell’impianto alla RTN, come da Preventivo di connessione (STMG).



**Legenda**

- Limite comunale
- WTG
- BESS
- SSE 33/150 kV
- SE 380/150 kV
- Tralicci Elettrodo Ittiri-SE Sanluri
- Tralicci Elettrodo SE Sanluri-Selargius
- Nuovo raccordo aereo a 380 kV Ittiri-SE Sanluri
- Nuovo raccordo aereo a 380 kV SE Sanluri-Selargius
- Cavidotti MT
- Cavidotto AT

**Figura 2-3: Stralcio di inquadramento su CTR, SSE MT/AT, SE Terna e raccordi aerei**

**2.1.2. CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE OPERE DI PROGETTO**

### 2.1.2.1. 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.

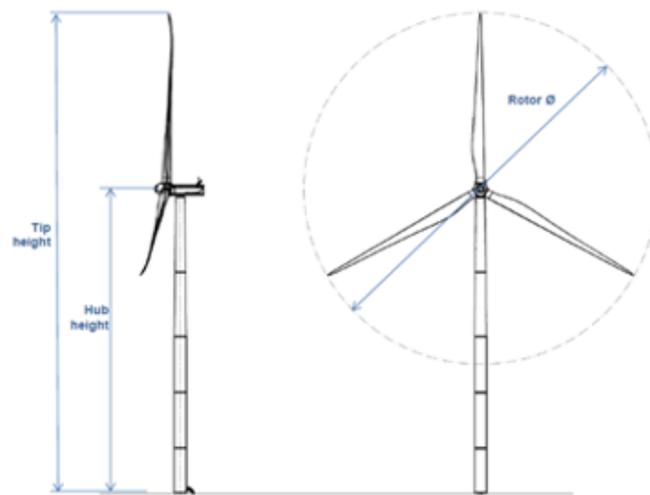
Gli aerogeneratori che verranno installati nel nuovo impianto saranno selezionati sulla base delle più innovative tecnologie disponibili sul mercato. La potenza nominale delle turbine previste sarà pari a massimo 6,0 MW. La tipologia e la taglia esatta dell'aerogeneratore saranno comunque individuati 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 6,0 MW:

Potenza nominale	6,0 MW
Diametro del rotore	170 m
Lunghezza della pala	83,5 m
Corda massima della pala	4,5 m
Area spazzata	22.698 m <sup>2</sup>
Altezza al mozzo	135 m
Classe di vento IEC	IIIA
Velocità cut-in	3 m/s
V nominale	11 m/s
V cut-out	25 m/s

**Tabella 2-2: Caratteristiche di un aerogeneratore con potenza nominale pari a 6,0 MW**

Nell'immagine seguente è rappresentata una turbina con rotore di diametro pari a 170 m e potenza fino a 6,0 MW:



Diametro rotore (rotor $\Phi$ )	170 m
Altezza mozzo (Hub Height)	135 m
Altezza massima (Tip Height)	220 m

**Figura 2-4. Vista e caratteristiche di un aerogeneratore da 6,0 MW**

Ogni aerogeneratore è equipaggiato di generatore elettrico asincrono, di tipo DFIG (Directly Fed Induced Generator) che converte l'energia cinetica in energia elettrica ad una tensione nominale di 690 V. È inoltre presente su ogni macchina il trasformatore MT/BT per innalzare la tensione di esercizio da 690 V a 33.000 V.

### **2.1.2.2. Fondazioni aerogeneratori**

Il dimensionamento preliminare delle fondazioni degli aerogeneratori è stato condotto sulla base dei dati geologici e geotecnici emersi dalle campagne geognostiche condotte durante la fase di costruzione dell'impianto attualmente in esercizio (GRE.EEC.C.25.IT.W.17279.00.097 - Relazione di calcolo preliminare Fondazioni Aerogeneratori). Inoltre, tali dati sono stati integrati e riverificati anche grazie a sopralluoghi eseguiti dal geologo del gruppo di progettazione.

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, a base circolare su pali, di diametro 25 m. L'altezza dell'elemento è variabile, da un minimo 1.5 m sul perimetro esterno del plinto a un massimo di 3.75 metri nella porzione centrale. In corrispondenza della sezione di innesto della torre di sostegno verrà realizzato un colletto aggiuntivo di altezza 0.5 m. Nel caso in esame, risulta necessario prevedere fondazioni costituite da plinti su pali di diametro 1.2 m e lunghezza 37 m.

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 un successivo getto con classe di resistenza C45/55. 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.

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 di diametro di 1.2 m e lunghezza 37 m, posti a corona circolare ad una distanza di 10,70 m dal centro, realizzati in calcestruzzo armato.

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

- Scoticismo 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 rinterrati) alle condizioni originarie delle aree adiacenti le nuove installazioni;
- Scavo fino alla quota di imposta delle fondazioni (indicativamente pari a circa -4.50 m rispetto al piano di campagna rilevato nel punto coincidente con l'asse verticale aerogeneratore);
- Scavo con perforatrice fino alla profondità di 37 m per ciascun palo, a partire dalla quota di imposta delle fondazioni;
- 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.

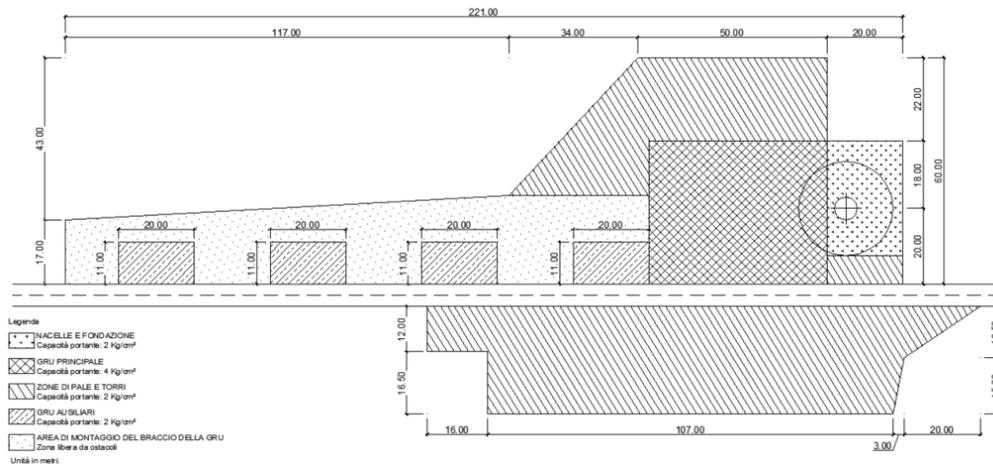
### **2.1.2.3. Piazzole di montaggio e manutenzione**

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, hub 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 [GRE.EEC.D.99.IT.W.17279.00.081.00 - Tipico piazzola - piante.](#)

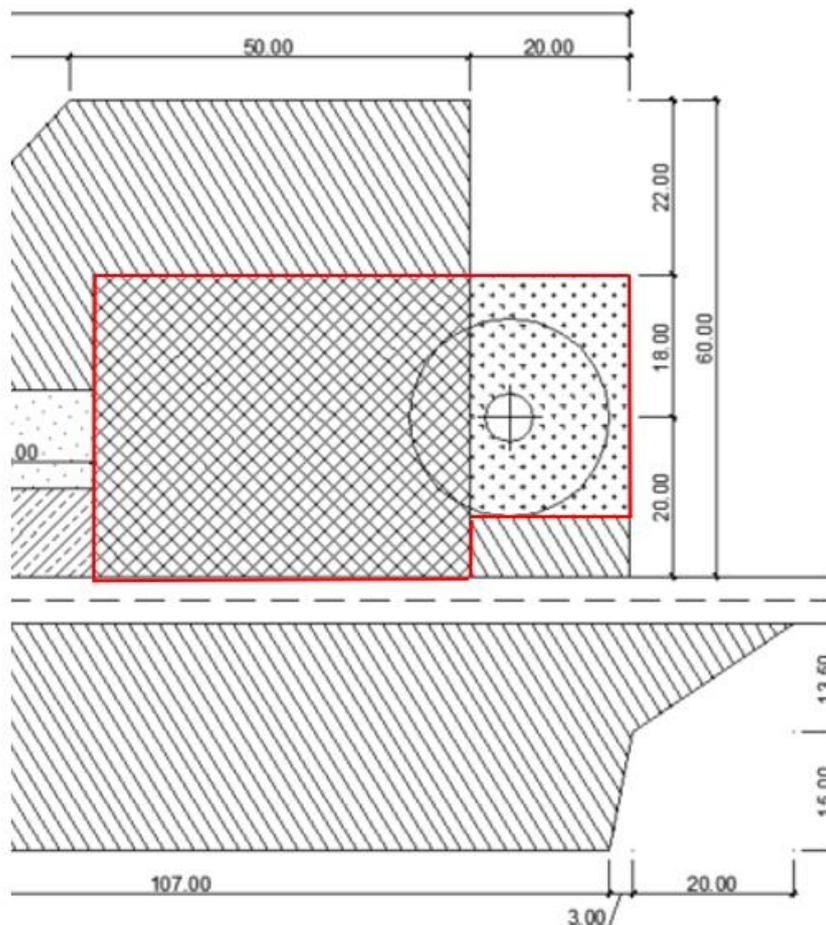


**Figura 2-5: Dimensioni piazzola montaggio e di esercizio**

Come mostrato nella figura precedente, la piazzola sarà composta da due sezioni: la parte superiore con una dimensione di circa 7549 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 3439 m<sup>2</sup>, destinata prevalentemente allo stoccaggio dei componenti per il montaggio, per un totale di circa 10988 m<sup>2</sup>.

Oltre alle superfici sopracitate, per la quantificazione dell'occupazione di suolo, si considera il tratto di viabilità interno alla piazzola come parte integrante della piazzola.

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 circa 2397 m<sup>2</sup> e da una parte temporanea, presente solo durante la costruzione dell'impianto, pari a 8591 m<sup>2</sup>. La parte definitiva è evidenziata in rosso nella figura seguente:



**Figura 2-6: Piazzola – parte definitiva**

Per la realizzazione delle piazzole, la tecnica di realizzazione 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 adibita al posizionamento della gru principale si prevede una capacità portante non minore di  $4 \text{ kg/cm}^2$ , 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  $2 \text{ kg/cm}^2$ .

Le aree delle piazzole adibite allo stoccaggio delle pale e delle sezioni torre, al termine dei lavori, potranno essere completamente restituite agli usi precedenti ai lavori. Invece, la piazzola di montaggio verrà mantenuta anche al termine dei lavori, per poter garantire la gestione e manutenzione ordinaria e straordinaria delle turbine eoliche.

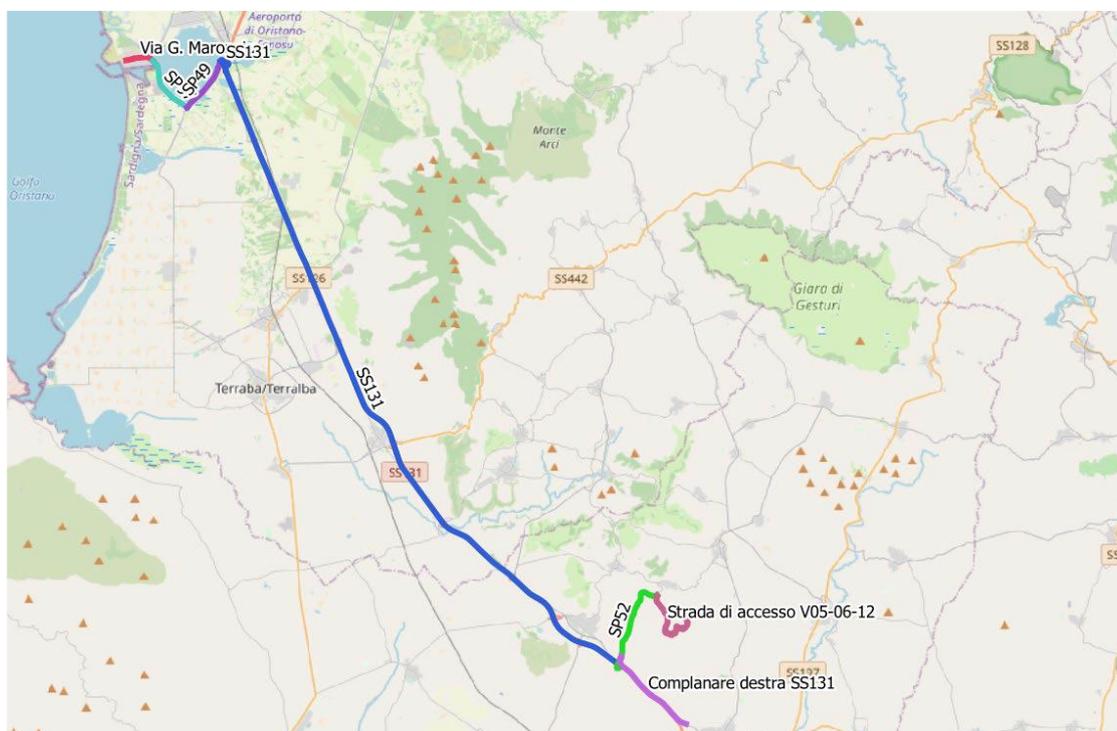
#### **2.1.2.4. Viabilità di accesso e viabilità interna**

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.

La viabilità di accesso al sito è stata oggetto di uno studio specialistico ("GRE.EEC.R.99.IT.W.17279.00.089 - Relazione viabilità accesso di cantiere") condotto da una società esterna specializzata nel trasporto eccezionale, il quale ha evidenziato la necessità di apportare degli adeguamenti alla viabilità esistente in alcuni tratti, per poter garantire il transito delle pale.

La viabilità esistente permette di raggiungere l'impianto percorrendo la Via G. Marongiu (all'interno della zona portuale), la SP97, la SP49, la SS131, la SP52 e la strada di accesso al sito denominata "Strada Comunale Villamar" attraverso un percorso lungo circa 49 km. Questo percorso consente il transito di tutti gli elementi dell'aerogeneratore in tempo minore rispetto al percorso alternativo dal porto di Cagliari (66 km) oltre che alla presenza di un numero minore di adeguamenti alla viabilità.



**Figura 2-7: Percorso delle componenti dal porto di Oristano al sito di installazione**

Si procederà quindi con tecniche di trasporto miste, ovvero con camion tradizionali e con blade lifter, 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 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 che saranno realizzate in parte adeguando la viabilità già esistente e in parte realizzando nuove piste, seguendo l'andamento morfologico del sito.

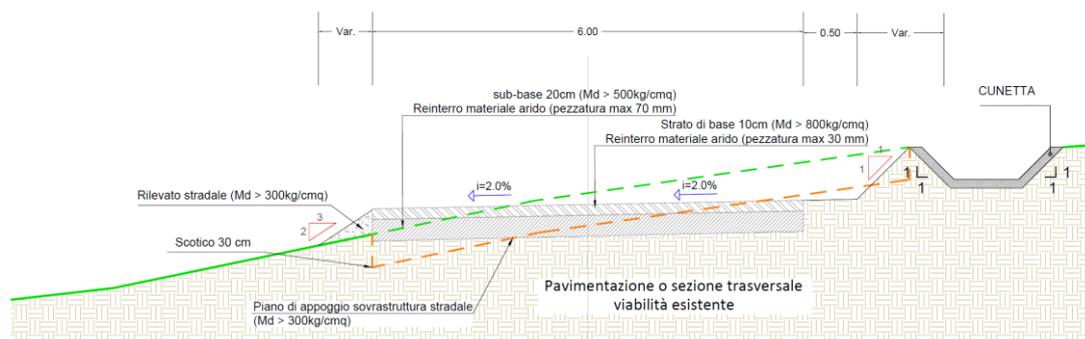
Il sottofondo stradale sarà costituito da materiale pietroso misto frantumato mentre la rifinitura superficiale sarà formata da uno strato di misto stabilizzato opportunamente compattato.

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 bituminoso e manto d'usura.

La tecnica di realizzazione degli interventi di adeguamento della viabilità interna e realizzazione dei nuovi tratti stradali prevede l'esecuzione delle seguenti attività:

- Scoticismo di 30 cm del terreno esistente;

- Regularizzazione delle pendenze mediante scavo o stesura di strati di materiale idoneo;
- Posa di una fibra tessile (tessuto/non-tessuto) di separazione;
- Posa di uno strato di 20 cm di misto di cava e 10 cm di misto granulare stabilizzato;
- Nel caso di pendenze sopra il 10% nei tratti rettilinei o 7% nei tratti in curva, posa di uno strato di 20 cm di misto di cava, di uno strato di 10 cm di misto granulare stabilizzato, di uno strato di 7 cm di binder e 3 cm di manto d'usura.

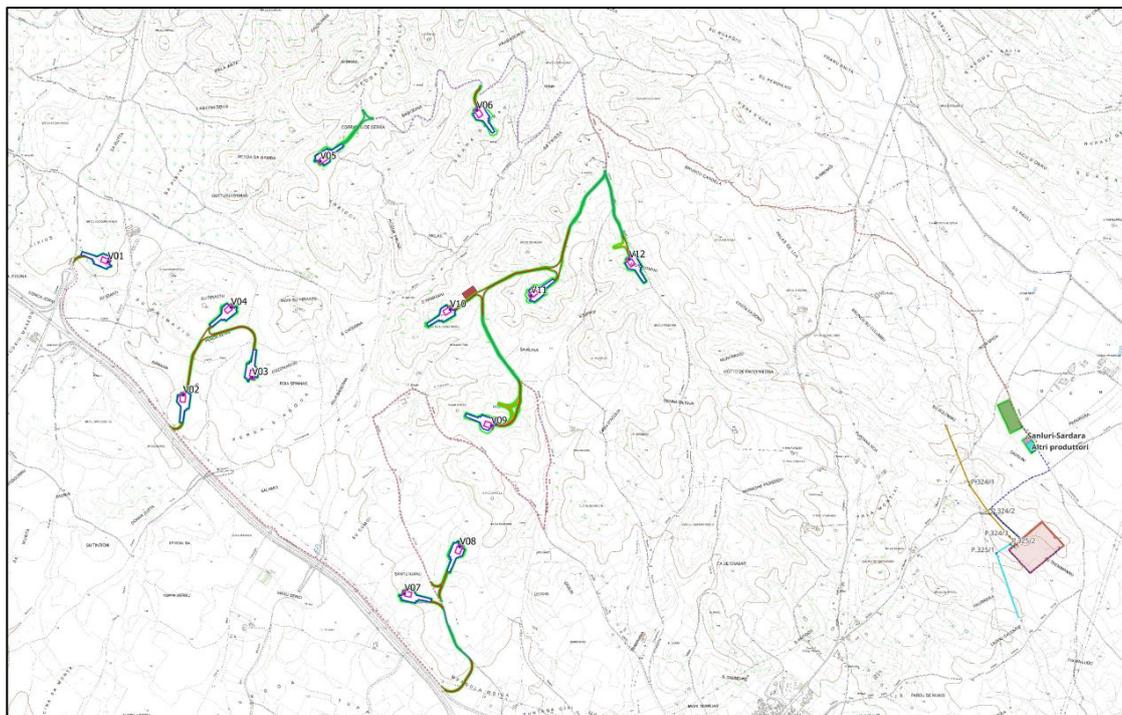


**Figura 2-8: Sezioni stradali tipo. Estratto elaborato "GRE.EEC.D.99.IT.W.17279.00.080.00 - Tipico sezione stradali con particolari costruttivi"**

Le strade verranno realizzate e/o adeguate secondo le modalità indicate nella tavola GRE.EEC.D.99.IT.W.17279.00.080.00 - Tipico sezione stradali con particolari costruttivi.

Il progetto prevede la realizzazione di nuovi tratti stradali per circa 8082 m, l'adeguamento di circa 776 m di viabilità esistente.

Per un maggiore dettaglio, si rimanda all'elaborato GRE.EEC.D.25.IT.W.17279.00.044.01 INQUADRAMENTO GENERALE SU CTR Scala 1 10.000.



**LEGENDA**

- WTG
- Strade
  - Da adeguare
  - Nuova realizzazione
  - Temporanea
  - Piazzole definitive
  - Piazzole\_Rev01 — linee
  - Scavi-riporti
  - Site Camp
- Cavidotti
  - - - 1
  - - - 2
  - - - 3
  - - - 4
  - - - BESS
- - - Cavidotto AT
- BESS
- Sottostazione utente
  - Sanluri-Sardara
  - Altri produttori
  - Futura Stazione Elettrica (SE) Sanluri
  - Strada servizio SE Sanluri
  - Strada accesso SE Sanluri
  - Elettrodo aereo a 380 kV Ittiri-SE Sanluri da realizzare
  - Elettrodo aereo a 380 kV SE Sanluri-Selargius da realizzare
  - ★ Tralicci Elettrodo Ittiri-SE Sanluri
  - ★ Tralicci Elettrodo SE Sanluri-Selargius

**Figura 2-9: Estratto elaborato “GRE.EEC.D.25.IT.W.17279.00.044.01 –  
INQUADRAMENTO GENERALE SU CTR SCALA 1\_10.000**

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.

**2.1.2.5. Cavidotti in media tensione**

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 nuova viabilità dell'impianto e per un tratto lungo la viabilità già esistente.

I 4 sottocampi del parco eolico saranno costituiti da 3 aerogeneratori ciascuno collegati in entra-esce con linee in cavo e saranno connessi alla stazione di trasformazione tramite 4 elettrodotti:

Elettrodotto 1

DA	A	Lunghezza [m]	Sezione [mm2]	Corrente transitante	Cdt%
V-01	V-04	3470	1x630	117	0,2
V-04	V-03	1130	1x630	233	0,13
V-03	SST	18532	1x630	350	1,911
					<b>3,529</b>

Elettrodotto 2

DA	A	Lunghezza [m]	Sezione [mm2]	Corrente transitante	Cdt%
V-02	V-07	4875	1x300	117	0,48
V-07	V-08	1155	1x300	233	0,227
V-08	SST	12760	1x630	350	3,199
					<b>2,910</b>

### Elettrodotta 3

DA	A	Lunghezza [m]	Sezione [mm <sup>2</sup> ]	Corrente transitante	Cdt%
V-05	V-06	2513	1x300	117	0,247
V-06	V-12	2360	1x300	233	0,465
V-12	SST	6155	1x630	350	1,062
					<b>1,775</b>

### Elettrodotta 4

DA	A	Lunghezza [m]	Sezione [mm <sup>2</sup> ]	Corrente transitante	Cdt%
V-09	V-10	1694	1x300	117	0,167
V-10	V-11	1700	1x300	233	0,355
V-11	SST	6928	1x630	350	1,196
					<b>1,697</b>

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

Per la posa dei nuovi cavidotti si realizzerà un nuovo scavo a sezione ristretta della larghezza adeguata a ciascun elettrodotta, fino a una profondità non inferiore a 1,20 m. 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.

Durante il sopralluogo e studio da remoto sono state riscontrate varie interferenze alla posa dei cavidotti. Per maggiori dettagli in merito alla posizione e metodologia di risoluzione si rimanda agli elaborati "GRE.EEC.D.24.IT.W.17279.00.072.01 - PLANIMETRIA INTERFERENZE CAVIDOTTO MT ESTERNO" e "GRE.EEC.D.24.IT.W.17279.00.071.00 - PARTICOLARI TIPOLOGICI RISOLUZIONE INTERFERENZE CON CAVIDOTTO MT".

#### **2.1.2.6. Sottostazione di trasformazione**

La stazione di trasformazione individuata per la connessione alla rete di trasmissione nazionale RTN a 150 kV sarà ubicata nel comune di Sanluri e sarà una sottostazione condivisa con più produttori, ognuno con il proprio stallo di trasformazione o stallo arrivo linea in cavo AT connesso alle sbarre comuni di alta tensione che costituiranno le sbarre di parallelo. Lo stallo linea verso la stazione Terna sarà uno solo, unico per tutti i produttori.

La sottostazione sarà collegata in antenna con cavo in alta tensione alla futura Stazione Elettrica (SE) a 380/150 kV della RTN da inserire in entra - esce alla linea RTN a 380 kV "Ittiri - Selargius".

La sottostazione si compone di n.1 stallo produttore relativo al progetto dell'impianto eolico Sanluri-Sardara, n.2 stalli AT relativi ad altre iniziative e non oggetto del presente progetto e di n.1 stallo AT in uscita verso la SE Terna. Il montante di trasformazione AT/MT dell'impianto eolico di Sanluri-Sardara sarà composto dalle seguenti apparecchiature ad isolamento in aria:

- N.1 sezionatore di sbarre (189S) dimensionato per 170 kV, 31,5 kA, 1250 A, con comando a motore elettrico (110Vcc).
- N. 3 TV di tipo induttivo a triplo avvolgimento secondario protezioni e misure con

isolamento in SF6.

- N.1 interruttore generale (152T) dimensionato per 170 kV, 31,5 kA, 1250 A, con bobina di chiusura, due bobine di apertura, isolamento in SF6 e comando a motore elettrico (110Vcc).
- N.3 TA a quattro avvolgimenti secondari, 2 di misura e 2 di protezione, con isolamento in SF6.
- N.3 scaricatori di sovratensione.
- N.1 trasformatore AT/MT 150/33kVdi potenza nominale 145MVA ONAN-ONAF
- N.1 quadro di media tensione 33 kV
- N.1 trasformatore 33 kV/400 V per i servizi ausiliari
- N.1 quadro servizi ausiliari in bassa tensione
- Quadro protezione
- Quadro di misura.

Le apparecchiature AT e il trasformatore saranno installati all'aperto, il quadro di media tensione, i servizi ausiliari e i sistemi di protezione, controllo e misura saranno installati all'interno del fabbricato previsto all'interno dell'area di sottostazione riservata al progetto in oggetto.

La sottostazione sarà opportunamente recintata e munita di accessi conformi alla normativa vigente.

Così come riportato nella STMG, *il nuovo elettrodotto in antenna per il collegamento della sottostazione sulla Stazione Elettrica della RTN costituisce impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo produttore a nella suddetta stazione costituisce impianto di rete per la connessione.*

I dettagli costruttivi e dimensionali sono riportati negli elaborati:

- GRE.EEC.D.74.IT.W.17279.00.091 - *planimetria elettromeccanica sottostazione MT/AT*
- GRE.EEC.D.74.IT.W.17279.00.092 - *sezioni elettromeccaniche sottostazione MT/AT*
- GRE.EEC.D.74.IT.W.17279.00.093 - *Pianta prospetti e sezioni edifici Sottostazione MT/AT*
- GRE.EEC.R.74.IT.W.17279.00.094 - *Relazione tecnica opere di utenza - sottostazione + cavo AT*

### **2.1.2.7. Sistema di accumulo BESS**

Il sistema BESS (Battery Energy Storage System) sarà composto da blocchi di batterie a ioni di Litio (Li-Ion), che rappresentano la soluzione maggiormente utilizzata per l'integrazione delle tecnologie rinnovabili con la rete, grazie alla loro alta efficienza, modularità, flessibilità e reattività.

Il sistema di batterie installato avrà una potenza complessiva pari a 35 MW, e sarà composto da 10 blocchi da 3,5 MW ciascuno, con una capacità di stoccaggio di energia complessiva pari a 280 MWh.

L'impianto BESS (Battery Energy Storage System), sarà costituito da:

- 80 battery container da 3500 kW
- 20 container PCS (contenenti inverter e trasformatori)
- 10 trasformatori elevatori
- 2 container MV contenente il quadro di media tensione di interfaccia

Il BESS sarà installato in un'area dedicata di estensione pari a circa 2 ha nelle vicinanze della sottostazione elettrica d'utente.

I container dovranno essere installati su una struttura in cemento armato, costituita da una platea di fondazione opportunamente dimensionata.

I container sono progettati per ospitare le apparecchiature elettriche, garantendo idonee segregazioni per le vie cavi (canalizzazioni e pavimento flottante), isolamento termico e separazione degli ambienti, spazi di manutenzione e accessibilità dall'esterno.

Particolare cura dovrà essere posta nella sigillatura della base del container batterie. Per il locale rack batterie dovranno essere realizzati setti sottopavimento adeguati alla formazione di un vascone di contenimento, che impedisca la dispersione di elettrolita nel caso incidentale.

Relativamente alla sicurezza degli accessi, i container saranno caratterizzati da elevata robustezza. Tutte le porte dovranno essere in acciaio rinforzato e dotate di serrature e blocchi idonei a prevenire l'accesso da parte di non autorizzati.

Il sistema BESS sarà dotato di un proprio impianto di messa a terra, realizzato in conformità alle prescrizioni della Norma CEI EN 50522.

### **2.1.2.8. Cavidotto interrato AT**

Il cavo di alta tensione sarà dimensionato per trasportare la massima potenza generata dagli impianti di produzione che saranno connessi alla sottostazione. Pertanto, il valore minimo di portata del cavo sarà tale da garantire l'evacuazione di 280 MW di potenza.

Il cavo AT di connessione alla futura stazione elettrica AT, sarà interrato alla profondità di circa 1,50 m, con disposizione delle fasi a trifoglio.

Nello stesso scavo della trincea, si prevede la posa di un cavo a fibre ottiche per trasmissione dati e una corda di terra (rame nudo).

La terna di cavi dovrà essere protetta mediante lastra in CAV e segnalata superiormente da un nastro segnaletico. La restante parte della trincea dovrà essere ulteriormente riempita con materiale di risulta e di riporto.

Altre soluzioni particolari, quali l'alloggiamento dei cavi in cunicoli prefabbricati o gettati in opera od in tubazioni di PVC della serie pesante o di ferro, potranno essere adottate per attraversamenti specifici, qualora si rendessero necessari.

### **2.1.2.9. Stazione elettrica 380/150 kV "Sanluri"**

La nuova Stazione Elettrica "SE Sanluri" sarà del tipo unificato TERNA con isolamento in aria e stalli tradizionali: essa sarà pertanto del tipo AIS (Air Insulated Substation) cioè con isolamento sbarre e sezionamenti in aria, unità funzionali in SF6. Essa sarà dotata di 3 sezioni, due a 150 kV e una a 380 kV.

Nella sezione 380 kV sono previsti 12 stalli e in quelle a 150 kV 25 stalli totali (12 stalli per la sezione dx e 13 stalli per la sezione sx).

Nella stessa sarà presente un edificio comandi e servizi ausiliari oltre che opere accessorie e alla viabilità esistente.

Per l'alloggiamento dei sistemi protezione e controllo, alimentazione degli ausiliari è stato previsto un edificio.

Per l'alimentazione dei servizi ausiliari dalla rete di distribuzione MT per i servizi di telecomunicazioni e per il gruppo elettrogeno è previsto un edificio dedicato.

La futura Stazione Elettrica e le opere ad essa connessa occuperà complessivamente un'area di 114.400 m<sup>2</sup> circa che comprende:

- Le strade perimetrali di accesso e servizio;
- I piazzali interni;
- Le scarpate necessarie al rimodellamento del terreno per il piano di posa;
- Le fasce per le opere di mitigazione;
- Le aree per la messa in opera della strada di accesso alla stazione
- L'area di stazione vera e propria
- Le aree necessarie al rimodellamento e alla sistemazione delle strade esistenti che verranno utilizzate per l'accesso all'area in progetto.

Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato "Relazione tecnica illustrativa" relativo alla Stazione Elettrica (cod. G855\_DEF\_R\_005\_Rel\_tec\_SE\_1-1\_REV02).

### **2.1.2.10. Raccordi aerei**

L'intervento consiste nella realizzazione dei nuovi elettrodotti aerei a 380 kV di raccordo tra la linea esistente "Ittiri - Selargius" e la futura stazione elettrica di trasformazione 150/380 kV "SE Sanluri".

Gli elettrodotti di raccordo saranno due, entrambi in singola terna, uno per ciascuno dei due rami in cui verrà aperta la "Ittiri - Selargius":

- "Ittiri - SE Sanluri": ha una lunghezza di 618 m con 3 nuovi sostegni di cui uno (324/1) a sostituzione dell'esistente p.324 della "Ittiri - Selargius";
- "SE Sanluri - Selargius": ha una lunghezza di 180 m con 2 nuovi sostegni di cui uno (325/1) a sostituzione dell'esistente p.325 della "Ittiri - Selargius".

Il tratto di conduttura esistente tra i sostegni p.323 e p.324 e tra i p. 325 e p.326 della "Ittiri - Selargius" e verrà dismesso e successivamente sostituito con i nuovi conduttori: tale operazione viene definita ritesatura.

L'elettrodotto aereo sarà realizzato in semplice terna con sostegni del tipo a traliccio.

Per meglio comprendere la presente descrizione, si fa specifico riferimento all'elaborato "Corografia di progetto ortofotocarta - Stazione Elettrica e raccordi aerei" (cod. G855\_DEF\_T\_004\_Coro\_prog\_RTN\_ortofoto\_1-1\_REV01) in scala 1: 5.000.

Il raccordo aereo "nord" ovvero quello che da Ittiri arriverà a Sanluri, avrà un andamento NNO-SSE ed entra in stazione con andamento N-S. In totale sono previsti 2 sostegni.

Il raccordo aereo "sud" ovvero quello che dalla futura SE di Sanluri andrà a Selargius, uscirà dalla stazione con un primo tratto ad andamento N-S, proseguirà con una campata E-O inserendosi sull'esistente "Ittiri - Selargius" con un andamento N-S. In totale sono previsti 3 sostegni.

Entrambi i raccordi saranno ubicati su terreni agricoli, al di fuori di aree abitate e totalmente in comune di Sanluri (SU).

Dal punto di vista delle interferenze, si interseca la linea esistente 220 kV "Villasor - Mogorella" nella campata 324/1 - 324/2 del raccordo in progetto "Ittiri - Sanluri".

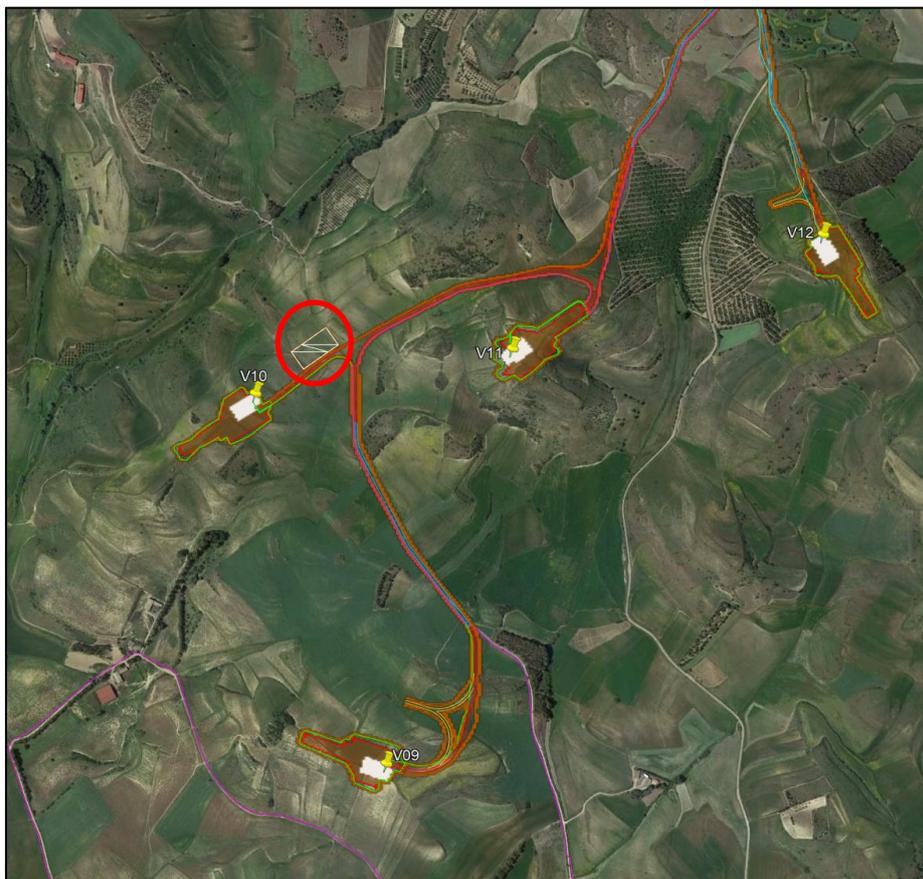
### **2.1.2.11. Aree di cantiere**

Durante la fase di cantiere, sarà necessario approntare un'area dell'estensione di circa 5000 mq 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, 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.



**Figura 2-10: individuazione Site camp (cerchio rosso). estratto elaborato "GRE.EEC.D.99.IT.W.17279.00.087 - Tipico aree di cantiere + ripristino"**

## 2.2. ESERCIZIO DEL NUOVO IMPIANTO (FASE 2)

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.

Le tipiche operazioni di manutenzione ordinaria che verranno svolte sull'impianto di nuova realizzazione sono descritte nel documento "GRE.EEC.M.99.IT.W.17279.00.013 - Piano di manutenzione dell'impianto".

### **2.3. DISMISSIONE DEL NUOVO IMPIANTO (FASE 3)**

Si stima che il nuovo impianto Sanluri-Sardara 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.

Tuttavia, nell'ipotesi di non procedere con una nuova integrale ricostruzione o ammodernamento dell'impianto, si procederà ad una totale dismissione dello stesso, provvedendo a una rinaturalizzazione dei terreni interessati dalle opere.

In entrambi gli scenari, le fasi che caratterizzeranno lo smantellamento dell'impianto in costruzione 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;
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 stazione elettrica di trasformazione e di consegna (SSU).
6. Smantellamento della sottostazione elettrica lato utente, 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 di integrale ricostruzione giunto a fine vita utile, si rimanda alla relazione GRE.EEC.R.99.IT.W.17279.00.011.01 - Piano di dismissione dell'impianto.

## **3. INQUADRAMENTO AMBIENTALE**

### **3.1. INQUADRAMENTO GENERALE**

Il sito si trova nella provincia di Sud Sardegna ed interessa il territorio dei comuni di Villanovaforru, Sardara e Sanluri. La SE "Sanluri" ricade parzialmente nel territorio del comune di Furtei.

L'area è identificata dalle seguenti coordinate geografiche:

- Latitudine: 39°35'49,84"N
- Longitudine: 8°52'32,16"E

L'impianto in progetto, nel suo complesso, ricade all'interno dei seguenti fogli catastali:

- Comune di Sanluri: n° 1, n° 2, n° 3, n° 4, n° 5, n° 7, n° 8, n° 11, n° 12, n° 13, n° 14, n° 17, n° 19, n° 22;
- Comune di Sardara: n° 31, n° 43, n° 44, n° 45, n° 58, n° 59;
- Comune di Villanovaforru: n° 10, n° 11, n° 12, n° 14, n° 15, n° 16;
- Comune di Furtei: n° 5.

L'area di progetto ricade all'interno dei fogli I.G.M. in scala 1:25.000 codificati 225-I-NE, denominato "Lunamatrona" e 225-I-SE denominato "Sanluri".

Di seguito è riportato l'inquadramento territoriale dell'area di progetto e la posizione degli aerogeneratori su ortofoto.

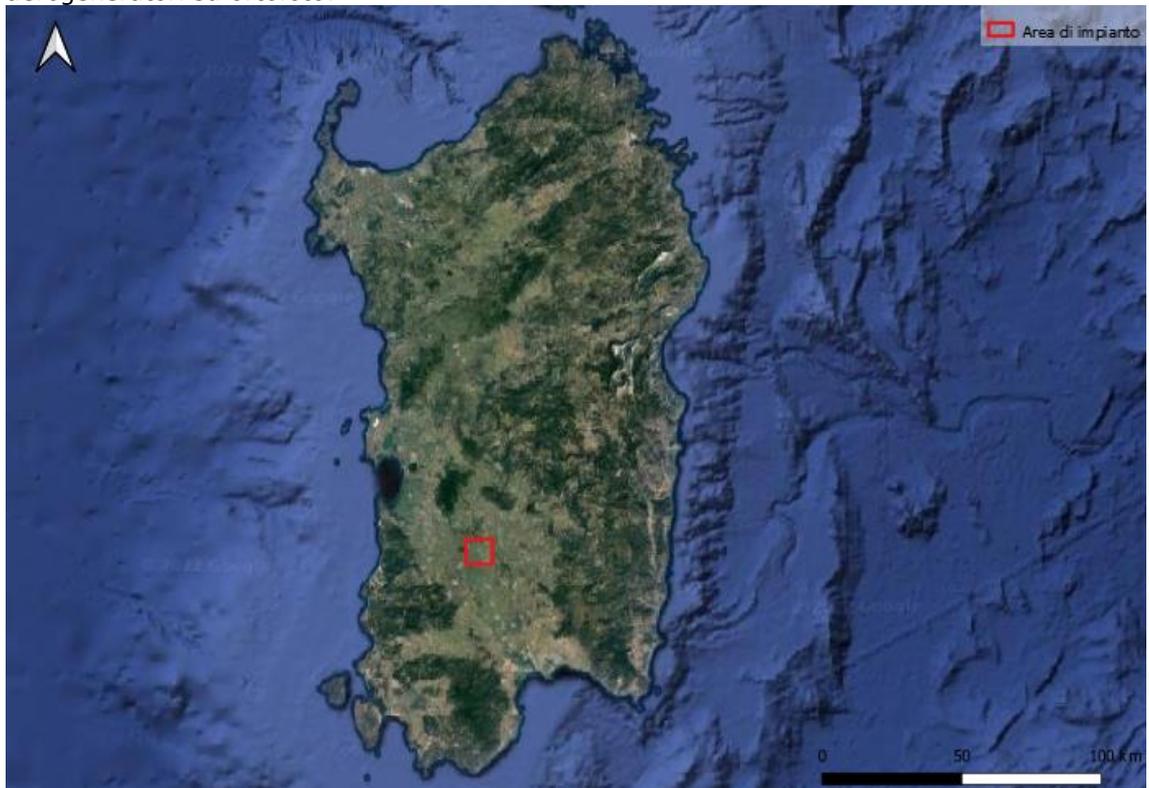
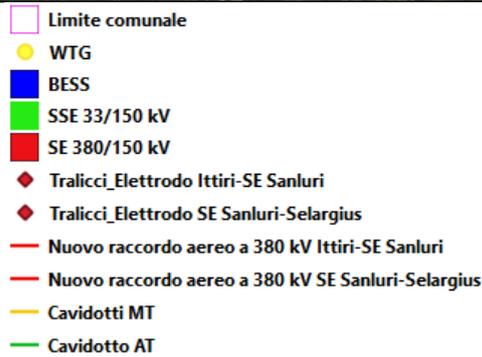
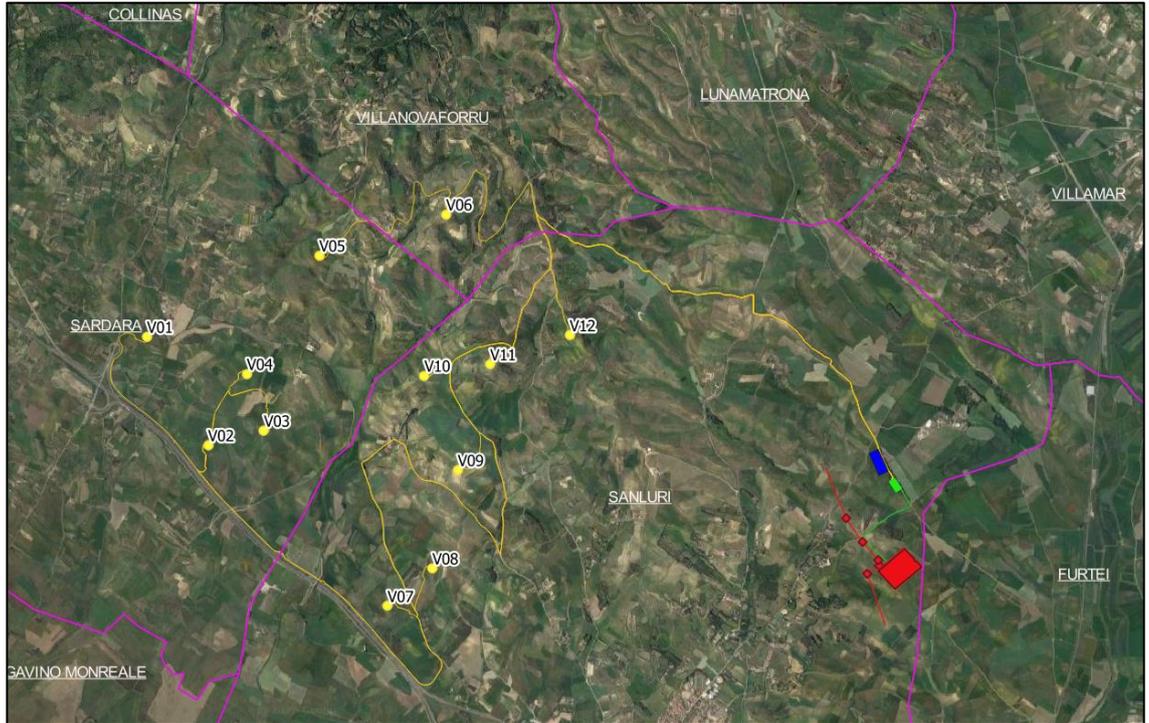


Figura 2-1: Inquadramento generale dell'area di progetto



**Figura 2-2: Configurazione proposta su ortofoto**

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

ID	Comune	Est [m]	Nord [m]	Altitudine [m s.l.m.]
<b>V01</b>	Sardara	486759	4383418	157
<b>V02</b>	Sardara	487322	4382411	160
<b>V03</b>	Sardara	487838	4382546	186
<b>V04</b>	Sardara	487680	4383073	193
<b>V05</b>	Sardara	488349	4384173	265
<b>V06</b>	Villanovaforru	489520	4384555	287
<b>V07</b>	Sanluri	488979	4380917	157
<b>V08</b>	Sanluri	489393	4381267	187
<b>V09</b>	Sanluri	489627	4382180	229
<b>V10</b>	Sanluri	489319	4383057	236
<b>V11</b>	Sanluri	489926	4383162	283
<b>V12</b>	Sanluri	490660	4383432	297

**Tabella 3-1: Coordinate aerogeneratori**

### **3.2. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO**

La morfologia dell'area in esame è fortemente influenzata dal contesto geo-litologico e strutturale della regione del Campidano, che ha interagito con gli effetti dei cambiamenti climatici quaternari.

Il Campidano è interpretato come un graben la cui formazione viene riferita al Pliocene Medio-Superiore con presenza nel suo sottosuolo di oltre 500 m di sedimenti continentali. Dato che estese conoidi del Pleistocene superiore e dell'Olocene mascherano i bordi del Campidano, non è possibile discriminare quanto dell'attuale forma dei rilievi sia da attribuire a processi di erosione selettiva eventualmente sovrapposti ad attività tettonica.

Questo areale, comprendente sia i rilievi collinari vulcanici sia quelli sedimentari oligo-miocenici, presenta versanti di tipo prevalentemente erosivo; risultano infatti modellati a spese dei sedimenti marnosi-arenacei terziari, con morfologie collinari dolci e poco acclivi. Invece, l'area interessata dalle rocce vulcaniche oligo-mioceniche è invece caratterizzata da dossi più elevati e versanti più acclivi. La morfologia dei versanti è quindi condizionata dall'erosione selettiva e dai processi di riesumazione.

Per quanto riguarda l'inquadramento geomorfologico dell'area della Stazione Elettrica "Sanluri", si rimanda alla lettura del documento "Relazione geologica preliminare - Stazione elettrica e raccordi aerei" (cod. G855\_DEF\_R\_030\_Rel\_geo\_prel\_RTN\_1-1\_REV02).

### **3.3. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO**

Nel Campidano l'acquifero è essenzialmente costituito da una successione sabbioso-conglomeratica intercalata da strati limoso-argillosi, con potenze fino ai 60 m, all'interno della quale si individuano spesso differenti livelli piezometrici. A scala regionale la falda può essere considerata del tipo multistrato, essendo stati accertati i collegamenti verticali e orizzontali tra i vari livelli. La Figura 5-2 mostra i caratteri idrogeologici a piccola scala del territorio; si osserva come all'interno della piana del Campidano esista uno spartiacque nella zona centrale, che divide i drenaggi della falda acquifera in direzione Nord-Ovest lungo l'asse del Rio Malu e verso Sud-Est lungo l'asse del Rio Fiumini Mannu.

Nell'areale in esame, la falda acquifera che per mezzo di dati di pozzo risulta presentare un livello statico entro i 10 m da p.c., presenta un asse di drenaggio verso il Campidano orientato con direzione circa Sud/Sud-Ovest. Come già accennato, la soggiacenza della falda risulta essere prossima al piano campagna, con profondità che si attestano intorno i 6 m.

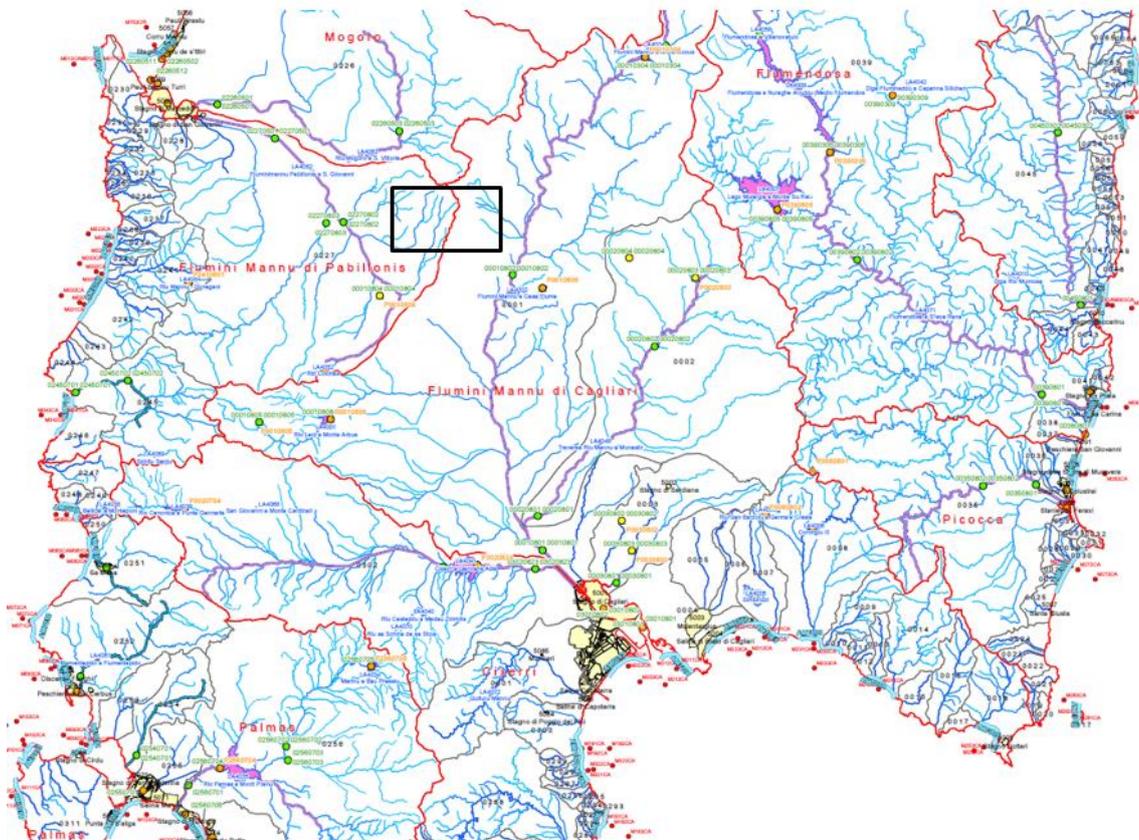
Da un punto di vista idrografico e della permeabilità dei suoli il territorio presenta differenti caratteristiche a seconda dei litotipi affioranti. Infatti, laddove sono presenti le successioni marnose (areale in studio, nord di Sanluri - Figura 5-2) la permeabilità dei suoli risulta molto bassa, in virtù delle caratteristiche di bassa porosità che contraddistinguono questo litotipo. Tale evidenza risulta inoltre confermata dal diffuso reticolo idrico superficiale, prova della prevalente tendenza al ruscellamento da parte delle acque meteoriche, rispetto all'infiltrazione. Le conoidi che bordano il margine del graben del Campidano a nord di Sanluri, insieme alle successioni di depositi quaternari che lo hanno colmato, presentano invece una buona permeabilità per porosità dimostrando dunque una bassa cementazione dei litotipi. Stessa condizione caratterizza i depositi alluvionali ghiaioso-sabbiosi impostati negli alvei del reticolo fluviale superficiale, che terrazzano incidendo le formazioni marnose arenacee presenti a nord dell'abitato di Sanluri.

Per quanto riguarda l'inquadramento geomorfologico dell'area della Stazione Elettrica "Sanluri", si rimanda alla lettura del documento "Relazione geologica preliminare - Stazione elettrica e raccordi aerei" (cod. G855\_DEF\_R\_030\_Rel\_geo\_prel\_RTN\_1-1\_REV02).

### **3.4. INQUADRAMENTO IDROLOGICO**

L'impianto eolico Greenfield "Sanluri-Sardara" ricade in corrispondenza dello spartiacque di due bacini:

- Bacino del Flumini Mannu di Pabillonis;
- Bacino del Flumini Mannu di Cagliari.



**Figura 3-1 Inquadramento idrografico – Stralcio della Tav. 2- Idrografia Superficiale del Piano di Tutela delle Acque (PTA)**

Il territorio in cui si inseriscono le infrastrutture presenta un reticolo idrico superficiale ramificato, a causa della prevalente componente di deflusso superficiale, rispetto all'infiltrazione, in funzione delle caratteristiche delle formazioni marnose. Tuttavia, gli aerogeneratori in progetto non risultano interferenti con alvei fluviali.

Per quanto riguarda l'inquadramento geomorfologico dell'area della Stazione Elettrica "Sanluri", si rimanda alla lettura del documento "Relazione geologica preliminare - Stazione elettrica e raccordi aerei" (cod. G855\_DEF\_R\_030\_Rel\_geo\_prel\_RTN\_1-1\_REV02).

### **3.5. PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO**

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.

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 funzionali 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.

Per quanto riguarda la pericolosità geomorfologica, il PAI aggiornato a dicembre 2022 non

copre tutto l'areale di studio. Il comune di Sanluri, infatti risulta area "non studiata". Il comune di Sanluri ha predisposto lo studio comunale di assetto idrogeologico ai sensi dell'art. 8 delle Norme di attuazione al Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico, approvato con Deliberazione del Consiglio Comunale n° 75 del 10.10.2018. Tuttavia, le perimetrazioni comunali non sono state ancora inserite in quelle regionali, risultando anche da portale comunale come "processo di approvazione in itinere".

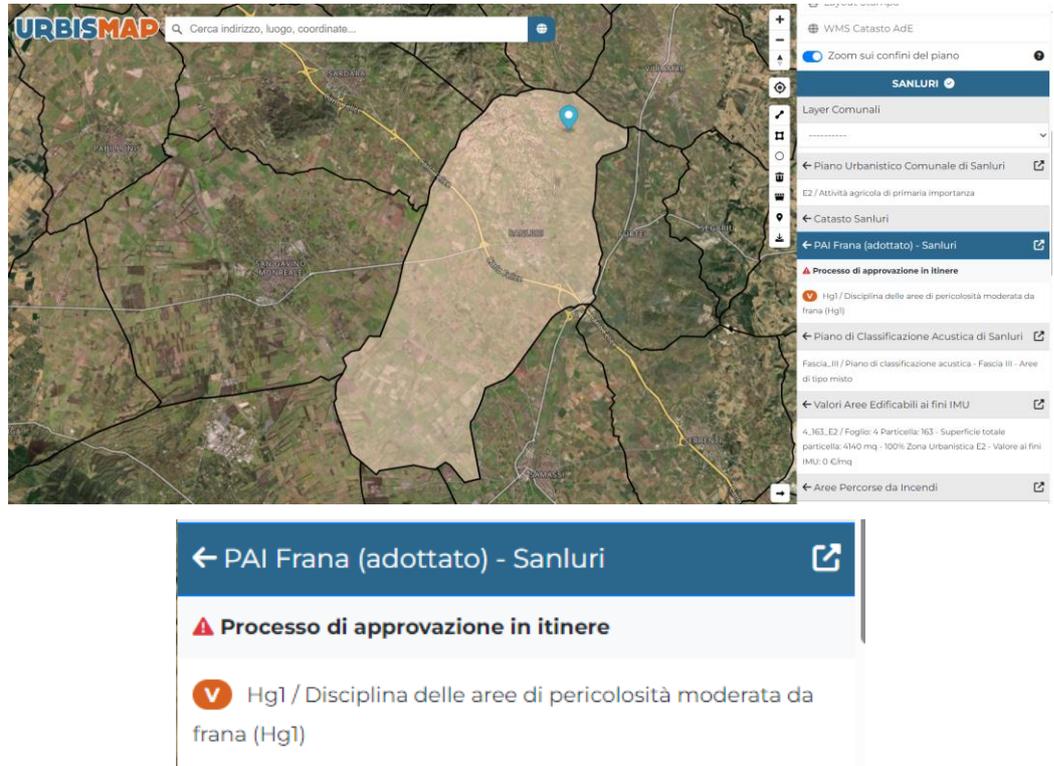
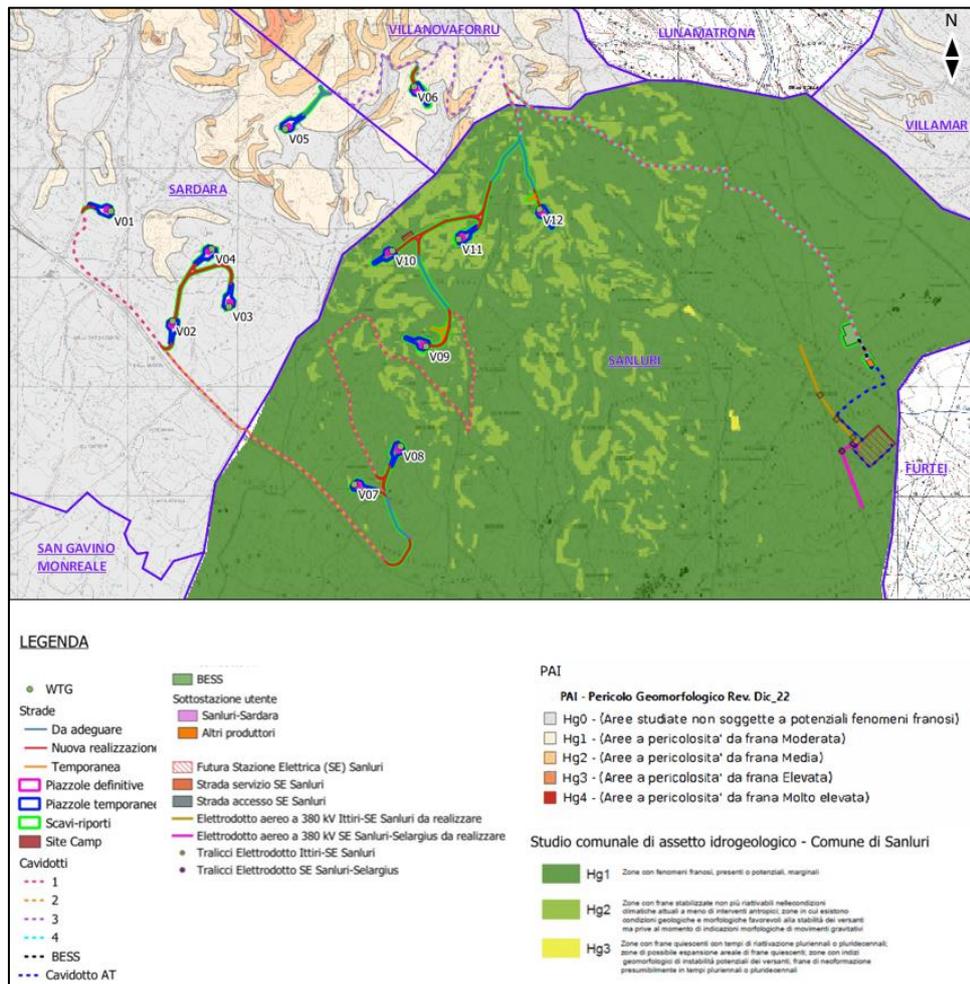


Figura 3.2: Estratto dal portale web urbismap (fonte <https://www.urbismap.com/sanluri#>)



**Figura 3.3: Stralcio dell'elaborato grafico "GRE.EEC.X.26.IT.W.17279.00.056.01 – Carta perimetrazioni PAI - parte geomorfologica"**

Deriva dunque il problema di identificare i caratteri di pericolosità eventualmente insistenti sul sito, in maniera tale da verificare anche le eventuali disposizioni riportate nelle Norme Tecniche di Attuazione del piano (NTA), all'attuale non possibile.

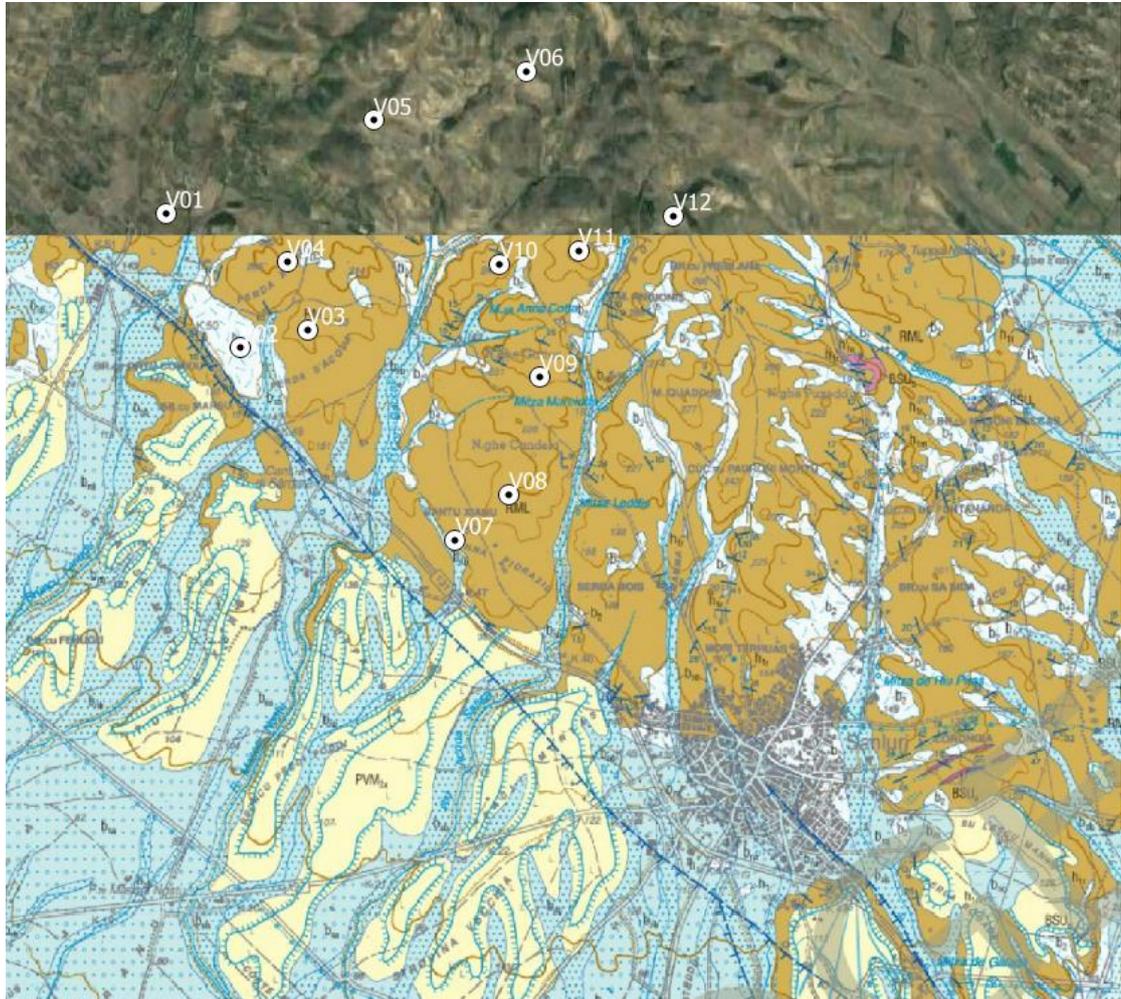
Nel contesto in esame, a seguito della particolare morfologia del reticolo idrografico e dei litotipi affioranti, si potrebbe ipotizzare la presenza di fenomeni di dissesto per lo più riconducibili a colate di fango (debris flow) incanalate all'interno degli impluvi esistenti durante i periodi di forti e/o straordinarie precipitazioni (con elevati tempi di ritorno).

Tuttavia, da una preliminare studio della morfologia del territorio per mezzo di ortofoto ed elaborazioni digitali del terreno, è stato osservato che tutti gli aerogeneratori risultano esterni e distanti da eventuali interferenze con il reticolo idrografico e i versanti dei displuvi non sembrano presentare fenomeni di dissesto e/o erosione accelerata. Dunque, si ipotizza che le opere in progetto non abbiano la capacità di aumentare il pericolo idrogeologico eventualmente insistente sulle aree, in quanto saranno progettati anche i necessari interventi di gestione e drenaggio delle acque meteoriche, sia per quanto riguarda le piazzole di ubicazione degli aerogeneratori, sia per i tracciati di viabilità.

#### 4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'areale in studio risulta ubicato all'interno del foglio geologico "Villacidro" n. 547, alla scala 1:50 000 della carta geologica d'Italia (ed. ISPRA), di cui si riporta uno stralcio a seguire. Tale cartografia non copre totalmente l'area di progetto, poiché quest'ultima si trova a cavallo dell'adiacente foglio 539 non ancora edito. Dunque, per una rappresentazione generale si riporta anche la cartografia a minore scala (1:100 000), ottenuta da ambiente GIS (Figura

4-1 e Figura 4-2).



**DEPOSITI OLOCENICI**



**Depositi antropici**

Discariche: minerarie ( $h_{1a}$ ), industriali ( $h_{1b}$ ); per inert ( $h_{1c}$ ), rifiuti solidi urbani ( $h_{1d}$ ); materiali di riporto e aree bonificate ( $h_{1e}$ ).

OLOCENE



**Depositi alluvionali**

Ghiaie poligeniche ed eterometriche con scarsa matrice sabbiosa ( $b_1$ ); sabbie prevalentemente quarzose mal classate ( $b_2$ ), limi ed argille prevalenti ( $b_3$ ).

OLOCENE



**Depositi lacustri e palustri**

Argille molto plastiche, localmente ricche di materia organica, talvolta con sottili intercalazioni di sabbie contenenti gusci di bivalvi (*Cerastoderma glaucum*), di gasteropodi polmonati (*Hydrobia ventrosa*) e ostracodi (*Cyprides*) ( $e_1$ ). Cordoni sabbiosi di antiche linee di riva lacustre ( $e_2$ ).

OLOCENE



**Coltri eluvio-colluviali**

Detriti immersi in matrice fine talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti, che hanno subito trasporto per gravità nullo o limitato.

OLOCENE

**DEPOSITI PLEISTOCENICI**



**SISTEMA DI PORTOVESME**

Subsistema di Portovesme

Ghiaie alluvionali terrazzate a prevalenti elementi di metamorfiti del basamento paleozoico e magmatiti erciniche, solitamente sul decimetro, con subordinate sabbie; blocchi in prossimità dei rilievi, presenti sottili livelli di paleosuoli ( $PWM_{2a}$ ). Depositi sabbiosi di origine eolica ( $PWM_{2b}$ ). Depositi di versante tipo *éboulis ordonnés* a frammenti di marne silteose ( $PWM_{2c}$ ).

PLEISTOCENE SUP.

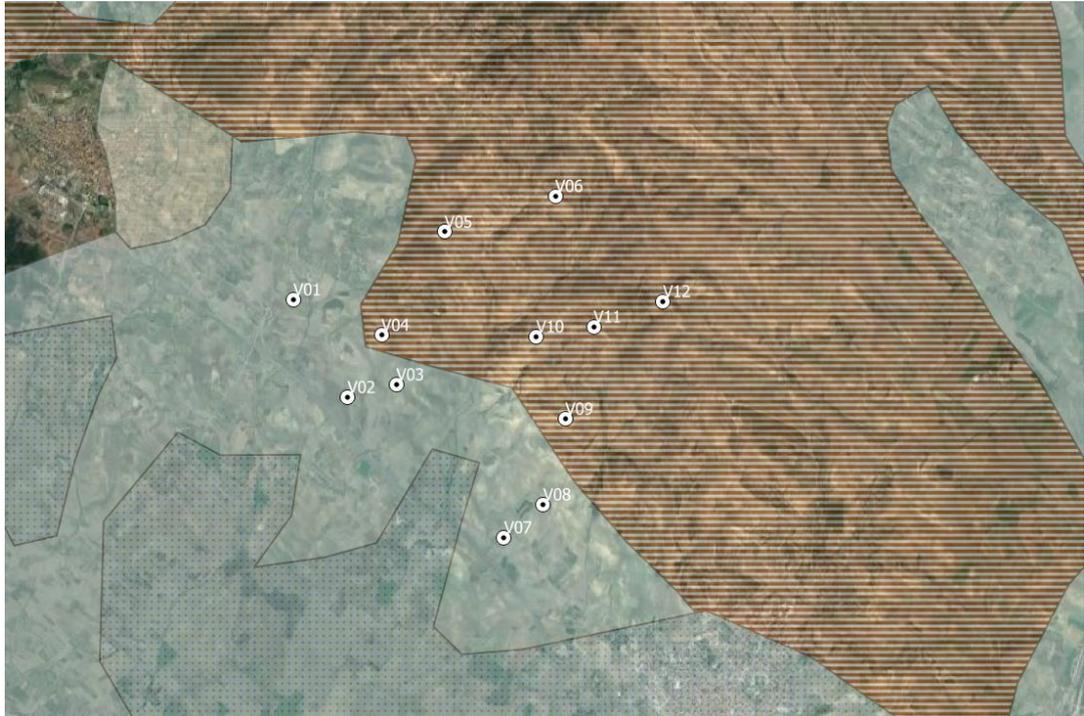
**SUCCESSIONE VULCANO-SEDIMENTARIA OLIGO-MIOCENICA**



**FORMAZIONE DELLA MARMILLA**

Marne, marne arenacee e silteose, silti marnosi, silti grigi e giallastre a componente vulcanogenica variabile, con molluschi (*Propeamusium duodecimlineatum*, *Corbula* sp., *Venus* cf. *multilamelia*, *Ostrea* cf. *neglecta*, *Lympanotomus* cf. *desperatus*, *T. calcaratus*, *Mytilus aquitanicus*, *M. galloprovincialis*, *Strombus* cf. *coronatus*) e pteropodi (*Vaginella* sp., *Cavolinia* sp.), nannoplankton (zona a *Helicosphaera carteri*: MNN2a; zona a *Helicosphaera ampliaperta*: MNN2b e zona a *Sphenolithus belemnos*: MNN3a), squame di pesce, echinidi (*Pericosmus* sp.), frustoli vegetali (RML). Depositi finemente clastici, fortemente arrossati, inglobanti frammenti di vulcaniti e metamorfiti paleozoiche; facies peperitiche bollose scorie (RML). Conglomerati, arenarie, arenarie silteose fossilifere (*Ostrea edulis lamellosa*, *Gigantopecten*, *Aequipeecten northamptoni*, *Conus* sp., *Protoma cathedralis*) (RML). AQUITANO - BURDIGALIANO INF.

Figura 4-1: Stralcio carta geologica d'Italia alla scala 1:50 000, foglio n.547 "Villacidro", con legenda (ed. ISPRA)



 R24 - Marne talora con selce, di facies pelagica (Miocene medio-inferiore)

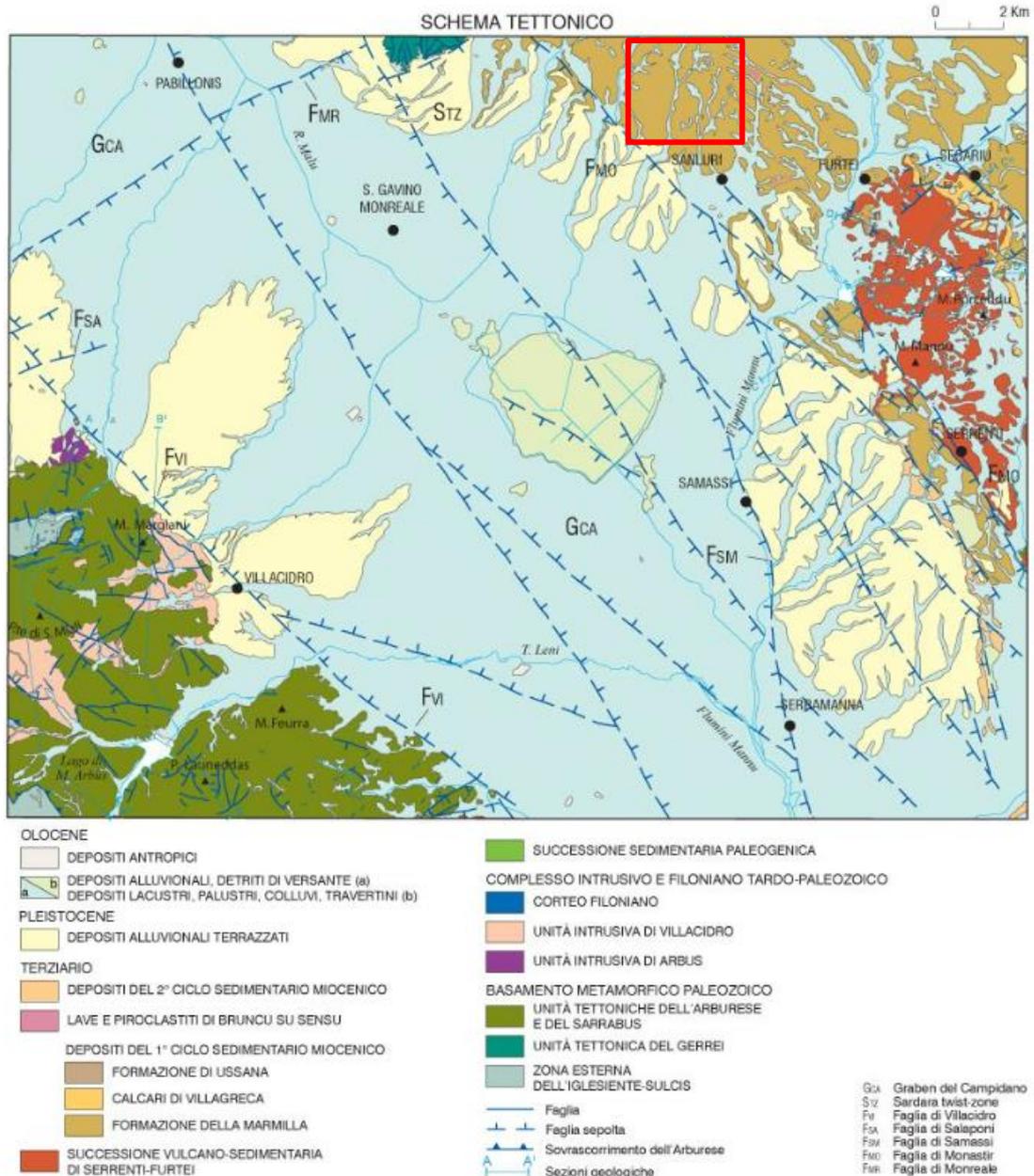
 R1 - Detriti, depositi alluvionali e fluviolacustri, spiagge attuali (Olocene)

 R4 - Detriti, alluvioni terrazzate, fluviolacustri e fluvioglaciali (Pleistocene)

**Figura 4-2: Stralcio carta geo-litologica dell'area di interesse, con legenda (estrazione da GIS)**

Il sito in esame risulta ubicato ai margini settentrionali di una fossa tettonica, successivamente colmata da un potente spessore di sedimenti formatasi a seguito della fase distensiva plio-quadernaria, responsabile della formazione del Graben Campidanese; si osservano infatti in carta (figura 4-1 e figura 4-3), uno dei lineamenti tettonici di tipo "normale" associati al graben, orientati in direzione circa Nord/Ovest - Sud/Est.

Di seguito si riporta lo schema tettonico dell'area in studio (Figura 4-3):



**Figura 4-3: schema tettonico annesso alla carta geologica n. 547 (ISPRA) con legenda: in rosso l'ubicazione dell'area in studio.**

A partire dal Miocene superiore e fino al Pliocene-Pleistocene, tutta l'isola è interessata da un'importante fase distensiva da riferire all'apertura del Tirreno centro-meridionale, la quale favorisce una breve e localizzata (Penisola del Sinis, Campidano di Cagliari e di Oristano, Orosei) ingressione marina nel Pliocene Inferiore. A questa tettonica distensiva sono da imputare le estese manifestazioni vulcaniche plio-pleistoceniche dell'Isola, prevalentemente basiche e ad affinità alcalina, transizionale e tholeiitica, di età isotopica compresa tra 5,3 e 0,14 Ma, nonché l'impostazione del graben subsidente del Campidano, colmato da potenti depositi detritici continentali plio-pleistocenici (formazione di Samassi).

La quasi totalità degli aerogeneratori risultano ubicati all'interno di una zona in cui affiora la Formazione della Marmilla (RML), nota da tempo come "Complesso marnoso-arenaceo Miocenico del Campidano", in cui prevalgono sedimenti fini costituiti da marne arenaceo-argillose e siltiti, siltiti marnose grigio giallastre, arenarie da medie a fini, distribuiti in alternanze tra il decimetro e il metro. Lo spessore complessivo è di circa qualche centinaio di metri. I rilievi collinari a nord dell'abitato di Sanluri, nell'area di progetto, presentano una successione della formazione RML disturbata da piccole faglie con rigetti di ordine metrico e immersioni variabili a causa di fenomeni plicativi che hanno modificato la precedente

struttura monoclinale. Qui, i depositi marnosi risultano infine fittamente incisi e terrazzati dal reticolo idrografico impostatosi in epoca recente, nei cui alvei sono contenuti i depositi alluvionali ghiaioso-sabbiosi quaternari.

A seguito di consultazione dei dati di indagini dirette disponibili sul database "Archivio indagini nel sottosuolo" dell'ISPRA, è stato possibile ottenere delle stratigrafie di pozzi perforati al fine della captazione della falda idrica nelle vicinanze dell'area in studio.

Le stratigrafie di pozzo sostanzialmente confermano le indicazioni ottenute dallo studio delle carte geologiche, in quanto identificano delle potenti successioni marnose, con alternanze costituite da livelli arenacei fino a profondità anche maggiori di 80-100 m da p.c.; localmente qualche pozzo risulta totalmente perforato in filoni di roccia basaltica.

Per quanto riguarda l'inquadramento geomorfologico dell'area della Stazione Elettrica "Sanluri", si rimanda alla lettura del documento "Relazione geologica preliminare - Stazione elettrica e raccordi aerei" (cod. G855\_DEF\_R\_030\_Rel\_geo\_prel\_RTN\_1-1\_REV02).

#### 4.1. ANALISI DETTAGLIATA DELL'AREA

##### 4.1.1. STRATIGRAFIA DI DETTAGLIO

A seguito delle osservazioni e delle considerazioni di cui ai paragrafi precedenti e in base ai dati disponibili relativi alle indagini condotte in precedenza qui di seguito si sintetizza la stratigrafia di dettaglio ipotizzata e valida in ultima analisi per tutti i siti che saranno oggetto di costruzione. Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato: *GRE.EEC.R.25.IT.W.17279.00.024 - Relazione Geologica, geomorfologica e sismica.*

L'esame delle risultanze ottenute dalla campagna di indagine geofisica, dalle valutazioni sulle stratigrafie di pozzo e dall'analisi del contesto geologico dell'area ha permesso di definire una sismo-stratigrafia sito specifica e di valutare, per mezzo di correlazioni empiriche, i principali parametri geotecnici di resistenza e deformabilità.

Considerando la morfologia e la storia geologica dell'area di studio, analizzando le stratigrafie a disposizione si può concludere che i terreni presenti in situ sono generalmente successioni marnose - arenacee con competenza e qualità geotecniche variabili a seconda delle alternanze di facies.

ID STRATO	DESCRIZIONE	PROFONDITA' (m da p.c.)
SISMOSTRATO 1	Materiali di copertura della sottostante formazione marnosa - arenacea, costituiti da clasti marnosi alterati e/o fratturati immersi in una matrice fine limosa	10
SISMOSTRATO 2	Formazione marnoso - arenacea	>10

**Tabella 4-1: sismo-stratigrafia di progetto**

ID STRATO	$\gamma$ (KN/m <sup>3</sup> )	$\phi$ (°)	C	Coeff. di Poisson $\nu$	Mod. di Young din. Ed (Mpa)	Mod. di Young st. Es (Mpa)	Mod. di taglio (rigidità) G0 (Mpa)	Mod. di Bulk K (Mpa)	Mod. ed. Mo (kg/m3)
STRATO 1	19,1	22	-	0.2	201	24.2	264.6	347.1	71345
STRATO 2	22.5	25	-	0.3	869	104.7	1044	3134	461407

**Tabella 4-2: parametri geotecnici di progetto**

I parametri geotecnici fisici e di resistenza dei litotipi, ovvero  $\gamma$ ,  $\phi$  e C (quest'ultima pari a 0 poiché relativi a terreni granulari-clastosi), sono stati forniti utilizzando dati consolidati da bibliografia, in quanto le correlazioni empiriche fornivano valori esageratamente troppo

grandi a causa delle elevate velocità delle onde ottenute dalle prove geofisiche. Infatti, tali correlazioni si basano sul parametro  $N_{spt}$  (relativo al numero di colpi di indagini penetrometriche), tipologia di dato/prova non adeguata al contesto geologico in esame.

Invece, i parametri di deformabilità e rigidità sono stati determinati per mezzo di correlazioni empiriche di uso comune, utilizzando i dati rappresentativi delle velocità calcolate in ogni sismo-strato di riferimento.

Il sismo-strato 3 è stato incluso all'interno del n. 2 in quanto potrebbe risultare una facies arenacea, dunque maggiormente competente, all'interno della formazione marnosa; cautelativamente, sono stati forniti i valori dei parametri geotecnici calcolati per il sismo-strato 2.

## 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.

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.*

Dimensione dell'area	Punti di prelievo
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

**Tabella 5-1: punti di prelievo**

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 5-2 sotto), fermo restando che la lista delle sostanze da ricercare deve essere modificata ed estesa in considerazione delle attività antropiche pregresse.*

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>

**Tabella 5-2: Set analitico minimale**

## 5.2. NUMERO E CARATTERISTICHE DEI PUNTI DI CAMPIONAMENTO

L'opera in progetto può essere considerata di tipo misto: per quanto riguarda il parco eolico, le fondazioni e le piazzole di montaggio degli aerogeneratori si considerano ai fini del calcolo dei campioni da prelevare come opere areali, mentre la viabilità di accesso e la rete di cavidotti interrati in media tensione si considerano opere lineari; per quanto riguarda la SSE, il sistema BESS e la SE il numero dei campioni sarà calcolato in base alla dimensione delle aree, in accordo alla Tabella 5-1, mentre per la viabilità di accesso alla SE e il cavidotto AT si procederà secondo le considerazioni fatte per le opere lineari.

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

- Nell'area della piazzola (8.730 m<sup>2</sup>), di cui il 50% sarà realizzata in scavo (4365 m<sup>2</sup>), si prevedono 7 punti di prelievo. Di questi, 1 punto di prelievo ricadrà all'interno dell'area della piazzola interessata dalla fondazione, 6 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, 4.50 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 6 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 18 campioni. Si prevede questo approccio per ciascuna piazzola in progetto.

---

<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.

- 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 9900 m, escluse le porzioni già ricomprese nelle piazzole), si prevedono 20 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, 60 campioni. Per quanto riguarda la restante parte del tracciato dei cavidotti, avente una lunghezza complessiva pari a circa 27700 m - sovrapposizioni m, si prevedono 36 punti di campionamento. Per ogni punto verranno prelevati due campioni, corrispondenti alle profondità di: 0,5 m e fondo scavo; Saranno prelevati, in totale, 72 campioni.
- Per quanto riguarda l'area del sistema BESS (circa 21.483 m<sup>2</sup>), sono previsti n.10 punti di prelievo, secondo una disposizione a maglia. Per il livellamento dell'area BESS si prevede un volume di scavo pari a circa 7.764 mc e un volume di rilevato pari a circa 13.897 mc. Si prevede di effettuare almeno n.2 campioni per n.8 punti di indagine in quanto la profondità di scavo risulta essere inferiore a 2 m, mentre per n.2 punti sarà necessario prevedere almeno n.3 campioni. Il totale dei campioni sarà pari a n.22.
- Per quanto riguarda la SSE, l'area di ingombro totale è pari a circa 6.122 mq, ma lo stallo del produttore proponente occupa un'area di circa 2.036 mq. Si prevedono n.3 punti di prelievo e n.9 campioni.
- Per quanto riguarda la SE, ci si riferisce al documento "R033\_Piano preliminare gestione TRS-Stazione Elettrica e raccordi aerei" (G855\_DEF\_R\_033\_Piano\_prel\_RTN\_TRS\_1-1\_REV02). Il Piano preliminare delle indagini prevede n.28 punti di indagine su una superficie complessiva pari a 114.400 mq, comprensivi di scarpate per la preparazione del piano di posa della SE e della strada di accesso alla stessa.
- Per quanto riguarda i raccordi aerei AT, ci si riferisce al documento "R033\_Piano preliminare gestione TRS-Stazione Elettrica e raccordi aerei" (G855\_DEF\_R\_033\_Piano\_prel\_RTN\_TRS\_1-1\_REV02). Il Piano preliminare delle indagini prevede n.2 punti di indagine, ubicati sotto i sostegni 325/1 e 324/1.

Il numero dei punti di indagine potrà subire variazione durante la fase di progettazione esecutiva, fase in cui verranno altresì decisi in via definitiva i punti di ubicazione delle stesse.

La seguente tabella riassume, per ciascuna opera in progetto, il numero di punti di campionamento previsti in via preliminare, 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 di indagine	Profondità campionamento [m]	N° campioni
Piazzole WTG	Areale	104.760 (8.730 x 12 piazzole)	84 (7 x n. piazzole)	0,5	252 (21 x n. piazzole)
				2	
				4,5	
Strade	Lineare	9.900	20	0,5	60
				Profondità intermedia	
				Fondo scavo	
Cavidotti MT	Lineare	17.800 (escluse le aree di sovrapposizione con strade)	36	0,5	72
				Fondo scavo	
BESS	Areale	21.483	10	0,5	22
				Profondità intermedia	
				Fondo scavo	
SSE	Areale	2.036	3	0,5	9
				Profondità intermedia	
				Fondo scavo	
SE e strada di accesso <sup>2</sup>	Areale	144.400	28	0,5	84
				Profondità intermedia	
				Fondo scavo	
Raccordi AT e sostegni <sup>3</sup>	Lineare	857 ("Ittiri – SE Sanluri" 452 m + "SE Sanluri – Selargius" 405 m)	2 (in corrispondenza dei sostegni 325/1 e 324/1)	0,5	6
				Profondità intermedia	
				Fondo scavo	

**Tabella 5-3: Proposta di piano di caratterizzazione**

### 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

<sup>2</sup> Per quanto riguarda la SE si è fatto riferimento al documento "R033\_Piano preliminare gestione TRS-Stazione Elettrica e raccordi aerei" (G855\_DEF\_R\_033\_Piano\_prel\_RTN\_TRS\_1-1\_REV02). Il Piano di indagine non ha identificato, in questa fase, il numero di campioni da produrre per ogni punto di indagine. Il valore è stato stimato considerando che lo scavo per la formazione del piano di posa della SE ha una profondità media superiore a 2 m.

<sup>3</sup> Per quanto riguarda i raccordi aerei si è fatto riferimento al documento "R033\_Piano preliminare gestione TRS-Stazione Elettrica e raccordi aerei" (G855\_DEF\_R\_033\_Piano\_prel\_RTN\_TRS\_1-1\_REV02). Il Piano di indagine non ha identificato, in questa fase, il numero di campioni da produrre per ogni punto di indagine. Il valore è stato stimato considerando che lo scavo per la realizzazione dei tralicci della linea AT ha una profondità superiore a 2 m.

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 5-2 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**

Nel caso in cui la caratterizzazione ambientale dei terreni confermasse l'assenza di contaminazioni, durante la fase di cantiere il materiale proveniente dagli scavi verrà momentaneamente accumulato per poi essere riutilizzato quasi totalmente in sito per la formazione di rilevati, per i riempimenti e per i ripristini per le opere di seguito sintetizzate.

In via preliminare, le eccedenze saranno trattate come rifiuto e conferite alle discariche autorizzate e/o a centri di recupero.

Si precisa 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.

La seguente tabella sintetizza la stima di tutti i movimenti terra che saranno eseguiti durante la fase di realizzazione del nuovo impianto eolico e delle opere ad esso connesse.

Opere	Volume di scotico previsto [mc]	Volume di scavo previsto [mc]	Volume di terreno scavato da riutilizzare in sito [mc]	Volume da conferire in discarica [mc]
Piazzole	53.736,00	251.900,00	178.887,40	126.748,60
Strade	23.464,20	58.899,00	66.686,90	15.676,30
Fondazioni superficiali		23.515,63	8.055,18	15.460,45
Fondazioni profonde		10.043,04		10.043,04
Cavidotti		26.025,48	19.519,11	6.506,37
Sottostazione	610,80	2.508,72	149,96	2.969,56
BESS	6.116,10	11.231,00	4.336,00	13.011,10
Mitigazione/rinaturalizzazione			83.927,10	-83.927,10
SE 380 kV "Sanluri", strade e scarpate <sup>4</sup>		176.019,00	156.636,00	19.383,00
Raccordi aerei <sup>5</sup>		600,00	600,00	0,00
<b>Totale</b>	<b>83.927,10</b>	<b>560.741,87</b>	<b>518.797,65</b>	<b>125.871,32</b>

**Tabella 6-1: Riepilogo delle volumetrie di scavo e rinterro**

<sup>4</sup> I valori riportati nella tabella sono tratti dal documento "Piano preliminare gestione TRS - Stazione Elettrica e raccordi aerei" (cod. G855\_DEF\_R\_033\_Piano\_prel\_RTN\_TRS\_1-1\_REV02).

<sup>5</sup> I valori riportati nella tabella sono tratti dal documento "Piano preliminare gestione TRS - Stazione Elettrica e raccordi aerei" (cod. G855\_DEF\_R\_033\_Piano\_prel\_RTN\_TRS\_1-1\_REV02).